

Página 1

Tabela B.2 – Valores de probabilidade P_B dependendo das medidas de proteção para reduzir danos físicos

Características da estrutura	Classe do SPDA	P_B
Estrutura não protegida por SPDA	–	1
	IV	0,2
	III	0,1
Estrutura protegida por SPDA	II	0,05
	I	0,02
Estrutura com subsistema de captação conforme SPDA classe I e uma estrutura metálica contínua ou de concreto armado atuando como um subsistema de descida natural		0,01
Estrutura com cobertura metálica e um subsistema de captação, possivelmente incluindo componentes naturais, com proteção completa de qualquer instalação na cobertura contra descargas atmosféricas diretas e uma estrutura metálica contínua ou de concreto armado atuando como um subsistema de descidas natural		0,001

Tabela B.3 – Valores de probabilidade de P_{SPD} em função do NP para o qual os DPS foram projetados

NP	P_{SPD}
Nenhum sistema de DPS coordenado	1
III-IV	0,05
II	0,02
I	0,01
NOTA 2	0,005 – 0,001

1. Objetivo

Este memorial fixa as condições de projeto e eficiência do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) referente ao prédio

2. Metodologia

Conforme determina a NBR 5419/2015- *Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas* verifica-se a necessidade de instalação de um sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas-SPDA e o grau de proteção do sistema através da avaliação do risco determinando-se o risco de perdas de vida humana (R1), o risco de perdas de serviços ao público (R2) e o risco de perdas do patrimônio cultural (R3).

3. Documentos de Referências

- NBR-5419-1/2015 Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas - Parte 1: Princípios Gerais.
- NBR-5419-1/2015 Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas - Parte 2: Gerenciamento de Risco
- NBR-5419-1/2015 Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas - Parte 3: Danos Físicos a Estrutura e Perigos a Vida.
- NBR-5419-1/2015 Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas - Parte 4: Sistema Elétrica e Eletrônicos Internos na Estrutura.

4. AVALIAÇÃO DO RISCO E DETERMINAÇÃO DA NECESSIDADE DE SPDA

DADOS INICIAIS

ÁREA EQUIVALENTE	ESTRUTURA ADJACENTE
1-Dados	1- Dados
L (comprimento): 74,7	Lj 0
W (largura): 28,35	Wj 0
H (altura): 0	Hj 0
Hp (altura saliência): 0	Hpj 0
Ad (área de exposição estrutura retangular): 0	
Ad (área de exposição estrutura complexa): 0	
Ad (área de exposição resultante): 5410 (Determinada graficamente)	
Am(área de exposição perto da estrutura): 888675	
Adj (área de exposição estrutura adjacente): 0	

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd	fator de localização	TAB A.1	0,25
Ng	densidade de descarga atmosférica para a terra-Km²/ano		5,5
Ad	área de exposição equivalente-m²		5410
Nd	$Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$		0,00743875

Nm (número de eventos perigosos perto da estrutura)

Ng	densidade de descarga atmosférica para a terra-Km²/ano		5,5
Am	área de exposição equivalente perto da estrutura-m²		888675
Nm	$Ng \times Am \times 10^{-6}$		4,88771

RISCO DE PERDA DE VIDAS HUMANAS

DESCARGA ATMOSFÉRICA NA ESTRUTURA

1- COMPONENTE RA (risco de ferimentos a seres vivos causados por descarga na estrutura)

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	TAB B.1	1
Pb	probabilidade de uma descarga causar danos físicos	TAB B.2	0,1
Pa	$Pta \times Pb$		0,1

LA (valores de perda na zona considerada)

		Z1	Z2	
rt	fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou piso	TAB C.3	0,01	0 Z3
Lt	número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso	TAB C.2	0,01	0
nz	número de pessoas na zona considerada		496	0
nt	número total de pessoas na estrutura		496	0

Tabela B.4 – Valores dos fatores C_{LD} e C_{LI} dependendo das condições de blindagem aterramento e isolamento

Tipo de linha externa	Conexão na entrada	C_{LD}	C_{LI}
Linha aérea não blindada	Indefinida	1	1
Linha enterrada não blindada	Indefinida	1	1
Linha de energia com neutro multiterado	Nenhuma	1	0,2
Linha enterrada blindada (energia ou sinal)	Blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	1	0,3
Linha aérea blindada (energia ou sinal)	Blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	1	0,1
Linha enterrada blindada (energia ou sinal)	Blindagem interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	1	0

