MEMORIAL DE CÁLCULO – SPDA
REFORMA PROFESSORA MAURA ABAURRE
VILA VELHA - ES

2025

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 1 / 27

SUMÁRIO

1. OBJETO 3
2. NORMAS APLICÁVEIS 3
3. DADOS DA UNIDADE 3
3.1 DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE EXPOSIÇÃO EQUIVALENTE (AD) 3
3.2 DADOS DO PROJETO 4
3.2.1 Classificação do nível de proteção da estrutura 4
3.2.2 Densidade de descargas atmosféricas Ng 4
3.2.3 Número de descidas 4
3.2.4 Seção das cordoalhas 4
3.2.5 Anéis de cintamento 4
4. ANÁLISE DE RISCO 4
4.1.1 Tipos de perdas relevantes na estrutura 4
4.1.2 Riscos avaliados 5
4.1.3 Avaliação de $R1$ (Risco de perda de vida humana) 5
5. MEMÓRIA DE CÁLCULO 6
6. CONCLUSÃO 26

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 2 / 27

OBJETO: REFORMA CEEFMTI PROFESSORA MAURA ABAURRE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D	**ARQUIVO:** VIV22-P02-SP-R0-01

1. OBJETO

O presente memorial visa apresentar os parâmetros adotados para a avaliação dos riscos envolvidos durante a ocorrência de uma descarga atmosférica direta ou indiretamente na Unidade Escolar EEEFM PROF. MAURA ABAURRE, a ser reformada no município de Vila Velha.

Com base na análise de risco é possível avaliar a necessidade ou não de uma Proteção Contra Descargas Atmosférica (PDA) de acordo com a norma da ABNT NBR 5419:2015.

O nível de proteção do SPDA é determinado seguindo-se os procedimentos contidos na ABNT NBR 5419-2:2015.

2. NORMAS APLICÁVEIS

- ABNT NBR 5419:2004 – Versão corrigida 2008 (Instalações Elétricas de Baixa Tensão);

- ABNT NBR 5419:2015 – Partes 01, 02, 03 e 04 (Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas)

3. DADOS DA UNIDADE

Unidade escolar localizada no município de Vila Velha. Os dois prédios principais da escola serão avaliados separadamente conforme as características de cada edificação.

Edifício	Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)
Refeitório/Auditório	6,2	16,80	26,74
Prédio Principal	12,51	16,50	37,70

3.1 Determinação da área de exposição equivalente (A_D)

Para estruturas isoladas em solos planos, a área de exposição equivalente $\boldsymbol{A_D}$ é a área definida pela intersecção entre a superfície do solo com uma linha reta de inclinação 1 para 3, a qual passa pelas partes mais altas da estrutura (tocando-a nestes pontos) e rotacionando ao redor dela. A determinação do valor de $\boldsymbol{A_D}$ pode ser obtida graficamente ou matematicamente.

As áreas $\boldsymbol{A_D}$ dos blocos foram calculas matematicamente, conforme descrito no memorial de cálculos.

A localização relativa da estrutura, compensada pelas estruturas ao redor ou uma localização exposta deve ser levada em consideração pelo fator de localização C_D.

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 3 / 27

OBJETO: REFORMA CEEFMTI PROFESSORA MAURA ABAURRE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D	**ARQUIVO:** VIV22-P02-SP-R0-01

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 objeto nas vizinhanças	1
Estrutura isolada no topo de uma colina ou monte	2

Caso não haja nenhuma estrutura dento a uma distância de 3 metros da edificação, deve-se considerar $C_D = 1$

3.2 Dados do projeto

3.2.1 Classificação do nível de proteção da estrutura

Sem nível de proteção.

3.2.2 Densidade de descargas atmosféricas Ng

De acordo com dados da ANBT NBR 5419-2:2015, a densidade, histórica, de descargas atmosféricas em Vila Velha, ES é aproximadamente:

Ng = 0,54 $[ano/km^2]$

3.2.3 Número de descidas

Não se aplica.

3.2.4 Seção das cordoalhas

Não se aplica.

3.2.5 Anéis de cintamento

Não se aplica.

