



## NBR 5419/2015: ESTUDO DO GERENCIAMENTO DE RISCO DE PERDA DE VIDA HUMANA DE UM EDIFÍCIO COMERCIAL

Hartson Samyr Jacó <sup>1</sup>  
Luciana Paro Scarin Freitas <sup>2</sup>

### RESUMO

O Brasil é um país com alta incidência de raios no mundo dada sua magnitude e localização geográfica. As descargas elétricas podem causar danos à vida e a bens materiais. Com o intuito de minimizar esses danos, a ABNT formulou a NBR 5419, que foi atualizada no ano de 2015 e possui quatro partes. A norma descreve como uma edificação deve ter um sistema de proteção de descargas atmosféricas adequadamente instalado e como coordenar sua manutenção. Para tanto a norma possui uma metodologia de gerenciamento de riscos que precisa ser aplicada de forma correta. O problema abordado é a aplicação do Gerenciamento de Risco na estrutura comercial em estudo. O objetivo geral é mostrar a aplicação prática desta seção da norma, para tanto, o método utilizado na pesquisa tem base descritiva e exploratória com técnicas quantitativas de obtenção de dados para os cálculos de análise de risco.

**Palavras-chave:** Gerenciamento de Risco, SPDA, Descargas atmosféricas.

### INTRODUÇÃO

Descargas elétricas atmosféricas são ocorrências típicas da natureza e suas características são totalmente imprevisíveis em especial quanto ao local a serem atingidos, intensidade da descarga elétrica e o período de duração do evento. Descarga atmosférica é um tipo de descarga elétrica que pode ocorrer entre nuvens ou entre nuvem e terra e, consiste em impulsos elétricos denominados raios, segundo Cruz e Aniceto (2012), os raios são impulsos elétricos de alta tensão, podendo chegar até 100 kV, com duração muito pequena, em torno de 200 milissegundos.

As consequências de ficar exposto de maneira direta ou indireta a uma descarga atmosférica pode acarretar sérios danos FILHO (2018) também são sentidos no que diz respeito a interferências e avarias em redes aéreas de transmissão e distribuição de energia elétrica e sistemas de telecomunicações. Os problemas também podem se estender para incêndios em edificações e florestas.

Em vista da necessidade de neutralizar ou minimizar tais problemas, foi elaborada a norma Brasileira NBR 5419 que trata sobre SPDA (sistema de proteção contra descarga

---

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário Uniamérica - PR, [hartsonsj@gmail.com](mailto:hartsonsj@gmail.com);

<sup>2</sup> Pós-doutorada pelo Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Estadual do Oeste (Unioeste) – PR, [luciana.scarin@uniamerica.br](mailto:luciana.scarin@uniamerica.br);



atmosférica) e por sua vez teve diversas atualizações ao longo dos anos com o intuito de trazer novas metodologias e segurança para pessoas, animais e também as edificações. A versão mais recente é a NBR 5419/2015, composta por 04 partes, a primeira discorre sobre princípios gerais, a segunda fala de gerenciamento de risco, a terceira comenta a respeito de danos físicos a estruturas e perigos à vida e a quarta parte com relação a sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura.

O projeto tem por finalidade identificar através do gerenciamento de risco da NBR 5419/2015 a necessidade de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas de um edifício comercial que possui 5 pavimentos com aproximadamente 1350 m<sup>2</sup> de área construída, localizado na região central da cidade de Foz do Iguaçu. É importante frisar que a estrutura possui um SPDA antigo, em desacordo com a versão estudada que é a de 2015. Visto tamanha importância do tema, é fundamental o estudo no SPDA para identificar sinais de desgaste ao longo do seu sistema, ocasionado por intempéries, e demais problemas que pode torná-lo ineficaz numa eventual descarga elétrica, assim não cumprindo integralmente sua função. Vale ressaltar que para o bom funcionamento, cada parte do conjunto deve estar em boas condições e suas manutenções que atendam a normativa mais atual, pois segundo o item 7.4.1 da norma “a regularidade das inspeções é condição fundamental para a confiabilidade de um SPDA” (NBR 5419/2015 - 3).

