



VISSOTTO ENGENHARIA

CREA RS238257

GERENCIAMENTO DE RISCO

SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

MUNICÍPIO DE ALPESTRE

Nº Documento	Data	Elaboração	Responsabilidade Técnica
046/25	06/03/2025	João Paulo Vissotto	Eng Eletricista João Paulo Vissotto

Cliente: Município de Alpestre		Local: Alpestre/RS		
Elaboração	João Paulo Vissotto	Rev:00	06/03/25	PÁG - 2
Verificação:	João Paulo Vissotto			
Aprovação:	João Paulo Vissotto			
		046/25		

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	3
2	OBJETIVOS	4
3	NORMAS E CRITÉRIOS APLICÁVEIS	5
4	INTERPRETAÇÃO DOS TERMOS	6
5	IDENTIFICAÇÃO	9
5.1	Fornecedor	9
5.2	Cliente	9
5.3	Responsável Técnico	9
6	GERENCIAMENTO DE RISCO.....	10
6.1	Procedimento para decisão da necessidade de proteção e para seleção das medidas de proteção	10
6.2	Análise dos componentes de risco	11
6.2.1	Características e dados relevantes.....	12
6.2.2	Cálculo de dados relevantes	13
6.2.3	Risco R ₁ – Determinação da necessidade de proteção conforme o risco de perda humana	14
6.2.3.1	Componente de risco S1 – Descarga Atmosférica na estrutura	15
6.2.3.2	Componente de risco S3 – Descarga Atmosférica na linha conectada	20
6.2.3.3	Análise final do Risco R ₁ e necessidade de proteção	26
6.3	Reanálise dos componentes de risco	27
6.3.1	Reanálise do Risco R ₁ aplicando as medidas de proteção	28
7	CONCLUSÃO	29

1 INTRODUÇÃO

As descargas atmosféricas que incidem para a terra podem ser perigosas para as estruturas e para as linhas de energia e sinal. Entre os perigos que as descargas atmosféricas oferecem para a estrutura, podem ser citados:

- Danos à estrutura e ao seu conteúdo;
- Falhas aos sistemas eletroeletrônicos associados;
- Ferimentos aos seres vivos dentro ou perto das estruturas.

Para reduzir as perdas devido às descargas atmosféricas, podem ser necessárias medidas de proteção.

O **Gerenciamento de Risco** é o documento que determina a necessidade ou não de medidas de proteção, assim como o método utilizado para a implementação de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas e seu grau de proteção.

A quantidade de descargas atmosféricas que podem atingir a estrutura irá depender das dimensões e das características da estrutura, das linhas de energia e sinal conectadas, das características do meio ambiente e da densidade de descargas atmosféricas para a região onde encontra-se localizada a estrutura.

A decisão de implementar um sistema de proteção contra descargas atmosféricas poderá ser tomada independentemente do resultado do gerenciamento de risco, sendo que o mesmo poderá apontar a não necessidade de implementação.

Cliente: Município de Alpestre		Local: Alpestre/RS		
Elaboração	João Paulo Vissotto			
Verificação:	João Paulo Vissotto	Rev:00	06/03/25	PÁG - 4
Aprovação:	João Paulo Vissotto	046/25		

2 OBJETIVOS

Este documento tem como objetivo principal a realização de um gerenciamento de risco de uma edificação, localizada na Rua Frederico Westphalen, 359 - Centro, na cidade de Alpestre/RS.

Com a elaboração do gerenciamento de risco, serão determinados os riscos envolvidos para a estrutura com relação à incidência de descargas atmosféricas. Serão realizadas análises comparativas com os limites toleráveis para os riscos envolvidos, seguindo rigorosamente os procedimentos estabelecidos através da ABNT NBR 5419-2:2015, em seu item de número 5, denominado “Gerenciamento de Risco”.

Por fim, será determinada a necessidade da implementação de um novo sistema de proteção contra descargas atmosféricas caso o risco calculado seja superior ao risco tolerável.

3 NORMAS E CRITÉRIOS APLICÁVEIS

Para desenvolvimento do presente documento as seguintes normas foram observadas em sua última revisão

Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego

Número	Título
NR – 10	Segurança Em Instalações e Serviços em Eletricidade

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

Número	Título
NBR 5419-1	Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Parte 1: Princípios Gerais
NBR 5419-2	Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Parte 2: Gerenciamento de Risco
NBR 5419-3	Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida
NBR 5419-4	Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura

4 INTERPRETAÇÃO DOS TERMOS

Para melhor entendimento da análise e dos cálculos que serão apresentados a seguir no item Gerenciamento de Risco, será necessária a interpretação dos seguintes termos.