4. ANÁLISE DE RISCO

4.1.1 Tipos de perdas relevantes na estrutura

Cada tipo de dano, sozinho ou em combinação com outros, pode produzir diferentes perdas consequentes em uma estrutura a ser protegida. O tipo de perda pode acontecer dependendo das características da própria estrutura e do seu conteúdo.

Símbolo	**Localização relativa**	**Relevante**
L1	Perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes)	Sim
L2	Perda de serviço ao público	Sim
L3	Perda de patrimônio cultural	Não

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 4 / 27

L4	Perda de valores econômicos (estrutura, conteúdo, e perdas de atividades)	Sim

4.1.2 Riscos avaliados

O risco "R" é um valor relativo a uma provável perda anual média.

Símbolo	Localização relativa	Relevante
R_1	Risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes)	Sim
R_2	Risco de perda de serviço ao público	Não
R_3	Risco de perda de patrimônio cultural	Não
R_4	Risco de perda de valores econômicos (estrutura, conteúdo, e perdas de atividades)	Não

Para cada tipo de perda que pode aparecer na estrutura, o risco resultante deve ser avaliado.

Para avaliar os riscos "R", os componentes de risco relevantes devem ser definidos e calculados (riscos parciais dependem da fonte e do tipo de dano).

Cada risco "R" é a soma dos seus componentes de risco. Ao calcular um risco, os componentes de risco podem ser agrupados de acordo com as fontes de danos e os tipos de danos.

4.1.3 Avaliação de R_1 (Risco de perda de vida humana)

Os resultados para risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes) levam em consideração os componentes de risco de descargas na estrutura e próximo desta, e descargas em uma linha conectada à estrutura e próximo desta.

$$R_1 = R_{A1} + R_{B1} + R_{C1}^1 + R_{M1}^1 + R_{U1} + R_{V1} + {R_{W1}}^1 + {R_{Z1}}^1$$

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 5 / 27

OBJETO: REFORMA CEEFMTI PROFESSORA MAURA ABAURRE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D	**ARQUIVO:** VIV22-P02-SP-R0-01

5. MEMÓRIA DE CÁLCULO

Os cálculos foram efetuados em planilha eletrônica, seguindo de forma estrita o método indicado na norma técnica brasileira ABNT NB 5419:2015 (Parte 2), cujas variáveis consideradas, consultadas e calculadas são as seguintes:

REFEITÓRIO / AUDITÓRIO

Descrição / Questão	Símbolo	Valor	Unidade	N/A
Densidade de descargas atmosféricas para a terra (1/km2 × ano)	N_G	0,55	ano/km²	
Consulta realizada no site do INPE / ELAT, endereço eletrônico:				
http://www.inpe.br/webelat/homepage/				
Data da consulta				
16/09/2025				
Número de eventos perigosos para a estrutura				
Comprimento da edificação	L_D	26,74	m	
Largura da edificação	W_D	16,8	m	
Altura da edificação	H_D	6,2	m	
Área de exposição equivalente da estrutura (matematicamente)	A_D1	3155,79	m²	
Fator de localização da estrutura (selecionar)				
Estrutura cercada por objetos mais altos	C_D	0,5		
Número de eventos perigosos para a estrutura	N_D	0,00086	(1/km² × ano)	
Fator tipo de linha				

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 6 / 27

OBJETO: REFORMA CEEFMTI PROFESSORA MAURA ABAURRE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D	**ARQUIVO:** VIV22-P02-SP-R0-01

Linha de energia ou sinal	C_T	1		
Número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente	N_DJ	0		
Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da estrutura	N_M	0,4517713	1/ano	
Área de exposição equivalente de descargas atmosféricas que atingem perto da estrutura	A_M	828938,16	m²	
Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha				
Número de sobretensões de amplitude não inferior a 1 kV (1/ano) na seção da linha	N_L	0,00218	1/ano	
Área de exposição equivalente de descargas atmosféricas que atingem a linha	A_L	40000	m²	
Comprimento da seção da linha	L_L	1000	m	
Se desconhecido, adotar 1.000 m				
Fator de instalação da linha (ver Tabela A.2)				
Áereo	C_I	1		
Fator tipo de linha (ver Tabela A.3)				
Linha de energia ou sinal	C_T	1		
Fator ambiental (ver Tabela A.4)				
Urbano	C_E	0,1		
Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha	N_I	0,218	1/ano	

