



MEMORIAL DE CÁLCULO

GERENCIAMENTO DE RISCO NBR 5419-2:2015

PROPRIETÁRIO	PROCURADORIA GERAL DE JUSTICA DE MINAS GERAIS		
CNPJ	20.971.057/0001-45		
ENDEREÇO	AV. ALVARES CABRAL, 1690, SANTO AGOSTINHO - BELO HORIZONTE/MG		
ART MG20243040673		APROVAÇÃO Ricardo Herbert	DATA APROV. 12/06/2024
RESPONSÁVEL TÉCNICO Aline Fernanda Silva Araújo <i>CREA-MG-190405/D</i>		FORMATO A4	N. DE PÁGINAS 12

MEMORIAL DE CÁLCULO GERENCIAMENTO DE RISCO	
PROCURADORIA GERAL DE JUSTICA DE MINAS GERAIS AV. ALVARES CABRAL, 1690, SANTO AGOSTINHO - BELO HORIZONTE/MG	Página 2 de 12

SUMÁRIO

1.	OBJETIVO _____	3
2.	REFERÊNCIAS NORMATIVAS _____	3
3.	TERMOS E DEFINIÇÕES _____	3
4.	CONSIDERAÇÕES GERAIS _____	4
5.	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA _____	4
6.	PREMISSAS _____	5
7.	METODOLOGIA _____	5
8.	AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA _____	8
8.1.	CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS E GLOBAIS _____	8
8.2.	CARACTERÍSTICAS LINHA DE ENERGIA _____	8
8.3.	CARACTERÍSTICAS LINHA DE SINAL _____	8
8.4.	CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS _____	8
8.4.1.	DEFINIÇÃO DAS ZONAS DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS _____	8
8.4.1.1.	ZONA ZPR ₁ (CENTRO DE CONVENÇÕES) _____	8
8.4.1.2.	ZONA ZPR ₂ (TORRE 01 - ED. CASTELLAR GUIMARÃES) _____	9
8.4.1.3.	ZONA ZPR ₃ (TORRE 02 - ED. JOSÉ CAMPOMIZZI FILHO) _____	9
8.4.1.4.	ZONA ZPR ₄ (TORRE 03 - ED. CARLOS FERREIRA BRANDÃO) _____	10
8.5.	RESULTADO _____	10
9.	CONCLUSÃO _____	11
9.1.	ANÁLISE DOS RESULTADOS _____	11
9.2.	MEDIDAS DE PROTEÇÃO A SEREM ADOTADAS _____	11
9.3.	RESULTADO APÓS A INSTALAÇÃO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO _____	11
9.4.	ANÁLISE DOS RESULTADOS APÓS A INSTALAÇÃO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO _____	12

MEMORIAL DE CÁLCULO GERENCIAMENTO DE RISCO	
PROCURADORIA GERAL DE JUSTICA DE MINAS GERAIS AV. ALVARES CABRAL, 1690, SANTO AGOSTINHO - BELO HORIZONTE/MG	Página 3 de 12

1. OBJETIVO

O presente documento tem a finalidade de apresentar a memória de cálculo do Gerenciamento de risco devido a descargas atmosféricas, das estruturas da PROCURADORIA GERAL DE JUSTICA DE MINAS GERAIS. Localizadas no endereço em epígrafe. Com a finalidade de verificar as medidas necessárias para proteção contra descargas atmosféricas, conforme preconiza a NBR 5419/2015.

2. REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ÓRGÃO	NORMA	DESCRIÇÃO	EDIÇÃO
Associação Brasileira de Normas Técnicas - (ABNT)	NBR 5419-2	Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas - Parte 2: Gerenciamento de risco	2015

3. TERMOS E DEFINIÇÕES

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os seguintes termos e definições:

Estrutura a ser protegida: estrutura para qual a proteção é necessária contra os efeitos das descargas atmosféricas de acordo com NBR 5419:2015;

Ambiente urbano: área com alta densidade de edificações ou comunidades densamente populosas com edifícios altos;

Ambiente suburbano: área com uma densidade média de edificações;

Ambiente rural: área com baixa densidade de edificações;

Linha: linha de energia ou linha de sinal conectada à estrutura a ser protegida;

