



PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE
SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E INFRAESTRUTURA

CT3
RELATÓRIO – SPDA



Eng. Jorge Henrique Stallbaum

Porto Alegre, maio de 2023.

ÍNDICE

1 APRESENTAÇÃO, 2

2 CONDICIONANTE, 2

3 RESPONSABILIDADE TÉCNICA, 2

4 DIMENSIONAMENTO, 3

4.1 APRESENTAÇÃO, 3

4.2 MEMÓRIA DE CÁLCULOS, 3

4.2.1 Parâmetros preliminares, 3

4.2.2 Risco R1, 8

4.2.3 Risco R2, 12

4.2.4 Risco R3, 14

5 CONCLUSÃO, 15

1 APRESENTAÇÃO

O presente Memorial visa apresentar o Relatório de Análise de Risco e propor medidas de proteção, caso necessárias, para o Conselho Tutelar da Microrregião 3 (CT-3), localizado na Rua São Felipe nº 140, na Bom Jesus. Trata-se de prédio de um pavimento com salas de recepção e atendimento dos conselheiros ao público, arquivo, copa, sanitários, etc.

2 CONDICIONANTE

É guia principal deste trabalho a Norma Brasileira (NBR) 5419 (2015) – Proteção contra descargas atmosféricas

3 RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Eng. Eletricista Jorge Henrique Stallbaum

CREA/RS 69.977

A ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) consta no SEI 22.0.000003768-4 (23762688). O número da ART é 12586450.

4 DIMENSIONAMENTO

4.1 APRESENTAÇÃO

As descargas atmosféricas podem ocorrer nas estruturas construtivas ou perto delas, e nas linhas de energia ou sinal ou perto delas. O perigo destas ocorrências pode causar danos a própria estrutura e ao seu conteúdo, incluindo, e principalmente, perdas aos seres vivos que as ocupam ou estão próximos a elas. As perdas são, segundo a Norma, caracterizadas como de vida humana, de serviço ao público, de patrimônio cultural e de valores econômicos.

A necessidade de proteção é estabelecida pela comparação dos riscos existentes com valores referenciais, chamados “riscos toleráveis”. Os riscos são calculados a partir da relação entre o número de eventos perigosos por ano (N), a probabilidade de danos (P) e a perda consequente (L).

A Norma, já mencionada, através da análise de riscos, é responsável por identificar a necessidade da implantação de medidas de proteção para diminuir os riscos, bem como a forma de implantá-las.

4.2 MEMÓRIA DE CÁLCULOS

Os cálculos para a avaliação da necessidade ou não de proteção contra descargas atmosféricas são apresentados a seguir. Serão considerados os riscos de perda de vida humana (L1), de perda ao serviço ao público (L2) e de perda do patrimônio cultural (L3).

4.2.1 Parâmetros preliminares

O local a ser avaliado deve ser dividido em zonas de risco (Figura 1):



Figura 1

Legenda:

- Z1 – pátio na fachada
- Z2 – pátio
- Z3 – edificação

As zonas ainda são caracterizadas por taxa de ocupação:

ZONA	Nº de PESSOAS (n_z)	TEMPO DE PRESENÇA (t_z)
Z3 (Edificação)	27	8.760
Z1 (externa / chegada de condutores)	2	8.760
Z2 (pátio)	1	8.760
TOTAL	$n_t = 30$	-

Segundo o Mapa de Descargas Elétricas da região sul (**Figura 2**), podemos observar que a densidade de descargas atmosféricas (N_G) no local pode ser definida em torno de 7 eventos por quilômetro quadrado por ano.