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 7 / 27

OBJETO: REFORMA CEEFMTI PROFESSORA MAURA ABAURRE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D	**ARQUIVO:** VIV22-P02-SP-R0-01

Área de exposição equivalente de descargas atmosféricas para a terra perto da linha	A_I	4000000	m²	
Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico	P_A	1		
Medidas de proteção adicionais contra tensões de toque e passo, como as listadas na Tabela B.1				
Probabilidade de reduzir P_A dependendo das medidas de proteção contra tensões de toque e passo	P_TA	1		
Avisos de alerta				
Não	P_TA1	1		
Isolação elétrica (por exemplo, de pelo menos 3 mm de polietileno reticulado das partes expostas (por exemplo, condutores de descidas)				
Não	P_TA2	1		
Equipotencialização efetiva do solo				
Não	P_TA3	1		
Restrições físicas ou estrutura do edifício utilizada como subsistema de descida				
Não	P_TA4	1		
Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar danos físicos				
Medidas de proteção para reduzir danos físicos (Tabela B.2)				
Estrutura não protegida por SPDA	P_B	1		

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 8 / 27

OBJETO: REFORMA CEEFMTI PROFESSORA MAURA ABAURRE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D	**ARQUIVO:** VIV22-P02-SP-R0-01

Valores dos fatores C_LD e C_LI dependendo das condições de blindagem aterramento e isolamento				
Tipo de linha externa / Conexão de Entrada				
Linha aérea não blindada / Indefinida	C_LD	1		
	C_LI	1		
Probabilidade P_U de uma descarga atmosférica em uma linha causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico	P_U	0		
Medidas de proteção contra tensões de toque, como restrições físicas ou avisos visíveis de alerta. Valores de P_TU são dados na Tabela B.6				
Restrições físicas	P_TU	0		
ligações equipotenciais para descargas atmosféricas (EB) conforme a ABNT NBR 5419-3 e do nível de proteção contra descargas atmosféricas (NP) para o qual o DPS foi projetado. Valores de PEB são dados na Tabela B.7				
III - IV	P_EB	0,05		
NOTA 4 - Os valores de PEB podem ser reduzidos para DPS que tenham melhores características de proteção (correntes nominais maiores In, níveis de proteção menores Up etc.) comparados com os requisitos definidos para NP I nos locais relevantes da instalação (ver ABNT NBR 5419-1 :2015, Tabela A.3, para informações da probabilidade de correntes de descargas atmosféricas, e ABNT NBR 5419-1 :2015, Anexo E, e ABNT NBR 5419-4, Anexo D, para divisão da corrente da descarga atmosférica). Os mesmos anexos podem ser utilizados para DPS que tenha probabilidades maiores que PEB·				
Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga atmosférica na linha conectada dependendo das características da linha. Valores de P_LD são dados na Tabela B.8				

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 9 / 27

OBJETO: REFORMA CEEFMTI PROFESSORA MAURA ABAURRE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D	**ARQUIVO:** VIV22-P02-SP-R0-01

Linhas de energia ou sinal / Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	P_LD	1		
Probabilidade P_V de uma descarga atmosférica em uma linha causar danos físicos	P_V	0,05		
NOTA Um sistema coordenado de DPS de acordo com a ABNT NBR 5419-4 não é necessário para reduzir PV; neste caso, DPS de acordo com a ABNT NBR 5419-3 são suficientes.				
Probabilidade P_W de uma descarga atmosférica em uma linha causar falha de sistemas internos	P_W	1		
Probabilidade P_Z de uma descarga atmosférica perto de uma linha que entra na estrutura causar falha dos sistemas internos	P_Z	1		
Valores da probabilidade P_LI dependendo do tipo da linha e da tensão suportável de impulso U_W dos equipamentos				
Linhas de energia	P_LI	1		
Perda de vida humana (L1)				
Tipo de dano: D1, Perda típica L_A	L_A	2,59E-05		
Número de pessoas na zona	n_Z	400		
Número total de pessoas na estrutura	n_t	400		