Segundo Cruz e Aniceto (2012), o Brasil é o país com a maior incidência de raios do mundo, em torno de 100 milhões por ano. Devido às altas incidências de descargas atmosféricas, é adequado um estudo preciso sobre a necessidade ou não de um SPDA e suas medidas de proteção contra surtos na edificação.

Desta forma é fundamental estudar e saber se a estrutura atende aos requisitos mínimos de segurança da NBR 5419/2015 parte 2, no qual a pesquisa aborda exclusivamente o tema que diz respeito ao gerenciamento de risco, que delimita características para verificar a necessidade de um SPDA, posteriormente identificado a exigência ou não da instalação do sistema, é averiguado a condição do ambiente para pontuar possíveis melhorias, com o intuito de manter os níveis de segurança dentro dos padrões toleráveis de acordo com a norma, maximizando os recursos existentes da instalação.

SANTINI (2016) corrobora pontuando que a NBR 5419 de 2015 após 10 anos da sua até então última atualização (2005), foi projetada com base na norma internacional IEC 62305. Com uma visão mais técnica, o intuito da atualização é que haja um impacto positivo na área elétrica, de forma a causar mudanças também no mercado de equipamentos, na conduta dos



profissionais e principalmente na segurança das edificações e às pessoas que nela circulam. De acordo com COELHO (2011), a norma internacional IEC 62305 criada em 2006 contém quatro volumes referente a SPDA:

Parte 01: Princípios Gerais, Parte 02: Gerência de Risco, Parte 03: Danos físicos a Estrutura e perigo de vida, Parte 04: Sistemas Eletroeletrônicos embarcados.

De acordo com Santos (2016, p.22) o texto referência da IEC foi adaptado para a NBR 5419 de 2015, pois o Brasil difere de muitos países quanto ao ambiente e clima. Um fato importante do qual o trabalho trata, que é a análise de risco, é que foram incluídos na norma o mapa do Brasil e de suas regiões com seus respectivos números de descargas atmosféricas por quilômetro quadrado e ao ano.

## **METODOLOGIA**

Um estudo bem sucedido, além de um bom conteúdo dissertado, é importante que as ideias e pesquisas estejam organizadas de forma coerente no qual Rampazzo (2005, p.13) corrobora dizendo que o estudo do método é um conjunto que envolve etapas, dispostas de maneira organizada, no estudo de uma ciência, ou para almejar determinada finalidade.

Desta forma nesta fase serão mencionadas as etapas que direcionam esta pesquisa de modo que os objetivos sejam alcançados. Serão realizadas em 3 etapas:

- a) Revisão da literatura que aborda a norma NBR 5419/2015 através de livros, artigos, periódicos e documentos que abordam o assunto. Também a pesquisa de diagnóstico, que tem o intuito de apresentar sugestões de uma situação organizacional;
- b) O estudo do gerenciamento de risco conforme norma NBR 5419-2 de 2015 como principal área de interesse nesta pesquisa, aplicado a um edifício comercial de 5 pavimentos com aproximadamente 1350 metros quadrados, de acordo com normas e padrões pesquisados e suas particularidades.
- c) Elaboração da análise de risco do local estudado conforme estabelece a NBR 5419/2015

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

Para Sueta (2015) a segunda parte da norma tem por meta a avaliação do risco em razão das descargas atmosféricas tanto para as edificações quanto para as pessoas, essa avaliação tende a fornecer dados para especificar as proteções contra os efeitos prejudiciais das descargas



atmosféricas. O mesmo também define o que é risco, descrevendo que “entende-se como o valor de uma provável perda média anual (vida e bens) devido às descargas atmosféricas em relação ao valor (vida e bens) do objeto a ser protegido” (SUETA, 2015).

