



**MEMORIAL DE CÁLCULO – SPDA
REFORMA DA EEEFM PADRE HUMBERTO
PIACENTE
VILA VELHA - ES**

2025



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE
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
4. ANÁLISE DE RISCO	5
4.1.1 Tipos de perdas relevantes na estrutura	5
4.1.2 Riscos avaliados	5
4.1.3 Avaliação de <i>R1</i> (Risco de perda de vida humana).....	5
5. MEMÓRIA DE CÁLCULO	6
5.1 BLOCO ESCOLAR.....	6
5.2 QUADRA	16
6. CONCLUSÃO	26



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE
MEMORIAL DE CÁLCULO



OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

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 PADRE HUMBERTO PIACENTE, 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 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 no município de Vila Velha, composta por duas edificações. Estes serão avaliados separadamente conforme as características de cada edificação.

Edifício	Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)
Bloco escolar	9,99	43,59	64,67
Quadra	9,76	20,22	25,66

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.

As áreas A_D dos blocos foram calculadas 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 .

Localização relativa	C_D
Estrutura cercada por objetos mais altos	0,25



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE
MEMORIAL DE CÁLCULO



OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

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 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 Mimoso do Sul, ES é aproximadamente:

$$N_g = 1,09 \text{ [ano/km}^2\text{]}$$

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.



OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

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
<i>L1</i>	Perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes)	Sim
<i>L2</i>	Perda de serviço ao público	Sim
<i>L3</i>	Perda de patrimônio cultural	Não
<i>L4</i>	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
<i>R₁</i>	Risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes)	Sim
<i>R₂</i>	Risco de perda de serviço ao público	Não
<i>R₃</i>	Risco de perda de patrimônio cultural	Não
<i>R₄</i>	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 *R₁* (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.

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



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

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

MEMORIAL DE CÁLCULO



OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

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:

5.1 Bloco escolar

BLOCO ESCOLAR

Descrição / Questão	Símbolo	Valor	Unidade
Densidade de descargas atmosféricas para a terra (1/km ² × ano)	N_G	0,55	ano/km ²
Número de eventos perigosos para a estrutura			
Comprimento da edificação	L_D	64,67	m
Largura da edificação	W_D	43,59	m
Altura da edificação	H_D	9,99	m
Área de exposição equivalente da estrutura (matematicamente)	A_D1	12129,85	m ²
Fator de localização da estrutura (selecionar) Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos	C_D	0,5	
Número de eventos perigosos para a estrutura	N_D	0,0033058	(1/km ² × 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	0,4871016	1/ano



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

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

MEMORIAL DE CÁLCULO



OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

Área de exposição equivalente de descargas atmosféricas que atingem perto da estrutura

A_M 893658,16 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 0,0010901 1/ano

Área de exposição equivalente de descargas atmosféricas que atingem a linha

A_L 40000 m²

Comprimento da seção da linha

Se desconhecido, adotar 1.000 m

L_L 1000 m

Fator de instalação da linha (ver Tabela A.2)

Enterrado

C_I 0,5

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 0,109013 1/ano

Área de exposição equivalente de descargas atmosféricas para a terra perto da linha

A_I 4000000 m²



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

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

MEMORIAL DE CÁLCULO



OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

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

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



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

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

MEMORIAL DE CÁLCULO



OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

C_LI

Probabilidade P_U de uma descarga atmosférica em uma linha causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico

P_U

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}

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}

NOTA 4 - Os valores de PEB podem ser reduzidos para DPS que tenham melhores características de proteção (correntes nominais maiores I_n , níveis de proteção menores U_p 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 um 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}

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE**MEMORIAL DE CÁLCULO**

OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

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 4,13E-05

Número de pessoas na zona

n_Z 460

Número total de pessoas na estrutura

n_t 460

tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona, expresso em horas por ano

t_Z 3.618

Tipo de dano: D1, Perda típica **L_U**

L_U 4,13E-05

Tipo de dano: D2, Perda típica **L_B**

L_B 0,0010325



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

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

MEMORIAL DE CÁLCULO



OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

Tipo de dano: D2, Perda típica L_V

L_V 0,0010325

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)

