SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGA ATMOSFÉRICA

LIGHTNING PROTECTION SYSTEM

Sandro Henrique Pereira Santos[1]

Resumo: Trabalho realizado na forma de revisão bibliográfica, com o intuito de estudar as descargas atmosféricas e suas diversas formas de proteção. As descargas atmosféricas são fenômenos que ocorrem devido à ionização do ar, às cargas acumuladas nas nuvens, e à diferença de potencial entre a Terra e a nuvem. Para conseguir minimizar os riscos gerados pelas descargas atmosféricas, é feito um estudo com diversas variáveis, onde identifica-se quando deve ser utilizado o Sistema de Proteção Contra Descarga Atmosférica, mais conhecido com SPDA. Este sistema consiste em diversos dispositivos e medidas que são dimensionados para proteger tanto vidas quanto patrimônios e bens. O sistema de proteção consegue identificar várias situações, e cerca a maioria dos riscos, gerando maior segurança para as pessoas que frequentam lugares onde o SPDA está adequado. É também imprescindível seguir todas as orientações de segurança quando estiver em um local com descargas atmosféricas, para conseguir se proteger e evitar danos à saúde e segurança.

Palavras-chave: Descarga Atmosférica; Raio; Proteção; Para-raios; Análise; Componente de Risco

Abstract: This work was carried out in the form of a bibliographical review, to study atmospheric discharges and their various forms of protection. Atmospheric discharges are phenomena that occur due to air ionization, the charges accumulated in the clouds, and the potential difference between the Earth and the cloud. To minimize the risks generated by atmospheric discharges, a study with several variables is done, where it is identified when the

[1] Graduado em Engenharia Mecânica pela Faculdade Pitágoras

ISSN: 2675-469X

Atmospheric Discharge Protection System, better known with SPDA, should be used. This system consists of various devices and measures that are sized to protect both lives and property and assets. The protection system can identify several situations, and surround most of the risks, generating greater security for the people who attend places where the SPDA is adequate. It is also imperative to follow all safety guidelines when you are in an area with atmospheric discharges, to protect yourself and avoid damage to health and safety.

Keywords: Atmospheric discharge; Lightning; Protection; Lightning rods; Analyze; Risk Component.

INTRODUÇÃO

As descargas atmosféricas são as principais causas de sérios distúrbios nas redes de distribuição e transmissão de energia elétrica. Podem causar risco à vida das pessoas e animais que estão próximos quando acontece, e danos materiais nos equipamentos e edificações quando atingidos por elas.

A tensão gerada por descargas atmosféricas chega a centenas de kV (quilo volts). Para diminuir os danos gerados nas redes de transmissão e distribuição aéreas são utilizados cabos-guarda e para-raios ao longo de toda a rede para proteção dos equipamentos instalados.

Na maioria das vezes o ser humano se espanta com a possibilidade de descargas atmosféricas e acaba tentando se proteger em locais com alto risco de descargas. “Em diferentes situações, deve-se tomar diferentes medidas de proteção para evitar ficar próximo a locais que possam ocorrer descargas atmosféricas.

Sempre que ocorrem descargas atmosféricas que tem contato direto com edificações, estruturas metálicas, e outros tipos de construção que não estão devidamente aterrados, os danos são graves. Esses danos poderiam ser evitados ou minimizados se as construções possuíssem o devido Sistema de Proteção Contra Descarga Atmosférica (SPDA).

A NBR 5419-2:2015 dispõe, através de códigos, os tipos de danos e perdas, a fim de facilitar sua identificação durante os cálculos, definindo de forma precisa a verdadeira

necessidade de implementar medidas de proteção na estrutura. “Ademais, como toda regra há uma exceção, no SPDA não é diferente.

O presente estudo será desenvolvido com o objetivo de estudar as descargas atmosféricas e suas diversas formas de proteção. As descargas atmosféricas são fenômenos que ocorrem devido à ionização do ar, às cargas acumuladas nas nuvens, e à diferença de potencial entre a Terra e a nuvem.

Para conseguir minimizar os riscos gerados pelas descargas atmosféricas, é feito um estudo com diversas variáveis, onde identifica-se quando deve ser utilizado o Sistema de Proteção Contra Descarga Atmosférica, mais conhecido com SPDA.