Tipo de linha externa	Conexão na entrada	C_{LD}	C_{LI}
Linha aérea blindada (energia ou sinal)	Blindagem interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	1	0
Cabo protegido contra descargas atmosféricas ou cabeamento em dutos para cabos protegido contra descargas atmosféricas, eletrodutos metálicos ou tubos metálicos	Blindagem interligada ao mesmo barramento de equipotencialização que o equipamento	0	0
(Nenhuma linha externa)	Sem conexões com linhas externas (sistemas independentes)	0	0
Qualquer tipo	Interfaces isolantes de acordo com a ABNT NBR 5419-4	0	0

Tabela B.5 – Valor do fator K_{S3} dependendo da fiação interna	
Tipo de fiação interna	K_{S3}
Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços ^a	1
Cabo não blindado – preocupação no roteamento no sentido de evitar grandes laços ^b	0,2
Cabo não blindado – preocupação no roteamento no sentido de evitar laços ^c	0,01
Cabos blindados e cabos instalados em eletrodutos metálicos ^d	0,000 1
^a Condutores em laço com diferentes roteamentos em grandes edifícios (área do laço da ordem de 50 m²).	
^b Condutores em laço roteados em um mesmo eletroduto ou condutores em laço com diferentes roteamentos em edifícios pequenos (área do laço da ordem de 10 m²).	
^c Condutores em laço roteados em um mesmo cabo (área do laço da ordem de 0,5 m²).	
^d Blindados e eletrodutos metálicos interligados a um barramento de equipotencialização em ambas extremidades e equipamentos estão conectados no mesmo barramento equipotencialização.	

Tabela B.6 – Valores da probabilidade P_{TU} de uma descarga atmosférica em uma linha que adentre a estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque perigosas

Medida de proteção	P_{TU}
Nenhuma medida de proteção	1
Avistos visíveis de alerta	10 ⁻¹
Isolação elétrica	10 ⁻²
Restrições físicas	0

Tabela B.7 – Valor da probabilidade P_{EB} em função do NP para o qual os DPS foram projetados

NP	P_{EB}
Sem DPS	1
III-IV	0,05
II	0,02
I	0,01
NOTA 4	0,005 – 0,001

Tabela B.8 – Valores da probabilidade P_{LD} dependendo da resistência R_S da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso U_{II} do equipamento

Tipo da linha	Condições do roteamento, blindagem e interligação	Tensão suportável U_{II} em kV				
		1	1,5	2,5	4	6
	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	1	1	1	1	1

tz	tempo durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada		8760	0	0
La	rt x Lt x (nz/nt) x (tz/8760)		0,0001	0	0
					0
			Z1	Z2	
Ra = Nd x Pa x La			7,44E-08	0	Z3
					0

2- COMPONENTE Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descarga na estrutura)

Pb (probabilidade de uma descarga na estrutura causar ferimentos danos físicos)

Pb	probabilidade de causar danos físicos	TAB B.2	0,05
----	---------------------------------------	---------	------

Lb (valores de perda na zona considerada)

			Z1	Z2	
Lf	número relativo médio típico de vítimas por danos físicos devido a um evento perigoso	TAB C.2	0,1	0	Z3
hz	fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo espec.	TAB C.6	1	0	
rf	fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso	TAB C.3	0,01	0	
rp	fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio	TAB C.4	0,5	0	
nz	número de pessoas na zona considerada		496	0	
nt	número total de pessoas na estrutura		496	0	
tz	tempo durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada		8760	0	
Lb	rp x rf x hz x Lf x nz/nt x tz/8760	C.4	0,0005	0	
					0
			Z1	Z2	
Rb = Nd x Pb x Lb			1,86E-07	0	Z3
					0

3- COMPONENTE Rc (risco de falha no sistema interno causado por descarga na estrutura)

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

			Linhas de Energia (E)	Linhas de comunicação (T)
Pspd	probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados	TAB B.3	1	1
CLD	fator dependente das condições de blindagem, aterramento e isolamento	TAB B.4	1	1
Pc	Pc(E)=Pspd(E) x CLD(E) Pc (T)=Pspd(T) x CLD(T)		1	1
Pc	Pc=1-(1-Pc(E)) x 1-(1-Pc(T))		1	

