



**MEMORIAL DESCRITIVO – PROJETO DE SPDA
EEEFM MARCÍLIO DIAS
CONSTRUÇÃO
VILA VELHA - ES**

2025



MEMORIAL DE CÁLCULO

SUMÁRIO

1. OBJETO	3
2. NORMAS APLICÁVEIS	3
3. DADOS DA UNIDADE	3
3.1 DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE EXPOSIÇÃO EQUIVALENTE (<i>AD</i>)	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 <i>Ng</i>	4
3.2.3 Número de descidas	4
3.2.4 Seção das cordoalhas.....	4
3.2.5 Anéis de cintamento.....	4
3.2.6 Tipos de perdas relevantes na estrutura.....	4
3.2.7 Riscos avaliados	5
3.2.8 Avaliação de <i>R1</i> (Risco de perda de vida humana).....	5
4. MEMÓRIA DE CÁLCULO - ZONAS	5
5. CONCLUSÃO	11



MEMORIAL DE CÁLCULO

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Leonardo Prudêncio Ribeiro – CREA:ES-013.237/D	ARQUIVO: MEMORIAL CÁLCULO SP-03

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 MARCÍLIO DIAS.

Com base na análise de risco é possível avaliar a necessidade ou não de uma Proteção Contra Descargas Atmosféricas (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 na zona urbana do Município de Vila Velha, composta de 06 (seis) edificações com as áreas aproximadas: Blocos Escolar – 2.009,31m², altura de 10,20 metros; Castelo D'água – 49m², altura de 13,40 metros; Quadra de Esportes – 410,75m², altura de 9,05 metros; Vestiário – 152,30m², altura de 3,60 metros; Guarita – 10,59m², altura de 3,75 metros; e Subestação – 5,88m², altura de 2,17 metros.

3.1 Determinação da área de exposição equivalente (A_D)

Para estruturas isoladas em solos planos, a área de exposição equivalente 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 A_D pode ser obtida graficamente ou matematicamente.

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 .

Localização relativa	C_D
Estrutura cercada por objetos mais altos	0,25
Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	0,5



MEMORIAL DE CÁLCULO

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Leonardo Prudêncio Ribeiro – CREA:ES-013.237/D	ARQUIVO: MEMORIAL CÁLCULO SP-03

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

Caso não haja nenhuma estrutura dentro 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 N_g

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

$$N_g = 3,0 \text{ [ano/km}^2\text{]}$$

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. Análise de Risco

3.2.6 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	Não
L3	Perda de patrimônio cultural	Não
L4	Perda de valores econômicos (estrutura, conteúdo, e perdas de atividades)	Não



MEMORIAL DE CÁLCULO

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Leonardo Prudêncio Ribeiro – CREA:ES-013.237/D	ARQUIVO: MEMORIAL CÁLCULO SP-03

3.2.7 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.

3.2.8 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.

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

4. MEMÓRIA DE CÁLCULO - ZONAS

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:



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE

CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

MEMORIAL DE CÁLCULO

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Leonardo Prudêncio Ribeiro – CREA:ES-013.237/D	ARQUIVO: MEMORIAL CÁLCULO SP-03



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Secretaria de Estado da Educação – SEDU

SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - ANÁLISE DE RISCO

EEEFM MARCÍLIO DIAS - VILA VELHA - ES

Bloco contínuo, não foi considerado o entorno com edificações

Em tempestades não haverá pessoas fora da edificação

Horário de funcionamento anual: 220 dias x 14 horas/por dia = 3.080 (escola)

Zona 1 - Bloco Escolar

Zona 2 - Guarita

Zona 3 - Vestiário

Zona 4 - Quadra

Zona 5 - Subestação

Zona 6 - Castelo d'água

Município: São Mateus

Comprimento (C) -	73,60	Largura (L) -	27,30	Altura (H) -	10,20	Bloco Escolar
Comprimento (C) -	4,19	Largura (L) -	3,69	Altura (H) -	3,75	Guarita
Comprimento (C) -	21,45	Largura (L) -	7,10	Altura (H) -	3,60	Vestiário
Comprimento (C) -	29,95	Largura (L) -	18,70	Altura (H) -	9,05	Quadra
Comprimento (C) -	4,02	Largura (L) -	1,46	Altura (H) -	2,17	Subestação
Comprimento (C) -	9,80	Largura (L) -	5,00	Altura (H) -	13,40	Castelo d'água

