

MEMÓRIA DE CÁLCULO

SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS
SPDA

Proprietário: Prefeitura Municipal de Xangri-lá

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

Local: E.M.E.F. Major Antonio Marques

Endereço: Pedro Hygino, s/n

MARÇO -2017

INDICE

1. Objetivo	
2. Metodologia.....	
3. Documentos de referência.....	
4.Avaliação de Risco.....	
4.1. Risco de perda de vida humana (R1).....	
4.2. Risco de perdas de serviço ao público (R2).....	
4.3. Risco de perds de vida patrimônio cultural (R3).....	
4.4. Avaliação final do risco (R).....	
5. Estrutura física do SPDA.....	

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. Caso seja necessário é realizada a 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 de Risco

DADOS INICIAIS

ÁREA EQUIVALENTE

1-Dados

L (comprimento): 0
W (largura): 0
H (altura): 0
Hp (altura saliência): 0

ESTRUTURA ADJACENTE

1- Dados

Lj 0
Wj 0
Hj 0
Hpj 0

Ad (área de exposição estrutura retangular): 0
Ad (área de exposição estrutura complexa): 0
Ad (área de exposição resultante): 0 27440,27
Am(área de exposição perto da estrutura): 785625 816067,86
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-Km ² /ano		5,86
Ad	área de exposição equivalente-m ²		0
Nd	Ng x Ad x Cd x 10 ⁻⁶		0,0402

Nm (número de eventos perigosos perto da estrutura)

Ng	densidade de descarga atmosférica para a terra-Km ² /ano		5,86
Am	área de exposição equivalente perto da estrutura-m ²		816067,86
Nm	Ng x Am x 10 ⁻⁶		4,78215766

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 fisicos	TAB B.2	0,1
Pa	Pta x Pb		0,1

LA (valores de perda na zona considerada)

			Z1	Z2	Z3
rt	fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou piso	TAB C.3	0,01	0	0
Lt	número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso	TAB C.2	0,01	0	0
nz	número de pessoas na zona considerada		802	0	0
nt	número total de pessoas na estrutura		802	0	0
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

Z1	Z2	Z3
----	----	----

$Ra = Nd \times Pa \times La$	4,02E-07	0	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	Z3
Lf	número relativo médio típico de vítimas por danos físicos 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	0,01	0	
rp	fator de redução em função das providencias tomadas para reduzir as consequências de um incendio	TAB C.4	0,5	0	
nz	número de pessoas na zona considerada		802	0	
nt	número total de pessoas na estrutura		802	0	
tz	tempo durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada		8760	0	
Lb	$rp \times rf \times hz \times Lf \times nz/nt \times tz/8760$	C.4	0,0005	0	0

Z1	Z2	Z3
----	----	----

$Rb = Nd \times Pb \times Lb$	1E-06	0	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 isolação	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		802		
nt	número total de pessoas na estrutura		802		
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
$Rc = Nd \times Pc \times Lc$			0,00402	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 suportavel de impulso de um siste		1	1
Pms	$Pms=(Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$		1	1
	$Pm(E)=Pspd(E) \times Pms(E)$ $Pm(T)=Pspd(T) \times Pms(T)$		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	0,1		
nz	número de pessoas na zona considerada		802		
nt	número total de pessoas na estrutura		802		
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			0,478216	0	0

DESCARGA ATMOSFÉRICA NA LINHA

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

			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		0,02344	0,02344

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		802		
nt	número total de pessoas na estrutura		802		
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]		4,688E-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		802	0	
nt	número total de pessoas na estrutura		802	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
$R_v = [(NLE+NdjE)*PvE*L_v] + [(NLT+NdjT)*PvT*L_v]$	0,004688	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		802		
nt	número total de pessoas na estrutura		802		
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

			Z1	Z2	Z3
$Rw = [(NLE+NdjE)*PwE*Lw] + [(NLT+NdjT)*PwT*Lw]$			0,004688	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	$Ng \times AL \times Ci \times Ce \times Ct \times 10^{-6}$		2,344	2,344

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 conectada dependendo 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	$Pspd \times PLI \times CLI$		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		802	0	0
nt	número total de pessoas na estrutura		802	0	0
tz	tempo durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada		8760	0	0
Lz	$Lo \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	C.4	0,1	0	0

Z1	Z2	Z3
----	----	----

$R_z = [(NLE+NdjE)*PzE*Lz] + [(NLT+NdjT)*PzT*Lz]$	0,4688	0	0
---	--------	---	---

RESULTADO R1

	R1	Z1	Z2	Z3
$R1 = Ra + Rb + Rc + Rm + Ru + Rv + Rw + Rz$	0,960418	0,960418	0	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 fisicos 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		802		
nt	número total de pessoas na estrutura		802		
Lb	$rp \times rf \times Lf \times (nz/nt)$	C.4	0,1	0	0