FONTES DE DANOS

Símbolo	Descrição
S1	Descargas atmosféricas na estrutura
S2	Descargas atmosféricas perto da estrutura
S3	Descargas atmosféricas na linha
S4	Descargas atmosféricas perto da linha

TIPOS DE DANOS

Símbolo	Descrição
D1	Ferimentos aos seres vivos por choque elétrico
D2	Danos físicos
D3	Falhas de sistemas eletrônicos

TIPOS DE PERDAS

Símbolo	Descrição
L1	Perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes)
L2	Perda de serviço ao público
L3	Perda de patrimônio cultural
L4	Perda de valores econômicos (estrutura, conteúdo, e perda de atividades)

RISCOS

Símbolo	Descrição
R1	Risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes)
R2	Risco de perda de serviço ao público
R3	Risco de perda de patrimônio cultural
R4	Risco de perda de valores econômicos

COMPONENTES DE RISCO S1

Descrição	Símbolo
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 3m ao redor dos condutores de descidas
RB	Componente relativo a danos físicos causados por centelhamentos perigosos dentro da estrutura iniciando incêndio ou explosão, os quais também podem colocar em perigo o meio ambiente
Rc	Componente relativo a falhas de sistemas internos causados por descargas atmosféricas

COMPONENTES DE RISCO S2

Descrição	Símbolo
RM	Componente relativo a falhas de sistemas internos causados por descargas atmosféricas

**COMPONENTES DE RISCO PARA UMA ESTRUTURA DEVIDO ÀS
DESCARGAS ATMOSFÉRICAS A UMA LINHA CONECTADA À ESTRUTURA
(S3)**

Descrição	Símbolo
R_u	Componente relativo a ferimentos ao seres vivos causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura
R_v	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 correntes da descarga atmosférica transmitida ou ao longo das linhas
R_w	Componente relativo a falhas de sistemas internos causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta

**COMPONENTES DE RISCO PARA UMA ESTRUTURA DEVIDO ÀS
DESCARGAS ATMOSFÉRICAS PERTO DE UMA LINHA CONECTADA À
ESTRUTURA (S4)**

Descrição	Símbolo
R_z	Componente relativo a falhas de sistemas internos causados por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e transmitidas a esta

5 IDENTIFICAÇÃO

5.1 Fornecedor

Razão Social	Vissotto Engenharia LTDA
Endereço	Rua Presidente Kennedy, 977 – Sala 802
Cidade	Frederico Westphalen - RS
CEP	98400-000
CNPJ	45.372.718/0001-47
Telefone	(055) 2010 - 2110

5.2 Cliente

Razão Social	Município de Alpestre
Endereço	Rua Frederico Westphalen, 359 - Centro
Cidade	Alpestre/RS
CEP	98480-000
CNPJ	87.612.933/0001-18