Numero pessoas dentro da edificação: 1446

Numero pessoas fora da edificação:

Ng (site do INPE) = 3,0 descargas/km²/ano

DISTRIBUIÇÃO DAS PESSOAS NAS ZONAS

Zona	Numero de pessoas	Tempo de presença (horas ano)
Zona 1 - Bloco Escolar	1090	3080
Zona 2 - Guarita	1	3080
Zona 3 - Vestiário	50	720
Zona 4 - Quadra	300	720
Zona 5 - Subestação	2	720
Zona 6 - Castelo d'água	2	720
Total	$n_t = 1446$	9760

ANALISE DE RISCO

CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA E DO MEIO AMBIENTE

Parametros de Entrada	Comentarios	Simbolo	Valor			Referencia
Densidade de descargas atmosfericas (1/km2/ano)	http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng/	Ng	3,00			
Dimensões da estrutura (m)	Bloco Escolar	C, L, H	73,60 c	27,30 l	10,20 h	
Dimensões da estrutura (m)	Guarita	C, L, H	4,19 c	3,69 l	3,75 h	
Dimensões da estrutura (m)	Vestiário	C, L, H	21,45 c	7,10 l	3,60 h	
Dimensões da estrutura (m)	Quadra	C, L, H	29,95 c	18,70 l	9,05 h	
Dimensões da estrutura (m)	Subestação	C, L, H	4,02 c	1,46 l	2,17 h	
Dimensões da estrutura (m)	Castelo d'água	C, L, H	9,80 c	5,00 l	13,40 h	
Fator de localização da estrutura	Cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	C_D	0,5			Tabela A.1 (parte2 - pag 36)
SPDA	Estrutura não protegida por	P_B	1			Tabela B.2 (parte2 - pag 41)
Ligação equipotencial	Sem DPS	P_{EB}	1			Tabela B.7 (parte2 - pag 46)
Blindagem espacial externa	Nenhuma	K_{s1}	0			Equação B.5 ($K_{s1} = 0,12 \times Wm1$)
			Wm1	0		

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFECONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC**MEMORIAL DE CÁLCULO**

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Leonardo Prudêncio Ribeiro – CREA:ES-013.237/D	ARQUIVO: MEMORIAL CÁLCULO SP-03

