



ANEXO K
SPDA
MEMORIAL DE CÁLCULO

DISCIPLINA	SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS
PROJETISTA	ENG. ELETRICISTA RAFAEL DE LIMA GABARDO

AValiação de Risco para Determinação da Necessidade de um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas – SPDA

OBJETIVO

Este documento técnico visa avaliar os riscos inerentes a uma estrutura em decorrência das descargas atmosféricas direcionadas à terra, comparando-os com o limite superior tolerável. Essa análise subsidiará a seleção das medidas de proteção adequadas, com o intuito de reduzir o risco a níveis inferiores ou iguais ao limite tolerável, em conformidade com a norma ABNT NBR 5419:2015.

Informar se necessário, o nível de proteção do SPDA, as medidas de proteção necessárias e os materiais que deverão ser empregados para compor tal proteção.

Cumprе ressaltar que todos os dados relativos à estrutura, essenciais para a realização da análise proposta, foram fornecidos pelo CONTRATANTE, sendo, portanto, de sua inteira responsabilidade a veracidade das informações apresentadas.

INFORMAÇÕES DA ESTRUTURA

Proprietário: Prefeitura Municipal de Araucária

CNPJ: 76.105.535/0001-99

Endereço do Cliente: Rua Pedro Druszc, 111

Endereço da Obra: Rua Cel. João Antonio Xavier, 1065 – Centro – Araucária/PR

Estrutura: Terminal Central de Araucária

Será adotada como densidade de descargas atmosféricas a variável (Ng), que corresponde ao número de raios que atingem o solo por quilômetro quadrado por ano. Considerando que o site indicado pela NBR 5419:2015-2 encontra-se indisponível, foi utilizado o mapa disponibilizado pela referida norma, especificamente na figura F.5, o que resultou em um valor de $Ng \approx 7$ **descargas/km²/ano** para a região de Araucária/PR.

NECESSIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UM SPDA

A determinação da necessidade de implantação do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) para as edificações e estruturas será realizada com base na metodologia de gerenciamento de riscos estabelecida pela Norma Brasileira ABNT NBR 5419-2.

INTERPRETAÇÃO DOS TERMOS

Danos e perdas

Para a avaliação da necessidade de implementação de proteção contra descargas atmosféricas, é imprescindível realizar uma análise do risco em conformidade com os procedimentos estabelecidos na ABNT NBR 5419-2.

Inicialmente, deve-se determinar o local de ocorrência da descarga elétrica na estrutura, considerando as possibilidades de sua ocorrência diretamente na estrutura, nas proximidades da mesma, sobre as linhas elétricas e tubulações metálicas conectadas à estrutura, ou ainda nas imediações dessas linhas e tubulações. Para tanto, define-se a fonte de dano, conforme os preceitos da norma ABNT NBR 5419-2:

- S1: descargas atmosféricas na estrutura;
- S2: descargas atmosféricas próximas à estrutura;
- S3: descargas atmosféricas sobre as linhas elétricas e tubulações metálicas que entram na estrutura;
- S4: descargas atmosféricas próximas às linhas elétricas e tubulações metálicas que entram na estrutura.

A descarga atmosférica pode ocasionar danos variáveis, dependendo das características da estrutura a ser protegida. Dentre as características mais relevantes, destacam-se: o tipo de construção, os conteúdos e aplicações presentes, o tipo de serviço realizado e as medidas de proteção já implementadas. Para a aplicação prática desta análise de risco, é comum fazer a distinção entre três tipos fundamentais de danos que podem surgir como consequência das descargas atmosféricas, os quais são detalhados a seguir:

1. D1: danos às pessoas devido a choque elétrico;
2. D2: danos físicos (fogo, explosão, destruição mecânica, liberação de produtos químicos) devido aos efeitos das correntes das descargas atmosféricas;
3. D3: falhas de sistemas internos.

Cada tipo de dano, isoladamente ou em combinação com outros, pode resultar em distintas perdas subsequentes em uma estrutura a ser protegida. A natureza da perda pode variar conforme as características intrínsecas da estrutura e do seu conteúdo. Os seguintes tipos de perdas devem ser devidamente considerados:

- L1: perda de vida humana (incluindo-se danos permanentes);
- L2: perda de serviço ao público;
- L3: perda de patrimônio cultural;

- L4: perda de valor econômico (estrutura e seu conteúdo, assim como interrupções de atividades).