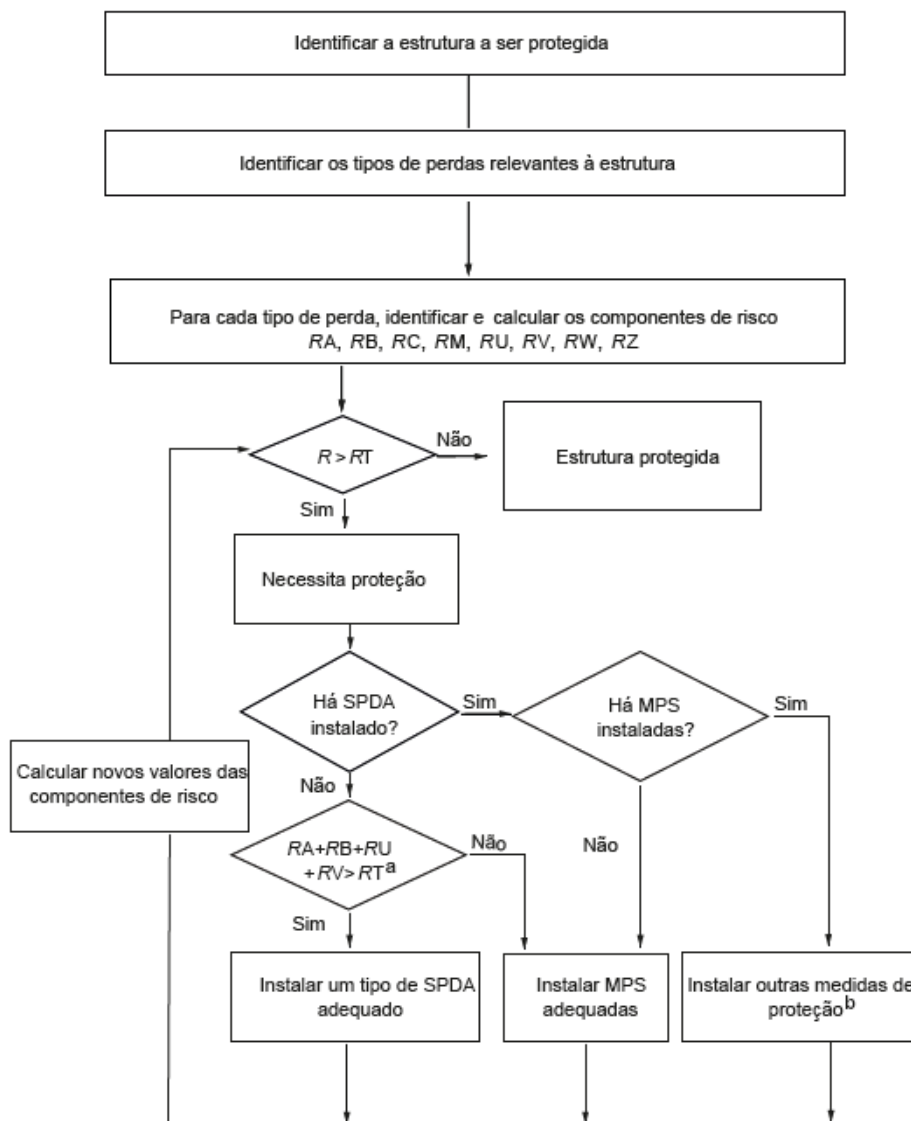
5.3 Responsável Técnico

Nome do Profissional	João Paulo Vissotto
Titulação	Engenheiro Eletricista
Registro CREA	RS 238257

6 GERENCIAMENTO DE RISCO

Neste item serão mostrados os resultados para a análise de risco elaborada para as edificações.

6.1 Procedimento para decisão da necessidade de proteção e para seleção das medidas de proteção



Perda de vida humana (L1) e perda econômica (L4) são relevantes para esse tipo de estrutura. Como não foi requisitado pela contratante a avaliação econômica de perda, o risco R4 para perda econômica (L4) não é considerado no presente documento. Isto implica na necessidade de se determinar somente o risco R₁ para perda de vida humana (L1) com os componentes de risco R_{A1}, R_{B1}, R_{C1}, R_{M1}, R_{U1}, R_{V1},

R_{W1} e R_{Z1} , sendo assim possível realizar a comparação com o valor mínimo de risco tolerável $R_T = 10^{-5}$ (valor considerado para L1). Caso o valor calculado seja superior ao valor mínimo R_T , a proteção será requerida.

Sendo assim, serão selecionadas as medidas de proteção para atenuar os riscos.

6.2 Análise dos componentes de risco

A densidade de descargas atmosféricas (N_g) nas localidades de Alpestre/RS é de 9,6 descargas/Km²/ano. (Fonte: http://www.inpe.br/webelat/ABNT_NBR5419_Ng).