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):



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE
MEMORIAL DE CÁLCULO



OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

L_FT

Perdas adicionais (L_E)

L_E

Perda devido a danos físicos fora da estrutura (L_FE)

L_FE

Tempo da presença de pessoas nos lugares perigosos fora da estrutura

t_e 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

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

Fator de redução r_f em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura

Incêndio / Normal

r_f

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



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

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

MEMORIAL DE CÁLCULO



OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

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

1,365E-07

Componente relacionado a danos físicos (D2)

R_B1

R_B1

3,413E-06

Componente relacionado à falha de sistemas internos (D3)

R_C1

R_C1

0

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

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

5,628E-08

Componente relacionado à falha dos sistemas internos (D3)



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE
MEMORIAL DE CÁLCULO



OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

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.).

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:

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

R_1

3,606E-06



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE
MEMORIAL DE CÁLCULO



OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

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.

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.

Tipo de perda L1, Perda de vida humana ou ferimentos permanentes

R_T

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

A Estrutura não precisa de SPDA

$R_1 \leq R_T$

**GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**Secretaria Estadual da Educação – SEDU
Subsecretaria de Suporte a Educação – SESE/GERFE**MEMORIAL DE CÁLCULO**

OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

5.2 Quadra

BLOCO QUADRA

Descrição / Questão	Símbolo	Valor	Unidade	N/A
Densidade de descargas atmosféricas para a terra (1/km ² × ano)	N_G	0,55	ano/km ²	
Número de eventos perigosos para a estrutura				
Comprimento da edificação	L_D	25,66	m	
Largura da edificação	W_D	20,22	m	
Altura da edificação	H_D	9,76	m	
Área de exposição equivalente da estrutura (matematicamente)	A_D1	5898,92	m ²	
Fator de localização da estrutura (selecionar) Estrutura cercada por objetos mais altos	C_D	0,25		
Número de eventos perigosos para a estrutura	N_D	0,0008038	(1/km ² × 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	0,4531004	1/ano	
Área de exposição equivalente de descargas atmosféricas que atinge perto da estrutura	A_M	831278,16	m ²	



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

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

MEMORIAL DE CÁLCULO



OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

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 1/ano

Área de exposição equivalente de descargas atmosféricas que atingem a linha

A_L m²

Comprimento da seção da linha

Se desconhecido, adotar 1.000 m

L_L m

Fator de instalação da linha (ver Tabela A.2)

Áereo

C_I

Fator tipo de linha (ver Tabela A.3)

Linha de energia ou sinal

C_T

Fator ambiental (ver Tabela A.4)

Urbano

C_E

Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas atmosféricas perto da linha

N_I 1/ano

Área de exposição equivalente de descargas atmosféricas para a terra perto da linha

A_I m²

Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico

P_A



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

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

MEMORIAL DE CÁLCULO



OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

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

Avisos de alerta

Não

P_TA1

Isolação elétrica (por exemplo, de pelo menos 3 mm de
polietileno reticulado das partes expostas (por exemplo, condutores de
descidas)

Não

P_TA2

Equipotencialização efetiva do solo

Não

P_TA3

Restrições físicas ou estrutura do edifício utilizada como
subsistema de descida

Não

P_TA4

**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

**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

C_LI



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

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

MEMORIAL DE CÁLCULO



OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

Probabilidade P_U de uma descarga atmosférica em uma linha causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico

P_U

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}

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}

NOTA 4 - Os valores de PEB podem ser reduzidos para DPS que tenham melhores características de proteção (correntes nominais maiores I_n , níveis de proteção menores U_p 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 robabilidades maiores que PEB.

