

**GERENCIAMENTO DE RISCO –
PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS
ATMOSFÉRICAS**

**CENTRO INTEGRADO DE SEGURANÇA PÚBLICA
(CISP) – N.S. DA GLÓRIA
(Área 01 - Bloco de prédios lado esquerdo do
DER)**

Revisão	Data	Descrição	Responsável
00	14/03/2024	Emissão inicial	Bruno Rocha

Nossa Senhora da Glória/SE
março/2024

ÍNDICE

I. OBJETIVO:	3
II. DADOS DA EDIFICAÇÃO:	3
III. NORMAS TÉCNICAS APLICADAS:.....	3
IV. CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO	3
V. GERENCIAMENTO DE RISCO	4
1. <u>Introdução</u>	4
2. <u>Metodologia</u>	5
VI. MEMORIAL DE CÁLCULO.....	7
1. <u>Área 1 – Lado esquerdo</u>	7
VII. CONSIDERAÇÕES	12
VIII. CONCLUSÃO	13

I. OBJETIVO:

Este estudo tem por finalidade realizar o gerenciamento de risco da Proteção contra Descargas Atmosféricas (PDA) do Centro Integrado de Segurança Pública (CISP) – Área 01 (Bloco de prédios lado esquerdo do DER), localizado na Rua Antônio Joaquim de Farias, s/n, Bairro Divinéia, Nossa Senhora da Glória/SE, conforme norma vigente (NBR 5419/2015).

II. DADOS DA EDIFICAÇÃO:

- **Proprietário:** Fundo Especial para Segurança Pública - FUNESP
- **CNPJ:** 34.841.214/0001-02
- **Empreendimento:** CISP (Centro Integrado de Segurança Pública) – Área 01 (Bloco de prédios lado esquerdo do DER)
- **Endereço do empreendimento:** Rua Antônio Joaquim de Farias, s/n, Bairro Divinéia, Nossa Senhora da Glória/SE.
- **Área construída:** 5.538,20m²

III. NORMAS TÉCNICAS APLICADAS:

- ABNT NBR 5419/2015 – 2 (Proteção contra descargas atmosféricas Parte 2: Gerenciamento de risco)

IV. CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

- **QUANTO À CLASSE DE OCUPAÇÃO:** Repartição Pública (H-4)
- **ALTURA máxima:** 13,51m;

V. GERENCIAMENTO DE RISCO

1. Introdução

As descargas atmosféricas causam sérias perturbações nas redes de transmissão e distribuição de energia elétrica, além de provocarem danos materiais nas construções atingidas por elas, sem contar os riscos de vida a que as pessoas e animais ficam submetidas. Elas induzem surtos de tensão que chegam a centenas de KV nas redes das concessionárias de energia elétricas e quando essas descargas entram em contato direto com quaisquer tipos de construção, tais como edificações, partes estruturais, ou não, de subestações, tanques de armazenamento de líquidos...são registrados grandes danos materiais, que poderiam ser evitados caso essas construções estivessem protegidas adequadamente por um SPDA.

Como as descargas atmosféricas podem apresentar diferentes características ou peculiaridades, nenhum Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas garante 100% de eficácia na proteção, muito embora esse índice possa chegar próximo a 98%.

É importante lembrar também que a proteção de computadores, controladores, telefonia e equipamentos eletrônicos em geral não é responsabilidade do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas. Para isso, deve ser contratado um projeto de Medidas de Proteção contra Surtos (MPS), com supressores de surto para cada um dos equipamentos, pois a condução da descarga pela edificação produz uma forte interferência eletromagnética.

O Gerenciamento de Risco ou Análise de Risco, parte 2 e fundamental da ABNT NBR5419/2015, estabelece alguns quesitos para verificar a necessidade ou não da PDA – Proteção contra Descargas Atmosféricas. Esta é a primeira etapa, uma vez identificada a estrutura e seu conteúdo, sendo necessária uma análise da situação para classificar todos os tipos de danos, perdas e riscos da edificação a ser protegida. Nestas relações, é importante saber quais os componentes serão ponderados e quais os impactos que eles vão representar. A partir da avaliação do risco para cada perda, é possível definir a necessidade de proteção sempre que o valor individual de cada risco for superior ao tolerável.