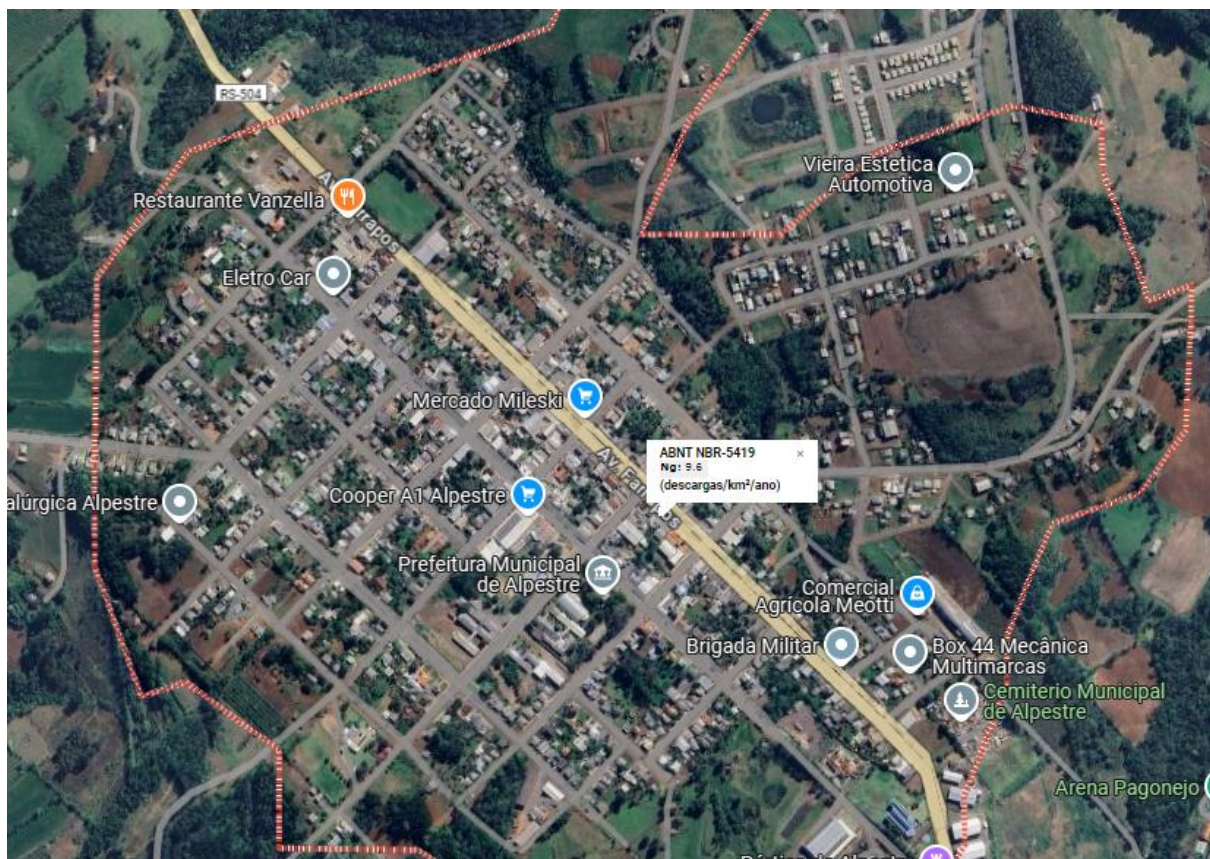


Figura 1: Densidade de descargas atmosféricas em Alpestre/RS.

Cliente: Município de Alpestre		Local: Alpestre/RS		
Elaboração	João Paulo Vissotto		Rev:00	06/03/25
Verificação:	João Paulo Vissotto		PÁG - 12	
Aprovação:	João Paulo Vissotto		046/25	

6.2.1 Características e dados relevantes

CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA E MEIO AMBIENTE

Parâmetros de entrada	Símbolo	Valor	Referências
Densidade de descargas atmosféricas (1/Km ² /ano)	N _G	9,6	INPE
Dimensões da estrutura (m) largura x comprimento x altura	L	30	Planta Baixa
	W	26	
	H	10,5	
Fator de localização da estrutura	C _D	0,5	Tabela A1 – NBR 5419-2
SPDA	P _B	1	Tabela B2 – NBR 5419-2

Cliente: Município de Alpestre		Local: Alpestre/RS		
Elaboração	João Paulo Vissotto	Rev:00	06/03/25	PÁG - 13
Verificação:	João Paulo Vissotto			
Aprovação:	João Paulo Vissotto			
		046/25		

6.2.2 Cálculo de dados relevantes

Os cálculos de dados relevantes são dados nas tabelas abaixo, respectivamente para área de exposição equivalente e para o número esperado de eventos perigosos.

ÁREA DE EXPOSIÇÃO EQUIVALENTE DA ESTRUTURA

Equação	Parâmetros	Referência	Resultado (m²)
$A_D = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2$	A_D - Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas a uma estrutura isolada	Equação A.2 NBR 5419-2	7,42E+03
$A_M = 2 \times 500 \times (L + W) + \pi \times 500^2$	A_M - Área de exposição equivalente para descargas atmosféricas perto de uma estrutura	Equação A.7 NBR 5419-2	8,41E+05

NÚMERO DE EVENTOS PERIGOSOS

Equação	Parâmetros	Referência	Resultado (1/ano)
$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6}$	N_D - Número de eventos perigosos devido às descargas atmosféricas em uma estrutura	Equação A.4 NBR 5419-2	3,56E-02
$N_M = N_G \times A_M \times 10^{-6}$	N_M - Número de eventos perigosos devido às descargas atmosféricas perto de uma estrutura	Equação A.6 NBR 5419-2	8,0736