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 10 / 27

tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona, expresso em horas por ano	t_Z	2.268		
Tipo de dano: D1, Perda típica L_U	L_U	2,589E-05		
Tipo de dano: D2, Perda típica L_B	L_B	0,0006473		
Tipo de dano: D2, Perda típica L_V	L_V	0,0006473		
Tipo de dano: D3, Perda típica L_C	L_C	0		
Tipo de dano: D3, Perda típica L_M	L_M	0		
Tipo de dano: D3, Perda típica L_W	L_W	0		
Tipo de dano: D3, Perda típica L_Z	L_Z	0		
Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico (D1) devido a um evento perigoso (ver Tabela C.2)				
Todos os tipos	L_T	0,01		
Número relativo médio típico de vítimas por danos físicos (D2) devido a um evento perigoso (ver Tabela C.2)				
Hospital, hotel, escola, edifício cívico	L_F	0,1		
Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos (D3) devido a um evento perigoso (ver Tabela C.2)				
Não se aplica	L_O	0		
NOTA 1 Os valores da Tabela C.2 se referem ao atendimento contínuo de pessoas na estrutura.				
Fator de redução da perda de vida humana dependendo do tipo do solo ou piso (ver Tabela C.3)				

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 11 / 27

OBJETO: REFORMA CEEFMTI PROFESSORA MAURA ABAURRE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D	**ARQUIVO:** VIV22-P02-SP-R0-01

Quando o dano a estrutura devido às descargas atmosféricas envolver estruturas nas redondezas ou o meio ambiente (por exemplo, emissões químicas ou radioativas), perdas adicionais (L_E) podem ser consideradas para avaliar a perda total (L_FT):				
	L_FT	0,1		
Perdas adicionais (L_E)	L_E	0		
Perda devido a danos físicos fora da estrutura (L_FE)	L_FE	1		
Tempo da presença de pessoas nos lugares perigosos fora da estrutura	t_e	8760	h/ano	
Se o tempo for desconhecido, adotar 8.760, de modo que t_e/8760 = 1.				
Fator de redução r_t em função do tipo da superfície do solo ou piso				
Agricultura, concreto	r_t	0,01		
Fator de redução r_p em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio				
Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape	r_p	0,5		
Fator de redução r_f em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura				
Incêndio / Normal	r_f	0,01		
Fator h_z aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial				

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 12 / 27

OBJETO: REFORMA CEEFMTI PROFESSORA MAURA ABAURRE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D	**ARQUIVO:** VIV22-P02-SP-R0-01

Tipo de perigo especial				
Nível médio de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais ou esportivos com um número de participantes entre 100 e 1 000 pessoas)	h_z	5		
Cálculo dos componentes de risco				
a) R1: Risco de perda de vida humana:				
Análise dos componentes de risco devido às descargas atmosféricas na estrutura (S1)				
Componente relacionado a ferimentos a seres vivos por choque elétrico (D1)				
R_A1	R_A1	2,226E-08		
Componente relacionado a danos físicos (D2)				
R_B1	R_B1	5,566E-07		
Componente relacionado à falha de sistemas internos (D3)				
R_C1	R_C1	0		N/A
Análise dos componentes de risco devido às descargas atmosféricas perto da estrutura (S2)				
Componente relacionado à falha dos sistemas internos (D3)				
R_M1	R_M1	0		N/A
Análise dos componentes de risco devido às descargas atmosféricas em uma linha conectada à estrutura (S3)				

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 13 / 27

OBJETO: REFORMA CEEFMTI PROFESSORA MAURA ABAURRE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D	**ARQUIVO:** VIV22-P02-SP-R0-01

Componente relacionado a ferimentos a seres vivos por choque elétrico (D1)				
R_U1	R_U1	0		
Componente relacionado a danos físicos (D2)				
R_V1	R_V1	7,055E-08		
Componente relacionado à falha dos sistemas internos (D3)				
R_W1	R_W1	0		N/A
Se a linha tiver mais de uma seção (ver 6.8), os valores de RU, RV e RW são a soma dos valores relevantes de RU, RV e RW para cada seção da linha. As seções a serem consideradas são aquelas entre a estrutura e o primeiro nó.				
No caso de uma estrutura com mais de uma linha conectada com diferente roteamento, os cálculos devem ser feitos para cada linha.				
No caso de uma estrutura com mais de uma linha conectada com o mesmo roteamento, o cálculo deve ser feito somente para a linha com as piores características, ou seja, a linha com os valores mais altos de N_L e N_I conectado ao sistema interno com os menores valores de U_W (linha de sinal versus linha de energia, linha não blindada versus linha blindada, linha de energia em baixa tensão versus linha de energia em alta tensão com transformador AT/BT etc.).				