Linhas de sinais: linhas utilizadas para comunicação entre equipamentos que podem ser instalados em estruturas separadas, como as linhas telefônicas e as linhas de dados;

Linhas de energia: linhas de transmissão que fornecem energia elétrica, dentro de uma estrutura, aos equipamentos eletrônicos e elétricos localizados nesta, por exemplo, os quadros elétricos de baixa tensão (BT) ou alta tensão (AT);

Medidas de proteção: medidas a serem adotadas na estrutura a ser protegida, com o objetivo de reduzir os riscos;

Sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA): sistema utilizado para reduzir danos físicos devido às descargas atmosféricas em uma estrutura;

MEMORIAL DE CÁLCULO GERENCIAMENTO DE RISCO	
PROCURADORIA GERAL DE JUSTICA DE MINAS GERAIS AV. ALVARES CABRAL, 1690, SANTO AGOSTINHO - BELO HORIZONTE/MG	Página 4 de 12

Dispositivo de proteção contra surto (DPS): dispositivo destinado a limitar as sobretensões e desviar correntes de surto. Contém pelo menos um componente não linear;

Risco (R): valor da perda média anual provável (pessoas e bens) devido à descarga atmosférica, em relação ao valor total (pessoas e bens) da estrutura a ser protegida;

Componente de risco (R_x): risco parcial que depende da fonte e do tipo de dano;

Risco Tolerável (R_T): valor máximo do risco que pode ser tolerável para a estrutura a ser protegida;

Zona de uma estrutura (Z_s): parte de uma estrutura com características homogêneas onde somente um conjunto de parâmetros está envolvido na taxa de um componente de risco;

Nível de proteção contra descargas atmosféricas (NP): número associado a um conjunto de parâmetros da corrente da descarga atmosférica para garantir que os valores especificados em projeto não estão superdimensionados ou subdimensionados quando da ocorrência de uma descarga atmosférica. O nível de proteção contra descargas atmosféricas é utilizado para projetar as medidas de proteção de acordo com o conjunto relevante de parâmetros da corrente da descarga atmosférica;

Medidas de proteção: medidas a serem adotadas na estrutura a ser protegida, com o objetivo de reduzir os riscos.

4. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A fim de se evitar falsas expectativas sobre o sistema de proteção contra descargas atmosféricas projetado, gostaríamos de fazer os seguintes esclarecimentos:

- ✓ A implantação e manutenção de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), é normalizada internacionalmente pela IEC (International Electrotechnical Commission), e em cada país por entidades próprias como a ABNT (Brasil), NFPA (Estados Unidos) e BSI (Inglaterra);
- ✓ Somente os projetos elaborados com base em disposições destas normas, podem assegurar uma instalação dita eficiente e confiável. Entretanto, esta eficiência nunca atingirá os 100%, estando, mesmo estas instalações, sujeitas à falhas de proteção. As mais comuns são a destruição de pequenos trechos do revestimento das fachadas, ou de quinas da edificação.
- ✓ A descarga elétrica atmosférica (raio), é um fenômeno da natureza absolutamente imprevisível e aleatório, tanto em relação às suas características elétricas (intensidade de corrente, tempo de duração, etc), como em relação aos efeitos destruidores, decorrentes de sua incidência sobre as edificações;
- ✓ Nada em termos práticos pode ser feito para se impedir a "queda" de uma descarga em determinada região. Não existe "atração" a longas distâncias, sendo os sistemas prioritariamente receptores. Assim sendo, as soluções internacionalmente aplicadas, buscam tão somente minimizar os efeitos destruidores, a partir da colocação de pontos preferenciais de captação e condução segura da descarga para terra.

5. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- ✓ Todos os dados utilizados para realização deste documento foram fornecidos pelo cliente;
- ✓ Projetos executivos de Arquitetura, Elétricos e Combate a incêndios.