O gerenciamento de risco é o ponto fundamental de um projeto, pois define e classifica o padrão de segurança que deve ser adotado. A norma está mais rígida em relação à sua penúltima versão (de 2005) e conta com aproximadamente 70 parâmetros a serem observados e trata de maneira particular cada caso com suas peculiaridades, no qual o responsável técnico realiza cálculos e considerações da estrutura. A análise de risco aborda algumas características da edificação (NBR 5419-2/2015, p.19):

- a) A própria estrutura;
- b) As instalações da estrutura;
- c) O conteúdo da estrutura;
- d) As pessoas na estrutura ou nas zonas até 3 metros para fora da estrutura;
- e) O meio ambiente afetado por danos na estrutura.

Santos (2017) comenta que a norma não somente avalia sob o ponto de vista do número de descargas atmosféricas de uma referida instalação, como também os danos provocados por essas descargas atmosféricas e as perdas decorrentes desses danos.

O processo de análise de risco traz clareza e objetividade na definição de quais medidas e qual nível de proteção empregar na edificação. Pois através dos riscos alcançados por meio dos cálculos, é comparado a um valor de risco aceitável e pré-determinado pela norma NBR 5419/2015. Se tais medidas apresentarem valores menores do que o máximo tolerável, não serão necessárias ações adicionais. Para medidas em que os cálculos fiquem acima do permitido, será imprescindível novas ações no intuito de maximizar a segurança (NBR 5419-2 2015, p.20).

Com relação a corrente elétrica das descargas atmosféricas dissipadas para o solo, elas podem atingir uma estrutura por quatro vias diferentes por meio de uma edificação (NBR 5419-2), são ele:

- a)  $S_1$  - descarga atmosférica atinge diretamente uma edificação;
- b)  $S_2$  - descarga atmosférica atinge região próxima a edificação;
- c)  $S_3$  - descarga atmosférica atinge diretamente a linha que adentra à edificação;
- d)  $S_4$  - descarga atmosférica atinge proximamente a linha que adentra à edificação.

A norma adota algumas variáveis para os cálculos, são elas (Sueta, 2015):



- a) Danos - Os ferimentos aos seres vivos (D1), os danos físicos às estruturas (D2) e as falhas nos sistemas elétricos e eletrônicos (D3);
- b) Perdas - Perdas de vidas humanas (L1), perda de instalação de serviço ao público (L2), perda de memória cultural (L3) e perda de valor econômico (L4) (estrutura e seu conteúdo, instalação de serviço e perda de atividade).

Vale ressaltar que a norma possibilita tratar de forma individual zonas semelhantes, através da divisão da estrutura em alguns casos, visto que nem sempre são uniformes ao longo de toda instalação (NBR 5419-2, p. 28). Essa possibilidade auxilia na redução de custos em relação ao projeto e execução, pois um único gerenciamento de risco para toda estrutura poderá ocorrer sem necessidade de um superdimensionamento. Essas medidas não acarretam prejuízos quanto a segurança oferecida pelo sistema.

Dessa forma o risco deve ser estimado para cada tipo de perda que possa ocorrer na edificação (NBR 5419-2, p.15) e são classificados como:

- R1 - Risco de perda de vida humana;
- R2 - Risco de perda de instalação de serviço ao público;
- R3 - Risco de perda de memória cultural;
- R4 - Risco de perda de valor econômico.

Conforme observadas as definições e significados das variáveis (danos e perdas), de acordo com o ponto de impacto na estrutura, a norma passa a correlacionar as informações para o projetista averiguar o risco e tomar medidas de proteção cabíveis para a situação analisada, visto que a segurança e proteção de vidas e patrimônio é uma necessidade (TERMOTÉCNICA, 2017).

A NBR 5419/2015 comenta que cada risco é composto pela soma de seus componentes e ao estimar um risco, os componentes que o compõem podem ser agrupados em conformidade com as fontes de danos e tipos de danos.