Lc (valores de perda na zona considerada)

			Z1	Z2	Z3
Lo	número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso	TAB C.2	0,1		
nz	número de pessoas na zona considerada		496		
nt	número total de pessoas na estrutura		496		
tz	tempo durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada		8760		0
Lc	Lo x nz/nt x tz/8760	C.4	0,1	0	
			Z1	Z2	Z3
Rc = Nd x Pc x Lc			0,000744	0	0

4- COMPONENTE Rm (risco de falha no sistema interno causado por descarga perto da estrutura)

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

			Linhas de Energia (E)	Linhas de comunicação (T)
Pspd	probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados	TAB B.3	1	1
Ks1	fator relevante a efetividade da blindagem por malha de uma estrutura		1	1
Ks2	fator relevante a efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura		1	1
Ks3	fator relevante as características do cabeamento interno		1	1
Uw	tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido Kv		1	1
Ks4	fator relevante a tensão suportável de impulso de um siste		1	1
Pms	Pms=(Ks1 x Ks2 x Ks3 x Ks4)*2		1	1
Pm	Pm(E)=Pspd(E) x Pms(E) Pm (T)=Pspd(T) x Pms(T)		1	1
Pm	Pc=1-(1-Pm(E)) x 1-(1-Pm(T))		1	

Lm (valores de perda na zona considerada)

			Z1	Z2	Z3
Lo	número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso	TAB C.2	0,1		
nz	número de pessoas na zona considerada		496		
nt	número total de pessoas na estrutura		496		
tz	tempo durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada		8760		
Lc	Lo x nz/nt x tz/8760	C.4	0,1	0	0
			Z1	Z2	Z3
Rm = Nm x Pm x Lm			0,488771	0	0

DESCARGA ATMOSFÉRICA NA LINHA

AL (área de exposição equivalente de descarga para a terra que atingem a linha)

Linhas de energia ou sinal	Blindada aérea ou enterrada cuja blindagem está interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	50/km < R _S ≤ 20 Ω/km	1	1	0,95	0,9	0,8
		10/km < R _S ≤ 5 Ω/km	0,9	0,8	0,6	0,3	0,1
		R _S ≤ 1 Ω/km	0,6	0,4	0,2	0,04	0,02

Tabela B.9 – Valores da probabilidade P_U dependendo do tipo da linha e da tensão suportável de impulso U_W dos equipamentos

Tipo da linha	Tensão suportável U _W em kV				
	1	1,5	2,5	4	6
Linhas de energia	1	0,6	0,3	0,16	0,1
Linhas de sinais	1	0,5	0,2	0,08	0,04

Tabela C.1 – Tipo de perda L1: Valores da perda para cada zona

Tipo de dano	Perda típica	Equação
D1	L _A = r _t x L _T x n _Z / r _t x t _z / 8 760	(C.1)
D1	L _U = r _t x L _T x n _Z / r _t x t _z / 8 760	(C.2)
D2	L _B = L _V x r _p x r _t x h _z x L _F x n _Z / r _t x t _z / 8 760	(C.3)
D3	L _C = L _M = L _W = L _Z = L _O x n _Z / r _t x t _z / 8 760	(C.4)

Tabela C.2 – Tipo de perda L1: Valores médios típicos de L_T, L_F e L_O

Tipos de danos	Valor de perda típico		Tipo da estrutura
D1 ferimentos	L_T	10^{-2}	Todos os tipos
D2 danos físicos	L_F	10^{-1}	Risco de explosão
		10^{-1}	Hospital, hotel, escola, edifício cívico
		5×10^{-2}	Entretenimento público, Igreja, museu
		2×10^{-2}	Industrial, comercial
		10^{-2}	Outros
D3 falhas de sistemas internos	L_O	10^{-1}	Risco de explosão
		10^{-2}	Unidade de terapia intensiva e bloco cirúrgico de hospital
		10^{-3}	Outras partes de hospital

Tabela C.3 – Fator de redução r_t em função do tipo da superfície do solo ou piso

Tipo de superfície ^b	Resistência de contato k Ω ^a	r _t
Agricultura, concreto	≤ 1	10 ⁻²
Marmore, cerâmica	1 – 10	10 ⁻³
Cascalho, tapete, carpete	10 – 100	10 ⁻⁴
Asfalto, linóleo, madeira	≥ 100	10 ⁻⁵

^a Valores medidos entre um eletrodo de 400 cm² comprimido com uma força uniforme de 500 N e um ponto considerado no infinito.
^b Uma camada de material isolante, por exemplo, asfalto, de 5 cm de espessura (ou uma camada de cascalho de 15 cm de espessura) geralmente reduz o perigo a um nível tolerável.

