

ESTUDO TÉCNICO DA NECESSIDADE DO SPDA NA ÁREA INDUSTRIAL E MEDIDAS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS ELÉTRICOS (DPS).

Francisco Coelho Cotta Jr¹, Valmir Da Silva².

1. Graduado em Engenharia Elétrica na Faculdade Brasileira – Multivix Vitória.
2. Professor orientador de Engenharia Elétrica na Faculdade Brasileira – Multivix Vitória.

RESUMO

O presente artigo trata do desenvolvimento do estudo técnico da proteção contra surtos causados por descargas atmosféricas, visando à proteção externa e interna da edificação a ser estudada, avaliando-se as condições do SPDA (sistemas de proteção contra descargas atmosféricas) aplicados em uma edificação industrial situada na Serra-ES. Para tanto, foi realizada uma análise dos documentos necessários a existência de um (SPDA) afim de se verificar se o mesmo atendia às exigências da norma vigente. Também foi realizada uma inspeção minuciosa do sistema existente no local, verificando a instalação, o estado e a funcionalidade do mesmo, elaborando-se um memorial de cálculo da avaliação de risco do local para se assegurar a importância do sistema instalado.

Palavras-chave: SPDA, DPS, descargas atmosféricas, raios.

INTRODUÇÃO

De acordo com o INPE (instituto nacional de pesquisas espaciais), que estuda os raios através do grupo de eletricidade atmosférica – ELAT, o fenômeno causa prejuízos de US\$ 200 milhões ao Brasil. A descarga atmosférica (raio) é um fenômeno de natureza imprevisível tanto em relação aos seus efeitos destruidores quanto em relação às suas características elétricas (tempo de duração, corrente, etc.), e quando esse incide em edificações, linhas de transmissão, torres, entre outros, pode apresentar danos irreversíveis aos locais atingidos.

Hoje pode-se determinar densidade de raios por região de forma mais simples através do índice cerâmico, além de uma gama de softwares modernos que aceleram o conhecimento dos parâmetros como formas de onda, cargas e amplitudes de corrente.

Este trabalho propõe um estudo de caso de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas aplicado à área industrial visto a importância do mesmo para a proteção de toda a estrutura, assim como as pessoas que nela circulam.

CONCEITO SOBRE RAIOS: ORIGEM E FORMAÇÃO DAS CARGAS

A formação de cargas nas nuvens e a sua conseqüente descarga (raio) na terra é um fenômeno normal e natural que assola a Terra e aflige a humanidade, gerando avarias nos materiais e mortes. (KINDERMANN, 1992). De acordo com o mesmo autor, a descarga atmosférica é uma centelha elétrica, que espalha rapidamente sobre a terra, provocando danos irreversíveis. No momento em que o raio é visto aos olhos nus, enxerga-se uma forte

luz criada pelo arco elétrico do raio. O barulho ou estrondo chamado “trovão” é produzido através do deslocamento do ar devido ao brusco calor gerado pela descarga atmosférica. Segundo Mamede (2010 p.1163), a formação dos raios se dá pela fricção das partículas de água, que formam as nuvens, provocadas pelos ventos ascendentes de forte intensidade dando origem a uma grande quantidade de cargas elétricas. O ar seria uma espécie de dielétrico onde haveria uma diferença de potencial entre a nuvem mais eletricamente negativa do que a terra. Há duas formas de descargas: a que tem origem da nuvem em direção a terra (descendente) e a que sai da terra para a nuvem (ascendente), (SUETA, 2005). A formação das descargas atmosféricas e a diferença entre a descarga ascendente e descendente está esquematizada na figura 1.