Z1	Z2	Z3
----	----	----

$R_b = N_d \times P_b \times L_b$	0,000201	0	0
-----------------------------------	----------	---	---

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

P_c (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
P_c	$P_c(E) = P_{spd}(E) \times CLD(E)$ $P_c(T) = P_{spd}(T) \times CLD(T)$		1	1
P_c	$P_c = 1 - (1 - P_c(E)) \times 1 - (1 - P_c(T))$		1	

L_c (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		802		
nt	número total de pessoas na estrutura		802		
L_c	$L_c = Lo \times nz / nt$	C.4	0,01	0	0

			Z1	Z2	Z3
$R_c = N_d \times P_c \times L_c$			0,000402	0	0

3- COMPONENTE R_m (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 suportavel de impulso de um siste		1	1
Pms	$Pms = (Ks1 \times Ks2 \times Ks3 \times Ks4)^2$		1	1
	$Pm(E) = Pspd(E) \times Pms(E)$ $Pm(T) = Pspd(T) \times Pms(T)$		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		802		
nt	número total de pessoas na estrutura		802		
Lm	$Lo \times nz / nt$	C.4	0,01	0	0

		Z1	Z2	Z3
$Rm = Nm \times Pm \times Lm$		0,047822	0	0

DESCARGA ATMOSFÉRICA NA LINHA

4- 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 X CLD		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		
rf	fator de redução em função do tipo da superficie 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		
nz	número de pessoas na zona considerada		802		
nt	número total de pessoas na estrutura		802		
Lv	rp x rf x Lf x (nz/nt)	C.4	0,1	0	0

	Z1	Z2	Z3
$R_v = [(NLE+N_djE)*P_vE*L_v] + [(NLT+N_djT)*P_vT*L_v]$	0,004688	0	0

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

P_w (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 R_s da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso U_w do equipam.	TAB B.8	1	1
CLD	fator dependendo das condições de blindagem , aterr.,isol.	TAB B.4	1	1
P_w	$P_{spd} \times PLD \times CLD$		1	1

L_w (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		802		
nt	número total de pessoas na estrutura		802		
L_w	$Lo \times (nz/nt)$	C.4	0,01	0	0

		Z1	Z2	Z3
$R_w = [(NLE+N_djE)*P_wE*L_w] + [(NLT+N_djT)*P_wT*L_w]$		0,000469	0	0

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

P_z (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 conectada dependendo 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 x CLD		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		802		
nt	número total de pessoas na estrutura		802		
Lz	Lo x (nz/nt)	C.4	0,01	0	0

		Z1	Z2	Z3
Rz = [(NLE+NdjE)*PzE*Lz] + [(NLT+NdjT)*PzT*Lz]		0,000469	0	0

RESULTADO R2

	R2	Z1	Z2	Z3
R2 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz	0,05405	0,05405	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 fisicos 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	$rp \times rf \times Lf \times (cz/ct)$	C.4	0	0	0

		Z1	Z2	Z3
$Rb = Nd \times Pb \times Lb$		0	0	0

DESCARGA ATMOSFÉRICA NA LINHA

4- 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 X CLD		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		
rf	fator de redução em função do tipo da superficie 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 público	1,00E-03
L3	Perda de patrimônio cultural	1,00E-04

		RT	Z1	
R1	Risco de perda de vida humana ou ferimentos permanentes	9,60E-01	9,60E-01	É NECESSÁRIO SPDA
R2	Risco de perda de serviço ao público	5,41E-02	5,41E-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	Captadores	Material	Aluminio
		Hastes	Aluminio 3/4 x 1/4 x 300mm
		Cabos	Fita de aluminio 7/8x1/8" (70mm ²)
		Malha	10 x 10m
5.4	Condutores de Descida	Material	Aluminio
		Espaçamento	10,0m
		Cabos	Fita de aluminio 7/8x1/8" (70mm ²)
		Distancia de ptos de risco	maior que 3,0m
5.5	Aterramento	Material	Cobre
		Hastes	16 hastes Tipo Copperweld 5/8"x3000mm alta camada
		Cabos	50 mm ²
		Profundidade	0,50m

		Espaçamento entre eletrodos	10,0m
		Distancia da fundação	1,0m

Prefeitura Munipal de Xangri-lá
Proprietário

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

TABELAS COM FATORES DE PONDERAÇÃO - NBR 5419/2005

Fator A: Tipo de ocupação da estrutura

Tipo de ocupação	Fator A
Casas e outras estruturas de porte equivalente	0,3
Casas e outras estruturas de porte equivalente com antena externa ¹⁾	0,7
Fábricas, oficinas e laboratórios	1,0
Edifícios de escritórios, hotéis e apartamentos, e outros edifícios residenciais não incluídos abaixo	1,2
Locais de afluência de público (por exemplo: igrejas, pavilhões, teatros, museus, exposições, lojas de departamento, correios, estações e aeroportos, estádios de esportes)	1,3
Escolas, hospitais, creches e outras instituições, estruturas de múltiplas atividades	1,7
¹⁾ Para requisitos para instalação de antenas, ver anexo A.	