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 14 / 27

OBJETO: REFORMA CEEFMTI PROFESSORA MAURA ABAURRE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D	**ARQUIVO:** VIV22-P02-SP-R0-01

Análise dos componentes de risco devido às descargas atmosféricas perto de uma linha conectada à estrutura (S4)				
Componente relacionado à falha dos sistemas internos (D3)				
R_Z	R_Z1	0		N/A
Se a linha tiver mais de uma seção (ver 6.8), o valor de R_Z é a soma dos componentes relevantes de R_Z para cada seção da linha. As seções a serem consideradas são aquelas entre a estrutura e o primeiro nó.				
Cálculo do risco de perda de vida humana:				
$R_1=R_{A1}+R_{B1}+R_{C1}^{1}+R_{M1}^{1}+R_{U1}+R_{V1}+R_{W1}^{1}+R_{Z1}^{1}$	R_1	6,494E-07		
[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 pôr em perigo a vida humana.				
5.3 Risco tolerável R_T				
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 Tabela 4.				

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 15 / 27

Tipo de perda L1, Perda de vida humana ou ferimentos permanentes	R_T1	1,00E-05		
5.4 Procedimento específico para avaliar a necessidade de proteção				
De acordo com ABNT NBR 5419-1, os riscos R1, R2 e R3 devem ser considerados na avaliação da necessidade da proteção contra as descargas atmosféricas.				
Comparação entre os valores calculados e os riscos toleráveis				
Tipo de perda L1, Perda de vida humana ou ferimentos permanentes		R_1 <= R_T1		
A Estrutura não precisa de SPDA				

PRÉDIO PRINCIPAL

Descrição / Questão	Símbolo	Valor	Unidade	N/A
Densidade de descargas atmosféricas para a terra (1/km2 × ano)	N_G	0,55	ano/km²	
Consulta realizada no site do INPE / ELAT, endereço eletrônico:				
http://www.inpe.br/webelat/homepage/				
Data da consulta				
16/09/2025				
Número de eventos perigosos para a estrutura				

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 16 / 27

OBJETO: REFORMA CEEFMTI PROFESSORA MAURA ABAURRE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D	**ARQUIVO:** VIV22-P02-SP-R0-01

Comprimento da edificação	L_D	37,7	m	
Largura da edificação	W_D	16,5	m	
Altura da edificação	H_D	12,51	m	
Área de exposição equivalente da estrutura (matematicamente)	A_D1	**9115,24**	m²	
Fator de localização da estrutura (selecionar)				
Estrutura cercada por objetos mais altos	C_D	**0,5**		
Número de eventos perigosos para a estrutura	N_D	**0,0024839**	(1/km² × ano)	
Fator tipo de linha				
Linha de energia ou sinal	C_T	**1**		
Número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente	N_DJ	**0**		
Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da estrutura	N_M	**0,457581**	1/ano	
Área de exposição equivalente de descargas atmosféricas que atingem perto da estrutura	A_M	**839598,16**	m²	
Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas na linha				
Número de sobretensões de amplitude não inferior a 1 kV (1/ano) na seção da linha	N_L	**0,00218**	1/ano	
Área de exposição equivalente de descargas atmosféricas que atingem a linha	A_L	**40000**	m²	
Comprimento da seção da linha	L_L	1000	m	

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 17 / 27

OBJETO: REFORMA CEEFMTI PROFESSORA MAURA ABAURRE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D	**ARQUIVO:** VIV22-P02-SP-R0-01

