

# Gerenciamento de Riscos - Memorial de Cálculo

O presente documento tem por finalidade descrever o Gerenciamento de Risco de um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), elaborado de acordo com a norma NBR 5419/2015 com revisão em 2018.

## Dados do Cliente:

**Obra/Cliente:** Elsa Bodenmuller de Marchi I  
**Ano de Construção:** 2026  
**Cidade/Estado:** Brusque/SC  
**Endereço:** R. Adelina Debatin, 75 - Águas Claras - 88353-610  
**CNPJ/CPF:** 83.102.343/0001-94  
**Atividade:** Edifício Público

## Dados da Avaliação:

**Nome da Análise:** Gerenciamento de Risco CMEI Elsa Bodenmuller I  
**Data da Análise:** 09/12/2025  
**Resp. Técnico:** Engenheiro Eletricista Vitor Araldi  
**Credenciamento:** CREA-SC: 205958-9  
**Nome da Empresa:** Prefeitura de Brusque  
**CNPJ/CPF:** 83.102.343/0001-94

## 1. Características da Estrutura:

### Dados da Edificação:

Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)
26,00	30,00	8,00

### Tipo de Estudo da Estrutura:

Estudo com formato prismático simples - quadrado ou retângulo

A área de exposição equivalente (Ad) corresponde à área do plano da estrutura prolongada em todas as direções, de modo a levar em conta sua altura. Os limites da área de exposição equivalente estão afastados do perímetro da estrutura por uma distância correspondente à altura da estrutura no ponto considerado.

$$Ad = 5.277,56 \text{ m}^2$$

1.1) Influências Ambientais:

a) Localização da estrutura:

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos

CD= 0,50

b) Densidade e descargas atmosféricas para a terra (Ng) (1/km<sup>2</sup>/ano): **9,00**

1.2) Medidas de Proteção da Estrutura:

a) Nível de Proteção do SPDA (NP):

**Estrutura não protegida por SPDA**

Pb= 1

b) Número de Pessoas em Toda Edificação: **123 pessoas**

1.3) Atributos da Linha de ENERGIA Conectada:

1.3.1) Estrutura Principal:

a) Possui linha de energia entrando na edificação? SIM - Tem esta linha de Potência ou sinal conectada à estrutura

b) Como a linha de energia adentra a edificação [Fator CI]:

Enterrado

CI/p = 0,5

c) Comprimento da linha em metros:

LL/p = 1.000,00

d) Fator tipo da linha:

Linha de energia BT ou sinal

CT/p = 1,00

e) Fator Ambiental:

Urbano

CE = 0,1

f) Blindagem da linha:

Não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento

$$RS/p = --$$

g) Condições de Blindagem, aterramento, isolamento:

Linha aérea não blindada Indefinida # Indefinida

$$CLD/p = 1,0 \quad CLI/p = 1$$

1.3.2) Estrutura Adjacente:

a) Possui estrutura adjacente? Contém Estrutura Adjacente a Linha

b) Dimensões da estrutura Adjacente:

Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)
30,00	25,00	6,00

c) Fator de localização da estrutura adjacente:

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos

$$CDJ/p = 0,50$$

d) Tensão suportável do sistema interno (kV):

Tensão suportável UW - 1,5 kV

$$UW/p = 1,50$$

e) Tipo de Linha da estrutura Adjacente:

Linhas de energia

$$PLI/p = 0,60$$

Parâmetros resultantes

$$KS4/p = 0,67$$

Este valor muda em função da Blindagem da Linha e Tensão suportável  $PLD/p = 1,00$

1.4) Atributos da Linha de SINAL Conectada:

1.4.1) Estrutura Principal:

a) Possui linha de energia entrando na edificação? SIM - Tem esta linha de Potência ou sinal conectada à estrutura

b) Como a linha de energia adentra a edificação [Fator CI]:

Aéreo

$$CI/t = 1$$

c) Comprimento da linha em metros:

$$LL/t = 1.000,00$$

d) Fator tipo da linha:

Linha de energia BT ou sinal

$$CT/t = 1,00$$

e) Fator Ambiental:

Urbano

$$CE = 0,1$$

f) Blindagem da linha:

Não blindada ou com a blindagem não interligada ao mesmo barramento

$$RS/t = -$$

g) Condições de Blindagem, aterramento, isolamento:

Linha aérea não blindada Indefinida # Indefinida

$$CLD/t = 1,0$$

$$CLI/t = 1,0$$

1.3.2) Estrutura Adjacente:

a) Possui estrutura adjacente? Contém Estrutura Adjacente a Linha

b) Dimensões da estrutura Adjacente:

Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)
30,00	25,00	5,00

c) Fator de localização da estrutura adjacente:

Estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos;

$$CDJ/t = 0,50$$

d) Tensão suportável do sistema interno (kV):

Tensão suportável UW - 1 kV

$$UW/t = 1,00$$

e) Tipo de Linha da estrutura Adjacente:

Linhas de sinais

$$PLI/t = 0,00$$

Parâmetros resultantes

$$KS4/t = 0,00$$

Este valor muda em função da Blindagem da Linha e Tensão suportável  $PLD/t = 0,00$

### 1.5) Áreas de exposição equivalente da estrutura e linhas na Edificação:

Estrutura:	
Equação	Resultado (m <sup>2</sup> )
$AD = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2$	5.277,56
$AM = 2 \times 500 \times (L + W) + \pi \times 500^2$	841.398,00
Linha de Energia:	
Equação	Resultado (m <sup>2</sup> )
$AL/P = 40 \times LL$	40.000,00
$AL/P = 4.000 \times LL$	4.000.000,00
$AD = LJ/p \times WJ/p + 2 \times (3 \times HJ/p) \times (LJ/p + WJ/p) + \pi \times (3 \times HJ/p)^2$	3.747,88
Linha de Sinal:	
Equação	Resultado (m <sup>2</sup> )
$AL/T = 40 \times LL$	40.000,00
$AL/T = 4.000 \times LL$	4.000.000,00
$AD = LJ/t \times WJ/t + 2 \times (3 \times HJ/t) \times (LJ/t + WJ/t) + \pi \times (3 \times HJ/t)^2$	3.106,86

## 1.6) Número esperado anual de eventos perigosos na Edificação

Estrutura:	
Equação	Resultado 1/ ano
$ND = NG \times AD \times CD \times 10^{-6}$	2,37E-02
$NM = NG \times AM \times 10^{-6}$	7,57E+00
Linha de Energia:	
Equação	Resultado 1/ ano
$NL/P = NG \times AL/P \times CI/P \times CE/P \times CT/P \times 10^{-6}$	1,80E-02
$NI/P = NG \times AI/P \times CI/P \times CE/P \times CT/P \times 10^{-6}$	1,80E+00
$NDJ/P = NG \times ADJ/P \times CDJ/P \times CT/P \times 10^{-6}$	1,69E-02
Linha de Sinal:	
Equação	Resultado 1/ ano
$NL/T = NG \times AL/T \times CI/T \times CE/T \times CT/T \times 10^{-6}$	3,60E-02
$NI/T = NG \times AI/T \times CI/T \times CE/T \times CT/T \times 10^{-6}$	3,60E+00
$NDJ/T = NG \times ADJ/T \times CDJ/T \times CT/T \times 10^{-6}$	1,40E-02

## **2. Resumo das Proteções**

### 2.1 - Características das Zonas

As medidas de proteção como SPDA, condutores de blindagem, blindagens magnéticas e DPS determinam as zonas de proteção contra descargas atmosféricas “raio” (ZPR).

Como regra geral de proteção, a estrutura a ser protegida deve estar em uma ZPR cujas características eletromagnéticas sejam compatíveis com sua capacidade de suportar solicitações que, de outra forma, causariam danos (dano físico ou falha de sistemas elétricos e eletrônicos devido a sobretensões).

#### a) Quantas Zonas estão sendo utilizadas:

1 zonas estão sendo avaliadas nesse Gerenciamento de Risco

As zonas foram especificadas e escolhidas para determinar a melhor solução em "custo-benefício", buscando escolher as Medidas de Proteção adequadas para cada necessidade.

#### b) Quais zonas estão sendo avaliadas?

Abaixo estão as zonas que foram escolhidas de acordo com análise técnica do local.