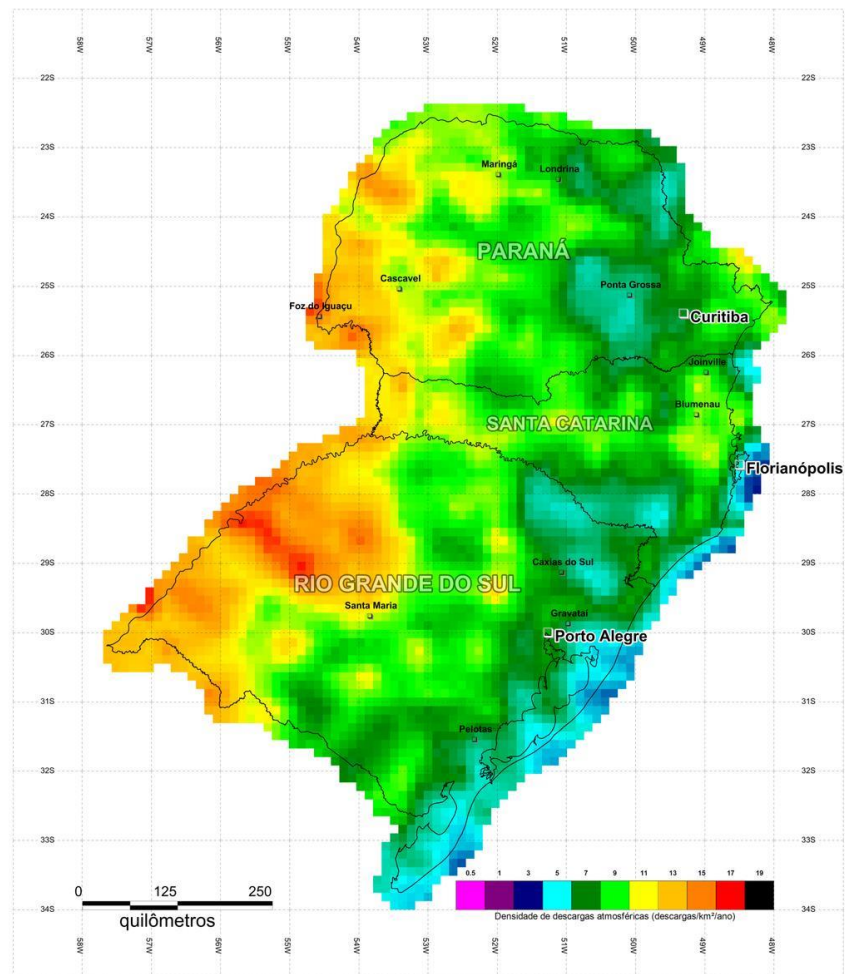


Figura 2

A edificação deve ainda ser caracterizada fisicamente:

Altura [H] =	6,1 m
Largura [W] =	7,9 m
Comprimento [L] =	23,0 m

A próxima tabela apresenta dados para a edificação e a redondeza. As duas tabelas que a seguem referem-se as linhas que adentram ao prédio e seus sistemas conectados de energia e sinal.

Estrutura e meio ambiente				
Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Densidade de descargas atmosféricas para a terra [1/km2/ano]		N_G	7	
Dimensões da estrutura [m]		$L; W; H$	13; 20; 10	
Área equivalente [m²]	Estrutura retangular	A_D	1.051,55	Equação A.3
Fator de localização da estrutura	Estrutura cercada por objetos da mesma altura (ou mais altos)	C_D	0,5	Tabela A.1
SPDA	Nenhum	P_B	1	Tabela B.2
Ligação equipotencial - linha energia	Nenhuma	$P_{EB/P}$	1	Tabela B.7
Ligação equipotencial - linha energia	Nenhuma	$P_{EB/P}$	1	Tabela B.7
Blindagem espacial externa	Nenhuma	K_{S1}	1	Equação B5
Número total de pessoas		n_t	30	

Linha de energia				
Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Comprimento (m)		L_L	15	
Fator de instalação	Subterrâneo	C_I	1	Tabela A.2
Fator tipo de linha	Linha de energia	C_T	1	Tabela A.3
Fator ambiental	Urbano	C_E	0,01	Tabela A.4
Tipo de linha externa	Aérea não blindada	C_{LD}	1	Tabela B.4
Conexão na entrada	Aérea não blindada	C_{LI}	1	Tabela B.4
Blindagem da linha (Ω/km)		R_S	-	Tabela B.8
Blindagem, aterramento, isolamento	Indefinida	C_{LD}	1	Tabela B.4
		C_{LI}	1	Tabela B.4
Estrutura adjacente		L_I, W_I, H_I		
Fator de localização da estrutura adjacente		C_{DJ}	0,5	Tabela A.1
Tensão suportável dos sistemas internos (kV)		U_W	1,5	
		K_{S4}	0,666666667	Equação (B.7)
		P_{LD}	1	Tabela B.8
		P_{LI}	0,6	Tabela B.9