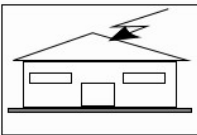
Descarga atmosférica		Estrutura	
Ponto de impacto	Fonte de danos	Tipo de danos	Tipo de perdas
	S1	D1 D2 D3	L1, L4 ^a L1, L2, L3, L4 L1 ^b , L2, L4
	S2	D3	L1 ^b , L2, L4
	S3	D1 D2 D3	L1, L4 ^a L1, L2, L3, L4 L1 ^b , L2, L4
	S4	D3	L1 ^b , L2, L4
^a Somente para propriedades onde animais possam ser perdidos. ^b Somente para estruturas com risco de explosão ou para hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos podem imediatamente colocar em perigo a vida humana.			

Tabela 01 - Fontes de danos, tipos de danos e tipos de perdas de acordo com o ponto de impacto.

Riscos e componentes de risco

O risco, R, refere-se a um valor relativo à perda anual média provável. Para cada tipo de perda que possa ocorrer na estrutura, o risco associado deve ser devidamente avaliado. Os riscos a serem considerados em uma estrutura devem ser os seguintes:

- R_1 : risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes);
- R_2 : risco de perda de serviço ao público;
- R_3 : risco de perda ao patrimônio cultural;
- R_4 : risco de perda de valores econômicos.

Para a avaliação dos riscos, R, é necessário definir e calcular os componentes relevantes de risco, sendo que os riscos parciais dependem da fonte e do tipo de dano. Cada risco, R, corresponde à soma de seus respectivos componentes. Ao calcular um risco, os componentes

podem ser agrupados conforme as fontes de danos e os tipos de danos, conforme detalhado a seguir:

- R_A : ferimentos a seres vivos – descarga atmosférica na estrutura;
- R_B : danos físicos na estrutura – descarga atmosférica na estrutura;
- R_C : falha dos sistemas internos – descarga atmosférica na estrutura;
- R_M : falha dos sistemas internos – descarga atmosférica perto da estrutura;
- R_U : ferimentos a seres vivos – descarga atmosférica na linha conectada;
- R_V : danos físicos na estrutura – descarga atmosférica na linha conectada;
- R_W : falha dos sistemas internos – descarga atmosférica na linha conectada;
- R_X : componente de risco para uma estrutura;
- R_Z : falha dos sistemas internos – descarga atmosférica perto da linha conectada.

Composição dos componentes de risco

Os componentes de risco a serem considerados para cada tipo de perda na estrutura são listados a seguir:

R_1 : Risco de perda de vida humana:

$$R_1 = R_{A1} + R_{B1} + R_{C1}^1 + R_{M1}^1 + R_{U1} + R_{V1} + R_{W1}^1 + R_{Z1}^1 \quad (\text{Eq.01})$$

¹: Somente para estruturas com risco de explosão e para hospitais com equipamentos elétricos para salvar vidas ou outras estruturas quando a falha dos sistemas internos imediatamente possa por em perigo a vida humana.

R_2 : Risco de perdas de serviço ao público:

$$R_2 = R_{B2} + R_{C2} + R_{M2} + R_{V2} + R_{W2} + R_{Z2} \quad (\text{Eq.02})$$

R_3 : Risco de perdas de patrimônio cultural:

$$R_3 = R_{B3} + R_{V3} \quad (\text{Eq.03})$$

R_4 : Risco de perdas de valor econômico:

$$R_4 = R_{A4}^2 + R_{B4} + R_{C4} + R_{M4} + R_{U2}^2 + R_{V4} + R_{W4} + R_{Z4} \quad (\text{Eq.04})$$

²: Somente para propriedades onde animais possam ser perdidos.

Os componentes de risco que correspondem a cada tipo de perda são também agrupados na Tabela 02.

Fonte de danos	Descarga atmosférica na estrutura S1			Descarga atmosférica perto da estrutura S2	Descarga atmosférica em uma linha conectada à estrutura S3			Descarga atmosférica perto de uma linha conectada à estrutura S4
Componente de risco	R_A	R_B	R_C	R_M	R_U	R_V	R_W	R_Z
Risco para cada tipo de perda								
R_1	*	*	* a	* a	*	*	* a	* a
R_2		*	*	*		*	*	*
R_3		*	*	*		*	*	*
R_4	* b	*	*	*	* b	*	*	*
^a Somente para estruturas com risco de explosão e para hospitais ou outras estruturas quando a falha dos sistemas internos imediatamente possam colocar em perigo a vida humana. ^b Somente para propriedades onde animais possam ser perdidos.								