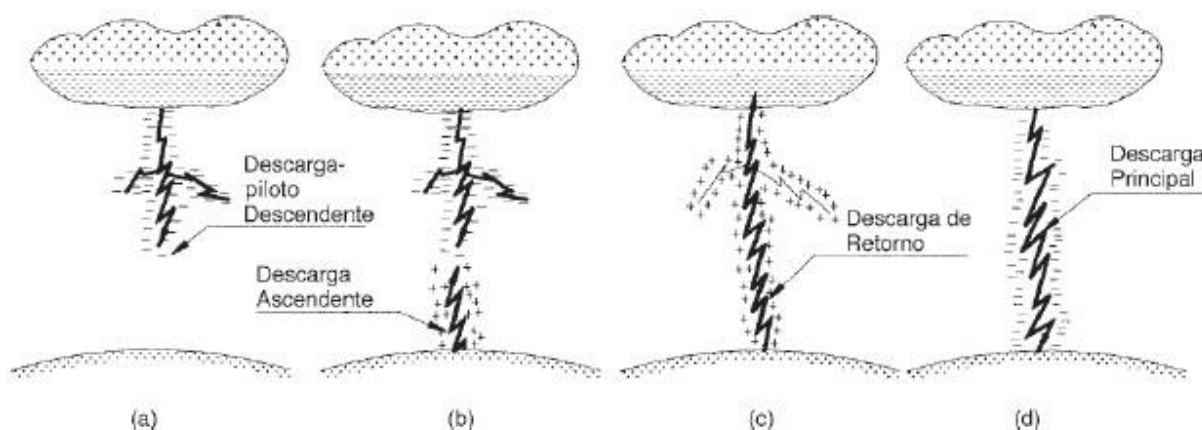


Figura 01: Formação de uma descarga atmosférica
 Fonte: Mamede (2010).

FUNCIONAMENTO DE UM SPDA

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) é constituído por três subsistemas: subsistema captor; subsistema de descida e o subsistema de aterramento. O subsistema captor é composto basicamente por elementos condutores localizados na parte mais elevada da edificação ou local a ser implantado o sistema, responsável pelo o contato direto das descargas atmosféricas. O subsistema de descida possui elementos condutores expostos ou não que permitem a continuidade elétrica entre os captores e o subsistema de aterramento (MAMEDE, 2010). O subsistema de aterramento é constituído de elementos condutores enterrados no solo ou embutidos nas fundações das edificações, possuindo o papel principal de escoar a corrente elétrica no solo. Além disso, cada subsistema apresentado acima possui duas formas de utilização, os denominados sistemas “naturais” e os sistemas “não naturais”, para isso. A figura 02 abaixo ilustra como é disposto o (SPDA) executado de forma “não natural” em uma edificação.



Figura 02: Composição de um SPDA.
Fonte: Hélio Sueta (2005).

NECESSIDADE DO SPDA

A norma ABNT 5419 orienta que antes de haver qualquer aplicação da norma à edificação a ser protegida com o SPDA, precisa-se da aplicação de um estudo que consiste no gerenciamento de risco para que através de cálculos se comprove a necessidade do SPDA no local. Alguns locais possuem uma probabilidade baixa da queda de raios por km², porém, não se pode basear apenas neste fato, inúmeros fatores são considerados para que este estudo seja concluído de forma correta. O número das descargas atmosféricas que influenciam a estrutura depende das dimensões e das características das estruturas e das linhas conectadas, das características do ambiente da estrutura e das linhas, assim como da densidade de descargas atmosféricas para a terra na região onde estão localizadas a estrutura e as linhas (ABNT NBR 5419-2).

Este estudo garante de uma maneira clara e demonstrativa através de cálculos probabilísticos, oferecendo a certeza da utilidade do sistema no local, promovendo a redução de gastos desnecessários.

A partir da premissa de que o local necessita de SPDA é necessário se atentar ao nível de proteção adotado para o local. Este nível variará de I ao IV, o qual resultará na eficiência adequada para proteção para determinada edificação. A classe do SPDA requerido deve ser selecionada com base em uma avaliação de risco (ABNT NBR 5419-2).

Segue abaixo a caracterização de cada classe de SPDA da NBR 5419:

a) dados dependentes da classe de SPDA:

- parâmetros da descarga atmosférica (ver ABNT NBR 5419-1:2015, Tabelas 3 e 4);
- raio da esfera rolante, tamanho da malha e ângulo de proteção (ver 5.2.2);
- distâncias típicas entre condutores de descida e dos condutores em anel (ver 5.3.3);
- distância de segurança contra centelhamento perigoso (ver 6.3);
- comprimento mínimo dos eletrodos de terra (ver 5.4.2).

b) fatores não dependentes da classe do SPDA:

- equipotencialização para descargas atmosféricas (ver 6.2);
- espessura mínima de placas ou tubulações metálicas nos sistemas de captação (ver 5.2.5);
- materiais do SPDA e condições de uso (ver 5.5);
- materiais, configuração e dimensões mínimas para captadores, descidas e eletrodos de aterramento (ver 5.6);
- dimensões mínimas dos condutores de conexão (ver 6.2.2).

Segundo KINDERMANN, vale ressaltar que nenhum (SPDA) garante 100% de eficácia na proteção, muito embora esse índice possa chegar próximo a 98% no nível de proteção.