Linha de sinal						
Parâmetros de entrada	Comentário		Símbolo	Valor	Referência	
Comprimento (m)			L_L	20		
Fator de instalação	Aéreo		C_I	1	Tabela A.2	
Fator tipo de linha	Linha de sinal		C_T	1	Tabela A.3	
Fator ambiental	Urbano		C_E	0,01	Tabela A.4	
Tipo de linha externa			C_{LD}	1	Tabela B.4	
Conexão na entrada			C_{LI}	1	Tabela B.4	
Blindagem da linha (Ω/km)			R_S	-	Tabela B.8	
Estrutura adjacente			L_I, W_I, H_I	-		
Fator de localização da estrutura adjacente			C_{DJ}	-	Tabela A.1	
Tensão suportável dos sistemas internos (kV)			U_W	1,5		
			Parâmetros resultantes	K_{S4}	0,666666667	Equação (B.7)
				P_{LD}	1	Tabela B.8
				P_{LI}	0,5	Tabela B.9

As zonas de proteção são detalhadas nas próximas três tabelas.

Z3 (Interna)					
Parâmetros de entrada		Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Superfície do piso		linóleo (vinílico)	r_t	0,00001	Tabela C.3
Proteção contra choque (descarga na estrutura)		Nenhuma	P_{TA}	1	Tabela B.1
Proteção contra choque (descarga na linha)		Nenhuma medida de proteção	P_{TU}	1	Tabela B.6
Risco de incêndio		Normal	r_f	0,01	Tabela C.5
Proteção contra incêndio		Extintores	r_p	0,5	Tabela C.4
Blindagem espacial interna		Nenhuma	K_{S2}	1	Equação B.6
Energia	Fiação interna	Cabo não blindado	K_{S3}	1	Tabela B.5
	DPS coordenados	Sem DPS's	P_{SPD}	1	Tabela B.3
Sinal	Fiação interna	Blindado sem conexão a barra-mentos de equipotencialização	K_{S3}	1	Tabela B.5
	DPS coordenados	Sem DPS's	P_{SPD}	1	Tabela B.3
L1: perda de vida humana		Sem perigo especial	h_z	1	Tabela C.6
		D1: ferimentos. Todos tipos	L_T	0,01	Tabela C.2
		D2: danos físicos. Comercial	L_F	0,1	

	D3: falhas em sistemas internos	L_o	0,001	
Número de pessoas na zona		n_z	27	
Tempo de permanência das pessoas na zona		t_z	8.760	

Z1 (entrada de cabos)

Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Supecífie do piso	concreto (arenito)	r_t	0,01	Tabela C.3
Proteção contra choque (descarga na estrutura)	Nenhuma	P_{TA}	1	Tabela B.1
Proteção contra choque (descarga na linha)	Nenhuma medida de proteção	P_{TU}	1	Tabela B.6
Risco de incêndio	Nenhum	r_f	0,001	Tabela C.5
Proteção contra incêndio	Nenhuma	r_p	1	Tabela C.4
Blindagem espacial interna	Nenhuma	K_{S2}	1	Equação B.6
L1: perda de vida humana	Sem perigo especial	h_z	1	Tabela C.6
	D1: tensão de toque/ passo	L_T	0,01	Tabela C.2
	D2: danos físicos - outros	L_F	0,1	
	D3: sist. Internos	L_o	0,001	
Número de pessoas na zona		n_z	2	
Tempo da presença na zona		t_z	8.760	

Z2 (externa)

Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor	Referência
Supecífie do piso	concreto (arenito)	r_t	0,01	Tabela C.3
Proteção contra choque (descarga na estrutura)	Nenhuma	P_{TA}	1	Tabela B.1
Proteção contra choque (descarga na linha)	Nenhuma	P_{TU}	1	Tabela B.1
Risco de incêndio	Nenhum	r_f	0,001	Tabela C.5
Proteção contra incêndio	Nenhuma	r_p	1	Tabela C.4
Blindagem espacial interna	Nenhuma	K_{S2}	1	Equação B.6
L1: perda de vida humana	Sem perigo especial	h_z	1	Tabela C.6
	D1: tensão de toque/ passo	L_T	0,01	Tabela C.2
	D2: danos físicos	L_F	0,1	
	D3: sist. Internos	L_o	0,001	
Número de pessoas na zona		n_z	1	
Tempo da presença na zona		t_z	8.760	

A Norma cita as informações das próximas duas tabelas como sendo os “cálculos das quantidades relevantes”, referentes à área de exposição e ao número de eventos esperados por ano.