As componentes de risco para uma estrutura são classificadas em  $R_A$ ,  $R_B$  e  $R_C$  sendo:

- a)  $R_A$  - Componente referente a ferimentos aos seres vivos provocados por choque elétrico ocasionados por tensões de toque e passo interna na edificação e externa nas zonas até três metros ao redor dos condutores de descida.
- b)  $R_B$  - Componente pertencente a danos físicos originados por centelhamento perigoso dentro da edificação, pelo qual pode iniciar incêndio ou explosão.
- c)  $R_C$  - Componente relacionado a falhas de sistemas internos originados por pulso eletromagnético de descarga atmosférica.



Da mesma forma a norma conceitua o componente de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas perto da estrutura como  $R_m$ :

- a)  $R_m$  - Componente tem relação com falhas de sistemas dentro da edificação causados por pulso eletromagnético de descargas atmosféricas.

No que diz respeito às componentes de risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas a uma linha conectada à estrutura são definidos os parâmetros (NBR 5419-2, p.16):

- a)  $R_U$  - Componente corresponde a ferimentos aos seres vivos originados por choque elétrico devido às tensões de toque e passo do lado interno da edificação.
- b)  $R_V$  - Componente que corresponde a danos físicos (incêndio ou explosão originados por centelhamentos perigosos entre instalações externas e partes metálicas normalmente localizadas na entrada da linha na estrutura). Ocasionalmente à corrente elétrica dos raios que são conduzidos ou ao longo das linhas.
- c)  $R_W$  - Componente relacionado a falhas de sistemas internos gerado por sobretensões induzidas nas linhas que entram na estrutura e conduzidas a esta.

Por fim a componente  $R_Z$ , risco para uma estrutura devido às descargas atmosféricas perto de uma linha interligada à estrutura. Possui relação a falhas de sistemas internos provocados por sobretensões induzidas nas linhas que adentram na edificação e transmitidas a esta.

O risco é calculado de maneira individual para cada tipo de perda, em um total de até quatro riscos diferentes. Vale ressaltar que existe a obrigatoriedade de realizar os cálculos referentes a perda de vida humana, e quando aplicável a perda de serviço ao público e perda de patrimônio cultural. Já com relação ao risco de perda de valores econômicos, fica a critério dos responsáveis pelo projeto incluí-lo se julgar benéfico na aplicação de medidas de proteção para redução desse risco (SANTOS, 2017).

Em relação a perdas de vida humana, são considerados os componentes de risco para cada tipo de perda na edificação e listados da seguinte forma:  $R_1$ :  $RA_1+RB_1+RC_1+RM_1+RU_1+RV_1+RW_1+RZ_1$

As componentes  $RC_1$ ,  $RM_1$ ,  $RW_1$  e  $RZ_1$  se aplicam a risco com explosão e para hospitais que possuam equipamentos elétricos destinados a salvar vidas e também se aplica a outras estruturas que coloque em risco a vida de pessoas por meio de falhas dos sistemas internos. A seguir quadros 1, 2, 3 e 4 a relação das componentes de risco com tipologia e fontes de Danos:





### Quadro 1 - Risco de perda de vida humana (L1)

L1 - Perdas de Vida Humana (incluindo ferimentos permanentes)		
Composição do Risco	Tipologia de Dano	Fontes dos Danos
R <sub>A</sub> R <sub>U</sub> R <sub>B</sub>	A Seres Vivos por Choque Elétrico- D1	Descarga atmosférica na estrutura - S1 Descargas atmosféricas na linha - S3
	Físicos à Estrutura - D2	Descarga atmosférica na estrutura - S1 Descargas atmosféricas na linha - S3
R <sub>V</sub>		Descarga atmosférica na estrutura - S1 Descargas atmosféricas na linha - S3
R <sub>C</sub> , R <sub>W</sub> , R <sub>M</sub> e R <sub>Z</sub>	Falhas de Sistemas Eletrônicos - D3	Descarga atmosférica na estrutura - S1
		Descargas atmosféricas perto da estrutura - S2
		Descargas atmosféricas na linha - S3
		Descargas atmosféricas perto da linha - S4

Fonte: Adaptado (Santos, 2017)