A negligência do (SPDA) expõe a edificação ao risco constante de ser atingido por uma descarga atmosférica. Os prejuízos dessa decisão variam desde a perda de equipamentos e parada no processo produtivo até perda de vidas que poderiam ser poupadas.

A obrigatoriedade de instalação de um (SPDA) normalmente é dada por meio de leis municipais. Além de a mesma ser citada de forma indireta no Código de Defesa do Consumidor(Cap. III, Art. 6) e na NR-10 Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade (item 10.2.4 b) para instalações com potência superior a 75 kW.

DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS (DPS)

O (SPDA) tem a função primária de proteção de toda a estrutura externa e interna de uma residência, prédio ou indústria, mas não impede que o efeito de transmissão de uma sobrecarga elétrica provocada por um raio na rede elétrica externa chegue até o interior da estrutura, provocando prejuízos aos equipamentos elétricos. Por isso, há a conscientização do uso dos DPS (dispositivos de proteção contra surtos) para uma maior proteção na parte interna da estrutura, surgindo então como um elemento auxiliador do (SPDA) instalado, diminuindo riscos de “queima” de equipamentos, “desviando” os surtos elétricos para a terra através do condutor de aterramento (IEC 62305-4, 2010).

Os dispositivos são classificados em três tipos: classe I; classe II e classe III. Segundo a NBRIEC61643-1(2007) os (DPS) submetidos aos métodos de ensaio classe I são

geralmente recomendados para locais de alta exposição, por exemplo, linhas de entrada de edifícios protegidos por sistemas de proteção contra descargas atmosféricas. Os de classe II e III são submetidos a impulsos de menor duração e são aconselhados a lugares com menor exposição. Segundo (IEC 62305-2, 2006), os surtos de energia acontecem quando algo eleva a carga elétrica em algum ponto da rede elétrica. Causando um aumento na energia potencial elétrica, que pode aumentar a corrente que flui para ponto da instalação. Basicamente, os dispositivos “enxergam” a sobre carga exposta à rede elétrica e de forma instantânea e rápida escoam essa corrente para o caminho de menor potencial, o aterramento. Assim, evita o contato recorrente para equipamentos eletroeletrônicos que são queimados por não serem protegidos com os mesmos. Há vários motivos para isso acontecer. Porém, Kindermann (1992) afirma que o motivo mais famoso dos surtos convencionais é provocado pelo raio, quando um raio atinge de uma forma indireta/direta na rede elétrica, seja uma rede elétrica subterrânea ou fiação aérea em um edifício, essa energia elétrica aumenta a tensão para milhares de volts. Isso causa um pico de energia nos locais atingidos. De acordo com a NBR-5410 deve ser provida proteção contra sobretensões transitórias em toda linha de sinal, seja de telefonia, de comunicação de dados, de vídeo ou qualquer outro sinal eletrônico nos pontos de entrada e/ou saída da edificação. (ABNT, 2004, p.32). Para facilitar a escolha da proteção correta, a IEC 62305-4, 2010 apresenta parâmetros ideias para cada tipo de zona, segundo seu grau de proteção e características atípicas. Essas zonas são listadas abaixo:

ZPOA – Fora da área de proteção do SPDA. Com ocorrências diretas de descargas e fortes campos.

ZPOB – Dentro da área protegida pelo SPDA, porém com campos magnéticos e correntes parciais.

ZP1 – Correntes bem menores graças ao DPS instalado em ZPOB.

ZP2 – Correntes bem menores graças ao DPS instalado em ZP1

EXIGÊNCIAS NORMATIVAS

A norma específica que trata de assuntos de SPDA (Sistemas de Descargas Atmosféricas) no Brasil é a ABNT NBR 5419, que se encontra na versão do ano de 2015. Esta norma apresenta desde métodos ideais para serem aplicados em edificações até considerações e ratificações das versões anteriores. São 4 volumes separados por subáreas afins, tratando de maneira organizada e clara o uso dos parâmetros.

Segundo Souza (2014) a norma técnica, elaborada pela

ABNT tem por objetivo definir a condição mínima aceitável para: projeto, implantação, instalação e manutenção do SPDA, nas estruturas utilizadas para fins residencial, comercial,

industrial, administrativo e agrícola. A NBR 5419 define que é preciso manter documentação relacionada à necessidade ou não de SPDA, aos níveis de proteção adequados para a edificação, à planta baixa do volume protegido, assim como as dimensões e posição dos materiais e componentes utilizados no SPDA, entre outros (SOUZA, 2014).