ÁREAS DE EXPOSIÇÃO EQUIVALENTES				
	Símbolo	Resultado [m2]	Referência	Comentário
Estrutura	A_D	1.051,55	(A.2)	$AD' = \pi \times (3 \times HP)^2$
	A_M	815.900	(A.7)	$A_M = 2 \times 500 \times (L + W) + \pi \times 500^2$
Linha de energia	$A_{L/P}$	600	(A.9)	$A_{L/P} = 40 \times L_L$
	$A_{I/P}$	60.000	(A.11)	$A_{I/P} = 4000 \times L_L$
	$A_{DJ/P}$	0		
Linha de sinal	$A_{L/T}$	800	(A.9)	$A_{L/T} = 40 \times L_L$
	$A_{I/T}$	80.000	(A.11)	$A_{I/T} = 4000 \times L_L$
	$A_{DA/T}$	0		

NÚMERO ANUAL DE EVENTOS PERIGOSOS ESPERADOS				
	Símbolo	Resultado (1/ano)	Referência	Comentário
Estrutura	N_D	0,003680441	(A.4)	$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$
	N_M	5,7113	(A.6)	$N_M = N_G \times A_M \times 10^{-6}$
Linha de energia	$N_{L/P}$	0,000042	(A.8)	$N_L = N_G \times A_L \times C_i \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$
	$N_{I/P}$	0,0042	(A.10)	$N_I = N_G \times A_I \times C_i \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$
	$N_{DA/P}$	-	(A.5)	$N_{DJ} = N_G \times A_{DJ} \times C_{DJ} \times C_T \times 10^{-6}$
Linha de sinal	N_{LT}	0,000056	(A.8)	$N_L = N_G \times A_L \times C_i \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$
	N_{IT}	0,0056	(A.10)	$N_I = N_G \times A_I \times C_i \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$
	$N_{DA/T}$	-	(A.5)	$N_{DJ} = N_G \times A_{DJ} \times C_{DJ} \times C_T \times 10^{-6}$

4.2.2 Risco R_1

O Risco R_1 , correspondente ao risco de perda de vida humana, é calculado por:

$$R_1 = R_A + R_B + R_U + R_V$$

Onde:

$R_A = N_D \times P_A \times L_A$
$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$
$R_B = N_D \times P_B \times L_B$
$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$

descargas atmosféricas na estrutura

R_A	$N_D \times P_A \times L_A$	3,3124E-10	(para Z3)
		2,45363E-08	(para Z1)
		1,22681E-08	(para Z2)
$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$		0,003680441	
	$N_G =$	7	1/km ² x ano
	$A_D =$	1.051,55	m ²
	$C_D =$	0,5	tabela A.1
$P_A = P_{TA} \times P_B$		1	(para Z3)
	$P_{TA} =$	1	tabela B.1
	$P_B =$	1	tabela B.2
$P_A = P_{TA} \times P_B$		1	(para Z1)
	$P_{TA} =$	1	tabela B.1
	$P_B =$	1	tabela B.2
$P_A = P_{TA} \times P_B$ (para Z2)		1	(para Z2)
	$P_{TA} =$	1	tabela B.1
	$P_B =$	1	tabela B.2
$L_A = r_t \times L_T \times n_z / n_t \times t_z / 8\ 760$		0,00000009	(para Z3)
	$r_t =$	0,00001	tabela C.3
	$L_T =$	0,01	tabela C.2
	$n_z =$	27	
	$n_t =$	30	
	$t_z =$	8.760	
$L_A = r_t \times L_T \times n_z / n_t \times t_z / 8\ 760$		6,66667E-06	(para Z1)
	$r_t =$	0,01	tabela C.3
	$L_T =$	0,01	tabela C.2
	$n_z =$	2	
	$n_t =$	30	
	$t_z =$	8.760	
$L_A = r_t \times L_T \times n_z / n_t \times t_z / 8\ 760$		3,33333E-06	(para Z2)
	$r_t =$	0,01	tabela C.3
	$L_T =$	0,01	tabela C.2
	$n_z =$	1	
	$n_t =$	30	
	$t_z =$	8.760	

descargas atmosféricas na estrutura

R_B	$N_D \times P_B \times L_B$	1,6562E-06	(para Z3)
		2,45363E-08	(para Z1)
		1,22681E-08	(para Z2)
$N_D =$		0,003680441	
$P_B =$		1	
$L_B =$		$r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z / n_t \times t_z / 8\ 760$	0,00045 (para Z3)
	$r_p =$	0,5	tabela C.4
	$r_f =$	0,01	tabela C.5
	$h_z =$	1	tabela C.6