Se desconhecido, adotar 1.000 m				
Fator de instalação da linha (ver Tabela A.2)				
Áereo	C_I	1		
Fator tipo de linha (ver Tabela A.3)				
Linha de energia ou sinal	C_T	1		
Fator ambiental (ver Tabela A.4)				
Urbano	C_E	0,1		
Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha	N_I	0,218	1/ano	
Área de exposição equivalente de descargas atmosféricas para a terra perto da linha	A_I	4000000	m²	
Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico	P_A	1		
Medidas de proteção adicionais contra tensões de toque e passo, como as listadas na Tabela B.1				
Probabilidade de reduzir P_A dependendo das medidas de proteção contra tensões de toque e passo	P_TA	1		
Avisos de alerta				
Não	P_TA1	1		
Isolação elétrica (por exemplo, de pelo menos 3 mm de polietileno reticulado das partes expostas (por exemplo, condutores de descidas)				
Não	P_TA2	1		

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 18 / 27

OBJETO: REFORMA CEEFMTI PROFESSORA MAURA ABAURRE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D	**ARQUIVO:** VIV22-P02-SP-R0-01

Equipotencialização efetiva do solo				
Não	P_TA3	1		
Restrições físicas ou estrutura do edifício utilizada como subsistema de descida				
Não	P_TA4	1		
Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar danos físicos				
Medidas de proteção para reduzir danos físicos (Tabela B.2)				
Estrutura não protegida por SPDA	P_B	1		
Valores dos fatores C_LD e C_LI dependendo das condições de blindagem aterramento e isolamento				
Tipo de linha externa / Conexão de Entrada				
Linha aérea não blindada / Indefinida	C_LD	1		
	C_LI	1		
Probabilidade P_U de uma descarga atmosférica em uma linha causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico	P_U	0		
Medidas de proteção contra tensões de toque, como restrições físicas ou avisos visíveis de alerta. Valores de P_TU são dados na Tabela B.6				
Restrições físicas	P_TU	0		
ligações equipotenciais para descargas atmosféricas (EB) conforme a ABNT NBR 5419-3 e do nível de proteção contra descargas atmosféricas (NP) para o qual o DPS foi projetado. Valores de PEB são dados na Tabela B.7				
III - IV	P_EB	0,05		

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 19 / 27

OBJETO: REFORMA CEEFMTI PROFESSORA MAURA ABAURRE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D	**ARQUIVO:** VIV22-P02-SP-R0-01

NOTA 4 - Os valores de PEB podem ser reduzidos para DPS que tenham melhores características de proteção (correntes nominais maiores In, níveis de proteção menores Up etc.) comparados com os requisitos definidos para NP I nos locais relevantes da instalação (ver ABNT NBR 5419-1 :2015, Tabela A.3, para informações da probabilidade de correntes de descargas atmosféricas, e ABNT NBR 5419-1 :2015, Anexo E, e ABNT NBR 5419-4, Anexo D, para divisão da corrente da descarga atmosférica). Os mesmos anexos podem ser utilizados para DPS que tenha probabilidades maiores que PEB·				
Probabilidade de falha de sistemas internos devido a uma descarga atmosférica na linha conectada dependendo das características da linha. Valores de P_LD são dados na Tabela B.8				
Linhas de energia ou sinal / Linha aérea ou enterrada, não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento de equipotencialização do equipamento	P_LD	1		
Probabilidade P_V de uma descarga atmosférica em uma linha causar danos físicos	P_V	0,05		
NOTA Um sistema coordenado de DPS de acordo com a ABNT NBR 5419-4 não é necessário para reduzir PV; neste caso, DPS de acordo com a ABNT NBR 5419-3 são suficientes.				
Probabilidade P_W de uma descarga atmosférica em uma linha causar falha de sistemas internos	P_W	1		
Probabilidade P_Z de uma descarga atmosférica perto de uma linha que entra na estrutura causar falha dos sistemas internos	P_Z	1		
Valores da probabilidade P_LI dependendo do tipo da linha e da tensão suportável de impulso U_W dos equipamentos				

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 20 / 27

OBJETO: REFORMA CEEFMTI PROFESSORA MAURA ABAURRE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D	**ARQUIVO:** VIV22-P02-SP-R0-01