### Quadro 2 - Risco de perda de serviço público (L2)

L2 - Perda de Serviço ao Público		
Composição do Risco	Tipologia de Dano	Fontes dos Danos
R <sub>B</sub> R <sub>V</sub> R <sub>C</sub>	Físicos à Estrutura - D2	Descarga atmosférica na estrutura - S1 Descargas atmosféricas na linha - S3
	Falhas de Sistemas Eletrônicos - D3	Descarga atmosférica na estrutura - S1 Descargas atmosféricas perto da estrutura - S2
R <sub>W</sub> R <sub>Z</sub> R <sub>M</sub>	Falhas de Sistemas Eletrônicos - D3	Descargas atmosféricas na linha - S3
		Descargas atmosféricas perto da linha - S4

Fonte: Adaptado (Santos, 2017)

### Quadro 3 - Risco de perda de patrimônio cultural (L3)

L3 - Perda de Patrimônio Cultural		
Composição do Risco	Tipologia de Dano	Fontes dos Danos
R <sub>B</sub> e R <sub>V</sub>	Físicos à Estrutura - D2	Descarga atmosférica na estrutura - S1 Descargas atmosféricas na linha - S3

Fonte: Adaptado (Santos, 2017)

### Quadro 4 - Risco de perda de valor econômico (L4)

L4 - Perda de Valores Econômicos (estrutura, conteúdo, e perdas de atividades)		
Composição do Risco	Tipologia de Dano	Fontes dos Danos
R <sub>A</sub> e R <sub>U</sub>	A Seres Vivos por Choque Elétrico- D1	Descarga atmosférica na estrutura - S1 Descargas atmosféricas na linha - S3
R <sub>B</sub>	Físicos à Estrutura - D2	Descarga atmosférica na estrutura - S1 Descargas atmosféricas na linha - S3
R <sub>M</sub> R <sub>W</sub> R <sub>V</sub> R <sub>C</sub>		Descarga atmosférica na estrutura - S1 Descargas atmosféricas perto da estrutura - S2
	R <sub>Z</sub>	Falhas de Sistemas Eletrônicos - D3
Descargas atmosféricas perto da linha - S4		

Fonte: Adaptado (Santos, 2017)

É importante mencionar as características da edificação e medidas de proteção que exercem influência nos componentes de risco para a elaboração do projeto conforme quadro 05 (NBR 5419-2, 2015).



**Quadro 5 - Fatores que influenciam os componentes de risco**

Características da estrutura ou medidas de proteção	RA	RB	RC	RM	RU	RV	RW	RZ
Área de exposição equivalente	X	X	X	X	X	X	X	X
Resistividade da superfície do solo	X							
Resistividade do piso	X				X			
Restrições físicas, isolamento, avisos visíveis, equipotencialização do solo	X				X			
SPDA	X	X	X	Xa	Xb	Xb		
Ligação ao DPS	X	X			X	X		
Interfaces isolantes			Xc	Xc	X	X	X	X
Sistema coordenado de DPS			X	X			X	X
Blindagem espacial			X	X				
Blindagem de linhas externas					X	X	X	X
Blindagem de linhas internas			X	X				
Precauções de roteamento			X	X				
Sistemas de equipotencialização			X					
Precauções contra incêndios		X				X		
Sensores de fogo		X				X		
Perigos especiais		X				X		
Tensão suportável de impulso			X	X	X	X	X	X

Fonte: NBR 5419-2 (2015)

No quadro 05 a variável Xa é aplicável somente para SPDA tipo malha externa; Xb devido a ligações equipotenciais e Xc é aplicável somente se eles pertencem ao equipamento.

As características descritas no quadro anterior são importantes, pois através delas pode-se melhorar o nível de proteção exigido, utilizando recursos mais acessíveis de acordo com a necessidade e problemática.

