



MEMORIAL DE CÁLCULO

SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS - SPDA

ESCOLA ELIZABETH SANCHEZ

Obra	Reforma do Centro Educacional e Clínico Multidisciplinar - Escola Elizabete Sanches
Local	Rua Cuiabá, nº 137, Bairro Santo Antônio - Barra do Garças/MT
Proprietário	Prefeitura Municipal de Barra do Garças - CNPJ 03.439.239/0001-50
Área construída	1.566,25 m ²
Responsável técnico	Vinicius Girardi Geiss - CREA/MT 57794
Documentos de referência	SPDA - ELIZABETH SANCHGEZ - FINAL.pdf (folhas 01/02 e 02/02) e Memorial de cálculo detalhado (SPDA).html
Base normativa do cálculo	ABNT NBR 5419:2015 - Partes 1 a 4
Data	Setembro de 2026



1 Objetivo e metodologia

Este memorial consolida o dimensionamento do SPDA e a análise de risco da Escola Elizabete Sanches, com base no relatório detalhado emitido pelo QiBuilder em 01/09/2026 e nas pranchas executivas folhas 01/02 e 02/02. Os cálculos foram organizados conforme a ABNT NBR 5419:2015 - Partes 1 a 4.

O risco anual R é obtido pelo somatório dos componentes relevantes, cada um expresso, em forma geral, pelo produto entre o número anual de eventos perigosos N , a probabilidade de dano P e a perda consequente L : $R_x = N_x \times P_x \times L_x$.

2 Dados de Entrada

Parâmetro	Símbolo / valor
Altura máxima considerada	$H = 5,80 \text{ m}$
Largura de cálculo	$W = 44,80 \text{ m}$
Comprimento de cálculo	$L = 50,94 \text{ m}$
Área construída	$1.566,25 \text{ m}^2$
Área de exposição equivalente	$Ad = 4.771,62 \text{ m}^2$
Densidade de descargas ao solo	$Ng = 8,1 \text{ descargas/km}^2.\text{ano}$
Fator de localização	$Cd = 0,5$
Pessoas na zona / total	$nz = 150; nt = 150$
Tempo de presença adotado	$tz = 8.760 \text{ h/ano}$
Linhas externas consideradas	Energia e telecomunicações; $LI = 100 \text{ m}$ para cada linha
Nível de proteção	II

A área Ad foi fornecida pelo modelo geométrico do software e considera o contorno real da edificação e os diferentes níveis de cobertura. Para edificações irregulares ou com telhados de alturas diferentes, não se deve substituir automaticamente esse valor pela fórmula simplificada de um único retângulo envolvente.



3. Frequência de eventos perigosos

3.1 Descargas na estrutura

$$N_d = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6}$$

$$N_d = 8,1 \times 4.771,62 \times 0,5 \times 10^{-6} = 1,93 \times 10^{-2} \text{ eventos/ano}$$

3.2 Descargas nas linhas externas

Grandeza	Energia (E)	Telecom (T)
Comprimento LI	100 m	100 m
Área AI = 40 x LI	4.000 m ²	4.000 m ²
Fator de instalação Ci	0,5	1,0
Fator de tipo Ct	1,0	1,0
Fator ambiental Ce	0,1	0,1
NI = Ng x AI x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	1,62 x 10 ⁻³ /ano	3,24 x 10 ⁻³ /ano

3.3 Descargas próximas à estrutura

Para a área equivalente Am = 864.525,8 m², o relatório obteve:

$$N_m = N_g \times A_m \times 10^{-6} = 8,1 \times 864.525,8 \times 10^{-6} \approx 7 \text{ eventos/ano.}$$

4. Dimensionamento do SPDA externo

Parâmetro para nível II	Valor adotado
Raio da esfera rolante	30 m
Dimensão máxima da malha	10 m x 10 m
Ângulo de proteção	74° a 53°, conforme a altura
Espaçamento médio máximo entre descidas	10 m
Seção de alumínio em captação/descidas	70 mm ²
Seção de cobre no aterramento principal	50 mm ²



Pavimento / nível	Perímetro	Espaçamento	Quantidade indicada
Térreo	254,68 m	9,29 m	84 trechos
Cobertura	255,12 m	9,96 m	42 pontos

A lista executiva contém 42 caixas de inspeção suspensas, coerentes com 42 transições principais Al/Cu. A contagem de 84 no térreo representa os trechos contabilizados no pavimento e não 84 pontos independentes de transição.