Tabela C.4 – Fator de redução r_p em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio

Providências	r _p
Nenhuma providência	1
Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape	0,5
Uma das seguintes providências: instalações fixas operadas automaticamente, instalações de alarme automático ^a	0,2

^a Somente se protegidas contra sobretensões e outros danos e se os bombeiros puderem chegar em menos de 10 min.

Tabela C.5 – Fator de redução r_t em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura

Risco	Quantidade de risco	r _t
Explosão	Zonas 0, 20 e explosivos sólidos	1
	Zonas 1, 21	10 ⁻¹
	Zonas 2, 22	10 ⁻³
Incêndio	Alto	10 ⁻¹
	Normal	10 ⁻²
	Baixo	10 ⁻³
Explosão ou incêndio	Nenhum	0

Tabela C.6 – Fator h_z aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial

Tipo de perigo especial	h _z
Sem perigo especial	1
Baixo nível de pânico (por exemplo, uma estrutura limitada a dois andares e a altura da evacuação não exceder a 10m)	2

			Linhas de Energia (E)	Linhas de comunicação (T)
LL	comprimento da seção de linha		1000	1000
AL	40 x LL		40000	40000

			Linhas de Energia (E)	Linhas de comunicação (T)
CI	fator de instalação da linha	TAB A.2	1	1
Ct	fator do tipo de linha	TAB A.3	1	1
Ce	fator ambiental	TAB A.4	0,1	0,1
NL	Ng x AL x CI x Ce x Ct x 10 ⁻⁶		0,022	0,022

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

			Linhas de Energia (E)	Linhas de comunicação (T)
Cdj	fator de localização da estrutura adjacente	TAB A.1	0,5	0,5
Ndj	Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶		0	0

Ptu	probabilidade de uma estrutura em uma linha que adentre a estrutura causar choques a seres vivos devidos a tensão de toque perigosas	TAB B.6		1
Peb	probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados	TAB B.7		1

5- COMPONENTE Ru (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na linha conectada)

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

			Linhas de Energia (E)	Linhas de comunicação (T)
PLD	probabilidade dependendo da resistencia Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipam.	TAB B.8	1	1
CLD	fator dependendo das condições de blindagem , aterr.,isol.	TAB B.4	1	1
Pu	Ptu x Peb x PLD xCLd		1	1

Lu (valores de perda na zona considerada)

			Z1	Z2	Z3
Lt	número relativo médio típico de vítimas por choque elétrico devido a um evento perigoso	TAB C.2	0,01		
rt	fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso	TAB C.3	0,01		
nz	número de pessoas na zona considerada		496		
nt	número total de pessoas na estrutura		496		
tz	tempo durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada		8760		
Lu	rt x Lt x nz/nt x tz/8760	C.4	0,0001	0	0

		Z1	Z2	Z3
Ru = [(NLE+NdjE)*PuE*Lu] + [(NLT+NdjT)*PuT*Lu]		4,4E-06	0	0

6- COMPONENTE Rv (risco de danos fisicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

PV (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos fisicos)

			Linhas de Energia (E)	Linhas de comunicação (T)
PLD	probabilidade dependendo da resistencia Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipam.	TAB B.8	1	1
CLD	fator dependendo das condições de blindagem , aterr.,isol.	TAB B.4	1	1
Pv	Peb x PLD xCLd		1	1

Lv (valores de perda na zona considerada)

			Z1	Z2	Z3
Lf	número relativo médio típico de vítimas por danos fisicos devido a um evento perigoso	TAB C.2	0,1	0	
hz	fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo espec.	TAB C.6	1	0	
rf	fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso	TAB C.3	1	0	
rp	fator de redução em função das providencias tomadas para reduzir as consequencias de um incendio	TAB C.4	1	0	
nz	número de pessoas na zona considerada		496	0	
nt	número total de pessoas na estrutura		496	0	
tz	tempo durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada		8760	0	
Lv	rp x rf x hz x Lf x nz/nt x tz/8760	C.4	0,1	0	0