A norma NBR 5419/2015 fornece valores de referência no que diz respeito a níveis toleráveis dos riscos de perda de vida humana ou ferimentos permanentes, perda de serviço ao público e perda de patrimônio cultural. Diante de valores que ultrapassem os níveis aceitáveis devem ser adotadas medidas que reduzam e atendam aos níveis toleráveis conforme quadro 6 a seguir:

**Quadro 6 - Valores típicos de risco tolerável RT**

Tipo de perda		$R_T (y^{-1})$
L1	Perda de vida humana ou ferimentos permanentes	$10^{-5}$
L2	Perda de serviço ao público	$10^{-3}$
L3	Perda de patrimônio cultural	$10^{-4}$

Fonte: NBR 5419-2 (2015)

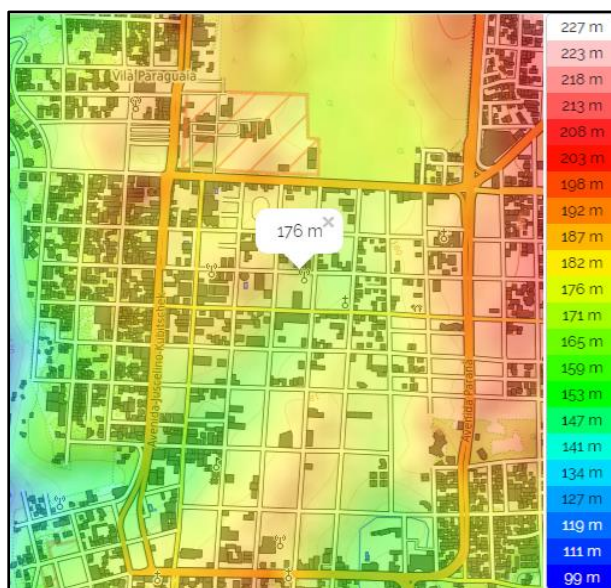
## RESULTADOS E DISCUSSÃO





A planta comercial está localizada na região central da cidade de Foz do Iguaçu - Paraná, numa altitude média do relevo local de 176 metros. A estrutura em sua extremidade possui aproximadamente 22 metros de altura do nível do solo. Devido a expansão da cidade a edificação conta com demais prédios e torre de telefonia mais altos nas proximidades e também edificações do mesmo porte. A figura a seguir demonstra a localização e sua altitude:

**Figura 2 - Mapa Topográfico**



**Fonte:** Topographic Map (2020)

De acordo com o Grupo de Eletricidade Atmosférica (ELAT), vinculado ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2015) a região oeste do Paraná é o local com maior concentração de raios no estado. A densidade de descargas atmosféricas é um parâmetro exigido que demonstra a quantidade de raios registrados por quilômetro quadrado no período de um ano. O INPE é a fonte oficial para obter tais informações, assim também disponibilizados no anexo F da NBR 5419/2015 - 2 (gerenciamento de risco). O município de Foz do Iguaçu registra um índice de 14,93 descargas atmosféricas por quilômetro quadrado, para efeitos de cálculo será considerado o valor de 15 raios por km<sup>2</sup> no espaço de um ano.

Inicialmente apresentamos o Cálculo de RA - RISCO DE FERIMENTOS A SERES VIVOS CAUSADO POR DESCARGAS NA ESTRUTURA.

Nd - número de eventos perigosos para a estrutura

$$Nd = Ng \cdot Ad \cdot Cd \cdot 10^{-6} \quad | \quad Nd = 15 \cdot 17.785 \cdot 0,25 \cdot 10^{-6} \quad | \quad \mathbf{Nd = 6.67 \times 10^{-4}}$$



Pa - probabilidade de uma descarga na estrutura causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico

$$Pa = Pta * Pb \quad | \quad Pa = 1 * 1 \quad | \quad \mathbf{Pa = 1}$$

La - valores de perda na zona considerada

$$La = rt * Lt * (nz/nt) * (tz/8760) \quad | \quad \mathbf{La = 1x10^{-5}}$$

$$\mathbf{RA = Nd * Pa * La \quad | \quad RA = 6.67x10^{-4} * 1 * 1x10^{-5} \quad | \quad RA = 6.67 x 10^{-9}}$$

A seguir apresenta-se o Cálculo de RU - RISCO DE FERIMENTOS A SERES VIVOS CAUSADOS POR DESCARGAS NA LINHA CONECTADA (LINHA DE ENERGIA).