LINHA DE ENERGIA				
Parametros de Entrada	Comentarios	Símbolo	Valor	Referencia
Comprimento (m) da seção da linha		L _L	1000	
Fator de instalação	Enterrada	C _I	0,5	Tabela A.2 (parte2 - pag 37)
Fator tipo de linha	Linha BT	C _T	1	Tabela A.3 (parte2 - pag 38)
Fator ambiental	Urbano	C _E	0,1	Tabela A.4 (parte2 - pag 38)
Blindagem da linha (Ω/km)	Não blindada	R _S	1	Tabela B.8 (parte2 - pag 47)
Blindagem, aterramento, isolamento	Nenhuma	C _{LD}	1	Tabela B.4 (parte2 - pag 43)
		C _{LI}	1	
	Estrutura adjacente	Nenhuma	C _{IJ} , L _{IJ} , H _{IJ}	0
Fator de localização da estrutura adjacente	Nenhuma	C _{DJ}	0	Tabela A.1 (parte2 - pag 36)
Tensao suportavel dos sistemas internos (kV)		U _W	1	Tabela B.8 (parte2 - pag 47)
	Parametros resultantes	K _{S4}	1,00	Equação B.7 (Ks4 = 1 / Uw)
		P _{LD}	1	Tabela B.8 (parte2 - pag 47)
		P _{LI}	0,3	Tabela B.9 (parte2 - pag 47)
LINHA DE SINAL				
Parametros de Entrada	Comentarios	Símbolo	Valor	Referencia
Comprimento (m) da seção da linha		L _L	1000	
Fator de instalação	Enterrada	C _I	0,5	Tabela A.2 (parte2 - pag 37)
Fator tipo de linha	Linha BT	C _T	1	Tabela A.3 (parte2 - pag 38)
Fator ambiental	Urbano	C _E	0,1	Tabela A.4 (parte2 - pag 38)
Blindagem da linha (Ω/km)	Não blindada	R _S	1	Tabela B.8 (parte2 - pag 47)
Blindagem, aterramento, isolamento	Nenhuma	C _{LD}	1	Tabela B.4 (parte2 - pag 43)
		C _{LI}	1	
	Estrutura adjacente	Nenhuma	C _{IJ} , L _{IJ} , H _{IJ}	0
Fator de localização da	Nenhuma	C _{DJ}	0	Tabela A.1 (parte2 - pag 36)
Tensao suportavel dos sistemas		U _W	1	
	Parametros resultantes	K _{S4}	1	Equação B.7 (Ks4 = 1 / Uw)
		P _{LD}	1	Tabela B.8 (parte2 - pag 47)
		P _{LI}	0,3	Tabela B.9 (parte2 - pag 47)
FATORES VALIDOS PARA ZONA Z1				
Parametros de Entrada	Comentarios	Símbolo	Valor	Referencia
Tipo de piso	Marmore, ceramica	r _t	0,001	Tabela C.3 (parte2 - pag 53)
Proteção contra choque (descarga atmosferica na estrutura)	Nenhuma	P _{TA}	1	Tabela B.1 (parte2 - pag 40)
Risco de incendio	baixo	r _f	10 ⁻³	Tabela C.5 (parte2 - pag 53)
Proteção contra incendio	Extintores, hidrantes, alarme de incendio, sinalização	r _p	0,5	Tabela C.4 (parte2 - pag 53)
Blindagem espacial interna	Nenhuma	K _{S2}	0	Equação B.6 (Ks2 = 0,12 x Wm2)
L1: perda de vida humana	Médio nível de panico	h _z	5	Tabela C.6 (parte2 - pag 54)
	D1: devido a tensao de toque e de passo	L _T	0,01	Tabela C.2 (parte2 - pag 50)
	D2: devido a danos físicos	L _F	0,1	
	D3: devido a falha de sistemas internos	L _O	0	
Fatores para pessoas na zona	n _z /n _t x t _z /8760	-	0,2650	



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE

CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

MEMORIAL DE CÁLCULO

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Leonardo Prudêncio Ribeiro – CREA:ES-013.237/D	ARQUIVO: MEMORIAL CÁLCULO SP-03