6. PREMISSAS

- ✓ Conforme recomendações da ABNT 5419:2015, este estudo limita-se a análise de risco pessoal, visando o cálculo de perda de vida humana. Risco avaliado para a estrutura é:

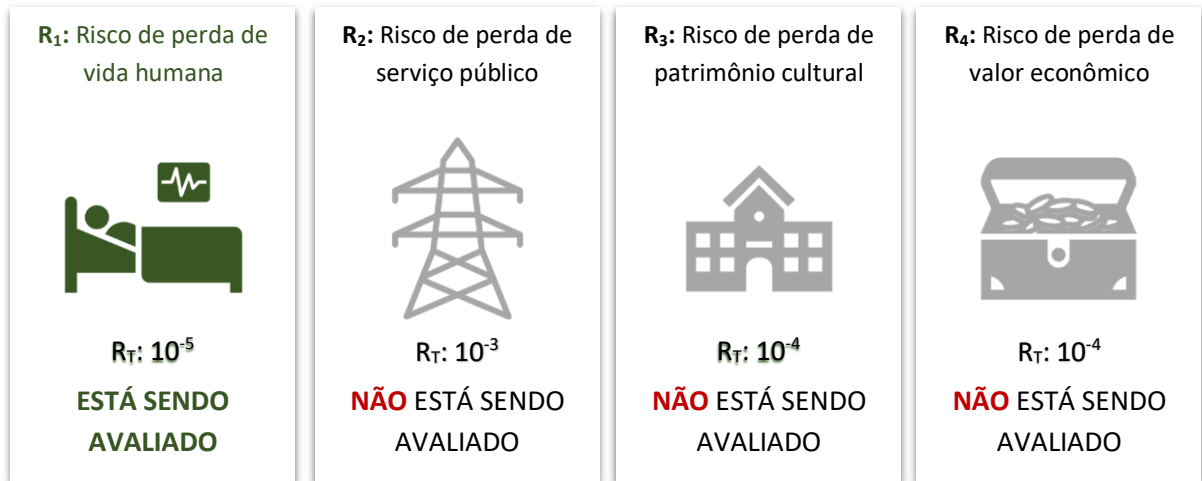


Figura 1: Identificação do risco Avaliado.

- ✓ A densidade de descargas atmosféricas para a terra foi obtida através da base de dados do INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. <http://www.inpe.br/webelat/homepage/>;
- ✓ Devido à natureza da estrutura, onde as três torres são integradas até o nível do pilotis, permitindo o tráfego de pessoas veículos e etc, entre os prédios e duas torres compartilhar a mesma entrada de energia, decidimos tratar as edificações como uma única estrutura. Cada edifício será considerado uma Zona de Proteção contra Raios (ZPR), visto que as três edificações estão interligadas e possuem características e finalidades semelhantes.

7. METODOLOGIA

A corrente oriunda de uma descarga atmosférica é a fonte primária de danos. As seguintes fontes de danos podem ser enumeradas em função do ponto de conexão da descarga atmosférica:

- S₁: Descarga incidente na estrutura.
- S₂: Descarga incidente próxima à estrutura.
- S₃: Descarga incidente nos serviços que adentram a estrutura.
- S₄: Descarga incidente próxima aos serviços que adentram a estrutura.

Tais fontes de danos podem influenciar a estrutura de acordo com diversas características, dentre elas: o tipo de construção, o conteúdo das edificações, as medidas de proteção adotadas. A NBR 5419, visando aplicação prática, apresenta 3 diferentes tipos de danos que podem ser gerados por uma descarga atmosférica:

- D₁: Lesões a seres vivos.
- D₂: Danos físicos (fogo, explosão, destruição mecânica, etc.).
- D₃: Falhas de dispositivos eletroeletrônicos devido às sobretensões.

Estes danos redundam nas seguintes perdas:

- L₁: Perda de vida humana.
- L₂: Perda de serviços públicos.
- L₃: Perda de patrimônio cultural.
- L₄: Perda de valor econômico.

As perdas citadas acima correspondem a um risco de perda anual:

- R₁: Risco de perda de vida humana. (Objetivo dessa memória)

- R₂: Risco de perda de serviço público. (Não aplicável a este estudo)
- R₃: Risco de perda de patrimônio cultural. (Não aplicável a este estudo)
- R₄: Risco de perda de valor econômico. (Não aplicável a este estudo)