A NR 02 do MTE determina que todo novo estabelecimento deverá solicitar a aprovação de suas instalações junto ao MTE, e que após uma inspeção das instalações, com base na verificação do projeto e instalação do SPDA, entre outros, emitirá um Certificado de Aprovação das Instalações – CAI (SOUZA, 2014).

A Norma Regulamentadora 10 (NR-10) elaborada pelo ministério do Trabalho e Emprego (MTE) também estabelece o SPDA como parte da responsabilidade de proteção de uma edificação até 75kW de carga instalada. Os subitens 10.2.3; 10.2.4; 10.4.4 e 10.14.5 expressam a necessidade de periódica das instalações. Também exige de maneira explícita a documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos. O que na prática entende-se como laudo técnico de SPDA que é realizado por empresas qualificadas atestando a veracidade da instalação anualmente ou semestralmente.

A NR 28 trás consigo a fiscalização e as penalidades. A não obediência ao item 10.2.4 da NR 10 acarreta aplicação de multa, conforme determina a NR 28, Norma de Fiscalização e Penalidade, considerada infração 4 conforme código 210.004.5, que em caso de reincidência, pode ocasionar o embargo do estabelecimento de acordo com o item 28.2.1 da NR 28 (SOUZA, 2014).

A Decisão Normativa N° 070, de 26 de Outubro de 2001 do CONFEA

Dispõe sobre a fiscalização dos serviços técnicos referentes aos sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (para-raios).

MATERIAIS E MÉTODOS

A norma apresenta três métodos para o dimensionamento de um SPDA, são eles:

- Método do Ângulo de Proteção(Franklin);
- Raio de Atração ou Método Eletrogeométrico;
- Método da Gaiola de Faraday.

Os métodos escolhidos para análise e projeto do sistema de proteção contra descargas atmosféricas fundamentam-se no método de Franklin e no método de Faraday. O método de Franklin consiste em determinar o volume de proteção propiciado por um cone, cujo ângulo da geratriz com a vertical varia segundo o nível de proteção desejado e para uma determinada altura da construção (MAMEDE, 2010). O ângulo de proteção é calculado em função do nível de proteção adotado na edificação e a respectiva altura da mesma. O

método de Faraday consiste em instalar um sistema de captosres formado por condutores horizontais interligados em forma de malha (COLTINHO; ALTOÉ, 2003). A distância entre os condutores ou a mecha da malha está relacionada com o nível de proteção da mesma. A malha será mais consistente em medida que a distância entre os condutores dispostos forem mínimos.

Aplicação do Sistema de Proteção na empresa BIOVIT DISTRIBUIDORA NATURAL LTDA.

A empresa BIOVIT DISTRIBUIDORA NATURAL LTDA. é uma empresa que realiza um trabalho de distribuição de produtos naturais, alimentícios e suplementos para atletas no pequeno, médio e grande varejo. Os danos que podem ocasionar a empresa se não houver um (SPDA) projetado e instalado corretamente resulta em efeitos de pequena magnitude a prejuízos inaceitáveis, podendo prejudicar a produção de todo o complexo.

A empresa localiza-se na rua 6B, Lote 13, quadra 14A, civit II, Serra-ES. Em sua fase atual, a empresa conta com uma infraestrutura de um galpão para depósito de materiais construído em concreto pré-moldado. O primeiro pavimento do galpão possui prateleiras de metal com diferentes produtos para materiais, refeitório, almoxarifado e vestiários. O segundo pavimento possui salas com o RH e TI da empresa, além de uma outra sala de depósito que necessita de uma temperatura ideal para armazenagem dos produtos. Há um quiosque gourmet, um galpão intitulado “oficina” anexo ao galpão de depósitos com um telhado metálico, uma caixa d’água ao lado do galpão de depósitos, um campo de futebol além da área aberta para descarga de matérias e estacionamento. A área do terreno é de 3.786,00 m², porém, possui 1.419,23m² de área construída, ilustrada na figura 03 abaixo.