Cliente: Município de Alpestre		Local: Alpestre/RS		
Elaboração	João Paulo Vissotto			
Verificação:	João Paulo Vissotto	Rev:00	06/03/25	PÁG - 14
Aprovação:	João Paulo Vissotto	046/25		

6.2.3 Risco R₁ – Determinação da necessidade de proteção conforme o risco de perda humana

O risco R₁ pode ser expresso por meio da seguinte soma de componentes:

$$R_1 = R_A + R_B + R_C^1 + R_M^1 + R_U + R_V + R_W^1 + R_Z^1$$

¹ Somente para estruturas com risco de explosão.

Cada componente de risco pode ser expressa pela seguinte equação geral:

$$R_x = N_x + P_x + L_x$$

Onde,

N_x é o número de eventos perigosos por ano

P_x é a probabilidade de dano à estrutura

L_x é a perda consequente

A seguir serão calculados os componentes de risco para cada fonte de dano (S1, S2, S3 e S4).

Como a estrutura analisada não possui risco de perda de vida de pessoas em função de falha de sistemas eletrônicos, as fontes de dano S2 e S4, contendo as componentes R_C¹, R_M¹, R_W¹, R_Z¹, serão desconsideradas para o cálculo.

Cliente: Município de Alpestre		Local: Alpestre/RS		
Elaboração	João Paulo Vissotto		Rev:00	06/03/25
Verificação:	João Paulo Vissotto		PÁG - 15	
Aprovação:	João Paulo Vissotto		046/25	

6.2.3.1 Componente de risco S1 – Descarga Atmosférica na estrutura

As tabelas a seguir mostram os cálculos realizados referentes às componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas na estrutura.

P_A – Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar ferimento a seres vivos por meio de choque elétrico

Equação	Parâmetros	Referência	Valores
P_A = P_{TA} x P_B	P _{TA} – Parâmetro relacionado com as medidas de proteção adicional contra tensões de toque e passo	Tabela B1 NBR 5419-2	1,00E+00
	P _B – Valores de probabilidade dependendo das medidas de proteção para reduzir danos físicos	Tabela B2 NBR 5419-2	1,00E+00

Equação B.1 NBR 5419 -2

$$P_A = 1,00E+00$$

Cliente: Município de Alpestre		Local: Alpestre/RS		
Elaboração	João Paulo Vissotto	Rev:00	06/03/25	PÁG - 16
Verificação:	João Paulo Vissotto			
Aprovação:	João Paulo Vissotto			
		046/25		

L_A – Perda devido a ferimentos a seres vivos por causada por choque elétrico

Equação	Parâmetros	Referência	Valores
$L_A = r_t \times L_T \times \frac{n_z}{n_t} \times \frac{t_z}{8760}$	r_t – fator de redução de perda de vida humana dependendo do tipo de solo ou piso	Tabla C.3 NBR 5419-2	1,00E-03
	L_t – número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico	Tabla C.2 NBR 5419-2	1,00E-02
	n_z – número de pessoas na zona	-	1,00E+02
	n_t – número total de pessoas na estrutura	-	1,00E+02
	t_z – é o tempo durante as quais as pessoas estão presentes na zona (h/ano)	-	3,86E+03
L_A = 4,41E-06			

Equação C.1 NBR 5419 -2

Cliente: Município de Alpestre		Local: Alpestre/RS		
Elaboração	João Paulo Vissotto	Rev:00	06/03/25	PÁG - 17
Verificação:	João Paulo Vissotto			
Aprovação:	João Paulo Vissotto			
		046/25		

R_A – Componente relacionado a ferimentos a seres vivos por choque elétrico

Equação	Parâmetros	Referência	Valores
$R_A = N_D \times P_A \times L_A$	N _D – Número de eventos perigosos	Equação A.4 NBR 5419-2	3,56E-02
	P _A – Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar ferimento a seres vivos por meio de choque elétrico	Equação B.1 NBR 5419-2	1,00E+00
	L _A – Perda devido a ferimentos a seres vivos por causada por choque elétrico	Equação C.1 NBR 5419-2	4,41E-06
R_A = 1,57E-07			