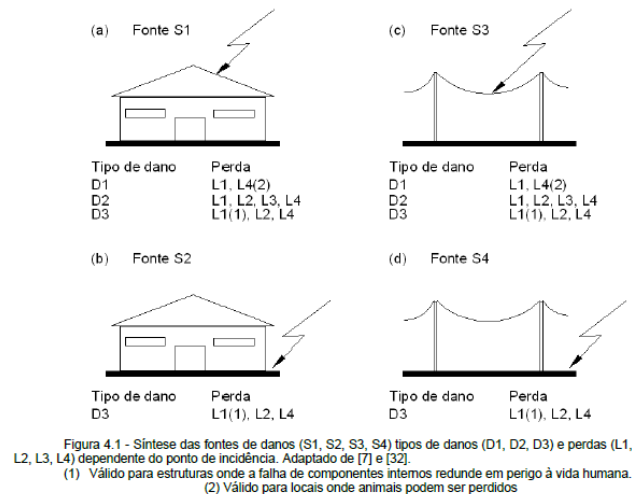


Figura 2: Identificação das fontes de danos.

7.1. COMPONENTES DE RISCO DE UMA ESTRUTURA ATINGIDA POR DESCARGAS S₁

R_A: Componente relacionada a lesões em seres vivos devido a potenciais de toque e de passo em zonas até 3 metros fora da estrutura. Pode gerar perdas do tipo L₁. Se existem animais na estrutura também podem causar L₄.

R_B: Componente relacionada aos danos físicos causados por centelhamentos perigosos no interior da estrutura, provocando fogo ou explosões. Todos os tipos de perdas (L₁, L₂, L₃ e L₄) podem ocorrer.

R_C: Componente relacionada à falha de sistemas internos causados por impulsos eletromagnéticos. Perdas do tipo L₂ e L₄ podem ocorrer em todos os casos. Perdas do tipo L₁ podem ocorrer caso a falha de equipamentos internos redunde em perigo à vida humana (hospitais locais com atmosfera explosiva, etc.).

7.2. COMPONENTES DE RISCO DE UMA ESTRUTURA DEVIDO ÀS DESCARGAS PRÓXIMAS – S₂

R_M: Componente relacionada à falha de sistemas internos causados por impulsos eletromagnéticos. Perdas do tipo L₂ e L₄ podem ocorrer em todos os casos. Perdas do tipo L₁ podem ocorrer caso a falha de equipamentos internos redunde em perigo à vida humana (hospitais, locais com atmosfera explosiva, etc.).

7.3. COMPONENTES DE RISCO DE UMA ESTRUTURA DEVIDO ÀS DESCARGAS EM LINHAS A ELA CONECTADA - S₃

R_U: Componente relacionada a lesões em seres vivos devido a potencial de toque no interior da estrutura ocasionado pela injeção de corrente na linha entrante na mesma. Pode gerar perdas do tipo L₁. Se existem animais na estrutura também podem causar L₄.

R_V: Componente relacionada aos danos físicos (fogo ou explosão ocasionados por centelhamento perigoso entre a instalação externa e partes metálicas no ponto de entrada da linha na estrutura) devido à injeção de corrente na linha entrante na estrutura. Todos os tipos de perdas (L₁, L₂, L₃ e L₄) podem ocorrer.

R_W: Componente relacionada à falha de sistemas internos causados por sobretensões induzidas nas linhas entrantes na estrutura. Perdas do tipo L₂ e L₄ podem ocorrer em todos os casos. Perdas do tipo L₁ podem ocorrer caso a falha de equipamentos internos redunde em perigo à vida humana (hospitais, locais com atmosfera explosiva, etc.).

7.4. COMPONENTES DE RISCO DE UMA ESTRUTURA DEVIDO ÀS DESCARGAS PRÓXIMAS A UMA LINHA A ELA CONECTADA – S₄

R_Z: Componente relacionada à falha de sistemas internos causados por sobretensões induzidas nas linhas entrantes na estrutura. Perdas do tipo L₂ e L₄ podem ocorrer em todos os casos. Perdas do tipo L₁ podem ocorrer caso a falha de equipamentos internos redunde em perigo à vida humana (hospitais; locais com atmosfera explosiva. etc.)

Como este trabalho foca no risco de perda de vida humana, será analisado o risco R₁, composto por:

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

A NBR 5419-2, define que o risco anual de perda de vida humana deve ser no máximo **10⁻⁵**, ou seja, 1:100.000 /ano.