Este sistema consiste em diversos dispositivos e medidas que são dimensionados para proteger tanto vidas quanto patrimônios e bens. O sistema de proteção consegue identificar várias situações, e cerca a maioria dos riscos, gerando maior segurança para as pessoas que frequentam lugares onde o SPDA está adequado.

Também imprescindível seguir todas as orientações de segurança quando estiver em um local com descargas atmosféricas, para conseguir se proteger e evitar danos à saúde e segurança.

Os melhores locais para se proteger em caso de tempestades, são qualquer estrutura que possua um SPDA adequado, grandes estruturas de concreto. Desta forma, surge a problemática se o Sistema de Proteção Contra Descarga Atmosférica pode realmente assegurar a integridade física de estruturas e seres humanos em caso de descarga atmosférica?

O objetivo geral deste trabalho é essencialmente acadêmico, fazer uma revisão bibliográfica para compreender sobre as formas de proteção contra descargas atmosféricas. Para isso este trabalho seguiu os seguintes objetivos específicos que serão aprofundados no decorrer de cada capítulo.

Os objetivos específicos deste trabalho foram: Entender a origem das descargas atmosféricas; Descrever a melhor forma de proteção para o indivíduo; estudar a análise das componentes de risco e probabilidade de danos; Conhecer o SPDA (Sistema de Proteção Contra Descarga Atmosférica) e os métodos de proteção contra descarga atmosférica;

O tipo de pesquisa a ser realizado neste trabalho, será uma Revisão de Literatura, no

qual será realizada uma consulta a livros, dissertações e por artigos científicos selecionados através de busca nos seguintes bases de dados (livros, sites de banco de dados, etc..).

O trabalho será realizado através de Revisão de Literatura, no qual foi utilizado consulta em livros e artigos científicos, selecionados através de busca nas seguintes bases de dados (internet, livros, sites de pesquisa, etc.)

As palavras chaves utilizadas foram “Descarga Atmosférica”, “Raio”, “Proteção”, “Para-raios” “Análise”, “Componente de Risco”. O período dos artigos pesquisados serão os trabalhos publicados nos últimos 15 anos.

Foi feito uma análise crítica e ampla buscando explicar e discutir um tema como base em referências teóricas publicadas e busca também, conhecer e analisar conteúdos científicos sobre determinado tema.

A metodologia utilizada para realizar este trabalho é de uma pesquisa do tipo exploratória, onde foi efetuado o levantamento de dados através de uma revisão bibliográfica objetivando apresentar sobre o SPDA e sua importância.

A elaboração da revisão bibliográfica requer um levantamento bibliográfico cuidadoso, para analisar as contribuições já expressas acerca do assunto, através de pesquisas em trabalhos antigos (clássicos) e recentes.

ORIGEM DAS DESCARGAS ELÉTRICAS

Ao longo dos anos, várias teorias foram desenvolvidas para explicar o fenômeno dos raios. Atualmente, tem-se como certeza de que a fricção entre as partículas de água que formam as nuvens, provocada por ventos, gera uma grande quantidade de carga elétrica. (ELAT, 2015).