Tabela 02 – Componentes de risco a serem considerados para cada tipo de perda em uma estrutura.

GERENCIAMENTO DE RISCO

Procedimento básico

- Identificação da estrutura a ser protegida e suas características;
- Identificação de todos os tipos de perdas na estrutura e os correspondentes riscos relevantes R (R_1 a R_4);
- Avaliação do risco R para cada tipo de perda R_1 a R_4 ;
- Avaliação da necessidade de proteção, por meio da comparação dos riscos R_1, R_2 e R_3 com os riscos toleráveis R_T ;
- Avaliação da eficiência do custo da proteção pela comparação do custo total das perdas com ou sem as medidas de proteção. Neste caso, a avaliação dos componentes de risco R_4 deve ser feita no sentido de avaliar tais custos (ver Anexo D da ABNT NBR 5419-2).

Estrutura a ser considerada para análise de risco

A estrutura a ser considerada inclui:

- A própria estrutura;
- As instalações na estrutura;
- O conteúdo da estrutura;

- As pessoas na estrutura ou nas zonas até 3 m para fora da estrutura;
- O meio ambiente afetado por danos na estrutura.

Risco tolerável

É de responsabilidade da autoridade que tenha jurisdição identificar o valor do risco tolerável. Valores representativos de risco tolerável R_T , onde as descargas atmosféricas envolvem perdas de vida humana ou perda de valores sociais ou culturais, são fornecidos na norma ABNT NBR 5419-2, conforme a Tabela 03.

Tipo de perda		$R_T (y^{-1})$
L1	Perda de vida humana ou ferimentos permanentes	10^{-5}
L2	Perda de serviço ao público	10^{-3}
L3	Perda de patrimônio cultural	10^{-4}

Tabela 03 - Valores típicos de risco tolerável R_T (NBR 5419-2).

Em princípio, para perda de valor econômico (L4), a rotina a ser seguida é a comparação custo/benefício dada no Anexo D da ABNT NBR 5419-2. Se os dados para esta análise não estão disponíveis, o valor representativo de risco tolerável $R_T = 10^{-3}$ pode ser utilizado (NBR 5419:2015).

Procedimento para avaliar a necessidade de proteção

De acordo com ABNT NBR 5419-1, os riscos R_1 , R_2 e R_3 devem ser considerados na avaliação da necessidade da proteção contra as descargas atmosféricas. Para cada tipo de risco a ser considerado, os seguintes passos devem ser tomados:

- Identificação dos componentes R_x que compõe o risco;
- Cálculo dos componentes de risco identificados R_x ;
- Cálculo do risco total R ;
- Identificação dos riscos toleráveis R_T ;
- Comparação do risco R com o valor do risco tolerável R_T .

Se $R \leq R_T$, a proteção contra a descarga atmosférica não é necessária.

Se $R > R_T$, medidas de proteção devem ser adotadas no sentido de reduzir $R \leq R_T$ para todos os riscos ao qual a estrutura está sujeita.

METODOLOGIA APLICADA POR ESTRUTURA

Neste tópico, serão analisados os riscos iniciais das estruturas do Terminal Central de Araucária em relação às áreas externas e internas, sem a adoção de quaisquer medidas de proteção. Caso os riscos identificados nesta edificação excedam o limite tolerável estabelecido, serão dimensionadas as medidas de proteção necessárias para reduzir o risco a um valor inferior ao tolerável.

Terminal de ônibus

A perda de vida humana (L1) é relevante para este tipo de estrutura, portanto o risco $R_T = 10^{-5}$ (de acordo com a Tabela 03) deve ser considerado. A estrutura possui uma entrada de linha de energia elétrica em alta tensão e sinal, instaladas de forma aérea.

A estrutura foi dividida em 2 zonas, conforme listado:

- Zona Z1 – Área externa;
- Zona Z2 – Área interna.

Na Tabela 04, encontra-se a relação entre o número estimado de pessoas, conforme a arquitetura apresentada, que ocupam cada zona, bem como o tempo de permanência anual.