Caso o volume a ser protegido apresente risco superior ao tolerável, medidas adicionais devem ser tomadas, de acordo com as recomendações normativas da NBR 5419, até que o risco de exposição de vida humana esteja dentro dos limites aceitáveis. Dessa forma, o seguinte fluxograma de análise e tomada de decisão deve ser seguido:

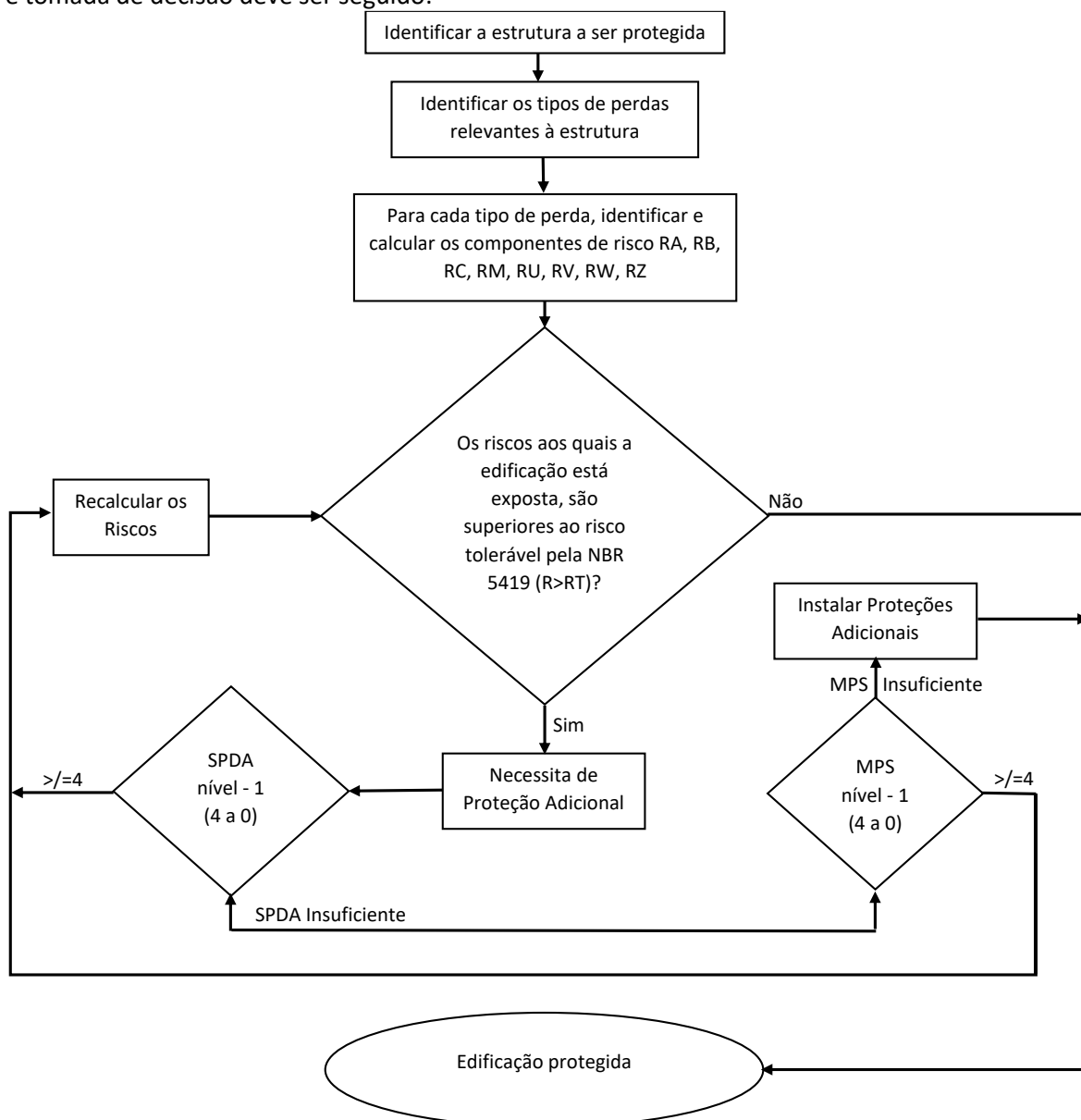


Figura 3: Fluxograma de análise e tomada de decisão.