Linhas de energia	P_LI	1		
Perda de vida humana (L1)				
Tipo de dano: D1, Perda típica L_A	L_A	2,59E-05		
Número de pessoas na zona	n_Z	400		
Número total de pessoas na estrutura	n_t	400		
tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona, expresso em horas por ano	t_Z	2.268		
Tipo de dano: D1, Perda típica L_U	L_U	2,589E-05		
Tipo de dano: D2, Perda típica L_B	L_B	0,0006473		
Tipo de dano: D2, Perda típica L_V	L_V	0,0006473		
Tipo de dano: D3, Perda típica L_C	L_C	0		
Tipo de dano: D3, Perda típica L_M	L_M	0		
Tipo de dano: D3, Perda típica L_W	L_W	0		
Tipo de dano: D3, Perda típica L_Z	L_Z	0		
Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico (D1) devido a um evento perigoso (ver Tabela C.2)				
Todos os tipos	L_T	0,01		
Número relativo médio típico de vítimas por danos físicos (D2) devido a um evento perigoso (ver Tabela C.2)				

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 21 / 27

OBJETO: REFORMA CEEFMTI PROFESSORA MAURA ABAURRE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D	**ARQUIVO:** VIV22-P02-SP-R0-01

Hospital, hotel, escola, edifício cívico	L_F	0,1		
Número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos (D3) devido a um evento perigoso (ver Tabela C.2)				
Não se aplica	L_O	0		
NOTA 1 Os valores da Tabela C.2 se referem ao atendimento contínuo de pessoas na estrutura.				
Fator de redução da perda de vida humana dependendo do tipo do solo ou piso (ver Tabela C.3)				
Quando o dano a estrutura devido às descargas atmosféricas envolver estruturas nas redondezas ou o meio ambiente (por exemplo, emissões químicas ou radioativas), perdas adicionais (L_E) podem ser consideradas para avaliar a perda total (L_FT):				
	L_FT	0,1		
Perdas adicionais (L_E)	L_E	0		
Perda devido a danos físicos fora da estrutura (L_FE)	L_FE	1		
Tempo da presença de pessoas nos lugares perigosos fora da estrutura	t_e	8760	h/ano	
Se o tempo for desconhecido, adotar 8.760, de modo que t_e/8760 = 1.				
Fator de redução r_t em função do tipo da superfície do solo ou piso				
Agricultura, concreto	r_t	0,01		

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 22 / 27

OBJETO: REFORMA CEEFMTI PROFESSORA MAURA ABAURRE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D	**ARQUIVO:** VIV22-P02-SP-R0-01

Fator de redução r_p em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio				
Uma das seguintes providências: extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape	r_p	0,5		
Fator de redução r_f em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura				
Incêndio / Normal	r_f	0,01		
Fator h_z aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial				
Tipo de perigo especial				
Nível médio de pânico (por exemplo, estruturas designadas para eventos culturais ou esportivos com um número de participantes entre 100 e 1 000 pessoas)	h_z	5		
Cálculo dos componentes de risco				
a) R1: Risco de perda de vida humana:				
Análise dos componentes de risco devido às descargas atmosféricas na estrutura (S1)				
Componente relacionado a ferimentos a seres vivos por choque elétrico (D1)				
R_A1	R_A1	6,431E-08		
Componente relacionado a danos físicos (D2)				
R_B1	R_B1	1,608E-06		

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 23 / 27

OBJETO: REFORMA CEEFMTI PROFESSORA MAURA ABAURRE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D	**ARQUIVO:** VIV22-P02-SP-R0-01

Componente relacionado à falha de sistemas internos (D3)				
R_C1	R_C1	0		N/A
Análise dos componentes de risco devido às descargas atmosféricas perto da estrutura (S2)				
Componente relacionado à falha dos sistemas internos (D3)				
R_M1	R_M1	0		N/A
Análise dos componentes de risco devido às descargas atmosféricas em uma linha conectada à estrutura (S3)				
Componente relacionado a ferimentos a seres vivos por choque elétrico (D1)				
R_U1	R_U1	0		
Componente relacionado a danos físicos (D2)				
R_V1	R_V1	7,055E-08		
Componente relacionado à falha dos sistemas internos (D3)				
R_W1	R_W1	0		N/A
Se a linha tiver mais de uma seção (ver 6.8), os valores de RU, RV e RW são a soma dos valores relevantes de RU, RV e RW para cada seção da linha. As seções a serem consideradas são aquelas entre a estrutura e o primeiro nó.				
No caso de uma estrutura com mais de uma linha conectada com diferente roteamento, os cálculos devem ser feitos para cada linha.				