O estudo da análise de risco se inicia pelas fontes de danos em que são consideradas as descargas atmosféricas que atingem diretamente a estrutura e as linhas elétricas interligadas com elas e também as descargas que atingem áreas próximas às estruturas e às linhas. São considerados três tipos de danos: os ferimentos aos seres vivos, os danos físicos às estruturas e as falhas nos sistemas elétricos e eletrônicos. Com isso, são considerados os seguintes tipos de perdas: perda de vidas humanas; perda de instalação de serviço ao público; perda de memória cultural; e perda de valor econômico (estrutura e seu conteúdo, instalação de serviço e perda de atividade).

Dessa forma, os riscos a serem avaliados em uma estrutura são: R1 – risco de perda de vida humana; R2 – risco de perda de instalação de serviço ao público; R3 – risco de perda de memória cultural e R4 – risco de perda de valor econômico.

Entende-se como risco o valor de uma provável perda média anual (vida e bens) devido às descargas atmosféricas, em relação ao valor total (vida e bens) do objeto a ser protegido. Estes riscos dependem do número anual de descargas atmosféricas que influenciam a estrutura, da probabilidade de dano por uma das descargas atmosféricas que influenciam esta estrutura e da quantidade média das perdas causadas.

Uma vez calculados estes riscos, os valores são comparados aos valores típicos toleráveis indicados na norma: perda de vida humana ou ferimentos permanentes = 10^{-5} ; perda de serviço ao público = 10^{-3} e perda de patrimônio cultural = 10^{-4} . Caso algum valor de risco ultrapasse o valor tolerável, as medidas de proteção devem ser alteradas de forma que o risco fique dentro do valor tolerável.

2. Metodologia

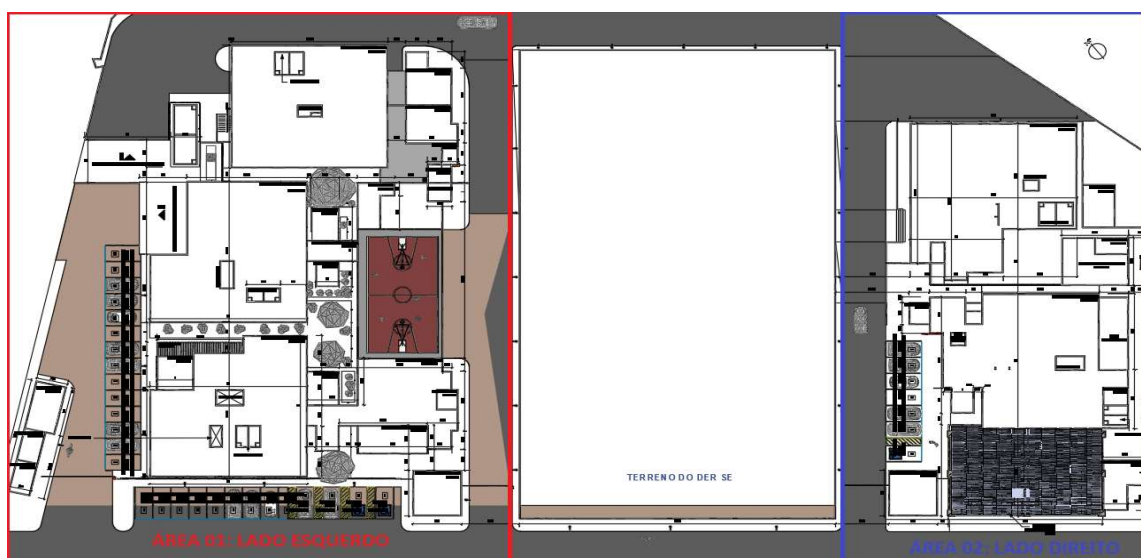
O estudo do Gerenciamento de Risco foi feito baseado nas características da área da edificação em questão, nas informações repassadas pelo proprietário, bem como no projeto de incêndio apresentado ao Corpo de Bombeiros, obtendo-se desta forma as informações essenciais para os cálculos explicitados adiante.