FATORES VALIDOS PARA ZONA Z2				
Parametros de Entrada	Comentarios	Simbolo	Valor	Referencia
Tipo de piso	Marmore, ceramica	r_t	0,001	Tabela C.3 (parte2 - pag 53)
Proteção contra choque (descarga atmosferica na estrutura)	Nenhuma	P_{TA}	1	Tabela B.1 (parte2 - pag 40)
Proteção contra choque (descarga atmosferica na linha)	Nenhum	P_{TU}	1	Tabela B.6 (parte2 - pag 46)
Risco de incendio	baixo	r_f	10^{-3}	Tabela C.5 (parte2 - pag 53)
Proteção contra incendio	Extintores, hidrantes, alarme de incendio, sinalização	r_p	0,5	Tabela C.4 (parte2 - pag 53)
Blindagem espacial interna	Nenhuma	K_{s2}	0	Equação B.6 ($K_{s2} = 0,12 \times Wm2$)
L1: perda de vida humana	Médio nível de panico	h_z	5	Tabela C.6 (parte2 - pag 54)
	D1: devido a tensao de toque e de passo	L_T	0,01	Tabela C.2 (parte2 - pag 50)
	D2: devido a danos físicos	L_F	0,1	
	D3: devido a falha de sistemas internos	L_O	xx	
Fatores para pessoas na zona	$n_z/n_t \times t_z/8760$	xx	0,0002	$n_z/n_t \times t_z/8760$
FATORES VALIDOS PARA ZONA Z3				
Parametros de Entrada	Comentarios	Simbolo	Valor	Referencia
Tipo de piso	Marmore, ceramica	r_t	0,001	Tabela C.3 (parte2 - pag 53)
Proteção contra choque (descarga atmosferica na estrutura)	Nenhuma	P_{TA}	1	Tabela B.1 (parte2 - pag 40)
Proteção contra choque (descarga atmosferica na linha)	Nenhum	P_{TU}	1	Tabela B.6 (parte2 - pag 46)
Risco de incendio	baixo	r_f	10^{-3}	Tabela C.5 (parte2 - pag 53)
Proteção contra incendio	Extintores, hidrantes, alarme de incendio, sinalização	r_p	0,5	Tabela C.4 (parte2 - pag 53)
Blindagem espacial interna	Nenhuma	K_{s2}	0	Equação B.6 ($K_{s2} = 0,12 \times Wm2$)
L1: perda de vida humana	Perigo especial - nivel medio	h_z	5	Tabela C.6 (parte2 - pag 54)
	D1: devido a tensao de toque	L_T	0,01	Tabela C.2 (parte2 - pag 50)
	D2: devido a danos físicos	L_F	0,1	
	D3: devido a falha de sistemas	L_O	xx	
Fatores para pessoas na zona	$400_{/478} \times 3080/8760 = 0,2937$	xx	0,0028	$n_z/n_t \times t_z/8760$
FATORES VALIDOS PARA ZONA Z4				
Parametros de Entrada	Comentarios	Simbolo	Valor	Referencia
Superficie do piso	Marmore, ceramica	r_t	0,001	Tabela C.3 (parte2 - pag 53)
Proteção contra choque	Nenhuma	P_{TA}	1	Tabela B.1 (parte2 - pag 40)
Risco de incendio	Nenhum	r_f	10^{-3}	Tabela C.5 (parte2 - pag 53)
Proteção contra incendio	Extintores, hidrantes, alarme	r_p	0,5	Tabela C.4 (parte2 - pag 53)
Blindagem espacial interna	Nenhuma	K_{s2}	0	Equação B.6 ($K_{s2} = 0,12 \times Wm2$)
L1: perda de vida humana	Perigo especial nivel medio	h_z	5	Tabela C.6 (parte2 - pag 54)
	D1: devido a tensao de toque	L_T	0,01	Tabela C.2 (parte2 - pag 50)
	D2: devido a danos físicos	L_F	0,1	
	D3: devido a falha de sistemas	L_O	xx	
Fatores para pessoas na zona	$n_z/n_t \times t_z/8760$	xx	0,0171	



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE

CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

MEMORIAL DE CÁLCULO

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Leonardo Prudêncio Ribeiro – CREA:ES-013.237/D	ARQUIVO: MEMORIAL CÁLCULO SP-03

FATORES VALIDOS PARA ZONA Z5				
Parametros de Entrada	Comentarios	Símbolo	Valor	Referencia
Superfície do piso	Marmore, ceramica	r_t	0,001	Tabela C.3 (parte2 - pag 53)
Proteção contra choque	Nenhuma	P_{TA}	1	Tabela B.1 (parte2 - pag 40)
Risco de incendio	Nenhum	r_f	10^{-3}	Tabela C.5 (parte2 - pag 53)
Proteção contra incendio	Extintores, hidrantes, alarme	r_p	0,5	Tabela C.4 (parte2 - pag 53)
Blindagem espacial interna	Nenhuma	K_{s2}	0	Equação B.6 ($K_{s2} = 0,12 \times Wm2$)
L1: perda de vida humana	Perigo especial nivel medio	h_z	5	Tabela C.6 (parte2 - pag 54)
	D1: devido a tensao de toque	L_T	0,01	Tabela C.2 (parte2 - pag 50)
	D2: devido a danos físicos	L_F	0,1	
	D3: devido a falha de sistemas	L_O	xx	
Fatores para pessoas na zona	$n_z/n_t \times t_z/8760$	xx	0,0001	