Fator B: Tipo de construção da estrutura

Tipo de construção	Fator B
Estrutura de aço revestida, com cobertura não-metálica ¹⁾	0,2
Estrutura de concreto armado, com cobertura não-metálica	0,4
Estrutura de aço revestida, ou de concreto armado, com cobertura metálica	0,8
Estrutura de alvenaria ou concreto simples, com qualquer cobertura, exceto metálica ou de palha	1,0
Estrutura de madeira, ou revestida de madeira, com qualquer cobertura, exceto metálica ou de palha	1,4
Estrutura de madeira, alvenaria ou concreto simples, com cobertura metálica	1,7
Qualquer estrutura com teto de palha	2,0
¹⁾ Estruturas de metal aparente que sejam contínuas até o nível do solo estão excluídas desta tabela, porque requerem apenas um subsistema de aterramento.	

Fator C: Conteúdo da estrutura e efeitos indiretos das descargas atmosféricas

Conteúdo da estrutura ou efeitos indiretos	Fator C
Residências comuns, edifícios de escritórios, fábricas e oficinas que não contenham objetos de valor ou particularmente suscetíveis a danos	0,3
Estruturas industriais e agrícolas contendo objetos particularmente suscetíveis a danos ¹⁾	0,8
Subestações de energia elétrica, usinas de gás, centrais telefônicas, estações de rádio	1,0
Indústrias estratégicas, monumentos antigos e prédios históricos, museus, galerias de arte e outras estruturas com objetos de valor especial	1,3
Escolas, hospitais, creches e outras instituições, locais de afluência de público	1,7
¹⁾ Instalação de alto valor ou materiais vulneráveis a incêndios e às suas consequências.	

Fator D: Localização da estrutura

Localização	Fator D
Estrutura localizada em uma grande área contendo estruturas ou árvores da mesma altura ou mais altas (por exemplo: em grandes cidades ou em florestas)	0,4
Estrutura localizada em uma área contendo poucas estruturas ou árvores de altura similar	1,0
Estrutura completamente isolada, ou que ultrapassa, no mínimo, duas vezes a altura de estruturas ou árvores próximas	2,0

Fator E: Topografia da região

Topografia	Fator E
Planície	0,3
Elevações moderadas, colinas	1,0
Montanhas entre 300 m e 900 m	1,3
Montanhas acima de 900 m	1,7

Tabela B.6 — Exemplos de classificação de estruturas

Classificação da estrutura	Tipo da estrutura	Efeitos das descargas atmosféricas
Estruturas comuns ¹⁾	Residências	Perfuração da isolamento de instalação incêndio, e danos materiais Danos normalmente limitados a objeto de impacto ou no caminho do risco
	Fazendas, estabelecimentos agropecuários	Risco direto de incêndio e tensões e perigosas
	Teatros, escolas, lojas de departamentos, áreas esportivas e igrejas	Risco indireto devido à interrupção do risco de vida para animais devido à controles eletrônicos, ventilação, sua alimentação e outros
	Bancos, companhias de seguro, companhias comerciais, e outros	Danos às instalações elétricas (por iluminação) e possibilidade de pânico Falha do sistema de alarme contra incêndio causando atraso no socorro
	Hospitais, casa de repouso e prisões	Como acima, além de efeitos indiretos perda de comunicações, falhas dos computadores e perda de dados
Estruturas com risco confinado	Indústrias	Como para escolas, além de efeitos para pessoas em tratamento intensivo dificuldade de resgate de pessoas internadas
	Museus, locais arqueológicos	Efeitos indiretos conforme o conteúdo estruturas, variando de danos pequenos prejuízos inaceitáveis e perda de patrimônio
	Estações de telecomunicação usinas elétricas	Perda de patrimônio cultural insubstituível Interrupção inaceitável de serviços e breve ou longo período de tempo
Estruturas com risco para os arredores	Refinarias, postos de combustível, fábricas de fogos, fábricas de munição	Risco indireto para as instalações de incêndios, e outros com risco de incêndio
Estruturas com risco para o meio ambiente	Indústrias químicas, usinas nucleares, laboratórios biológicos	Risco de incêndio e explosão para instalações e seus arredores Risco de contaminação e falhas de operação consequências perigosas para o meio ambiente

¹⁾ ETI (equipamentos de tecnologia da informação) podem ser instalados em todos os tipos de estruturas comuns. É impraticável a proteção total contra danos causados pelos raios de alta energia, portanto, devem ser tomadas medidas (conforme a ABNT NBR 5410) de modo a limitar os danos.