MEMORIAL DE CÁLCULO GERENCIAMENTO DE RISCO	
PROCURADORIA GERAL DE JUSTICA DE MINAS GERAIS AV. ALVARES CABRAL, 1690, SANTO AGOSTINHO - BELO HORIZONTE/MG	Página 8 de 12

8. AVALIAÇÃO DA ESTRUTURA

8.1. CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS E GLOBAIS

Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor
Densidade da descarga atmosférica para terra (1/Km ² /ano)	Ranking densidade nacional: 1200 Ranking densidade estadual: 65	N_G	6,01
Dimensões da estrutura	Comprimento	L	88,7
	Largura	W	78,1
	Altura	H	52,0
Área de exposição equivalente (m ²)	$A_D = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2$	A_D	135422,9
Fator de Localização da estrutura	Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	C_D	0,5
Tipo de Estrutura	Escritórios	L_F	0,02
SPDA	Estrutura não protegida por SPDA	P_B	1

8.2. CARACTERÍSTICAS LINHA DE ENERGIA

Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor
Comprimento (m)		L_L	1000
Fator de Instalação	Enterrado	C_I	0,5
		C_{LD}	1
Fator Tipo de linha	Linha enterrada não blindada	C_T	0,2
Fator Ambiental	Urbano	C_E	0,1

8.3. CARACTERÍSTICAS LINHA DE SINAL

Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor
Comprimento (m)		L_L	1000
Fator de Instalação	Enterrado	C_I	0,5
		C_{LD}	1
Fator Tipo de linha	Linha enterrada não blindada	C_T	1
Fator Ambiental	Urbano	C_E	0,1

8.4. CARACTERÍSTICAS DAS ZONAS DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS

8.4.1. DEFINIÇÃO DAS ZONAS DE PROTEÇÃO CONTRA RAIOS

8.4.1.1. ZONA ZPR₁ (CENTRO DE CONVENÇÕES)

Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor
Tipo de piso	Cerâmica	r_t	0,001
Tipo de perigo especial	Baixo nível de pânico	h_z	2
Medidas de Proteção	Nenhuma medida de proteção	P_{TA}	1
Quantidade de risco	Incêndio Baixo	r_f	0,001
Providencias para reduzir incêndios	Nenhuma providência	r_p	1

MEMORIAL DE CÁLCULO GERENCIAMENTO DE RISCO			
PROCURADORIA GERAL DE JUSTICA DE MINAS GERAIS AV. ALVARES CABRAL, 1690, SANTO AGOSTINHO - BELO HORIZONTE/MG			Página 9 de 12

Linha Energia Fiação Interna	Linhas de energia não blindada	P_{LDE1}	1
Linha Energia DPS Coordenados	Nenhum sistema de DPS coordenado	P_{EBE1}	1
Linha Sinal Fiação Interna	Linhas de sinal não blindada	P_{LDS1}	1
Linha Sinal DPS Coordenados	Nenhum sistema de DPS coordenado	P_{EBS1}	1
Número de pessoas na Zona	Número de pessoas na zona	n_z	1000
	Número total de pessoas	n_t	5200
Tempo de presença na Zona (h/a)	24 horas por dia	t_z	8760

8.4.1.2. ZONA ZPR₂ (TORRE 01 - ED. CASTELLAR GUIMARÃES)

Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor
Tipo de piso	Cerâmica	r_t	0,001
Tipo de perigo especial	Nível médio de pânico	h_z	5
Medidas de Proteção	Nenhuma medida de proteção	P_{TA}	1
Quantidade de risco	Incêndio Normal	r_f	0,01
Providencias para reduzir incêndios	Instalações fixas operadas automaticamente	r_p	0,2
Blindagem espacial Interna	Cabo não blindado - sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços	K_{S2}	
Linha Energia Fiação Interna	Linhas de energia não blindada	P_{LDE2}	1
Linha Energia DPS Coordenados	Nenhum sistema de DPS coordenado	P_{EBE2}	1
Linha Sinal Fiação Interna	Linhas de sinal não blindada	P_{LDS2}	1
Linha Sinal DPS Coordenados	Nenhum sistema de DPS coordenado	P_{EBS2}	1
Número de pessoas na Zona	Número de pessoas na zona	n_z	700
	Número total de pessoas	n_t	5200
Tempo de presença na Zona (h/a)	18 horas por dia	t_z	6570