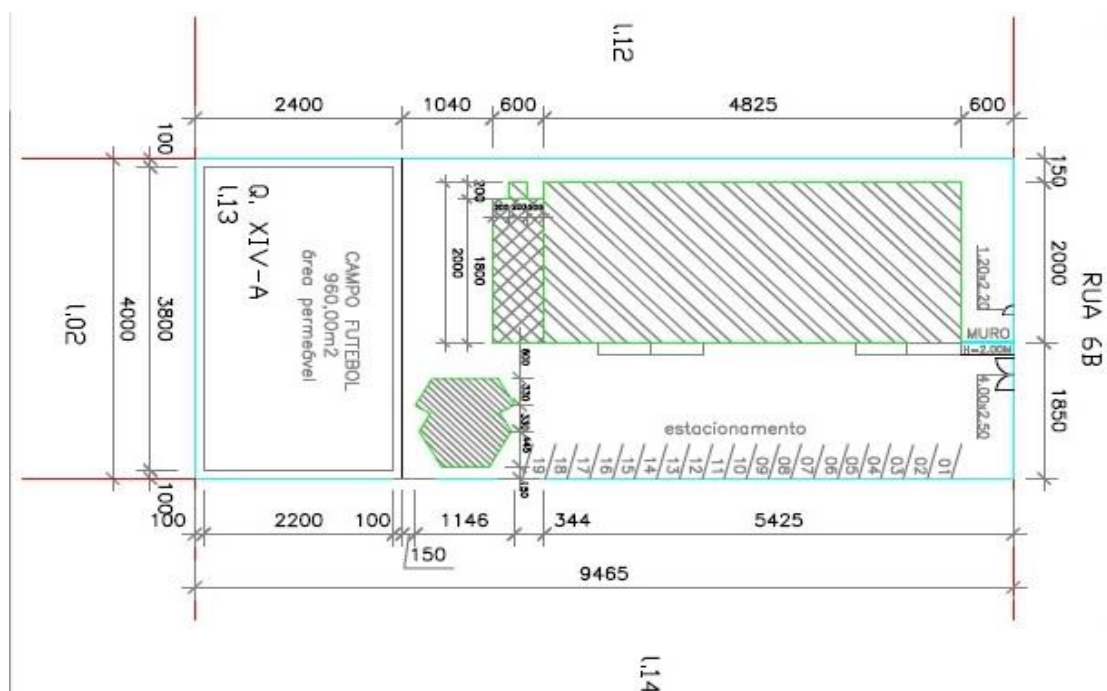


Figura 03: Planta de situação BIOVIT

Fonte: Projeto arquitetônico.

Antes do início da inspeção foram localizados o projeto e o último laudo realizado nas instalações do (SPDA). Esses documentos foram avaliados para verificar se atendem as prescrições das normas. A inspeção visual foi realizada no local com fotos e preenchimento de uma série de itens previamente listados.

AVALIAÇÃO DE RISCO

O projeto e a execução do (SPDA) realizados na BIOVIT estão de acordo com as diretrizes do ano de 2005 da ABNT NBR 5419, porém, em 2015 a norma foi completamente alterada, acarretando algumas mudanças na maneira de avaliar os riscos causados por descargas atmosféricas nas edificações. Por isso, se fez interessante um novo cálculo com todos os parâmetros que a norma atualizada recomenda. Todo o memorial de cálculo foi criado a partir do levantamento de dados no local, gerando-se algumas tabelas representativas com os valores coletados em campo para a ciência e comprovação da necessidade de um (SPDA).

Primeiramente, foi calculada a área de exposição equivalente da estrutura pela seguinte fórmula fornecida pela tabela E. 18 (NBR5419-2, pág.32):

$$Ad = L \times W + 2 \times (3 \times H) \times (L + W) + \pi \times (3 \times H)^2$$

Onde,

Ad: área de exposição equivalente da estrutura, em m²;

L: Comprimento, em m;

W: Largura, em m;

H: altura, em m.

A tabela 01 demonstra o cálculo da área de exposição equivalente:

Tabela 01: Cálculo da área de exposição equivalente
Fonte: Elaboração própria

Cálculo da área de exposição equivalente			
L(m)	W(m)	H(m)	Ad(m²)
94,65	40	10,6	13655,1936

Para se projetar um sistema de proteção contra descargas atmosféricas é necessário coletar informações sobre a incidência de raios na região a ser implantada o sistema. A consulta é realizada a partir do índice ceráunico nacional. A densidade de descargas atmosféricas para a terra Ng é o número de descargas atmosféricas por km² por ano. Este valor é disponível nas redes de localização de descargas atmosféricas para a terra em diversas áreas no mundo (ABNT NBR 5419/2015). Portanto, na Serra, Ng = 2.0 (por km²/ ano) conforme o anexo F, (NBR5419-2). A partir deste dado coletado foi possível realizar o cálculo da frequência média anual previsível de descargas atmosférica pela seguinte fórmula fornecida pela tabela E. 19, (NBR5419-2, pág.36):

$$Nd = Ng \times Ad \times CD \times 10^{-6}$$

Onde,

Nd: número de eventos perigosos para a estrutura, em descargas/ano;

Ng: densidade de descargas atmosféricas para a terra em km²/ano;

Ad: Área de exposição equivalente definida da estrutura em m²;

CD: fator de localização da estrutura.