Cliente: Município de Alpestre		Local: Alpestre/RS		
Elaboração	João Paulo Vissotto	Rev:00	06/03/25	PÁG - 18
Verificação:	João Paulo Vissotto			
Aprovação:	João Paulo Vissotto			
		046/25		

L_B – Perda devido a danos físicos

Equação	Parâmetros	Referência	Valores
$L_B = L_v = r_p \times r_f \times h_z \times L_f \times n_z / n_t \times t_z / 8760$	r_p – é um fator de redução de perda devido a danos físicos dependendo das providências tomadas para reduzir as consequências do incêndio	Tabela C.4 NBR5419-2	5,00E-01
	r_f – é um fator de redução de perda devido a danos físicos dependendo do risco de incêndio ou do risco de explosão a estrutura	Tabela C.5 NBR5419-2	1,00E-02
	h_z – é um fator de aumento de perda devido a danos físicos quando um perigo especial estiver presente	Tabela C.6 NBR5419-2	2,00E+00
	L_f – é o número relativo médio típico de vítimas por danos físicos devido a um evento perigoso	Tabela C.2 NBR5419-2	5,00E-02
	n_z – é o número de pessoas na zona	-	1,00E+02
	n_t – é o número total de pessoas na estrutura	-	1,00E+02
			Equação C.3 NBR 5419 -2
			3,86E+03
			L_B = 2,20E-04

Cliente: Município de Alpestre		Local: Alpestre/RS		
Elaboração	João Paulo Vissotto	Rev:00	06/03/25	PÁG - 19
Verificação:	João Paulo Vissotto			
Aprovação:	João Paulo Vissotto			
		046/25		

R_B – Componente relacionado a danos físicos

Equação	Parâmetros	Referência	Valores
$R_B = N_D \times P_B \times L_B$	N _D – Número de eventos perigosos	Equação A.4 NBR 5419-2	3,56E-02
	P _B – Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar danos físicos	Tabela B.2 NBR 5419-2	1
	L _B – Perda devido a danos físicos	Equação C.1 NBR 5419-2	2,20E-04
R_B = 7,85E-06			

Cliente: Município de Alpestre		Local: Alpestre/RS		
Elaboração	João Paulo Vissotto	Rev:00	06/03/25	PÁG - 20
Verificação:	João Paulo Vissotto			
Aprovação:	João Paulo Vissotto			
		046/25		

6.2.3.2 Componente de risco S3 – Descarga Atmosférica na linha conectada

As tabelas a seguir mostram os cálculos realizados referentes às componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas a uma linha perto da estrutura.

N_L – Número médio anual de eventos perigosos devido a descarga atmosférica na linha

Equação	Parâmetros	Referência	Valores
$N_L = N_G \times A_L \times C_I \times C_E \times C_T \times 10^{-6}$	N _G – Densidade de descarga atmosférica para a terra (1/Km ² x ano)	INPE	9,6
	A _L – Área de exposição equivalente de descarga atmosférica que atingem a linha (m ²)	Equação A.9 NBR 5419-2	4,00E+04
	C _I – Fator de instalação da linha	Tabela A.2 NBR 5419-2	5,00E-01
	C _E – Fator ambiental	Tabela A.4 NBR 5419-2	1,00E-01
	C _T – Fator tipo de linha	Tabela A.3 NBR 5419-2	1,00E+00
$N_L = 1,92E-02$			

Cliente: Município de Alpestre		Local: Alpestre/RS		
Elaboração	João Paulo Vissotto	Rev:00	06/03/25	PÁG - 21
Verificação:	João Paulo Vissotto			
Aprovação:	João Paulo Vissotto			
		046/25		

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

Equação	Parâmetros	Referência	Valores
$P_U = P_{TU} \times P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$	<p>P_{TU} – Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma linha que adentre a estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões perigosas.</p>	Tabela B.6 NBR 5419 - 2	1,00E+00
	<p>P_{EB} – Fator dependente das ligações equipotenciais para descargas atmosféricas (EB) e do nível de proteção contra descargas atmosféricas para qual o DPS foi projetado</p>	Tabela B.7 NBR 5419 - 2	1,00E+00
	<p>P_{LD} – Probabilidade de falha do sistema interno devido a uma descarga atmosférica na linha conectada dependendo das características da linha.</p>	Tabela B.8 NBR 5419-2	1,00E+00
	<p>C_{LD} – Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha</p>	Tabela B.4 NBR 5419-2	1,00E+00
<p>P_U = 1,00E+00</p>			