		Z1	Z2	Z3
Rv = [(NLE+NdjE)*PvE*Lv] + [(NLT+NdjT)*PvT*Lv]		0,0044	0	0

7- COMPONENTE Rw (risco de de falhas do sistema interno causados por descargas da linha conectada)

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

			Linhas de Energia (E)	Linhas de comunicação (T)
Pspd	probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados	TAB B.3	1	1
PLD	probabilidade dependendo da resistencia Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipam.	TAB B.8	1	1
CLD	fator dependendo das condições de blindagem , aterr.,isol.	TAB B.4	1	1
Pw	Pspd x PLD xCLD		1	1

Lw (valores de perda na zona considerada)

			Z1	Z2	Z3
Lo	número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso	TAB C.2	0,1		
nz	número de pessoas na zona considerada		496		
nt	número total de pessoas na estrutura		496		
tz	tempo durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada		8760		
Lw	Lo x (nz/nt) x (tz/8760)	C.4	0,1	0	0

e número de pessoas não superior a 100)	
Nível médio de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais ou esportivos com um número de participantes entre 100 e 1 000 pessoas)	5
Dificuldade de evacuação (por exemplo, estrutura com pessoas imobilizadas, hospitais)	5
Alto nível de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais ou esportivos com um número de participantes maior que 1 000 pessoas)	10

Tabela C.7 – Tipo de perda L2: valores de perda para cada zona

Tipo de dano	Perda típica	Equação
D2	$L_B = L_V = r_p \times r_t \times L_F \times n_z / r_t$	(C.7)
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_z / r_t$	(C.8)

Tabela C.8 – Tipo de perda L2: valores médios típicos de Lf e Lo

Tipo de dano	Valor da perda típica	Tipo de serviço
D2 danos fisicos	10 ⁻¹	Gás, água, fornecimento de energia
	10 ⁻²	TV, linhas de sinais
D3 falhas de sistemas internos	10 ⁻²	Gás, água, fornecimento de energia
	10 ⁻³	TV, linhas de sinais

Tabela C.9 – Tipo de perda L3: valores de perda para cada zona

Tipo de dano	Valor típico da perda	Equação
D2 danos fisicos	$L_B = L_V = r_p \times r_t \times L_F \times c_z / c_t$	(C.9)

Tabela C.10 – Tipo de perda L3: valor médio típico de Lf

Tipo de dano	Valor típico de perda	Tipo de estrutura ou zona
D2 danos fisicos	L _F	10 ⁻¹ Museus, galerias

Tabela C.11 – Tipo de perda L4: valores de perda de cada zona

Tipo de danos	Perda típica	Equação
D1	$L_A = r_t \times L_T \times c_g / c_t^3$	(C.10)
D1	$L_U = r_t \times L_T \times c_g / c_t^3$	(C.11)
D2	$L_B = L_V = r_p \times r_t \times L_F \times (c_a + c_b + c_c + c_d) / c_t^3$	(C.12)
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times c_g / c_t^3$	(C.13)

^a As relações c_a / c_t e (c_a + c_b + c_c + c_d) / c_t e c_g / c_t devem somente ser consideradas nas equações (C.10) – (C.13), se a análise de risco for conduzida de acordo com 6.10, usando o Anexo D. No caso de utilizar um valor representativo para o risco tolerável R4 de acordo com a Tabela 4, as relações não podem ser levadas em consideração. Nestes casos, as relações devem ser substituídas pelo valor 1.

Tabela C.12 – Tipo de perda L4: valores médios típicos de L_T, L_F e L_O

Tipo de danos	Valor de perda típico	Tipo de estrutura
D1 ferimento devido a choque	L _T	10 ⁻² Todos os tipos onde somente animais estão presentes
D2 danos fisicos	L _F	1 Risco de explosão
		0,5 Hospital, industrial, museu, agricultura
		0,2 Hotel, escola, escritório, igreja, entretenimento público, comercial
		10 ⁻¹ Outros
D3 falha de sistemas internos	L _O	10 ⁻¹ Risco de explosão
		10 ⁻² Hospital, industrial, escritório, hotel, comercial
		10 ⁻³ Museu, agricultura, escola, igreja, entretenimento público
		10 ⁻⁴ Outros