$L_F =$	$L_F =$	0,1	tabela C.8
	$n_z =$	27	
	$n_t =$	30	
	$t_z =$	8.760	
	$L_B =$	$r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z / n_t \times t_z / 8\ 760$	6,66667E-06 (para Z1)
	$r_p =$	1	tabela C.4
	$r_f =$	0,001	tabela C.5
	$h_z =$	1	tabela C.6
	$L_F =$	0,1	tabela C.8
	$n_z =$	2	
$L_B =$	$n_t =$	30	
	$t_z =$	8.760	
	$L_B =$	$r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z / n_t \times t_z / 8\ 760$	3,33333E-06 (para Z2)
	$r_p =$	1	tabela C.4
	$r_f =$	0,001	tabela C.5
	$h_z =$	1	tabela C.6
	$L_F =$	0,1	tabela C.8
	$n_z =$	1	
	$n_t =$	30	
	$t_z =$	8.760	

descargas atmosféricas a uma linha conectada

R_U	$(N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$		3,78E-12	(para Z3)
			2,8E-10	(para Z1)
			1,4E-10	(para Z2)
$N_L =$	$N_G \times A_L \times C_i \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$		0,000042	
	$N_G =$	7	1/km ² x ano	
	$A_L = 40 \times L_L$	600		
		$L_L =$	15	
	$C_i =$	1	tabela A.2	
	$C_E =$	0,01	tabela A.4	
	$C_T =$	1	tabela A.3	
$N_{DJ} =$	$N_G \times A_{DJ} \times C_{DJ} \times C_T \times 10^{-6}$		0	
	$N_G =$	7	1/km ² x ano	
	$A_{DJ} =$	0,00		
	$C_{DJ} =$	0,5	tabela A.1	
	$C_T =$	1	tabela A.3	
$P_U =$	$P_{TU} \times P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$		1	(para Z3)
			1	(para Z1)
			1	(para Z2)
	$P_{TU} =$	1	tabela B.6	(para Z3)
		1		(para Z1)
		1		(para Z2)
	$P_{EB} =$	1	tabela B.7	
	$P_{LD} =$	1	tabela B.8	
	$C_{LD} =$	1	tabela B.4	
			0,00000009	(para Z3)
$L_U =$	$r_t \times L_T \times n_z / n_t \times t_z / 8\ 760$		6,66667E-06	(para Z1)

			3,33333E-06 (para Z2)
	$r_t =$	0,00001	tabela C.3 (para Z3)
		0,01	(para Z1)
		0,01	(para Z2)
	$L_T =$	0,01	tabela C.2
	$n_z =$	27	(para Z3)
		2	(para Z1)
		1	(para Z2)
	$n_t =$	30	
	$t_z =$	8.760	(para Z3)
		8.760	(para Z1)
		8.760	(para Z2)
R_V	$(N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$	1,89E-08	(para Z3)
		2,8E-10	(para Z1)
		1,4E-10	(para Z2)
	$N_L =$		0,000042
	$N_{DJ} =$		0
	$P_V =$	$P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$	1
		$P_{EB} =$	1
		$P_{LD} =$	1
		$C_{LD} =$	1
	$L_V =$	$r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z / n_t \times t_z / 8\ 760$	0,00045
			6,66667E-06
			3,33333E-06
	$r_p =$	0,5	(para Z3)
		1	(para Z1)
		1	(para Z2)
	$r_f =$	0,01	(para Z3)
		0,001	(para Z1)
		0,001	(para Z2)
	$h_z =$	1	(para Z3)
		1	(para Z1)
		1	(para Z2)
	$L_F =$	0,1	(para Z3)
		0,1	(para Z1)
		0,1	(para Z2)
	$n_z =$	27	(para Z3)
		2	(para Z1)
		1	(para Z2)
	$n_t =$	30	
	$t_z =$	8.760	(para Z3)
		8.760	(para Z1)
		8.760	(para Z2)