O fator CD foi calculado a partir da informação da (NBR5419-2,pág.36) que afirma: estrutura cercada por objetos da mesma altura ou mais baixos o valor concebido é de 0,5.

A tabela 02 demonstra o cálculo da frequência média anual previsível:

Tabela 02: Cálculo da frequência média anual previsível
Fonte: Elaboração própria

Cálculo da frequência média anual previsível			
Ng(km²/ano)	Ad(m²)	CD	Nd(descargas/ano)
2	13655,2	0,5	0,013655194

A tabela 03 a seguir demonstra os tipos de perdas a serem consideradas em conformidade com a norma vigente.

Tabela 03: Tipos de perda
Fonte: Elaboração própria

Tipos de perda		
Fonte de dano	Tipo de dano	Tipos de perda
S1	D1	L1
	D2	L1,L4
	D3	L4

Onde,

S1: Descarga atmosférica;

D1: Ferimento a seres vivos;

D2: danos físicos;

D3: falha de sistemas eletroeletrônicos;

L1: perda de vida humana;

L4: perda de valores econômicos.

A perda de vida humana foi calculada a partir dos dados coletados a partir da tabela C.1, (NBR5419-2) e confeccionada com os valores calculados na tabela 04 abaixo:

Tabela 04: Tipo de perda L1: Valores da perda para cada zona
Fonte: ABNT NBR 5419-2, tabela C.1, pág.: 51.

Tipo de dano	Perda típica	Equação
D1	$L_A = r_t \times L_T \times n_Z / n_t \times t_z / 8\ 760$	(C.1)
D1	$L_U = r_t \times L_T \times n_Z / n_t \times t_z / 8\ 760$	(C.2)
D2	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_Z / n_t \times t_z / 8\ 760$	(C.3)
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times n_Z / n_t \times t_z / 8\ 760$	(C.4)

Os dados coletados em campo foram relatados e devidamente calculados como demonstrado na tabela 05 a seguir:

Tabela 05: Resultado Perda de vida humana
Fonte: Elaboração própria

Perda de vida humana			Dados	
Tipo de dano	Perda típica		rt	0,01
D1	LA		rp	0,5
D2	LB		rf	0,01
D3	LC		hz	2
			Lf	0,02
LA	LB	LC	Lt	0,01
0,00001	0,00002	0,01	Lo	0,1
			nz	10
			nt	100
			tz	8760

Onde,

LA: Perda relacionada aos ferimentos a seres vivos por choque elétrico;

LB: Perda em uma estrutura a dano físico;

LC: Perda relacionada à falha de sistemas internos;

Lt: é número relativo médio típico de vítimas feridas por choque elétrico (D1) devido a um evento perigoso;

Lf: é número relativo médio típico de vítimas por danos físicos (D2) devido a um evento perigoso;

Lo: é número relativo médio típico de vítimas por falha de sistemas internos (D3) devido a um evento perigoso;

rt: um fator de redução da perda de vida humana dependendo do tipo do solo ou piso;

rp: um fator de redução da perda devido a danos físicos dependendo das providências tomadas para reduzir as consequências do incêndio;

rf: fator de redução da perda devido a danos físicos dependendo do risco de incêndio ou do risco de explosão da estrutura;

hz: fator de aumento da perda devido a danos físicos quando um perigo especial estiver presente;

nz: é o número de pessoas na zona;

nt: é o número total de pessoas na estrutura;

tz: tempo, durante o qual as pessoas estão presentes na zona, expresso em horas por ano.

Para o cálculo da probabilidade de uma descarga elétrica em uma estrutura causar ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico é calculada segundo a (NBR5419-2, pág.40) como:

$$P_A = P_{TA} \times P_B$$

Onde,

P_{TA} : Probabilidade de choque elétrico;

P_B : Probabilidade de danos físicos a estrutura;

P_A : Probabilidade de ferimentos de seres vivos por choque elétrico.