		Z1	Z2	Z3
	Rw = [(NLE+NdjE)*PwE*Lw] + [(NLT+NdjT)*PwT*Lw]	0,0044	0	0

8- COMPONENTE Rz (risco de de falhas do sistema interno causados por descargas perto da linha)

AL (área de exposição equivalente de descarga para a terra que atingem perto da linha)

			Linhas de Energia (E)	Linhas de comunicação (T)
LL	comprimento da seção de linha		1000	1000
Ai	4000 x LL		4000000	4000000

			Linhas de Energia (E)	Linhas de comunicação (T)
CI	fator de instalação da linha	TAB A.2	1	1
Ct	fator do tipo de linha	TAB A.3	1	1
Ce	fator ambiental	TAB A.4	0,1	0,1
NL	Ng x AL x Ci xCe x Ct x 10^-6		2,2	2,2

Pz (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada a estrutura causar falhas a sistemas internos)

			Linhas de Energia (E)	Linhas de comunicação (T)
Pspd	probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados	TAB B.3	1	1
PLI	probabilidade de falha de sistema interno devido a uma descarga perto da linha conectadadependendo das características da linha e dos equipamentos	TAB B.9	1	1
CLI	fator dependendo das condições de blindagem , aterr.,isol.	TAB B.4	1	1
Pz	Pspd x PLD xCLD		1	1

Lz (valores de perda na zona considerada)

			Z1	Z2	Z3
Lo	número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso	TAB C.2	0,1	0	0
nz	número de pessoas na zona considerada		496	0	0
nt	número total de pessoas na estrutura		496	0	0
tz	tempo durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada		8760	0	0
Lz	Lo x (nz/nt) x (tz/8760)	C.4	0,1	0	0

		Z1	Z2	Z3
	Rz = [(NLE+NdjE)*PzE*Lz] + [(NLT+NdjT)*PzT*Lz]	0,44	0	0

RESULTADO R1

	R1	Z1	Z2	Z3
	R1 = Ra + Rb + Rc + Rm + Ru + Rv + Rw + Rz	0,93832	0,93832	0

RISCO DE PERDAS DE SERVIÇOS AO PUBLICO

DESCARGA ATMOSFÉRICA NA ESTRUTURA

1- COMPONENTE Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descarga na estrutura)

Pb (probabilidade de uma descarga na estrutura causar ferimentos danos físicos)

Pb	probabilidade de causar danos físicos	TAB B.2	0,05
----	---------------------------------------	---------	------

Lb (valores de perda na zona considerada)

			Z1	Z2	Z3
Lf	número relativo médio típico de vítimas por danos físicos devido a um evento perigoso	TAB C.2	0,1		
rf	fator de redução em função do risco de incendio ou explosão na estrutura	TAB C.3	1		
rp	fator de redução em função das providencias tomadas para reduzir as consequencias de um incendio	TAB C.4	1		
nz	número de pessoas na zona considerada		496		
nt	número total de pessoas na estrutura		496		
Lb	rp x rf x Lf x (nz/nt)	C.4	0,1	0	0

		Z1	Z2	Z3
	Rb = Nd x Pb x Lb	3,72E-05	0	0

2- COMPONENTE Rc (risco de falha no sistema interno causado por descarga na estrutura)

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

			Linhas de Energia (E)	Linhas de comunicação (T)
Pspd	probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados	TAB B.3	1	1
CLD	fator dependente das condições de blindagem, aterramento e isolamento	TAB B.4	1	1
Pc	Pc(E)=Pspd(E) x CLD(E) Pc (T)=Pspd(T) x CLD(T)		1	1
Pc	Pc=1-(1-Pc(E)) x 1-(1-Pc(T))		1	

Lc (valores de perda na zona considerada)

			Z1	Z2	Z3
Lo	número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso	TAB C.2	0,01		
nz	número de pessoas na zona considerada		496		
nt	número total de pessoas na estrutura		496		
Lc	Lo x nz/nt	C.4	0,01	0	0

		Z1	Z2	Z3
	Rc = Nd x Pc x Lc	7,44E-05	0	0

3- COMPONENTE Rm (risco de falha no sistema interno causado por descarga perto da estrutura)