FATORES VALIDOS PARA ZONA Z6				
Parametros de Entrada	Comentarios	Símbolo	Valor	Referencia
Superfície do piso	Marmore, ceramica	r_t	0,001	Tabela C.3 (parte2 - pag 53)
Proteção contra choque	Nenhuma	P_{TA}	1	Tabela B.1 (parte2 - pag 40)
Risco de incendio	Nenhum	r_f	10^{-3}	Tabela C.5 (parte2 - pag 53)
Proteção contra incendio	Extintores, hidrantes, alarme	r_p	0,5	Tabela C.4 (parte2 - pag 53)
Blindagem espacial interna	Nenhuma	K_{s2}	0	Equação B.6 ($K_{s2} = 0,12 \times Wm2$)
L1: perda de vida humana	Perigo especial nivel medio	h_z	5	Tabela C.6 (parte2 - pag 54)
	D1: devido a tensao de toque	L_T	0,01	Tabela C.2 (parte2 - pag 50)
	D2: devido a danos físicos	L_F	0,1	
	D3: devido a falha de sistemas	L_O	xx	
Fatores para pessoas na zona	$n_z/n_t \times t_z/8760$	xx	0,0001	

CALCULO DAS QUANTIDADES RELEVANTES				
AREAS DE EXPOSIÇÃO EQUIVALENTES DA ESTRUTURA E DAS LINHAS - ZONA 1				
	Símbolo	Resultado m²	Referencia	Equação
ESTRUTURA	A_{D1}	11.126,03	(A.2)	$A_0 = C \times L + 2 \times (3 \times H) \times (C \times L) + 3,1417 \times (3 \times H)^2$
	A_M		(A.7)	Não relevante
LINHA DE ENERGIA	$A_{L/P}$	40.000	(A.9)	$A_{L/P} = 40 \times L_L$
	$A_{I/P}$	4.000.000	(A.11)	Não relevante
	$A_{DA/P}$	0	(A.2)	Nenhuma estrutura adjacente
LINHA DE SINAL	$A_{L/T}$	40.000	(A.9)	$A_{L/P} = 40 \times L_L$
	$A_{I/T}$	4.000.000	(A.11)	Não relevante
	$A_{DA/T}$	0	(A.2)	Nenhuma estrutura adjacente

AREAS DE EXPOSIÇÃO EQUIVALENTES DA ESTRUTURA E DAS LINHAS - ZONA 2				
	Símbolo	Resultado m²	Referencia	Equação
ESTRUTURA	A_{D2}	590,37	(A.2)	$A_0 = C \times L + 2 \times (3 \times H) \times (C \times L) + 3,1417 \times (3 \times H)^2$
	A_M		(A.7)	Não relevante
LINHA DE ENERGIA	$A_{L/P}$	40.000	(A.9)	$A_{L/P} = 40 \times L_L$
	$A_{I/P}$	4.000.000	(A.11)	Não relevante
	$A_{DA/P}$	0	(A.2)	Nenhuma estrutura adjacente
LINHA DE SINAL	$A_{L/T}$	40.000	(A.9)	$A_{L/P} = 40 \times L_L$
	$A_{I/T}$	4.000.000	(A.11)	Não relevante
	$A_{DA/T}$	0	(A.2)	Nenhuma estrutura adjacente

AREAS DE EXPOSIÇÃO EQUIVALENTES DA ESTRUTURA E DAS LINHAS - ZONA 3				
	Símbolo	Resultado m²	Referencia	Equação
ESTRUTURA	A_{D3}	1.135,41	(A.2)	$A_0 = C \times L + 2 \times (3 \times H) \times (C \times L) + 3,1417 \times (3 \times H)^2$
	A_M		(A.7)	Não relevante
LINHA DE ENERGIA	$A_{L/P}$	40.000	(A.9)	$A_{L/P} = 40 \times L_L$
	$A_{I/P}$	4.000.000	(A.11)	Não relevante
	$A_{DA/P}$	0	(A.2)	Nenhuma estrutura adjacente
LINHA DE SINAL	$A_{L/T}$	40.000	(A.9)	$A_{L/P} = 40 \times L_L$
	$A_{I/T}$	4.000.000	(A.11)	Não relevante
	$A_{DA/T}$	0	(A.2)	Nenhuma estrutura adjacente



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE

CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

MEMORIAL DE CÁLCULO

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA EEEFM MARCÍLIO DIAS

ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA

REVISÃO:00

RESPONSABILIDADE TÉCNICA:

Engº Leonardo Prudêncio Ribeiro – CREA:ES-013.237/D

ARQUIVO:MEMORIAL CÁLCULO SP-03

ÁREAS DE EXPOSIÇÃO EQUIVALENTES DA ESTRUTURA E DAS LINHAS - ZONA 5				
	Símbolo	Resultado m²	Referência	Equação
ESTRUTURA	A_{02}	210,36	(A.2)	$A_0 = C \times L + 2 \times (3 \times H) \times (C \times L) + 3,1417 \times (3 \times H)^2$
	A_{02}		(A.7)	Não relevante
LINHA DE ENERGIA	A_{02P}	40.000	(A.9)	$A_{02P} = 40 \times L_L$
	A_{02P}	4.000.000	(A.11)	Não relevante
	A_{02AP}	0	(A.2)	Nenhuma estrutura adjacente
	A_{02T}	40.000	(A.9)	$A_{02P} = 40 \times L_L$
LINHA DE SINAL	A_{02T}	4.000.000	(A.11)	Não relevante
	A_{02AT}	0	(A.2)	Nenhuma estrutura adjacente

ÁREAS DE EXPOSIÇÃO EQUIVALENTES DA ESTRUTURA E DAS LINHAS - ZONA 6				
	Símbolo	Resultado m²	Referência	Equação
ESTRUTURA	A_{06}	6.315,87	(A.2)	$A_0 = C \times L + 2 \times (3 \times H) \times (C \times L) + 3,1417 \times (3 \times H)^2$
	A_{06}		(A.7)	Não relevante
LINHA DE ENERGIA	A_{06P}	40.000	(A.9)	$A_{06P} = 40 \times L_L$
	A_{06P}	4.000.000	(A.11)	Não relevante
	A_{06AP}	0	(A.2)	Nenhuma estrutura adjacente
	A_{06T}	40.000	(A.9)	$A_{06P} = 40 \times L_L$
LINHA DE SINAL	A_{06T}	4.000.000	(A.11)	Não relevante
	A_{06AT}	0	(A.2)	Nenhuma estrutura adjacente

ÁREAS DE EXPOSIÇÃO EQUIVALENTES DA ESTRUTURA E DAS LINHAS - TOTAL				
	Símbolo	Resultado m²	Referência	Equação
ESTRUTURA	A_{0TSM}	24.895,55	(A.2)	$A_0 = C \times L + 2 \times (3 \times H) \times (C \times L) + 3,1417 \times (3 \times H)^2$
	A_{06}		(A.7)	Não relevante
LINHA DE ENERGIA	A_{06P}	40.000	(A.9)	$A_{06P} = 40 \times L_L$
	A_{06P}	4.000.000	(A.11)	Não relevante
	A_{06AP}	0	(A.2)	Nenhuma estrutura adjacente
	A_{06T}	40.000	(A.9)	$A_{06P} = 40 \times L_L$
LINHA DE SINAL	A_{06T}	4.000.000	(A.11)	Não relevante
	A_{06AT}	0	(A.2)	Nenhuma estrutura adjacente

NÚMERO ANUAL DE EVENTOS PERIGOSOS ESPERADOS				
	Símbolo	Resultado 1/ano	Referência	Equação
ESTRUTURA	N_0	0,037343318	(A.4)	$N_0 = N_g \times A_0 \times C_D \times 10^{-4}$
	N_{0U}		(A.6)	Não relevante
LINHA DE ENERGIA	N_{02P}		(A.8)	$N_{02P} = N_g \times A_{02P} \times C_{DP} \times C_{L2P} \times C_{LP} \times 10^{-4}$
	N_{02P}		(A.10)	Não relevante
	N_{02AP}		(A.5)	Nenhuma estrutura adjacente
	N_{02T}		(A.8)	$N_{02T} = N_g \times A_{02T} \times C_{DT} \times C_{L2T} \times C_{LP} \times 10^{-4}$
LINHA DE SINAL	N_{02T}		(A.10)	Não relevante
	N_{02AT}		(A.5)	Nenhuma estrutura adjacente