A tabela 06 abaixo apresenta a probabilidade de ferimento de seres vivos por choque elétrico considerando os parâmetros da fórmula acima:

Tabela 06: Probabilidade de descarga elétrica em seres vivos

Fonte: Elaboração própria

Probabilidade de uma descarga elétrica em uma estrutura causar ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico		
P_{TA}	P_B	P_A
0,01	0,1	0,001

Para o cálculo da probabilidade de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar falha dos sistemas internos segundo a (NBR5419-2, pág.48) é dada por:

$$P_C = P_{SPD} \times C_{LD}$$

Onde,

P_C : Probabilidade de falha dos sistemas internos;

P_{SPD} : Probabilidade de falha considerando sistema coordenado de DPS;

C_{LD} : Fator de blindagem, aterramento e isolamento.

A tabela 07 abaixo apresenta a probabilidade de falha dos sistemas internos, considerando a fórmula acima:

Tabela 07: Probabilidade de uma descarga danificar falhas nos sistemas internos

Fonte: Elaboração própria

Probabilidade de uma descarga atmosférica em uma estrutura causar falha a sistemas internos		
P_{SPD}	C_{LD}	P_C
0,05	1	0,05

A partir de todos os dados calculados é possível elaborar um resumo dos componentes de risco previamente calculados. Segundo a norma (NBR5419), os tipos de danos são classificados em D1, D2 e D3, sendo que para cada dano é atribuído um valor associado à fonte do dano; no caso em questão, foi calculado a fonte de dano do tipo S1 caracterizada como uma “descarga na estrutura”. Segundo a norma, para cada dano há associado um cálculo para os diferentes riscos anteriormente calculados, denominados como as variáveis Ra, Rb e Rc que serão demonstradas pela tabela 08 a seguir juntamente com os valores encontrados para cada risco.

Tabela 08: Resumo de componentes de risco
 Fonte: Elaboração própria

Resumo de componentes de risco		Resultado
Tipo de dano	Fonte de dano	
	S1 (descarga na estrutura)	
D1	$Ra = Nd \times Pa \times La$	$2,23 \times 10^{-10}$
D2	$Rb = Nd \times Pb \times Lb$	$4,46 \times 10^{-8}$
D3	$Rc = Nd \times Pc \times Lc$	0,00001115

Onde,

Ra: Risco de choque elétrico;

Rb: Risco de dano físico;

Rc: Risco de falha dos sistemas internos;

Pa: Probabilidade de ferimentos de seres vivos por choque elétrico;

Pb: Probabilidade de danos físicos à estrutura;

Pc: Probabilidade de falha dos sistemas internos.

A determinação do risco, na qual indica a necessidade de proteção, foi calculada através do somatório dos riscos calculados pelos componentes: Ra, Rb e Rc denominada de variável R.

$$R = Ra + Rb + Rc$$

Segundo a norma (NBR5419-2, pag.65), a determinação da necessidade de proteção (R) deve exceder do valor nominal da potência de 10^{-5} . Contudo, o valor de R calculado é de $1,11948 \times 10^{-5}$, concluindo-se pela necessidade da implantação do (SPDA) no local.

RESULTADOS

A primeira etapa foi a análise do projeto e os laudos existentes. Durante as avaliações da documentação, constatou-se que não estão de acordo com as exigências legais. Foi apresentado um projeto arquitetônico e um projeto intitulado “incêndio” caracterizando-o como projeto do (SPDA). O projeto continha apenas detalhes de incêndio juntamente com detalhes de fixação do mastro do para-raios, aterramentos e valas. Os seguintes itens não foram encontrados:

Relatório da necessidade de uso do (SPDA) – avaliação de risco;

Laudo técnico constando as medidas realizadas por aparelhos eletrônicos “terrômetros”;

Nível de proteção e método utilizado.

A segunda etapa foi realizada no local juntamente com um técnico da empresa, onde se pode avaliar a condição dos componentes do (SPDA) instalados. Essa avaliação foi dividida em cinco partes:

Subsistema captor: Existem dois captores instalados no galpão de depósitos, um na parte da frente e outro na parte dos fundos. Os dois captores apresentam sinais de corrosão, além dos mastros que suportam os mesmos se encontram em um péssimo estado. Na parte dos fundos há um telhado metálico anexo ao galpão interligado com fitas de alumínio fixadas no telhado. Também há um anel de captação tipo gaiola de Faraday no perímetro da cobertura do galpão. Não foi localizado nenhum captor instalado nas outras edificações construídas.

Subsistema de descidas: Nove descidas do galpão foram realizadas com cabo de cobre nu de 16mm² juntamente com suportes isoladores fixados na parede. Na parte de trás do galpão de depósito foram localizadas duas descidas interligadas no telhado metálico anexo ao galpão com fitas de alumínio. Todos os cabos de descidas inspecionados apresentaram um bom estado de conservação.