A análise foi realizada considerando a área como zona única e como se trata de uma repartição pública, Perda de vida humana (L1) e perda econômica (L4) são

relevantes para este tipo de estrutura e são requisitos para avaliação da necessidade de proteção.

Seguindo orientação da norma, onde a avaliação de perdas econômicas não é de cunho obrigatório para determinação de necessidade de instalação do sistema de SPDA em uma edificação, o risco R_4 para perdas econômicas (L4) não é aqui considerado. Isso implica na determinação de somente o risco R_1 para perda de vida humana (L1) (de acordo com a Tabela 2 da NBR 5419/2015) para comparação com o risco tolerável $RT = 10^{-5}$ (de acordo com a Tabela 4 dessa mesma norma).

Por causa do distanciamento de segurança, o gerenciamento de risco do empreendimento foi separado em dois:



OBS: O espaço destinado ao DER não é de responsabilidade do FUNESP e, portanto, o gerenciamento de risco dessa área deve ser realizado separadamente pelo seu responsável.

No memorial de cálculo é mostrado o Gerenciamento para Área 1 – lado esquerdo, considerando a estrutura como se apresenta atualmente, sem nenhuma medida de proteção contra descargas atmosféricas adotada (onde se pode observar que a instalação do SPDA não é obrigatória, uma vez que o risco calculado R_1 foi menor que o tolerável por norma).

Esse gerenciamento de risco foi realizado utilizando o software QISPDA, da empresa AltoQi, aplicando a norma ABNT NBR 5419/2015 – Parte 2.

VI. MEMORIAL DE CÁLCULO

1. Área 1 – Lado esquerdo

Dados da edificação:

Altura (m)	Largura (m)	Comprimento (m)
13.51 m	70.99 m	77.00 m

A área de exposição equivalente (A_d) 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.

$$A_d = 17315.87 \text{ m}^2$$

Densidade de descargas atmosféricas para a terra: $1.69/\text{km}^2 \times \text{ano}$

Risco de perda de vida humana (R_1)

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.

Componente R_a (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na estrutura)

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.

N_d (número de eventos perigosos para a estrutura)

C_d (Fator de localização)	5×10^{-1}
N_g (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$1.69/\text{km}^2 \times \text{ano}$
$N_d = N_g \times A_d \times C_d \times 10^{-6}$	$1.46 \times 10^{-2}/\text{ano}$

P_a (probabilidade de uma descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

P_{ta} (Probabilidade de uma descarga a uma estrutura causar choque a seres vivos devido a tensões de toque e de passo)	1
P_b (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1
$P_a = P_{ta} \times P_b$	1

L_a (valores de perda na zona considerada)

r_t (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1×10^{-3}
L_t (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
n_z (Número de pessoas na zona considerada)	600

nt (Número total de pessoas na estrutura)	600
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$La = rt \times Lt \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	1×10^{-5}

$$Ra = Nd \times Pa \times La$$

$$Ra = 1.46 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

Componente Rb (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na estrutura)

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.