TIPOS DE DANOS	SÍMBOLO / CÁLCULO	Z1	Z2	Z3	Estrutura
D1 - Ferimentos a seres vivos	$R_A = N_D \times P_A \times L_A$	2,45363E-08	1,22681E-08	3,3124E-10	3,71357E-08
	$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$	2,8E-10	1,4E-10	3,78E-12	4,2378E-10
D2 - Físicos	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$	2,45363E-08	1,22681E-08	1,6562E-06	1,693E-06
	$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$	2,8E-10	1,4E-10	1,89E-08	1,932E-08
R1 TOTAL		4,96325E-08	2,48163E-08	1,67543E-06	1,74988E-06

Já que $R_1 = 1,7499E-06$ e $R_T = 1E10-5$ então: $R_T > R_1$

Medidas de proteção NÃO SÃO necessárias!

4.2.3 Risco R_2

O Risco R_2 , correspondente ao risco de perda de serviço ao público, é calculado por:

$$R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$$

Onde:

$R_B = N_D \times P_B \times L_B$
$R_C = N_D \times P_C \times L_C$
$R_M = N_M \times P_M \times L_M$
$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$
$R_W = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W$
$R_Z = N_I \times P_Z \times L_Z$

descargas atmosféricas na estrutura

R_B	$N_D \times P_B \times L_B$		1,6562E-06	(para Z3)
			2,45363E-08	(para Z1)
			1,22681E-08	(para Z2)
	$N_D =$	$N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$		0,003680441
	$P_B =$			1
	$L_B = L_V$	$r_p \times r_f \times h_z \times L_f \times n_z / n_t \times t_z / 8\ 760$		0,00045 (para Z3)
				6,66667E-06 (para Z1)
				3,33333E-06 (para Z2)
R_C	$N_D \times P_C \times L_C$		3,3124E-06	(para Z3)
			2,45363E-07	(para Z1)
			1,22681E-07	(para Z2)
	$N_D =$			0,003680441
	$P_C =$	$P_{SPD} \times C_{LD}$		1
		$P_{SPD} =$	1 Tabela B.3	
		$C_{LD} =$	1 Tabela B.4	
	$L_C =$	$L_O \times n_z / n_t \times t_z / 8\ 760$		0,0009 (para Z3)
				6,66667E-05 (para Z1)
				3,33333E-05 (para Z2)

$L_0 =$	0,001	
$n_z =$	27	(para Z3)
	2	(para Z1)
	1	(para Z2)
$n_t =$	30	
$t_z =$	8.760	(para Z3)
	8.760	(para Z1)
	8.760	(para Z2)

descargas atmosféricas perto da estrutura

R_M	$N_M \times P_M \times L_M$	2,28452E-09	(para Z3)
		1,69224E-10	(para Z1)
		8,46119E-11	(para Z2)
$N_M =$	$N_G \times A_M \times 10^{-6}$		5,7113
	$N_G =$	7	
	$A_M =$	$2 \times 500 \times (L + W) + \pi \times 500^2$	815900
$P_M =$	P_{MS}		4,44444E-07
	$P_{MS} =$	$(K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4})^2$	4,44444E-07
	$K_{S1} =$	1	
	$K_{S2} =$	1	
	$K_{S3} =$	1	
	$K_{S4} = 1/U_w$	0,000666667	
$L_M =$	L_C		0,0009 (para Z3)
			6,66667E-05 (para Z1)
			3,33333E-05 (para Z2)

descargas atmosféricas a uma linha conectada

R_V	$(N_L + N_{DI}) \times P_V \times L_V$	1,89E-08	(para Z3)
		2,8E-10	(para Z1)
		1,4E-10	(para Z2)
R_W	$(N_L + N_{DI}) \times P_W \times L_W$	0,00000189	(para Z3)
		0,00000014	(para Z1)
		0,00000007	(para Z2)
$N_L = N_G \times A_L \times C_I \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$		seção A.4	0,0021
	$N_G =$	7	
	$A_L = 40 * L_L$	600	
	$C_I =$	1	tabela A.2
	$C_E =$	0,5	tabela A.4
	$C_T =$	1	tabela A.3
$N_{DI} =$		seção A.2	0
$P_W = P_{SPD} \times P_{LD} \times C_{LD}$		seção B.8	1
	$P_{SPD} =$	1	tabela B.3
	$P_{LD} =$	1	tabela B.8
	$C_{LD} =$	1	tabela B.4
$L_W = (L_C = L_M = L_W = L_Z)$			0,0009 (para Z3)
			6,66667E-05 (para Z1)
			3,33333E-05 (para Z2)

descargas atmosféricas perto de uma linha conectada à estrutura

R_Z	$N_i \times P_Z \times L_Z$	0,000002268	(para Z3)
-------	-----------------------------	-------------	-----------