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

			Linhas de Energia (E)	Linhas de comunicação (T)
Pspd	probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados	TAB B.3	1	1
Ks1	fator relevante a efetividade da blindagem por malha de uma estrutura		1	1
Ks2	fator relevante a efetividade da blindagem por malha dos campos internos de uma estrutura		1	1
Ks3	fator relevante as características do cabeamento interno		1	1
Uw	tensão suportável nominal de impulso do sistema a ser protegido Kv		1	1
Ks4	fator relevante a tensão suportável de impulso de um siste		1	1
Pms	$Pms=(Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$		1	1
	$Pm(E)=Pspd(E) \times Pms(E) \quad Pm(T)=Pspd(T) \times Pms(T)$		1	1
Pm	$Pc=1-(1-Pm(E)) \times 1-(1-Pm(T))$		1	

Lm (valores de perda na zona considerada)

			Z1	Z2	Z3
Lo	número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso	TAB C.2	0,01		
nz	número de pessoas na zona considerada		496		
nt	número total de pessoas na estrutura		496		
Lm	$Lo \times nz/nt$	C.4	0,01	0	0

			Z1	Z2	Z3
$Rm = Nm \times Pm \times Lm$			0,048877	0	0

DESCARGA ATMOSFÉRICA NA LINHA

4- COMPONENTE Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

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

			Linhas de Energia (E)	Linhas de comunicação (T)
PLD	probabilidade dependendo da resistencia Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipam.	TAB B.8	1	1
CLD	fator dependendo das condições de blindagem , aterr.,isol.	TAB B.4	1	1
Pv	$Peb \times PLD \times CLD$		1	1

Lv (valores de perda na zona considerada)

			Z1	Z2	Z3
Lf	número relativo médio típico de vítimas por danos físicos devido a um evento perigoso	TAB C.2	0,1		
rf	fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso	TAB C.3	1		
rp	fator de redução em função das providencias tomadas para reduzir as consecuencias de um incendio	TAB C.4	1		
nz	número de pessoas na zona considerada		496		
nt	número total de pessoas na estrutura		496		
Lv	$rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	C.4	0,1	0	0

			Z1	Z2	Z3
$Rv = [(NLE+NdjE)*PvE*Lv] + [(NLT+NdjT)*PvT*Lv]$			0,0044	0	0

5- COMPONENTE Rw (risco de de falhas do sistema interno causados por descargas da linha conectada)

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

			Linhas de Energia (E)	Linhas de comunicação (T)
Pspd	probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados	TAB B.3	1	1
PLD	probabilidade dependendo da resistencia Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipam.	TAB B.8	1	1
CLD	fator dependendo das condições de blindagem , aterr.,isol.	TAB B.4	1	1
Pw	$Pspd \times PLD \times CLD$		1	1

Lw (valores de perda na zona considerada)

			Z1	Z2	Z3
Lo	número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso	TAB C.2	0,01		
nz	número de pessoas na zona considerada		496		
nt	número total de pessoas na estrutura		496		
Lw	$Lo \times (nz/nt)$	C.4	0,01	0	0

			Z1	Z2	Z3
$Rw = [(NLE+NdjE)*PwE*Lw] + [(NLT+NdjT)*PwT*Lw]$			0,00044	0	0

6- COMPONENTE Rz (risco de de falhas do sistema interno causados por descargas perto da linha)

Pz (probabilidade de uma descarga perto da linha conectada a estrutura causar falhas a sistemas internos)

			Linhas de Energia (E)	Linhas de comunicação (T)
Pspd	probabilidade em função do nível de proteção para qual os DPS foram projetados	TAB B.3	1	1
PLI	probabilidade de falha de sistema interno devido a uma	TAB B.9	1	1

	descarga p	to da linha conectada	dependendo das características da linha e dos equipamentos			
CLI	fator dependendo das condições	de blindagem , aterr.,isol.	TAB B.4	1	1	
Pz	Pspd x PLD xCLD			1	1	

Lz (valores de perda na zona considerada)

				Z1	Z2	Z3
Lo	número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos devido a um evento perigoso	TAB C.2		0,01		
nz	número de pessoas na zona considerada			496		
nt	número total de pessoas na estrutura			496		
Lz	Lo x (nz/nt)	C.4	0,01	0	0	
Rz = $[(NLE+NdjE)*PzE*Lz] + [(NLT+NdjT)*PzT*Lz]$				Z1	Z2	Z3
				0,00044	0	0