Nd (número de eventos perigosos para a estrutura)

Cd (Fator de localização)	5×10^{-1}
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	$1.69 / \text{km}^2 \times \text{ano}$
$Nd = Ng \times Ad \times Cd \times 10^{-6}$	$1.46 \times 10^{-2} / \text{ano}$
Pb (Probabilidade de uma descarga na estrutura causar danos físicos)	1

Lb (valores de perda na zona considerada)

rp (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
rf (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-2}
hz (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	5
Lf (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
nz (Número de pessoas na zona considerada)	600
nt (Número total de pessoas na estrutura)	600
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$Lb = rp \times rf \times hz \times Lf \times (nz/nt) \times (tz/8760)$	2.5×10^{-4}

$$Rb = Nd \times Pb \times Lb$$

$$Rb = 3.66 \times 10^{-6} / \text{ano}$$

Componente Ru (risco de ferimentos a seres vivos causado por descargas na linha conectada)

Componente relativo a ferimentos aos seres vivos, causados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo dentro da estrutura.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ll (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
$Al = 40 \times Ll$	40000 m ²	40000 m ²

Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	1.69/km ² x ano
---	----------------------------

Nl (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	6.76x10 ⁻³ /ano	6.76x10 ⁻³ /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	0/ano	0/ano
Ptu (Probabilidade de uma estrutura em uma linha que adentre a estrutura causar choques a seres vivos devidos a tensões de toque perigosas)	1	
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	1	

Pu (probabilidade de uma descarga em uma linha causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1
Pu = Ptu x Peb x Pld x Cld	1	1

Lu (valores de perda na zona considerada)

rt (Fator de redução em função do tipo da superfície do solo ou do piso)	1x10 ⁻³
Lt (Número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico devido a um evento perigoso)	1x10 ⁻²
nz (Número de pessoas na zona considerada)	600
nt (Número total de pessoas na estrutura)	600
tz (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
Lu = rt x Lt x (nz / nt) x (tz / 8760)	1x10 ⁻⁵

$$Ru = Ru.E + Ru.T$$

$$Ru = [(Nl.E + Ndj.E) \times Pu.E \times Lu] + [(Nl.T + Ndj.T) \times Pu.T \times Lu]$$

$$Ru = 1.35 \times 10^{-7} / \text{ano}$$

Componente Rv (risco de danos físicos na estrutura causado por descargas na linha conectada)

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.

Al (área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ll (Comprimento da seção de linha)	1000 m	1000 m
Al = 40 x Ll	40000 m ²	40000 m ²
Ng (Densidade de descargas atmosféricas para a terra)	1.69/km ² x ano	

Nl (Número médio anual de eventos perigosos devido a descargas na linha)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Ci (Fator de instalação da linha)	1	1
Ct (Fator do tipo de linha)	1	1
Ce (Fator ambiental)	0.1	0.1
Nl = Ng x Al x Ci x Ce x Ct x 10 ⁻⁶	6.76x10 ⁻³ /ano	6.76x10 ⁻³ /ano

Ndj (número de eventos perigosos para uma estrutura adjacente)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Adj (Área de exposição equivalente da estrutura adjacente)	0 m ²	0 m ²
Cdj (Fator de localização da estrutura adjacente)	0.25	0.25
Ndj = Ng x Adj x Cdj x Ct x 10 ⁻⁶	0/ano	0/ano
Peb (Probabilidade em função do NP para qual os DPS foram projetados)	1	

Pv (probabilidade de uma descarga em uma linha causar danos físicos)

	Linhas de energia (E)	Linhas de telecomunicações (T)
Pld (Probabilidade dependendo da resistência Rs da blindagem do cabo e da tensão suportável de impulso Uw do equipamento)	1	1
Cld (Fator dependendo das condições de blindagem, aterramento e isolamento)	1	1

$P_v = P_{eb} \times P_{ld} \times C_{ld}$	1	1
--	---	---

L_v (valores de perda na zona considerada)

r_p (Fator de redução em função das providências tomadas para reduzir as consequências de um incêndio)	5×10^{-1}
r_f (Fator de redução em função do risco de incêndio ou explosão na estrutura)	1×10^{-2}
h_z (Fator aumentando a quantidade relativa de perda na presença de um perigo especial)	5
L_f (Número relativo médio típico de vítimas feridas por danos físicos devido a um evento perigoso)	1×10^{-2}
n_z (Número de pessoas na zona considerada)	600
n_t (Número total de pessoas na estrutura)	600
t_z (Tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona considerada)	8760 h/ano
$L_v = r_p \times r_f \times h_z \times L_f \times (n_z/n_t) \times (t_z/8760)$	2.5×10^{-4}

$$R_v = R_{v.E} + R_{v.T}$$

$$R_v = [(N_{l.E} + N_{d,j.E}) \times P_{v.E} \times L_v] + [(N_{l.T} + N_{d,j.T}) \times P_{v.T} \times L_v]$$

$$R_v = 3.38 \times 10^{-6}/\text{ano}$$

Resultado de R1:

O risco R1 é um valor relativo a uma provável perda anual média, calculado a partir da soma dos componentes de risco citados.

$$R1 = R_a + R_b + R_u + R_v$$

$$R1 = 7.32 \times 10^{-6}/\text{ano}$$

Avaliação final do risco - Estrutura

O risco é um valor relativo a uma provável perda anual média. Para cada tipo de perda que possa ocorrer na estrutura, o risco resultante deve ser avaliado. O risco para a estrutura é a soma dos riscos relevantes de todas as zonas da estrutura; em cada zona, o risco é a soma de todos os componentes de risco relevantes na zona.

Zona	R1
Estrutura	0.73181×10^{-5}

Foram avaliados os seguintes riscos da estrutura:

R1: risco de perda de vida humana (incluindo ferimentos permanentes)

$$R1 = 0.73181 \times 10^{-5}/\text{ano}$$

Status: A instalação de um sistema de SPDA não é necessária, segundo a NBR5419/2015, pois $R \leq 10^{-5}$.

VII. CONSIDERAÇÕES

A descarga elétrica atmosférica é um fenômeno da natureza absolutamente imprevisível e aleatório, tanto em relação às suas características elétricas (intensidade de corrente, tempo de duração, etc.), como em relação aos efeitos destruidores de correntes de sua incidência sobre as edificações.

Nada em termos práticos pode ser feito para se impedir a incidência de uma descarga em determinada área. Para reduzir as perdas devido às descargas atmosféricas, podem ser necessárias medidas de proteção. Quando estas são necessárias, e em qual medida, deve ser determinado pelo gerenciamento de risco.

O risco é definido como a provável perda média anual em uma estrutura devido às descargas atmosféricas. Quando dentro dos limites toleráveis pela Norma, não há obrigatoriedade de instalação de medidas protetivas (cabendo ao proprietário tal decisão, uma vez que a ele é facultada), no entanto, quando excedem esses limites, a instalação de tais medidas torna-se obrigatória, visando a redução dos riscos para a faixa permitida.

Vale ressaltar que ter um risco com valor abaixo do tolerado pela norma não significa dizer que a edificação está “segura” e sim que há uma probabilidade pequena de haver perdas devido à essas descargas. Sendo assim, o projetista, visando uma maior segurança, sempre recomenda a instalação do SPDA, principalmente quando a edificação ainda será construída, já que o custo de implantação de um sistema estrutural é muito mais baixo e eficiente.

Esta análise se refere à edificação com os parâmetros atuais (Área, altura, população, finalidade, tipo de instalação de linha de energia e sinal...dentre vários outros fatores apresentados no memorial de cálculo), portanto, caso algum desses parâmetros sofra alteração, uma nova análise deve ser realizada.

VIII. CONCLUSÃO

Diante dos cálculos e considerações apresentadas conclui-se que a instalação do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas não é obrigatória na Área 01 (Bloco de prédios lado esquerdo do DER) do Centro Integrado de Segurança Pública, em Nossa Senhora da Glória/SE. Sendo assim, fica facultada a instalação de tal sistema na edificação, uma vez que os riscos calculados são menores que os tolerados em norma.

Ciente do resultado da análise e das considerações, o proprietário decide pela NÃO instalação do SPDA.

Tec. Eletrotécnico
Bruno Rocha dos Santos
RN: 02167625537

Secretaria de Segurança Pública de Sergipe - SSP/SE
CNPJ: 34.841.214/0001-02