Probabilidade de falha de sistemas internos devido a umprobabilidade 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}

Probabilidade P_V de uma descarga atmosférica em uma linha causar danos físicos

P_V



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

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

MEMORIAL DE CÁLCULO



OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

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

Probabilidade P_Z de uma descarga atmosférica perto de uma linha que entra na estrutura causar falha dos sistemas internos

P_Z

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}

Perda de vida humana (L1)

Tipo de dano: D1, Perda típica L_A

L_A

Número de pessoas na zona

n_Z

Número total de pessoas na estrutura

n_t

tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona, expresso em horas por ano

t_Z

Tipo de dano: D1, Perda típica L_U

L_U

Tipo de dano: D2, Perda típica L_B

L_B

Tipo de dano: D2, Perda típica L_V

L_V



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

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

MEMORIAL DE CÁLCULO



OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

Tipo de dano: D3, Perda típica L_C

L_C

Tipo de dano: D3, Perda típica L_M

L_M

Tipo de dano: D3, Perda típica L_W

L_W

Tipo de dano: D3, Perda típica L_Z

L_Z

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

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

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

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



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

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

MEMORIAL DE CÁLCULO



OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

Perdas adicionais (L_E)

L_E

Perda devido a danos físicos fora da estrutura (L_FE)

L_FE

Tempo da presença de pessoas nos lugares perigosos fora da estrutura

t_e 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

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

Fator de redução r_f em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura

Incêndio / Normal

r_f

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

Cálculo dos componentes de risco



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

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

MEMORIAL DE CÁLCULO



OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

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 2,081E-08

Componente relacionado a danos físicos (D2)

R_B1

R_B1 5,203E-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)

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 7,056E-08



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

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

MEMORIAL DE CÁLCULO



OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

internos (D3) Componente relacionado à falha dos sistemas

R_W1

R_W1

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.).

Análise dos componentes de risco devido às descargas atmosféricas perto de uma linha conectada à estrutura (S4)

internos (D3) Componente relacionado à falha dos sistemas

R_Z

R_Z1

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.



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

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

MEMORIAL DE CÁLCULO



OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

Cálculo do risco de perda de vida humana:

$$R_{Z1} = R_{A1} + R_{B1} + R_{C1^1} + R_{M1} + R_{U1} + R_{V1} + R_{W1} + R_{X1} + R_{Y1}$$

R_1 6,117E-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 por 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.

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 o riscos toleráveis

Tipo de perda L1, Perda de vida humana ou ferimentos permanentes R_1 <= R_T1

A Estrutura não precisa de SPDA



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

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

MEMORIAL DE CÁLCULO



OBJETO: REFORMA EEEFM PADRE HUMBERTO PIACENTE	
ASSUNTO: ANÁLISE DE RISCO SPDA	REVISÃO: 00
RESPONSABILIDADE TÉCNICA: Engº MATHEUS DIMANSKI COUTINHO – CREA: ES 052339/D Tecº JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS – CFT: 19024944740	ARQUIVO: VIV20-P03-SP-E-R0-02

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 (**$R1 = 4,3711E-06$, $R1 = 1,852E-06$, $R1 = 5,4779E-06$, $R1=2,9979E-07$ e $R1 = 3,894E-07$**), para o bloco escolar e quadra são menores que o risco tolerável Rt (**$Rt = 1,00-5$**).

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 02/09/2025 11:49:10 -03:00

ARIOVALDO LUSTOSA RORIZ JÚNIOR
ENGENHEIRO COORDENADOR GERAL - MAIA MELO ENGENHARIA
LTDA
GERFE - SEDU - GOVES
assinado em 02/09/2025 11:24:42 -03:00

JOHN HOUSSAY EZEQUIEL BARROS
TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA JR - MAIA MELO ENGENHARIA
GERFE - SEDU - GOVES
assinado em 02/09/2025 08:28:58 -03:00

WILSON RODRIGUES GONÇALVES
COORDENADOR SETORIAL DE DIAGNÓSTICO - MAIA MELO
ENGENHARIA
GERFE - SEDU - GOVES
assinado em 02/09/2025 08:36:19 -03:00



INFORMAÇÕES DO DOCUMENTO

Documento capturado em 02/09/2025 11:49:11 (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/2025-2B9QRZ>