Distribuição das pessoas nas zonas		
Zona	Número de pessoas	Tempo de presença
Zona Z1 (área externa)	0	0
Zona Z2 (área interna)	1374	6570
Total	1374	6570

Tabela 04 - Distribuição de pessoas e seu respectivo tempo de permanência estimado por zona.

Na tabela 05 são relacionadas as características ambientais globais da estrutura

Características ambientais e globais da estrutura				
Parâmetros iniciais da estrutura	Observações	Símbolo	Valor	Referência
Cidade / Estado	-	-	Araucária - PR	-
Densidade de descargas atmosféricas para a terra (1/km ² /ano)	Densidade de descargas atmosféricas	N _G	7	Figura F.5 NBR 5419-2
Dimensões da estrutura (m)	Largura, Comprimento e Altura	L x W x H	60 x 59.17 x 7.5 m	Projeto Arquitetônico
Fator de Localização da Estrutura	Estrutura cercada por objetos de mesma altura ou mais baixos	C _D	0.5	<u>Tabela A.1</u> (NBR 5419-2)
SPDA	Estrutura não protegida	P _B	1	<u>Tabela B.2</u> (NBR 5419-2)
Ligação equipotencial	Sem DPS	P _{EB}	1	<u>Tabela B.7</u> (NBR 5419-2)
Blindagem espacial externa	Nenhuma - valor máximo	Ks1	1	Equação (B.5)(NBR 5419-2)

Tabela 05 -Características ambientais e globais da estrutura.

Na tabela 06 são relacionadas as características da linha de energia que adentram a estrutura.

Linha de Energia				
Parâmetros iniciais da estrutura	Observações	Símbolo	Valor	Referência
Comprimento (m)	Linha de energia em A.T.	L_L	1000	Entrada de energia
Fator de Instalação	Aéreo	C_I	1	Tabela A.2 (NBR 5419-2)
Fator do tipo de linha	Linha de energia	C_T	1	Tabela A.3 (NBR 5419-2)
Fator ambiental	Suburbano	C_E	0,5	Tabela A.4 (NBR 5419-2)
Blindagem da linha (Ω/km)	Linha não blindada	R_S	0	Tabela B.8 (NBR 5419-2)
Blindagem, aterramento, isolação	Linha aérea não blindada	C_{LD}	1	Tabela B.4 (NBR 5419-2)
		C_{LI}	1	
Estrutura adjacente	Largura, Comprimento e Altura	$L_J \times W_J \times H_J$	-	Não aplicável
Fator de localização da estrutura adjacente	-	C_{DJ}	-	Tabela A.1 (NBR 5419-2)
Tensão suportável dos sistemas internos (kV)	-	U_W	1,5	-
Parâmetros resultantes		K_{S4}	0,67	Equação B.7(NBR 5419-2)
		P_{LD}	1	Tabela B.8 (NBR 5419-2)
		P_{LI}	0,6	Tabela B.9 (NBR 5419-2)

Tabela 06 – Características da linha de energia que adentra a estrutura.

Na tabela 07 são relacionadas as características da linha de sinal que adentram a estrutura.

Linha de Sinal				
Parâmetros iniciais da estrutura	Observações	Símbolo	Valor	Referência
Comprimento (m)	Linha de Sinal	L_L	1000	Entrada de energia
Fator de Instalação	Aéreo	C_I	1	Tabela A.2 (NBR 5419-2)
Fator do tipo de linha	Linha de sinal	C_T	1	Tabela A.3 (NBR 5419-2)
Fator ambiental	Suburbano	C_E	0,5	Tabela A.4 (NBR 5419-2)
Blindagem da linha (Ω/km)	Resistência da Blindagem	R_S	5	Tabela B.8 (NBR 5419-2)
Blindagem, aterramento, isolação	Linha enterrada não blindada	C_{LD}	1	Tabela B.4 (NBR 5419-2)
		C_{LI}	0,1	
Estrutura adjacente	Largura, Comprimento e Altura	$L_J \times W_J \times H_J$	-	não aplicável
Fator de localização da estrutura adjacente	-	C_{DJ}	-	Tabela A.1 (NBR 5419-2)
Tensão suportável dos sistemas internos (kV)	-	U_W	1,5	-
Parâmetros resultantes		K_{S4}	0,67	Equação (B.7) (NBR 5419-2)
		P_{LD}	0,8	Tabela B.8 (NBR 5419-2)
		P_{LI}	0,5	Tabela B.9 (NBR 5419-2)

Tabela 07 – Características da linha de sinal que adentra a estrutura.