RESULTADO R2						
		R2		Z1	Z2	Z3
R2 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz				0,054269	0	0

RISCO DE PERDAS DE PATRIMONIO CULTURAL

DESCARGA ATMOSFÉRICA NA ESTRUTURA

1- COMPONENTE Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descarga na estrutura)

Pb (probabilidade de uma descarga na estrutura causar ferimentos danos físicos)

Pb	probabilidade de causar danos físicos	TAB B.2	0,05
----	---------------------------------------	---------	------

Lb (valores de perda na zona considerada)

				Z1	Z2	Z3
Lf	número relativo médio típico de vítimas por danos físicos devido a um evento perigoso	TAB C.2	0,1			
rf	fator de redução em função do risco de incendio ou explosão na estrutura	TAB C.3	1			
rp	fator de redução em função das providencias tomadas para reduzir as consequencias de um incendio	TAB C.4	1			
cz	valor do patrimonio cultural na zona considerada (R\$)		0			
ct	valor total da edificação e conteudo da estrutura (R\$)		2449850			
Lb	rp x rf x Lf x (cz/ct)	C.4	0	0	0	
				Z1	Z2	Z3
Rb = Nd x Pb x Lb				0	0	0

DESCARGA ATMOSFÉRICA NA LINHA

4- COMPONENTE Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

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

			Linhas de Energia (E)	Linhas de comunicação (T)
PLD	probabilidade dependendo da resistencia Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipam.	TAB B.8	1	1
CLD	fator dependendo das condições de blindagem , aterr.,isol.	TAB B.4	1	1
Pv	Peb x PLD X CLD		1	1

Lv (valores de perda na zona considerada)

				Z1	Z2	Z3
Lf	número relativo médio típico de vítimas por danos físicos devido a um evento perigoso	TAB C.2	0,1			
rf	fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso	TAB C.3	1			
rp	fator de redução em função das providencias tomadas para reduzir as consequencias de um incendio	TAB C.4	1			
cz	valor do patrimonio cultural na zona considerada (R\$)		0			
ct	valor total da edificação e conteudo da estrutura (R\$)		2449850			
Lv	rp x rf x Lf x (cz/ct)	C.4	0	0	0	
				Z1	Z2	Z3
Rv = $[(NLE+NdjE)*PvE*Lv] + [(NLT+NdjT)*PvT*Lv]$				0	0	0

RESULTADO R3						
		R3		Z1	Z2	Z3
R3 = Rb + Rv				0	0	0

AVALIAÇÃO FINAL DO RISCO

Valores típicos de risco tolerável-RT

	Tipo de Perda	RT
L1	Perda de vidas humanas ou ferimentos permanentes	1,00E-05
L2	Perda de serviço ao publico	1,00E-03
L3	Perda de patrimônio cultural	1,00E-04

		RT	Z1	
R1	Risco de perda de vida humana ou ferimentos permanentes	9,38E-01	9,38E-01	É NECESSÁRIO SPDA
R2	Risco de perda de serviço ao publico	5,43E-02	5,43E-02	É NECESSÁRIO SPDA
R3	Risco de perda de patrimônio cultural	0	0	NÃO É NECESSÁRIO SPDA

5. ESTRUTURA FISICA DO SPDA (ANEXO II DA RT 005/BM-CCB/2003)

5.1	Nível de Proteção	II - Escolas (conforme Tabela B.6 da NBR 5419)	
5.2	Método do SPDA	Gaiola de Faraday	
5.3	Captorees	Material	Alumínio
		Hastes	Alumínio 3/4 x 1/4 x 300mm
		Cabos	Fita de alumínio 7/8x1/8" (70mm²)
		Malha	10 x 10m
5.4	Condutores de Descida	Material	Alumínio
		Espaçamento	10,0m
		Cabos	Alumínio 3/4 x 1/4 x 300mm
		Distancia de ptos de risco	3,16m
5.5	Aterramento	Material	Cobre
		Hastes	23 hastes Tipo Copperweld 5/8"x3000mm alta camada
		Cabos	50 mm²
		Profundidade	0,50m
		Espaçamento entre eletrodos	10,0m
		Distancia da fundação	1,0m

Prefeitura Municipal de Xangri-lá
 Prefeito Cilon Rodrigues da Silveira

Eng. Civil Francisco José von Ameln Luzzardi
 Responsável Técnico- CREA RS 66948