8.4.1.3. ZONA ZPR₃ (TORRE 02 - ED. JOSÉ CAMPOMIZZI FILHO)

Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor
Tipo de piso	Cerâmica	r_t	0,001
Tipo de perigo especial	Nível médio de pânico	h_z	5
Medidas de Proteção	Nenhuma medida de proteção	P_{TA}	1
Quantidade de risco	Incêndio Normal	r_f	0,01
Providencias para reduzir incêndios	Instalações fixas operadas automaticamente	r_p	0,2

MEMORIAL DE CÁLCULO GERENCIAMENTO DE RISCO	
PROCURADORIA GERAL DE JUSTICA DE MINAS GERAIS AV. ALVARES CABRAL, 1690, SANTO AGOSTINHO - BELO HORIZONTE/MG	Página 10 de 12

Linha Energia Fiação Interna	Linhas de energia não blindada	P_{LDE3}	1
Linha Energia DPS Coordenados	Nenhum sistema de DPS coordenado	P_{EBE3}	1
Linha Sinal Fiação Interna	Linhas de sinal não blindada	P_{LDS3}	1
Linha Sinal DPS Coordenados	Nenhum sistema de DPS coordenado	P_{EBS3}	1
Número de pessoas na Zona	Número de pessoas na zona	n_z	2000
	Número total de pessoas	n_t	5200
Tempo de presença na Zona (h/a)	18 horas por dia	t_z	6570

8.4.1.4. ZONA ZPR₄ (TORRE 03 - ED. CARLOS FERREIRA BRANDÃO)

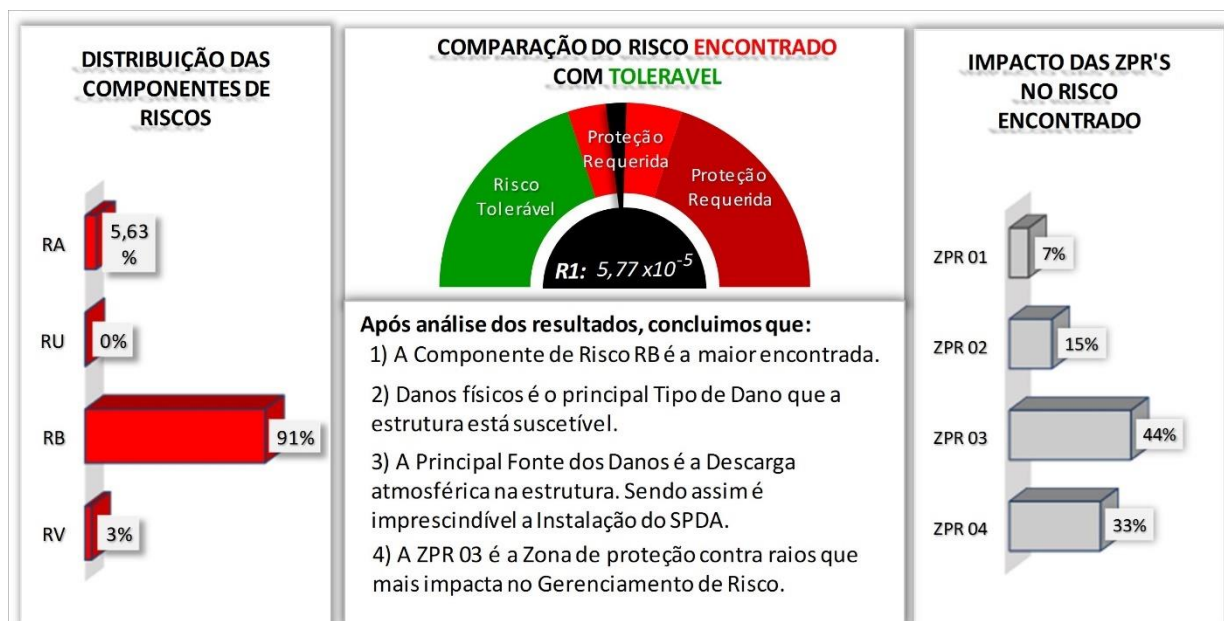
Parâmetros de entrada	Comentário	Símbolo	Valor
Tipo de piso	Cerâmica	r_t	0,001
Tipo de perigo especial	Nível médio de pânico	h_z	5
Medidas de Proteção	Nenhuma medida de proteção	P_{TA}	1
Quantidade de risco	Incêndio Normal	r_f	0,01
Providencias para reduzir incêndios	Instalações fixas operadas automaticamente	r_p	0,2
Linha Energia Fiação Interna	Linhas de energia não blindada	P_{LDE4}	1
Linha Energia DPS Coordenados	Nenhum sistema de DPS coordenado	P_{EBE4}	1
Linha Sinal Fiação Interna	Linhas de sinal não blindada	P_{LDS4}	1
Linha Sinal DPS Coordenados	Nenhum sistema de DPS coordenado	P_{EBS4}	1
Número de pessoas na Zona	Número de pessoas na zona	n_z	1500
	Número total de pessoas	n_t	5200
Tempo de presença na Zona (h/a)	18 horas por dia	t_z	6570,00