AL - área de exposição equivalente de descargas para a terra que atingem a linha

$$\mathbf{AL_E = 200 \quad AL_T = 100}$$

$$\mathbf{AL = 40 \times LL \quad | \quad AL_E = 8000m^2 \quad | \quad AL_T = 4000m^2}$$

NG - Densidade de descargas atmosféricas para a terra (mapa isoceráunico)
---

15 (Km <sup>2</sup> por ano)
------------------------------

NL - Número de sobretensões não inferiores a 1kV na seção da linha

$$NL = Ng * Al * Cl * Ce * Ct * 10^{-6} \quad | \quad \mathbf{NL_E = 1.2x10^{-2} \quad | \quad NL_T = 6x10^{-3}}$$

PU - Probabilidade de uma descarga em uma linha causar ferimentos a seres vivos por choque elétrico.

$$PU = Ptu * Peb * Pld * Cl d \quad | \quad \mathbf{PU_E = 1 \quad | \quad PU_T = 1}$$

LU - Valores de perda na zona considerada

$$LU = rt * Lt * (nz/nt) * (tz/8760) \quad | \quad \mathbf{LU = 1x10^{-5}}$$

$$RU = Ru.E + Ru.T \quad | \quad \mathbf{RU = [(NL_E + Ndj_E) \times Pu_E \times Lu] + [(NL_T + Ndj_T) \times Pu_T \times Lu] \quad | \quad \mathbf{RU = 1.8x10^{-7}}$$

Por fim, apresenta-se o RISCO DE PERDAS OU DANOS PERMANENTES EM VIDAS HUMANAS (R1), devido a estrutura estudada não se tratar de estruturas com risco de explosão ou hospitais, as componentes de R1 será formada pela seguinte expressão: R1 = RA1 + RB1 + RU1 + RV1

De forma individual são calculados pelos seguintes fatores:



$$RA = ND*PA*LA \mid RB = ND*PB*LB \mid RU = (NL+NDJ) * PU*LU \mid RV = (NL+NDJ) * PV*LV$$

Se chegou aos seguintes valores após os cálculos:

$$RA = 6.67 \times 10^{-9} \mid RB = 6.67 \times 10^{-8} \mid RU = 1.8 \times 10^{-7} \mid RV = 1.8 \times 10^{-6}$$

$$R1 = RA+RB+RU+RV \mid R1 = 2.05 \times 10^{-6}$$

Os resultados encontrados a partir dos cálculos do gerenciamento de risco demonstram que não há necessidade da instalação de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas, visto o valor de R1  $2.05 \times 10^{-6}$  ficar abaixo do tolerável exigido pela norma que é  $10^{-5}$ .

Vale ressaltar que a estrutura possui um sistema de proteção contra descargas atmosféricas antigo, em não conformidade com a versão mais atual da norma que é a NBR 5419/2015. Devido a este fator não foi levado em consideração nos cálculos a estrutura em nenhuma das quatro classes de SPDA, por motivos de segurança por não se ter a verdadeira efetividade do sistema de captação, descida e eletrodo de aterramento. Para tal afirmação de funcionamento são necessários testes em todo sistema e adequações técnicas.

A não necessidade de SPDA com os cálculos atuais contrapondo a instalação já existente pode ser entendida observando a expansão da cidade com novas construções de grande porte e mais altas que circundam as instalações estudada neste trabalho.

A NBR 5419-2 (2015) como visto estabelece que a decisão de prover uma proteção contra descargas atmosféricas pode ser tomada independentemente do resultado da análise de risco, ou seja, proteções adicionais das exigidas podem serem realizadas como forma de minimizar ainda mais possíveis danos ou perdas.