Descrição das Zonas Avaliadas:

Nº da Zona	Nº Pessoas na Zona	Nome da Zona	Está sendo utilizada?
Zona 01	123	Escola	SIM
Zona 02	0	Zona não avaliada	NÃO
Zona 03	0	Zona não avaliada	NÃO
Zona 04	0	Zona não avaliada	NÃO
Zona 05	0	Zona não avaliada	NÃO
Zona 06	0	Zona não avaliada	NÃO

## 2.2 - Análises das Componentes de Riscos

### 2.2.1 - Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas na estrutura

- a) RA: componente relativo a ferimentos aos seres vivos causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura e fora nas zonas até 3 m ao redor dos condutores de descidas. Perda de tipo L1 e, no caso de estruturas contendo animais vivos, as perdas do tipo L4 com possíveis perdas de animais podem também aumentar;
- b) RB: componente relativo a danos físicos causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais podem também colocar em perigo o meio ambiente. Todos os tipos de perdas (L1, L2, L3 e L4) podem aumentar;
- c) RC: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por LEMP. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos junto com o tipo L1, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

### 2.2.2 - Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas perto da estrutura

- a) RM: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por LEMP. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos junto com o tipo L1, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

### 2.2.3 - Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas a uma linha conectada à estrutura

- a) RU: componente relativo a ferimentos aos seres vivos causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura. Perda do tipo L1 e, no caso de propriedades agrícolas, perdas do tipo L4 com possíveis perdas de animais podem também ocorrer;
- b) RV: componente relativo a danos físicos (incêndio ou explosão iniciados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas geralmente no ponto de entrada da linha na estrutura) devido à corrente da descarga atmosférica transmitida ou ao longo das linhas. Todos os tipos de perdas (L1, L2, L3 e L4) podem ocorrer;
- c) RW: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por sobre tensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos, junto com o tipo L1, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

#### 2.2.4 - Componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas perto de uma linha conectada à estrutura

- a) RZ: componente relativo a falhas de sistemas internos causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta. Perdas do tipo L2 e L4 podem ocorrer em todos os casos, junto com o tipo L1, nos casos de estruturas com risco de explosão, e hospitais ou outras estruturas onde falhas de sistemas internos possam imediatamente colocar em perigo a vida humana.

#### 2.3 - Composição dos componentes de risco

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

- a) R1: Risco de perda de vida humana:

$$R1 = RA1 + RB1 + RC1 + RM1 + RU1 + RV1 + RW1 + RZ1$$

- b) R2: Risco de perdas de serviço ao público:

$$R2 = RB2 + RC2 + RM2 + RV2 + RW2 + RZ2$$

- c) R3: Risco de perdas de patrimônio cultural:

$$R3 = RB3 + RV3$$

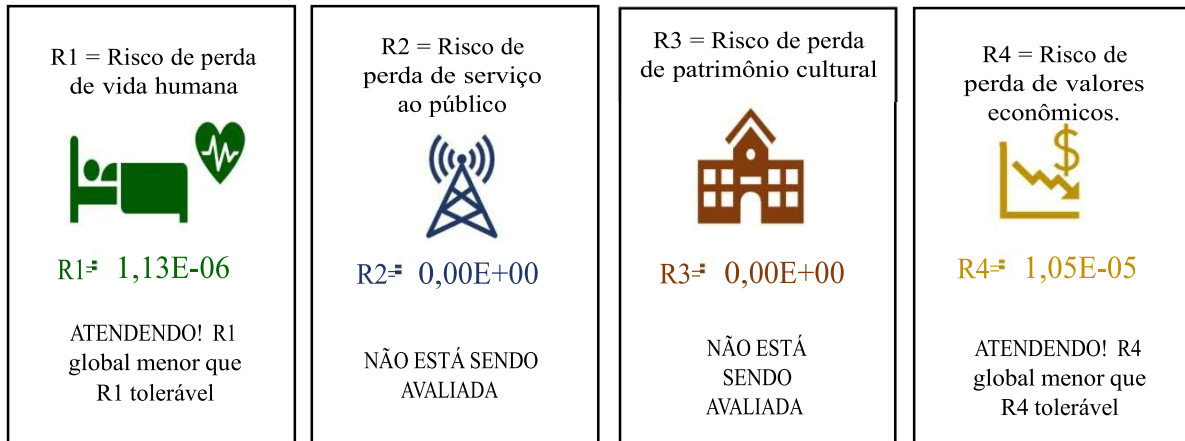
- d) R4: Risco de perdas de valor econômico:

$$R4 = RA4 + RB4 + RC4 + RM4 + RU4 + RV4 + RW4 + RZ4$$

## 2.4 - Resultado das Componentes de Risco

Abaixo é apresentado o resumo do Resultado Global dos Riscos de Perdas Avaliados nesse Gerenciamento de Risco:

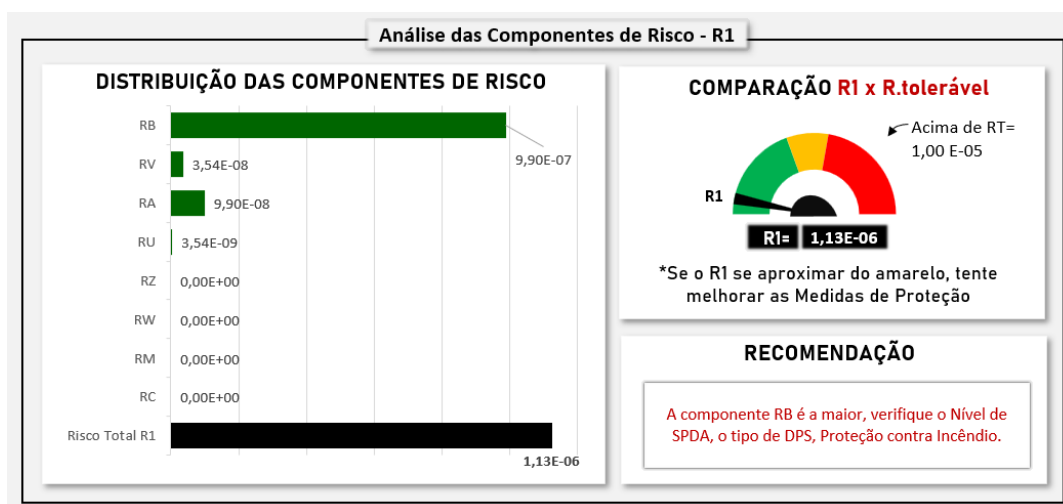
### RESULTADO GLOBAL FINAL



#### a) R1: Risco de perda de Vida Humana:

$$R1 = RA1 + RB1 + RC1 + RM1 + RU1 + RV1 + RW1 + RZ1$$

Abaixo segue a análise das Componentes de Riscos para R1 Total, e a representação em % das zonas especificadas:



Segue os valores Globais das Componentes de Risco relacionadas a Perda de Vida Humano:

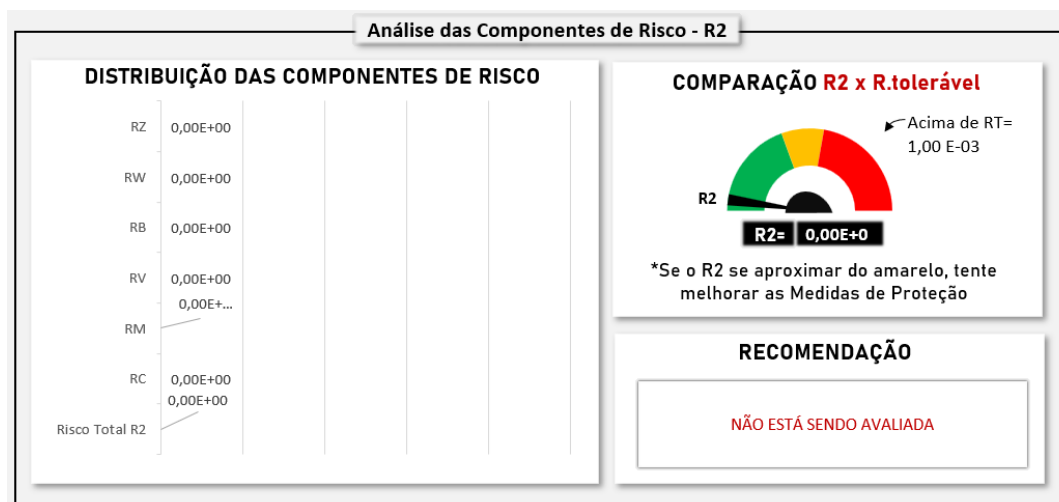
R1 - Valores Somados das Zonas Avaliadas

S1- Estruturas	RA	9,90E-08
	RB	9,90E-07
	RC	0,00E+00
S2 -Perto da Estrutura	RM	0,00E+00
S3 - Na Linha	RU	3,54E-09
	RV	3,54E-08
	RW	0,00E+00
S4 -Perto da Linha	RZ	0,00E+00
R1 total:	R1t	1,13E-06

b) R2: Risco de perdas de serviço ao público:

$$R2 = RB2 + RC2 + RM2 + RV2 + RW2 + RZ2$$

Abaixo segue a análise das Componentes de Riscos para R2 Total, e a representação em % das zonas especificadas:



Segue os valores Globais das Componentes de Risco relacionadas a Perda de Serviço Público:

R2 - Valores Somados das Zonas Avaliadas		
S1 -Estrutura	RB	0,00E+00
	RC	0,00E+00
S2 - Perto da Estrutura	RM	0,00E+00
S3 -Na Linha	RV	0,00E+00
	RW	0,00E+00
S4 -Perto da Linha	RZ	0,00E+00
R2 total:	R2t	0,00E+00

c) R3: Risco de perdas de patrimônio cultural:

$$R3 = RB3 + RV3$$

Abaixo segue a análise das Componentes de Riscos para R3 Total, e a representação em % das zonas especificadas:



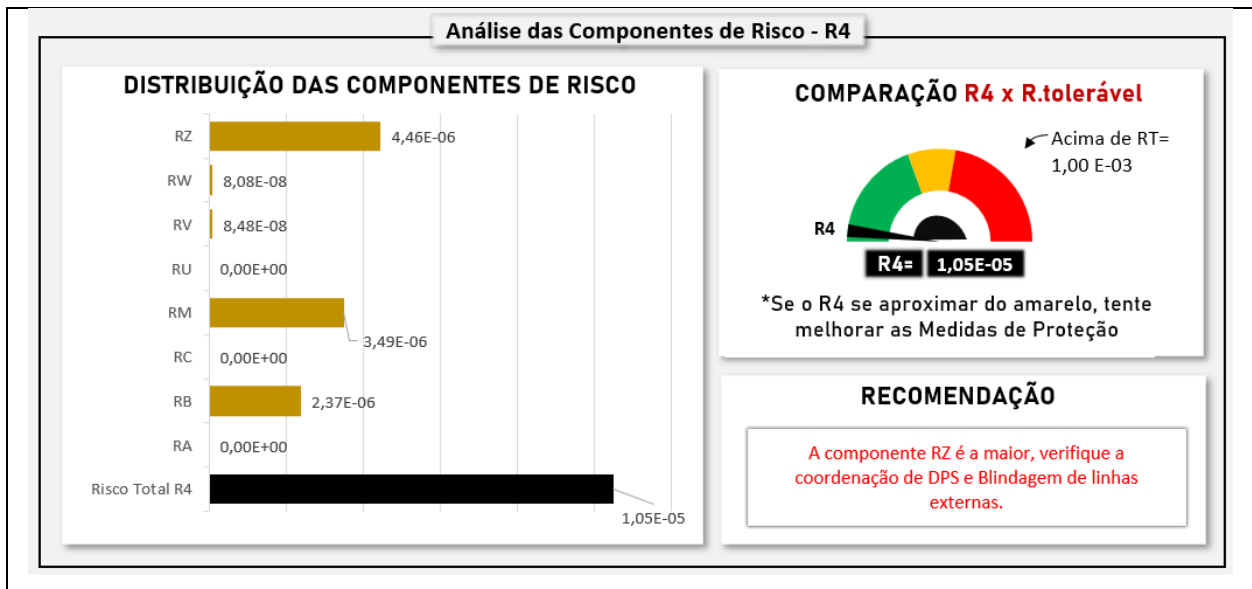
Segue os valores Globais das Componentes de Risco relacionadas a Perda de Patrimônio Cultural:

R3 - Valores Somados das Zonas Avaliadas		
S1 -Estrutura	RB	0,00E+00
S3 - Na linha	RV	0,00E+00
R3 total:	R3t	0,00E+00

d) R4: Risco de perdas de valor econômico:

$$R4 = RA4 + RB4 + RC4 + RM4 + RU4 + RV4 + RW4 + RZ4$$

Abaixo segue a análise das Componentes de Riscos para R4 Total, e a representação em % das zonas especificadas:



Segue os valores Globais das Componentes de Risco relacionadas a Perda de Valor Econômico

R4 - Valores Somados das Zonas Avaliadas		
S1 - Estruturas	RA	0,00E+00
	RB	2,37E-06
	RC	0,00E+00
S2 -Perto da Estrutura	RM	3,49E-06
S3 - Na Linha	RU	0,00E+00
	RV	8,48E-08
	RW	8,08E-08
S4 -Perto da Linha	RZ	4,46E-06
R4 total:	R4t	1,05E-05