Equação B.8 NBR 5419-2

Cliente: Município de Alpestre		Local: Alpestre/RS		
Elaboração	João Paulo Vissotto	Rev:00	06/03/25	PÁG - 22
Verificação:	João Paulo Vissotto			
Aprovação:	João Paulo Vissotto			
		046/25		

Lu – Perda devido a ferimentos a seres vivos por choque elétrico

Equação	Parâmetros	Referência	Valores
$L_U = r_t \times L_T \times n_z / n_t \times t_z / 8760$	r_t – Fator de redução de perda de vida humana dependendo do tipo de solo ou piso .	Tabela C.3 NBR 5419 - 2	1,00E-03
	L_t – número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso	Tabela C.2 NBR 5419 - 2	1,00E-02
	n_z – número de pessoas na zona	-	1,00E+02
	n_t – número total de pessoas na estrutura	-	1,00E+02
	t_z – tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona, (h/ano)	-	3,86E+03
$L_U = 4,41E-06$			

Equação B.8 NBR 5419-2

Cliente: Município de Alpestre		Local: Alpestre/RS		
Elaboração	João Paulo Vissotto	Rev:00	06/03/25	PÁG - 23
Verificação:	João Paulo Vissotto			
Aprovação:	João Paulo Vissotto			
		046/25		

R_U – Componente relacionado a ferimentos a seres vivos por choque elétrico

Equação	Parâmetros	Referência	Valores
$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$	N_L – Número médio anual de eventos perigosos devido às descargas atmosféricas em uma linha conectada à estrutura.	Equação A.8 NBR 5419-2	1,92E-02
	N_{DJ} – Número médio anual de eventos perigosos devido às descargas atmosféricas em uma estrutura adjacente.	Equação A.5 NBR 5419-2	0,00E+00
	P_U – Probabilidade de uma descarga atmosférica a uma linha causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico.	Equação B.8 NBR 5419-2	1,00E+00
	L_U – Perda devido a ferimentos a seres vivos por choque elétrico.	Equação C.2 NBR 5419-2	4,41E-06
$R_U = 8,46E-08$			

Equação 10 NBR 5419 -2

Cliente: Município de Alpestre		Local: Alpestre/RS		
Elaboração	João Paulo Vissotto	Rev:00	06/03/25	PÁG - 24
Verificação:	João Paulo Vissotto			
Aprovação:	João Paulo Vissotto			
		046/25		

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

Equação	Parâmetros	Referência	Valores
$P_V = P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$	P_{EB} – Fator dependente das ligações equipotenciais para descargas atmosféricas (EB) e do nível de proteção contra descargas atmosféricas para qual o DPS foi projetado	Tabela B.7 NBR 5419 - 2	1,00E+00
	P_{LD} – Probabilidade de falha do sistema interno devido a uma descarga atmosférica na linha conectada dependendo das características da linha.	Tabela B.8 NBR 5419-2	1,00E+00
	C_{LD} – Fator que depende da blindagem, do aterramento e das condições da isolação da linha	Tabela B.4 NBR 5419-2	1,00E+00
P_V = 1,00E+00			

Equação B.9 NBR 5419-2

R_v – Componente relacionado a danos físicos

Equação	Parâmetros	Referência	Valores
$R_v = (N_L + N_{DJ}) \times P_v \times L_v$	N _L – Número médio anual de eventos perigosos devido às descargas atmosféricas em uma linha conectada à estrutura	Equação A.8 NBR 5419-2	1,92E-02
	N _{DJ} – Número médio anual de eventos perigosos devido às descargas atmosféricas em uma estrutura adjacente	Equação A.5 NBR 5419-2	0,00E+00
	P _v – Probabilidade de uma descarga atmosférica a uma linha causar danos físicos	Equação B.9 NBR 5419-2	1,00E+00
	L _v – Perda devido a danos físicos	Equação C.3 NBR 5419-2	2,20E-04

Equação 10 NBR 5419 -2

R_v= 4,23E-06

6.2.3.3 Análise final do Risco R_1 e necessidade de proteção

Após o cálculo de todos componentes de risco foi determinado o valor do risco R_1 , para averiguar a necessidade de proteção.