²⁾ Estruturas de madeira: nível III; estruturas nível IV. Estruturas contendo produtos inflamáveis (como a gasolina) sujeitos a explosão são considerados com risco para a população.

íenicas	Nível de proteção
es elétricas,	III
atos no rato	III ou IV ²⁾
de passo	
de energia e perda de primário de	
exemplo: do incêndio,	II
tos com a	II
indiretos ivo e mobilizadas	II
do das enos a odução	III
titulvel	II
públicos por	
levado a xêndio	I
a instalação	I
ção, com zal e para o	I
os de estruturas, inclusive ito destas estruturas; não itar os prejuízos a níveis agrícolas potencialmente	

TABELAS PARA A AVALIAÇÃO DO RISCO

Tabela A.1 – Fator de localização da estrutura C_D

Localização relativa	C_D
Estrutura cercada por objetos mais altos	0,25
Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	0,5
Estrutura isolada: nenhum outro objeto nas vizinhanças	1

Tabela A.2 – Fator de instalação da linha C_I

Roteamento	C_I
Aéreo	1
Enterrado	0,5
	01

Tabela A.3 – Fator tipo de linha C_T

Instalação	C_T
Linha de energia ou sinal	1
Linha de energia em AT (com transformador AT/BT)	0,2

Tabela A.4 – Fator ambiental da linha C_E

--

Ambiente	C_E
Rural	1
Suburbano	0,5
Urbano	0,1
Urbano com edifícios mais altos que 20 m.	0,01

Tabela B.1 – Valores de probabilidade P_{TA} de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque e de passo perigosas

Medida de proteção adicional	P_{TA}
Nenhuma medida de proteção	1
Avisos de alerta	10^{-1}
Isolação elétrica (por exemplo, de pelo menos 3 mm de polietileno reticulado das partes expostas (por exemplo, condutores de descidas))	10^{-2}
Equipotencialização efetiva do solo	10^{-2}
Restrições físicas ou estrutura do edifício utilizada como subsistema de descida	0

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
Estrutura protegida por SPDA	IV	0,2
	III	0,1
	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

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 multiaterrado	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
Avisos 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_W do equipamento

Tipo da linha	Condições do roteamento, blindagem e interligação		Tensão suportável U_W em kV				
			1	1,5	2,5	4	6
Linhas de energia ou sinal	Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento		1	1	1	1	1
	Blindada aérea ou enterrada cuja blindagem está interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	$5\Omega/\text{km} < R_S \leq 20\Omega/\text{km}$	1	1	0,95	0,9	0,8
		$1\Omega/\text{km} < R_S \leq 5\Omega/\text{km}$	0,9	0,8	0,6	0,3	0,1
		$R_S \leq 1\Omega/\text{km}$	0,6	0,4	0,2	0,04	0,02

Tabela B.9 – Valores da probabilidade P_{LI} 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	$L_A = r_t \times L_T \times n_Z / n_t \times t_Z / 8\ 760$	(C.1)
D1	$L_U = r_t \times L_T \times n_Z / n_t \times t_Z / 8\ 760$	(C.2)
D2	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_Z \times L_F \times n_Z / n_t \times t_Z / 8\ 760$	(C.3)
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_Z / n_t \times t_Z / 8\ 760$	(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	LO	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 $k \Omega$ ^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 cm ² 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_f em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura

Risco	Quantidade de risco	r_f
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 número de pessoas não superior a 100)	2
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	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times n_z/n_t$	(C.7)
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_z/n_t$	(C.8)

Tabela C.8 – Tipo de perda L2: valores médios típicos de L_F e L_O

Tipo de dano	Valor da perda típica		Tipo de serviço
D2 danos físicos	L_F	10^{-1}	Gás, água, fornecimento de energia
		10^{-2}	TV, linhas de sinais
D3 falhas de sistemas internos	L_O	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 físicos	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times c_z / c_t$	(C.9)

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

Tipo de dano	Valor típico de perda		Tipo de estrutura ou zona
D2 danos físicos	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	$L_A = r_t \times L_T \times c_a / c_t^a$	(C.10)
D1	$L_U = r_t \times L_T \times c_a / c_t^a$	(C.11)
D2	$L_R = L_V = r_n \times r_f \times L_F \times (c_a + c_h + c_c + c_s) / c_t^a$	(C.12)

D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times c_s / c_t^a$	(C.13)
^a As relações c_a / c_t e $(c_a + c_b + c_c + c_s) / c_t$ e c_s / 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 físicos	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