Subsistema de aterramento: Os eletrodos de aterramento do galpão foram instalados sem caixa de inspeção e alguns não se tem acesso pois encontram-se concretados. No anexo ao galpão foram interligadas duas descidas derivadas da fita de alumínio em cabo de cobre nu de 50mm² com caixa de inspeção.

Estruturas metálicas: Todas as estruturas metálicas identificadas não estavam devidamente interligadas ao sistema de aterramento.

Dispositivo de proteção contra surtos (DPS): O quadro de distribuição geral de energia elétrica apresentava o (DPS) instalado em boas condições de uso, devidamente ilustrada na imagem 04 abaixo.



Figura 04: DPS
Fonte: Foto registrada no local.

Sugestão de melhorias

A partir dos resultados coletados serão propostas algumas medidas para se adequar o (SPDA) em concordância com a norma vigente NBR5419/2015:

- Contratar mão de obra especializada para realizar as adequações necessárias;
- Atualizar os projetos alinhando o mesmo com a execução atual ou a futuras alterações;

- Instalar caixas de inspeção nos eletrodos de aterramento ou caixa suspensa;
- Realizar a medição ôhmica das hastes dos subsistemas de aterramento e registrar o valor nos documentos.

CONCLUSÃO

O projeto existente está desatualizado com a norma e não representa fidelidade para todo o complexo. A avaliação de risco foi calculada para todas as edificações contidas na área de exposição estudada. As demais estruturas requerem adequações e implementação de mais subsistemas que complementarão o (SPDA) do todo o complexo.

No quiosque e na caixa d'água viu-se a necessidade de proteção na instalação de um (SPDA) a partir do método Franklin contendo duas descidas cada um juntamente com os respectivos subsistemas de aterramento.

Os dois mastros existentes no galpão de depósito estão seriamente comprometidos apresentando sinais de corrosão. Portanto, torna-se necessário a realização da manutenção do sistema.

No galpão de depósitos é importante que se avalie o método da gaiola de Faraday instalada, pois encontra-se desatualizado, possuindo apenas um anel de interligação no perímetro. Portanto, será preciso viabilizar uma malha captora com os espaçamentos de acordo com o nível de proteção adotado no projeto.

A Interligação dos eletrodos do aterramento de cada edificação protegida e de todas as estruturas metálicas a um barramento torna-se necessária para se garantir a equipotencialização.

Foram sugeridas correções que são necessárias para se adequar o sistema existente, requerendo um estudo prévio e todos os cálculos exigidos em norma para uma maior segurança do local.

REFERÊNCIAS

ABNT, NBR IEC. 61643-1. **Dispositivos de proteção contra surtos em baixa tensão**, 2007.

ABNT, NBR. 5419. **Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas**, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT 2004. 217.p.

COUTINHO, Fernando Nominato; ALTOÉ, Cássio Alexandre. Levantamento de Estruturas que Necessitam de SPDA na UnB e Análise de seus Efetivos Sistemas de Proteção. **Projeto Final de Graduação em Engenharia Elétrica, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília**, 2003.

CRISTINA, Flávia Martins Almeida Pereira¹ Renata; DO NASCIMENTO, Edílson Alexandre Camargo; CERAGIOLI, Paulo Cesar. UM MÉTODO DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS APLICADAS AO AMBIENTE INDUSTRIAL

IEC – INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION – IEC 62305-2 - Protection against lightning - Part 2: Risk management. Genebra, 2006.171.p.

JOÃO FILHO, MAMEDE. Instalações Elétricas Industriais. **Oitava Edição**, 2010.

KINDERMANN, Geraldo. **Curto circuito**. Sagra-DC Luzzatto, 1992.

SALOMÃO, Rossini Coelho; DE MELO, Thiago Luiz Alves; PIRES, Igor Amariz. USO DO DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS EM IMÓVEIS DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA EM MINAS GERAIS. **e-xacta**, v. 5, n. 2, 2012.

SANTOS, Diego Guimarães dos. Planejamento de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas para unidades habitacionais de baixa renda. 2014.

SOUZA, André Nunes de et al. SPDA Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas Teoria, Prática e Legislação. São Paulo: Érica, 2014.

SUETA, Hélio Eiji. **Uso de componentes naturais de edificações como parte integrante do sistema de proteção contra descargas atmosféricas - uma visão relativa aos danos físicos**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.