Risco R1 para estruturas não protegidas (valores x 10 ⁻⁵)									
TIPOS DE DANOS	SÍMBOLO	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6	ZT	
D1 FERIMENTOS DEVIDO A CHOQUE	$R_A = N_D \times P_A \times L_A$	4,42E-08	2,15E-12	4,84E-11	1,41E-09	3,59E-13	1,08E-11	4,57E-08	
	$R_U = R_{U/P} + R_{U/T} + (N_L + N_{0U}) \times P_U \times L_U$	1,59E-09	1,46E-11	1,71E-10	1,02E-09	6,82E-12	6,82E-12	2,81E-09	
D2 DANOS FÍSICOS	$R_B = N_D \times P_B \times L_B$	2,21E-08	1,08E-12	2,42E-11	7,06E-10	1,79E-13	5,38E-12	2,29E-08	
	$R_V = R_{V/P} + R_{V/T} + (N_L + N_{0V}) \times P_V \times L_V$	7,95E-10	7,29E-12	8,53E-11	5,12E-10	3,41E-12	3,41E-12	1,41E-09	
TOTAL		6,87333E-08	2,511E-11	3,284E-10	3,652E-09	1,077E-11	2,639E-11	7,27756E-08	
TOLERÁVEL		R1 < RT : PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFERICAS NÃO É NECESSARIA							
		7,27756E-08 < E-05							

1) RESPONSÁVEL TÉCNICO DO PROJETO - ENG. LEONARDO PRUDÊNCIO RIBEIRO - CREA ES: 013.237/D - ART Nº 082050002364, EMITIDA EM 07/01/2025

2) RESULTADOS PARA DECISÃO DA CLASSE DE PROTEÇÃO = CONFORME CÁLCULO DE RISCO, NÃO É NECESSÁRIO A INSTALAÇÃO DE PARA RAIOS, PORÉM POR MOTIVOS DE SEGURANÇA SERÁ INSTALADO UM SISTEMA DE ATERRAMENTO NÍVEL IV ALÉM DE DPS NOS QUADROS DE DISJUNTORES;

3) CONSIDERANDO AS NORMAS TÉCNICAS DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ES - NT 04/2020 e NT 02/2013 E A FIM DE GARANTIR A SEGURANÇA DOS USUÁRIOS CONTRA INCÊNDIO E PÂNICO NAS EDIFICAÇÕES E ÁREAS DE RISCO CONFORME SUAS OCUPAÇÕES, SE FAZ NECESSÁRIO A INSTALAÇÃO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS (SPDA) PARA INSTITUIÇÕES DE ENSINO COM ÁREA ACIMA DE 900 m².

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE

CONSÓRCIO
CONTROL TEC | SETEC

MEMORIAL DE CÁLCULO

OBJETO: CONSTRUÇÃO DA EEEFM MARCÍLIO DIAS	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº Leonardo Prudêncio Ribeiro – CREA:ES-013.237/D	ARQUIVO: MEMORIAL CÁLCULO SP-03

5. CONCLUSÃO

Baseado no estudo acima demonstrado, conclui-se que não é necessário a instalação sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA), conforme o método de avaliação estabelecido pela ABNT NBR 5419:2015, visto que os valores calculados na avaliação de risco R1 para os Blocos são: Bloco Escolar: $R1 = 6,87333E-08$, Guarita: $R1 = 2,511E-11$, Vestiário: $R1 = 3,284E-10$, Quadra de Esportes: $R1 = 3,652E-09$, Subestação: $R1 = 1,077E-11$ e Castelo D'água: $R1 = 2,639E-11$. Diante disto todos os valores alcançados são menores que o risco tolerável R_t ($R_t=1,00E-5$). Contudo, considerando as normas técnicas do Corpo de Bombeiros Militar do ES - NT 04/2020 e NT 02/2013 e a fim de garantir a segurança dos usuários contra incêndio e pânico nas edificações e áreas de risco conforme suas ocupações, se faz necessário a instalação de sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) para instituições de ensino com área acima de 900 m².

Vitória – ES, 16 de janeiro de 2025

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

LEONARDO PRUDÊNCIO RIBEIRO

CIDADÃO

assinado em 03/06/2026 08:19:48 -03:00

GUSTAVO ALMEIDA DE OLIVEIRA CHAVES

CIDADÃO

assinado em 03/06/2026 09:56:44 -03:00



INFORMAÇÕES DO DOCUMENTO

Documento capturado em 03/06/2026 09:56:44 (HORÁRIO DE BRASÍLIA - UTC-3)
por LORRAYNE DEFENDENTE MOREIRA (TEC. EM EDIFICAÇÕES JR - 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/2026-HWDZRC>