		0,000000168	(para Z1)
		0,000000084	(para Z2)
$N_I = N_G \times A_I \times C_I \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$			0,0042
$N_G =$	7		
$A_I =$	60.000		
$C_I =$	1		
$C_E =$	0,01		
$C_T =$	1		
$P_Z = P_{SPD} \times P_{LI} \times C_{LI}$			0,6
$P_{SPD} =$	1	tabela B.3	
$P_{LI} =$	0,6	tabela B.9	
$C_{LI} =$	1	tabela B.4	
$L_Z = (L_C = L_M = L_W)$			0,0009 (para Z3)
			6,66667E-05 (para Z1)
			3,33333E-05 (para Z2)

TIPOS DE DANOS	SÍMBOLO / CÁLCULO	Z1	Z2	Z3	Estrutura
D2 - Físicos	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$	2,45363E-08	1,22681E-08	1,6562E-06	1,693E-06
	$R_V = (N_L + N_{DI}) \times P_V \times L_V$	2,8E-10	1,4E-10	1,89E-08	1,932E-08
D3 - Sistemas eletrônicos	$R_C = N_D \times P_C \times L_C$	2,45363E-07	1,22681E-07	3,3124E-06	3,68044E-06
	$R_M = N_M \times P_M \times L_M$	1,69224E-10	8,46119E-11	2,28452E-09	2,53836E-09
	$R_W = (N_L + N_{DI}) \times P_W \times L_W$	0,00000014	0,00000007	0,00000189	0,0000021
	$R_Z = N_I \times P_Z \times L_Z$	0,000000168	0,000000084	0,000002268	0,00000252
R2 TOTAL		5,78348E-07	2,89174E-07	9,14778E-06	1,00153E-05

Já que $R_2 =$ 1,00153E-05 e $R_T =$ 1E10-3 então: $R_T > R_2$
Medidas de proteção NÃO SÃO necessárias!

4.2.4 Risco R_3

O Risco R_3 , correspondente ao risco de perda de patrimônio cultural, é calculado por:

$$R_2 = R_B + R_V$$

Onde:

$R_B = N_D \times P_B \times L_B$
$R_V = (N_L + N_{DI}) \times P_V \times L_V$

descargas atmosféricas na estrutura

R_B	$N_D \times P_B \times L_B$	1,6562E-06	(para Z3)
		2,45363E-08	(para Z1)
		1,22681E-08	(para Z2)

$N_D =$	$N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$	0,003680441
$P_B =$		1
$L_B = L_V$	$r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z / n_t \times t_z / 8\ 760$	0,00045 (para Z3) 6,66667E-06 (para Z1) 3,33333E-06 (para Z2)

descargas atmosféricas a uma linha conectada

R_V	$(N_L + N_{DI}) \times P_V \times L_V$	1,89E-08 (para Z3) 2,8E-10 (para Z1) 1,4E-10 (para Z2)
-------	--	--

TIPOS DE DANOS	SÍMBOLO / CÁLCULO	Z1	Z2	Z3	Estrutura
D2 - Físicos	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$	2,45363E-08	1,22681E-08	1,6562E-06	1,693E-06
	$R_V = (N_L + N_{DI}) \times P_V \times L_V$	2,8E-10	1,4E-10	1,89E-08	1,932E-08
R_3 TOTAL		2,48163E-08	1,24081E-08	1,6751E-06	1,71232E-06

Já que $R_2 =$ 1,7123E-06 e $R_T =$ 1E10-4 então: $R_T > R_1$
Medidas de proteção NÃO SÃO necessárias!

5 CONCLUSÃO

Conforme apresentado neste Relatório, considerando que todos fatores de riscos (R_1 , R_2 e R_3) calculados são menores que os riscos toleráveis (R_T), não há necessidade de prever medidas de proteção contra descargas atmosféricas adicionais.