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 24 / 27

OBJETO: REFORMA CEEFMTI PROFESSORA MAURA ABAURRE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	**REVISÃO:** 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D	**ARQUIVO:** VIV22-P02-SP-R0-01

No caso de uma estrutura com mais de uma linha conectada com o mesmo roteamento, o cálculo deve ser feito somente para a linha com as piores características, ou seja, a linha com os valores mais altos de N_L e N_I conectado ao sistema interno com os menores valores de U_W (linha de sinal versus linha de energia, linha não blindada versus linha blindada, linha de energia em baixa tensão versus linha de energia em alta tensão com transformador AT/BT etc.).				
Análise dos componentes de risco devido às descargas atmosféricas perto de uma linha conectada à estrutura (S4)				
Componente relacionado à falha dos sistemas internos (D3)				
R_Z	R_Z1	0		N/A
Se a linha tiver mais de uma seção (ver 6.8), o valor de R_Z é a soma dos componentes relevantes de R_Z para cada seção da linha. As seções a serem consideradas são aquelas entre a estrutura e o primeiro nó.				
Cálculo do risco de perda de vida humana:				
$R_1=R_{A1}+R_{B1}+R_{C1}^{1}+R_{M1}^{1}+R_{U1}+R_{V1}+R_{W1}^{1}+R_{Z1}^{1}$	R_1	1,743E-06		
[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 pôr em perigo a vida humana.				
5.3 Risco tolerável R_T				

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 25 / 27

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 Tabela 4.				
Tipo de perda L1, Perda de vida humana ou ferimentos permanentes	R_T1	1,00E-05		
5.4 Procedimento específico para avaliar a necessidade de proteção				
De acordo com ABNT NBR 5419-1, os riscos R1, R2 e R3 devem ser considerados na avaliação da necessidade da proteção contra as descargas atmosféricas.				
Comparação entre os valores calculados e os riscos toleráveis				
Tipo de perda L1, Perda de vida humana ou ferimentos permanentes		R_1 <= R_T1		
A Estrutura não precisa de SPDA				

6. CONCLUSÃO

Baseado no estudo acima demonstrado, conclui-se que a unidade escolar analisada é dispensada de instalação de SPDA, conforme o método de avaliação estabelecido pela ABNT NBR 5419:2015, visto que os valores calculados na avaliação de risco R1 (**R1 = 1,5641E-06 e R1 = 1,743E-06**), para os blocos refeitório/auditório e bloco principal são menores que o risco tolerável Rt (***Rt = 1,00−5***).

2025-KXW274 - E-DOCS - DOCUMENTO ORIGINAL 01/10/2025 13:18 PÁGINA 26 / 27

Documento original assinado eletronicamente, conforme MP 2200-2/2001, art. 10, § 2º, por:

MATHEUS DIMANSKI COUTINHO
ENGENHEIRO ELETRICISTA JÚNIOR - MAIA MELO ENGENHARIA
GERFE - SEDU - GOVES
assinado em 01/10/2025 13:18:42 -03:00

ARIOVALDO LUSTOSA RORIZ JÚNIOR
ENGENHEIRO COORDENADOR GERAL - MAIA MELO ENGENHARIA LTDA
GERFE - SEDU - GOVES
assinado em 30/09/2025 09:28:58 -03:00

WILSON RODRIGUES GONÇALVES
COORDENADOR SETORIAL DE DIAGNÓSTICO - MAIA MELO ENGENHARIA
GERFE - SEDU - GOVES
assinado em 30/09/2025 12:05:38 -03:00

INFORMAÇÕES DO DOCUMENTO
Documento capturado em 01/10/2025 13:18:42 (HORÁRIO DE BRASÍLIA - UTC-3)
por MATHEUS DIMANSKI COUTINHO (ENGENHEIRO ELETRICISTA JÚNIOR - MAIA MELO ENGENHARIA - GERFE - SEDU - GOVES)
Valor Legal: ORIGINAL | Natureza: DOCUMENTO NATO-DIGITAL

A disponibilidade do documento pode ser conferida pelo link: https://e-docs.es.gov.br/d/2025-KXW274