Danos	Fonte de danos			
	S1	S2	S3	S4
	Descarga atmosférica na estrutura	Descarga atmosférica perto da estrutura	Descarga atmosférica na linha conectada	Descarga atmosférica perto da linha conectada
D1 Ferimentos a seres vivos devido a choques elétricos	$R_A = 1,57E-07$		$R_U = 8,46E-08$	
D2 Danos físicos	$R_B = 7,85E-06$		$R_V = 4,23E-06$	
D3 Falhas de sistemas eletroeletrônicos				
$R_1 = R_A + R_B + R_U + R_V = 1,23E-05$				

Como o valor encontrado para R_1 é superior ao valor tolerável $R_T=10^{-5}$, a edificação encontra-se desprotegida e necessita da instalação de medidas de proteção.

Cliente: Município de Alpestre		Local: Alpestre/RS		
Elaboração	João Paulo Vissotto			
Verificação:	João Paulo Vissotto	Rev:00	06/03/25	PÁG - 27
Aprovação:	João Paulo Vissotto	046/25		

6.3 Reanálise dos componentes de risco

Após verificação da necessidade de aplicação de medidas de proteção para a estrutura, foi realizada uma reanálise nos componentes de risco, verificando quais foram os componentes que apresentaram valores acima do tolerável. Foi identificado um alto índice para o componente de risco R_B (danos físicos causados por centelhamento iniciando incêndio ou explosão – descarga atmosférica na estrutura).

A solução mais apropriada para minimizar o componente de risco acima relacionado é a instalação de um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosférica.

Para que seja comprovada a eficácia da solução proposta, foi desenvolvida uma nova análise dos componentes de risco, considerando para o item P_B , que está diretamente relacionados à presença de SPDA na estrutura, o valor de $P_B = 0,2$, que representa a implantação de um SPDA com classe de proteção IV.

6.3.1 Reanálise do Risco R_1 aplicando as medidas de proteção

Após o cálculo de todos componentes de risco foi determinado o novo valor do risco R_1 , levando em consideração a instalação de um SPDA classe IV.

Danos	Fonte de danos			
	S1	S2	S3	S4
	Descarga atmosférica na estrutura	Descarga atmosférica perto da estrutura	Descarga atmosférica na linha conectada	Descarga atmosférica perto da linha conectada
D1				
Ferimentos a seres vivos devido a choques elétricos	$R_A = 3,14E-08$		$R_U = 8,46E-08$	
D2				
Danos físicos	$R_B = 1,57E-06$		$R_V = 4,23E-06$	
D3				
Falhas de sistemas eletroeletrônicos				
$R_1 = R_A + R_B + R_U + R_V = 5,92E-06$				

Após a reanálise dos componentes de risco levando em consideração a implantação de um SPDA classe IV, observou-se que o novo valor encontrado para R_1 é inferior ao valor tolerável $R_T=10^{-5}$, comprovando assim a eficácia da instalação das medidas de proteção escolhidas.

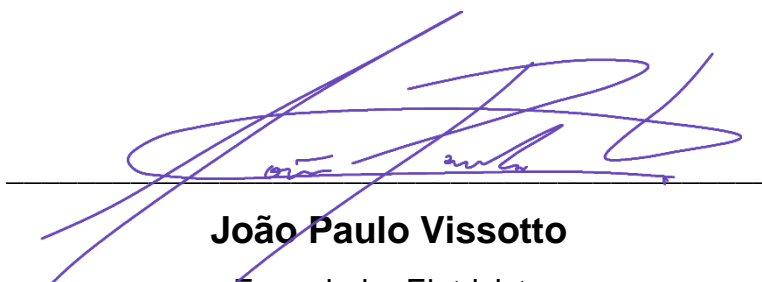
Cliente: Município de Alpestre		Local: Alpestre/RS		
Elaboração	João Paulo Vissotto			
Verificação:	João Paulo Vissotto	Rev:00	06/03/25	PÁG - 29
Aprovação:	João Paulo Vissotto	046/25		

7 CONCLUSÃO

De acordo com o gerenciamento de risco realizado inicialmente para a estrutura, foi concluído que a mesma se encontrava desprotegida, sendo necessária a instalação de um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas para redução do risco R_1 que está relacionado à perda de vida de pessoas.

Foi proposta a implantação de uma solução visando a instalação de um SPDA classe IV para minimizar o componente R_B . Após a reanálise dos componentes de risco, aplicando um novo valor para o componente R_B , foi comprovada a eficácia da solução proposta.

Todas as análises foram desenvolvidas com base na norma vigente brasileira que trata do assunto, sendo esta a norma da ABNT denominada NBR 5419: 2015 na sua parte 2, que trata especificamente sobre Gerenciamento de Risco.



João Paulo Vissotto
Engenheiro Eletricista
CREA RS238257