Como recomendação principal a instalação de DPS (dispositivo de proteção contra surtos) coordenados nos quadros de distribuição como forma de atenuar ainda mais a segurança na edificação, a fim de bloquear picos de tensão e transientes na rede.

O gerenciamento de risco disponibilizado na NBR 5419 de 2015, fica evidente a preocupação da norma em abordar uma quantidade significativa de características individuais para cada projeto de SPDA, visto a importância do sistema como meio de minimizar prejuízos materiais e preservar vidas e desta forma proporcionar confiabilidade através dos resultados obtidos para uma manutenção futura no sistema de proteção contra descargas atmosféricas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS



Os dados estatísticos apresentados no estudo, evidenciam a necessidade da observação da norma por parte dos profissionais responsáveis pela projeção e execução dos SPDAs e a formulação do Gerenciamento de Riscos é fator de suma importância durante esse processo.

Vale reforçar que uma análise de risco bem formulada, ocorre através da avaliação de diversos parâmetros da edificação, e das linhas elétricas ligadas a ela, que definirá quais serão as medidas de proteção dessa estrutura, dos equipamentos e principalmente das pessoas que circulam pelo local, a fim de garantir valores toleráveis de exposição ao risco de uma descarga atmosférica direta ou indireta na edificação.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419/2015: Proteção Contra Descargas Atmosféricas, parte 1: Princípios Gerais**. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419/2015: Proteção Contra Descargas Atmosféricas, parte 2: Gerenciamento de Risco**. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419/2015: Proteção Contra Descargas Atmosféricas, parte 3: Danos Físicos a Estrutura e Perigos à Vida**. Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419/2015: Proteção Contra Descargas Atmosféricas, parte 4: Sistemas Elétricos e Eletrônicos Internos na Estrutura**. Rio de Janeiro.
- COELHO, Guilherme Hoffmann Leão. **Estudo sobre sistema de proteção contra descargas atmosféricas em plantas petroquímicas em situação de manutenção: análise de risco**, ano. Disponível em: <<http://www.ppgee.ufmg.br/defesas/81M.PDF>>. Acesso em: 25 de maio 2020.
- CRUZ, Eduardo Cesar Alves Cruz; ANICETO, Larry Aparecido. **Instalações Elétricas: Fundamentos, prática e projetos em instalações residenciais e comerciais**. São Paulo: Érica, 2012.
- INPE. Instituto de Pesquisas Espaciais. **Tempestades com raios inspiram fotógrafos profissionais e amadores**. Disponível em <[http://www.inpe.br/webelat/elatMidia/arquivos/20150917164144Mateira\\_Raios%20e%20fotografia\\_G1\\_16-1-15.pdf](http://www.inpe.br/webelat/elatMidia/arquivos/20150917164144Mateira_Raios%20e%20fotografia_G1_16-1-15.pdf)> Acesso em: 03 de outubro de 2020.
- SUETA, H. E. **Desenvolvimento de uma planilha para análise de risco. O Setor Elétrico**, Edição 116. Disponível em: <<https://www.osetoelettrico.com.br/desenvolvimento-de-uma-planilha-para-analise-de-risco/>> acesso em 31 de maio 2020.
- SUETA, H. E. **Desenvolvimento de uma planilha para análise de risco. O Setor Elétrico**, Edição 109. Disponível em : <<https://www.osetoelettrico.com.br/o-gerenciamento-de-risco-segundo-a-parte-2-da-abnt-nbr-5419/>> acesso em 31 de maio 2020.
- TERMOTÉCNICA. **Gerenciamento de Risco - O primeiro passo para estabelecer um projeto de SPDA**. Termotécnica Para-Raios. Disponível em: <<https://tel.com.br/gerenciamento-de-risco-o-primeiro-passo-para-estabelecer-um-projeto-de-spda/>> acesso em 01 de junho 2020
- TOPOGRAPHIC-MAP. **Topographic Brazil**. Disponível em <<https://pt-br.topographic-map.com/maps/gnr/Paraná/>>. Acesso em: 03 de outubro 2020.