Na tabela 08 são relacionadas as áreas de exposição equivalentes da estrutura e das linhas.

Áreas de exposição equivalentes da estrutura e das linhas				
Estrutura	Referência da Equação	Símbolo	Unidade	Valor
Edificação	Equação (A.2)(NBR 5419-2)	A_D	m ²	10503,28
	Equação (A.7)(NBR 5419-2)	A_M	m ²	904568,16
Linha de energia	Equação (A.9)(NBR 5419-2)	$A_{L/P}$	m ²	40000
	Equação (A.11)(NBR 5419-2)	$A_{I/P}$	m ²	4000000
	Equação (A.2)(NBR 5419-2)	$A_{D/I/P}$	não se aplica	não se aplica
Linha de sinal	Equação (A.9)(NBR 5419-2)	$A_{L/T}$	m ²	40000
	Equação (A.11)(NBR 5419-2)	$A_{I/T}$	m ²	4000000
	Equação (A.2)(NBR 5419-2)	$A_{D/I/T}$	não se aplica	não se aplica

Tabela 08 – Área de exposição equivalentes da estrutura e das linhas.

Na tabela 09 é relacionado o número de eventos esperados para a estrutura e para as linhas.

Número de Eventos Esperados				
Estrutura	Referência da Equação	Símbolo	Unidade	Valor
Edificação	Equação (A.4)(NBR 5419-2)	N_D	-	0,0368
	Equação (A.6)(NBR 5419-2)	N_M	-	6,3320
Linha de energia	Equação (A.8)(NBR 5419-2)	$N_{L/P}$	-	0,0280
	Equação (A.10)(NBR 5419-2)	$N_{I/P}$	-	2,8000
	Equação (A.5)(NBR 5419-2)	$N_{DJ/P}$	não se aplica	não se aplica
Linha de sinal	Equação (A.8)(NBR 5419-2)	$N_{L/T}$	-	0,1400
	Equação (A.10)(NBR 5419-2)	$N_{I/T}$	-	14,0000
	Equação (A.5)(NBR 5419-2)	$N_{DJ/T}$	não se aplica	não se aplica

Tabela 09 – Número de eventos esperados para estrutura e linhas.

Na tabela 10 são relacionados os fatores de ponderação que incidem em cada zona.

Fatores de ponderação						
Parâmetros iniciais da estrutura		Observações	Símbolo	Zona Z1 (área externa)	Zona Z2 (área interna)	Referência
Tipo de Piso		Asfalto/ Linoleo/ Madeira	r_t	1,00E-05	1,00E-05	Tabela C.3 (NBR 5419-2)
Proteção contra choque (descarga atmosférica na estrutura)		Nenhuma medida	P_{TA}	1	1	Tabela B.1 (NBR 5419-2)
Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)		Nenhuma medida	P_{TU}	1	1	Tabela B.6 (NBR 5419-2)
Risco de incêndio		Baixo	r_f	1,00E-03	1,00E-03	Tabela C.5 (NBR 5419-2)
Proteção contra incêndio		Nenhuma	r_p	1	1	Tabela C.4 (NBR 5419-2)
Blindagem espacial interna		Nenhuma	K_{S2}	1	1	Equação (B.6)(NBR 5419-2)
Energia	Fiação interna	Cabo não blindado	K_{S3}	1	0,2	Tabela B.5 (NBR 5419-2)
	DPS coordenados	Sem DPS	P_{SPD}	1	1	Tabela B.3 (NBR 5419-2)
Telecom	Fiação interna	Cabo não blindado	K_{S3}	1	1	Tabela B.5 (NBR 5419-2)
	DPS coordenados	Nenhum	P_{SPD}	1	1	Tabela B.3 (NBR 5419-2)
L1: Perda de vida humana	Perigo Especial:	Nível médio de pânico	h_z	5	5	Tabela C.6 (NBR 5419-2)
	D1: devido à tensão de	Todos os Tipos	L_T	1,00E-02	1,00E-02	Tabela C.2 (NBR 5419-2)

	toque e passo					
	D2: devido a danos físicos	Outros	L_F	1,00E-02	1,00E-02	2)
	D3: devido a falhas de sistemas internos	não aplicável	L_O	-	-	
Fator para pessoas em perigo		nz/nt x tz/8760	-	0	0	Arquitetura

Tabela 10 – Fatores de ponderação incidentes em cada zona.