8.5. RESULTADO

Tipo de danos	CR	ZPR ₁	ZPR ₂	ZPR ₃	ZPR ₄	Total
D ₁ Ferimentos devido a choque	R _A	$7,83 \times 10^{-7}$	$4,11 \times 10^{-7}$	$1,17 \times 10^{-6}$	$8,80 \times 10^{-7}$	$3,25 \times 10^{-6}$
	R _U	$2,77 \times 10^{-8}$	$1,46 \times 10^{-8}$	$4,16 \times 10^{-8}$	$3,12 \times 10^{-8}$	$1,15 \times 10^{-7}$
D ₂ Danos físicos	R _B	$3,13 \times 10^{-6}$	$8,22 \times 10^{-6}$	$2,35 \times 10^{-5}$	$1,76 \times 10^{-5}$	$5,24 \times 10^{-5}$
	R _V	$1,11 \times 10^{-7}$	$2,91 \times 10^{-7}$	$8,32 \times 10^{-7}$	$6,24 \times 10^{-7}$	$1,86 \times 10^{-6}$
Total	R ₁	$4,05 \times 10^{-6}$	$8,93 \times 10^{-6}$	$2,55 \times 10^{-5}$	$1,91 \times 10^{-5}$	$5,77 \times 10^{-5}$

9. CONCLUSÃO

9.1. ANÁLISE DOS RESULTADOS



9.2. MEDIDAS DE PROTEÇÃO A SEREM ADOTADAS

- Proteger a estrutura com no mínimo:

Descrição	Medida de Proteção	Símbolo	Valor
Estrutura	Instalar SPDA Classe III - NP (III)	P_B	0,1
Linha de Energia	ZPR ₁ - Instalar DPS Classe I	P_{EBE}	0,01
	ZPR ₂ - Instalar DPS Classe II		0,02
	ZPR ₃ - Instalar DPS Classe II		0,02
	ZPR ₄ - Instalar DPS Classe II		0,02

9.3. RESULTADO APÓS A INSTALAÇÃO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO

Tipo de danos	CR	ZPR ₁	ZPR ₂	ZPR ₃	ZPR ₄	Total
D ₁ Ferimentos devido a choque	R _A	$7,83 \times 10^{-8}$	$4,11 \times 10^{-8}$	$1,17 \times 10^{-7}$	$8,80 \times 10^{-8}$	$3,25 \times 10^{-7}$
	R _U	$2,32 \times 10^{-8}$	$1,22 \times 10^{-8}$	$3,48 \times 10^{-8}$	$2,61 \times 10^{-8}$	$9,63 \times 10^{-8}$
D ₂ Danos físicos	R _B	$3,13 \times 10^{-7}$	$8,22 \times 10^{-7}$	$2,35 \times 10^{-6}$	$1,76 \times 10^{-6}$	$5,24 \times 10^{-6}$
	R _V	$9,26 \times 10^{-8}$	$2,44 \times 10^{-7}$	$6,96 \times 10^{-7}$	$5,22 \times 10^{-7}$	$1,55 \times 10^{-6}$
Total	R ₁	$5,07 \times 10^{-7}$	$1,12 \times 10^{-6}$	$3,20 \times 10^{-6}$	$2,40 \times 10^{-6}$	$7,22 \times 10^{-6}$

9.4. ANÁLISE DOS RESULTADOS APÓS A INSTALAÇÃO DAS MEDIDAS DE PROTEÇÃO



Reduzindo assim o risco R_1 a níveis toleráveis.