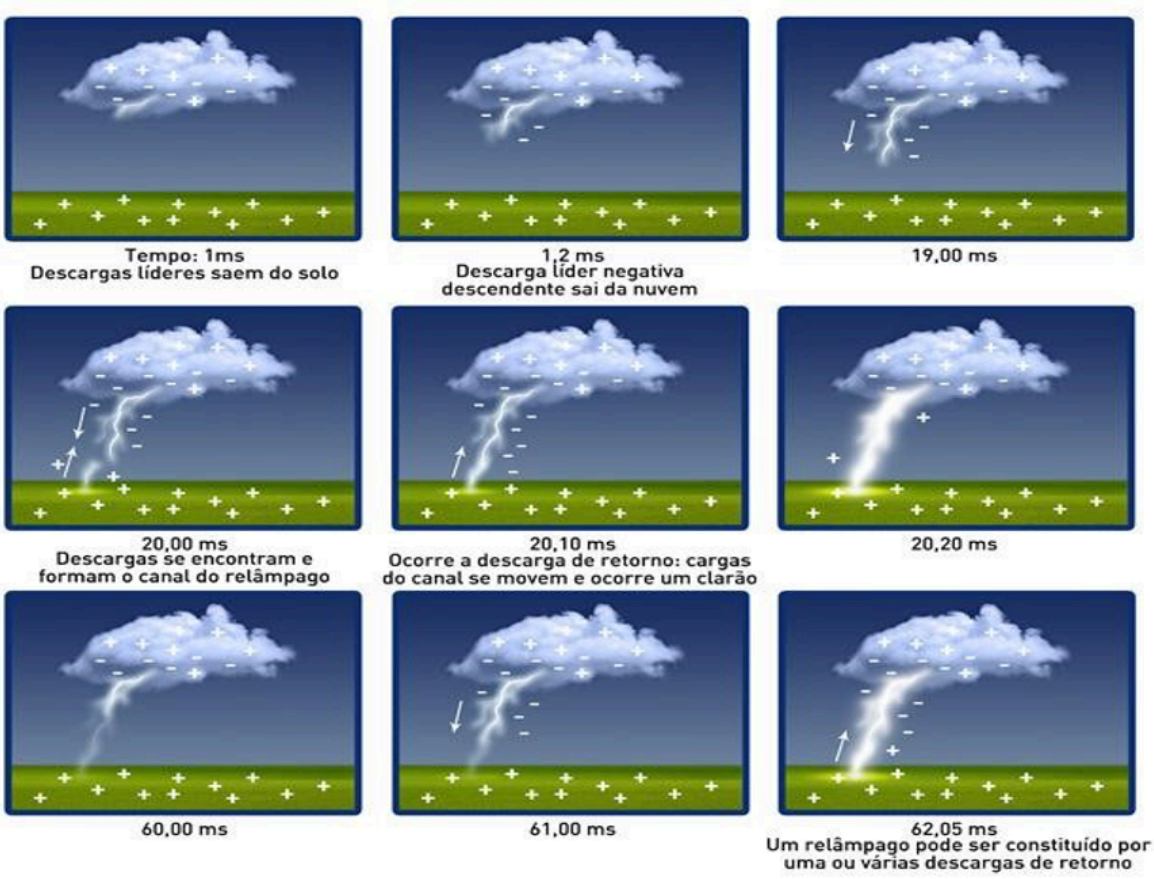
De acordo de ELAT (2015) foi verificado em vários estudos que as cargas positivas ocupam a parte superior da nuvem, e as negativas ficam na parte inferior, ocasionando uma intensa transferência de cargas positivas da superfície da Terra para a nuvem.

Conforme estudado, essa separação de cargas ocasionada na nuvem gera uma diferença de potencial entre a nuvem e a Terra, denominada de gradiente de tensão. Porém, o

ISSN: 2675-469X

ar possui certa rigidez dielétrica, na maioria das vezes elevada, que depende das condições ambientais, como demonstrado na Figura 1. (MAMEDE, 2015).

Figura 1 – Variações de Correntes Elétricas nos Raios



Fonte: ELAT, (2015).

De acordo com Mamede (2015, p. 600), quando essa diferença de potencial aumenta, pode atingir um valor que supere essa rigidez do ar, levando as cargas elétricas a se deslocarem da nuvem para a Terra, de forma tortuosa de com várias ramificações, fenômeno tal denominado de descarga atmosférica descendente. Esse gradiente de tensão que consegue romper a rigidez dielétrica do ar é de aproximadamente 1 kV/mm.

De acordo com Mamede (2015, p. 600) a ionização do caminho que ocorre devido à primeira descarga até o solo, denominada descarga piloto, cria condições favoráveis para

ISSN: 2675-469X

condutibilidade do ar ambiente". Com a diferença de potencial elevada entre nuvem e a Terra, surge em uma das ramificações da descarga piloto uma descarga ascendente, que é a transferência de carga positiva da Terra para a nuvem.

Logo após essa descarga ascendente, ocorre a descarga principal (Figura 2), da nuvem para a Terra, responsável pelo trovão, que é o deslocamento de massa de ar circundante ao caminhamento do raio, em função da elevação da temperatura e do aumento repentino de seu volume. (GUSSEN, 2015).