### **3. Resumo das Zonas**

#### **3.1 - ZONA 01: Escola**

a) Abaixo está apresentado o resumo das características da Zona 01:

Condições da zona	
ZONA está sendo Avaliada?	SIM
Este projeto contém Risco de Explosão?	NÃO
Existe atendimento ao público?	NÃO
Pode haver perda de patrimônio cultural?	NÃO
Este projeto contém Animais?	NÃO
Haverá avaliação econômica?	SIM

b) Abaixo consta o resumo das Medidas Protetivas na Zona 01, segundo essa análise de Risco:

Medidas Protetivas	
Blindagem Espacial Externa	SEM blindagem espacial
Proteção contra choque (descarga atm. na estrutura)	Avisos de alerta
Proteção contra choque (descarga atmosférica na linha)	Avisos visíveis de alerta
Proteção contra incêndio	extintores, instalações fixas operadas manualmente, instalações de alarme manuais, hidrantes, compartimentos à prova de fogo, rotas de escape
Fiação interna	
Energia (LINHA 01)	Cabo não blindado – sem preocupação no roteamento no sentido de evitar laços (a)
Sinal (LINHA 02)	Cabo não blindado – preocupação no roteamento no sentido de evitar grandes laços (b)
Sistema de DPS	
Tipo de DPS	DPS - I
Tipo Coordenação de DPS	Sistema de DPS coordenado - II

C) Abaixo consta o resumo das Componentes de Risco R1 na Zona 01, segundo essa análise de Risco:

R1 - Valores Somados das Zonas Avaliadas		
S1- Estruturas	RA	9,90E-08
	RB	9,90E-07
	RC	0,00E+00
S2 -Perto da Estrutura	RM	0,00E+00
S3 - Na Linha	RU	3,54E-09
	RV	3,54E-08
	RW	0,00E+00
S4 -Perto da Linha	RZ	0,00E+00
R1 total:	R1t	1,13E-06

d) Abaixo consta o resumo das Componentes de Risco R2 na Zona 01, segundo essa análise de Risco:

R2 - Valores Somados das Zonas Avaliadas		
S1 -Estrutura	RB	0,00E+00
	RC	0,00E+00
S2 - Perto da Estrutura	RM	0,00E+00
S3 -Na Linha	RV	0,00E+00
	RW	0,00E+00
S4 -Perto da Linha	RZ	0,00E+00
R2 total:	R2t	0,00E+00

e) Abaixo consta o resumo das Componentes de Risco R3 na Zona 01, segundo essa análise de Risco:

R3 - Valores Somados das Zonas Avaliadas		
S1 -Estrutura	RB	0,00E+00
S3 - Na linha	RV	0,00E+00
R3 total:	R3t	0,00E+00

f) Abaixo consta o resumo das Componentes de Risco R4 na Zona 01, segundo essa análise de Risco:

R4 - Valores Somados das Zonas Avaliadas		
S1- Estruturas	RA	0,00E+00
	RB	2,37E-06
	RC	0,00E+00
S2 -Perto da Estrutura	RM	3,49E-06
S3 - Na Linha	RU	0,00E+00
	RV	8,48E-08
	RW	8,08E-08
S4 -Perto da Linha	RZ	4,46E-06
R4 total:	R4t	1,05E-05

#### **4. Conclusão**

Com base no Gerenciamento de Risco realizado para o CMEI Elsa Bodenmuller de Marchi I, em Brusque/SC, conforme a ABNT NBR 5419:2015, conclui-se que os riscos globais calculados para a estrutura enquadram-se abaixo dos respectivos valores toleráveis, atendendo aos critérios normativos para os tipos de perdas avaliados, incluindo o R1 (perda de vida humana) e o R4 (perdas econômicas).

Dessa forma, não se justifica tecnicamente a instalação de SPDA externo (captação e descidas) para a edificação, podendo a estrutura permanecer sem SPDA, desde que sejam mantidas e executadas corretamente as medidas de proteção interna previstas neste memorial, em especial a equipotencialização e a aplicação de DPS coordenados nas entradas de energia e sinais, conforme especificado na análise.

---

**VITOR ARALDI**

ENG° ELETRICISTA – CREA-SC: 205958-9