5. Cálculo do risco R1 - perda de vida humana

$$R1 = Ra + Rb + Ru + Rv$$

Componente	Descrição resumida	Resultado
Ra	Choque por descarga direta na estrutura	$9,66 \times 10^{-9}/\text{ano}$
Rb	Dano físico por descarga direta	$4,83 \times 10^{-8}/\text{ano}$
Ru	Choque por descarga na linha conectada	$3,08 \times 10^{-10}/\text{ano}$
Rv	Dano físico por descarga na linha conectada	$1,54 \times 10^{-9}/\text{ano}$
R1	Somatório	$5,98 \times 10^{-8}/\text{ano}$

Comparação: $R1 = 5,98 \times 10^{-8} < RT = 1,00 \times 10^{-5}/\text{ano}$. Resultado: risco tolerável.

6. Cálculo do risco R2 - perda de serviço ao público

$$R2 = Rb + Rc + Rm + Rv + Rw + Rz$$

Componente	Origem	Resultado
Rb	Dano físico por descarga direta	$4,83 \times 10^{-9}/\text{ano}$
Rc	Falha de sistemas internos por descarga direta	$3,87 \times 10^{-7}/\text{ano}$
Rm	Falha de sistemas por descarga próxima	$1,62 \times 10^{-4}/\text{ano}$
Rv	Dano físico por descarga na linha	$1,54 \times 10^{-10}/\text{ano}$
Rw	Falha de sistemas por descarga na linha	$3,08 \times 10^{-8}/\text{ano}$
Rz	Falha de sistemas por descarga próxima à linha	$9,72 \times 10^{-7}/\text{ano}$
R2	Somatório	$1,63 \times 10^{-4}/\text{ano}$



Comparação: $R2 = 1,63 \times 10^{-4} < RT = 1,00 \times 10^{-3}/\text{ano}$. Resultado: risco tolerável.

O componente dominante é R_m , associado a falhas de sistemas internos por descargas próximas à estrutura. Por isso, devem ser mantidos o sistema coordenado de DPS, a equipotencialização e as medidas de proteção contra LEMP previstas no projeto.

7. Cálculo do risco R3 - patrimônio cultural

$R3 = R_b + R_v = 0/\text{ano}$.

Comparação: $R3 = 0 < RT = 1,00 \times 10^{-4}/\text{ano}$. Resultado: risco tolerável, considerando que não foi atribuído conteúdo de patrimônio cultural à zona avaliada.

8. Cálculo do risco R4 - perda econômica

$R4 = R_b + R_c + R_m + R_v + R_w + R_z$

Componente	Resultado
R_b	$9,66 \times 10^{-8}/\text{ano}$
R_c	$1,84 \times 10^{-8}/\text{ano}$
R_m	$7,72 \times 10^{-6}/\text{ano}$
R_v	$3,08 \times 10^{-9}/\text{ano}$
R_w	$1,47 \times 10^{-9}/\text{ano}$
R_z	$4,63 \times 10^{-8}/\text{ano}$
$R4$	$7,88 \times 10^{-6}/\text{ano}$

$R4$ é utilizado para avaliar a eficiência econômica das medidas de proteção; não é comparado a um valor de risco tolerável como $R1$, $R2$ e $R3$.

9. Avaliação econômica

$ct = ca + cb + cc + cs = 0,21 \times 10^6$ unidades monetárias

$CT = \sum ct(z) = 0,21 \times 10^6$ unidades monetárias

$CL = CT \times R4 = 0,002 \times 10^3$ unidades monetárias/ano

Os valores monetários foram transcritos do relatório de cálculo e devem ser atualizados caso os custos da edificação, conteúdo, sistemas internos ou atividades sejam revisados.





10. Avaliação final

Risco	Valor calculado	Critério	Conclusão
R1	$5,98 \times 10^{-8}/\text{ano}$	$\leq 1,00 \times 10^{-5}/\text{ano}$	Atende
R2	$1,63 \times 10^{-4}/\text{ano}$	$\leq 1,00 \times 10^{-3}/\text{ano}$	Atende
R3	0/ano	$\leq 1,00 \times 10^{-4}/\text{ano}$	Atende
R4	$7,88 \times 10^{-6}/\text{ano}$	Avaliação econômica	Informativo

Com as medidas adotadas - SPDA nível II, malha captora, descidas distribuídas, aterramento integrado, equipotencialização e DPS coordenados - os riscos normativamente comparáveis permanecem abaixo dos limites toleráveis da ABNT NBR 5419-2:2015.

12. Conclusão

A análise segundo a ABNT NBR 5419:2015 demonstra atendimento aos riscos toleráveis R1, R2 e R3, mantendo-se necessária a execução integral das medidas previstas.

Este memorial não autoriza alterações de classe, geometria, materiais, seções, descidas, aterramento ou DPS sem recálculo e aprovação do responsável técnico.

Vinicius Girardi Geiss
Engenheiro responsável - CREA/MT 57794