Na tabela 11 são relacionados os parâmetros relevantes para avaliação dos componentes de risco.

Parâmetros relevantes para avaliação dos componentes de risco						
Símbolo	Equação	Referência	Zona 1		Zona 2	
			Energia	Sinal	Energia	Sinal
P_A	$P_A = P_{TA} \times P_B$	Equação (B.1) NBR 5419-2	1		1	
P_B	-	Tabela (B.2) NBR 5419-2	1		1	
P_C	$P_C = P_{SPD} \times C_{LD}$	Equação (B.2) NBR 5419-2	1	1	1	1
P_M	$P_M = P_{SPD} \times P_{MS}$	Equação (B.3) NBR 5419-2	0,4489		0,4489	
P_{MS}	$P_{MS} = (K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4})^2$	Equação (B.4) NBR 5419-2	4,49E-01	4,49E-01	4,49E-01	4,49E-09
P_U	$P_U = P_{TU} \times P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$	Equação (B.8) NBR 5419-2	1	1	1	1
P_V	$P_V = P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$	Equação (B.9) NBR 5419-2	1	1	1	1
P_W	$P_W = P_{SPD} \times P_{LD} \times C_{LD}$	Equação (B.10) NBR 5419-2	1	1	1	1
P_Z	$P_Z = P_{SPD}$	Equação	6,00E-0	6,00E-0	6,00E-0	6,00E-0

	$x P_{LI} \times C_{LI}$	(B.11) NBR 5419-2	1	2	1	2
$L_A = L_U$	$L_A = r_t \times L_T \times ((n_z/n_t) \times (t_z/8760))$	Equação (C.1) NBR 5419-2	0		7,50E-08	
$L_B = L_V$	$L_B = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times ((n_z/n_t) \times (t_z/8760))$	Equação (C.3) NBR 5419-2	0		3,75E-04	

Tabela 11 - Parâmetros relevantes para avaliação dos componentes de risco.

Na tabela 12 é relacionado o risco R1 na estrutura sem contemplar nenhum tipo de proteção.

Risco R1 para estruturas não protegidas (Risco Tolerável $RT = 1 \times 10^{-5}$)						
Tipos de danos	Equação	Zona Z1 (área externa)		Zona Z2 (área interna)		Somatório
		Energia	Sinal	Energia	Sinal	
D1 Ferimento s devido a choque	$R_A = N_D \times P_A \times L_A$	não se aplica		2,76E-09		2,76E-09
	$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$ (sinal + energia)	não se aplica	não se aplica	2,10E-09	8,40E-09	1,05E-08
D2 Danos Físicos	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$	não se aplica		1,38E-05		1,38E-05
	$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$ (sinal + energia)	não se aplica	não se aplica	1,05E-05	4,20E-05	5,25E-05
TOTAL		0		6,63E-05		6,63E-05
Risco Tolerável		R1 = 6,63E-05		RT = 1,00E-05		R1 > RT
Devido ao risco R1 ser maior que RT, a adoção de medidas de proteção contra descargas atmosféricas é necessária.						

Tabela 12 – Risco R1 para estrutura do Terminal Central de Araucária sem nenhuma medida de proteção.

Considerando que o Risco R1 ficou superior ao valor de referência para riscos toleráveis, é obrigatória a implementação de medidas de proteções necessárias visando minimizar o risco R1. Logo se faz necessária a instalação de proteção contra descargas atmosféricas.

CONCLUSÃO

Conforme exposto neste documento, a instalação de medidas de proteção contra descargas atmosféricas **é obrigatória** na estrutura do Terminal Central de Araucária, em conformidade com as disposições da ABNT NBR 5419 (Partes 1 a 4).

Cumprе destacar que as recomendações apresentadas neste estudo não asseguram plenamente a proteção de pessoas e equipamentos elétricos ou eletrônicos localizados nas zonas protegidas contra os efeitos indiretos provocados pelas descargas atmosféricas, tais como: parada cardíaca, centelhamento, interferências em equipamentos ou danos a seus componentes, resultantes de transferências de potencial devido à indução eletromagnética.

Atenciosamente,

Rafael de Lima Gabardo

Engenheiro Eletricista