Figura 2 – Descarga atmosférica principal



Fonte: BALLAROTTI (2015)

Se há nas nuvens uma grande quantidade de cargas elétricas que não foram neutralizadas na descarga principal, "dá-se início às descargas reflexas múltiplas, cujas características são parecidas com as da descarga principal. Podem ocorrer diversas vezes após a descarga principal. (MATTEDE, 2015).

De acordo de ELAT (2015) a elevação térmica em uma descarga atmosférica consegue alcançar os incríveis 30000ºC em frações de segundo e o local onde a descarga

ISSN: 2675-469X

atmosférica atinge o solo e chamado de ponto de impacto.

COMO SE PROTEGER EM CASO DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Na maioria das vezes o ser humano se espanta com a possibilidade de descargas atmosféricas e acaba tentando se proteger em locais com alto risco de descargas. Em diferentes situações, deve-se tomar diferentes medidas de proteção para evitar ficar próximo a locais que possam ocorrer descargas atmosféricas. (MAMEDE, 2015, p. 601).

De acordo com Mamede (2015), deve-se evitar entrar na água, seja em praias, rios, lagoas, etc. A descarga atmosférica pode provocar no espelho d'água quedas de tensão que podem acidentar o indivíduo, principalmente se este estiver em posição de nado. Se estiver em um barco, pescando, deve ser recolhida a vara, colocando-a dentro do barco, e se deitar ou abaixar, e se possível desembarcar em um local seguro.

Durante partidas de futebol de várzea, ou seja, em locais abertos, deve-se parar a partida e deslocar para um local seguro. Em quadras que não possuem o devido sistema de proteção contra descarga atmosférica, as pessoas devem se proteger embaixo das arquibancadas, se possível. (GUSSEN, 2015).

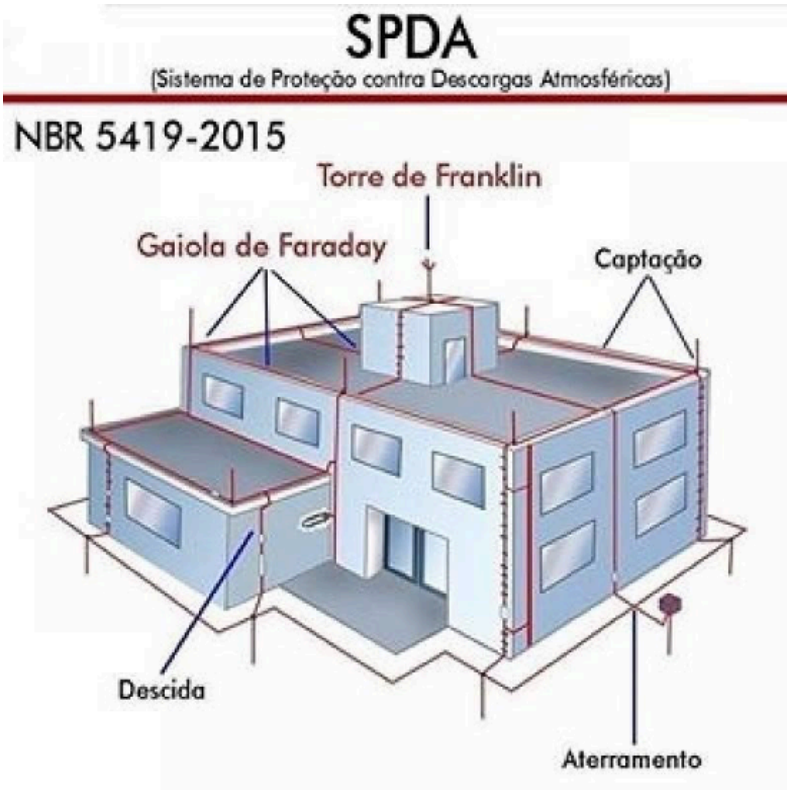
Evitar locais abertos, ou ficar em lugares altos. Os operários devem sair do topo das construções durante tempestades. Deve-se evitar permanecer debaixo de arvores isoladas. (MAMEDE, 2015, p.602) O ideal é encontrar um local cheio de árvores, caso não haja um lugar mais seguro.

De acordo de ELAT (2015) nunca se deitar embaixo de uma árvore, principalmente na posição radial, pois se uma descarga atingir a árvore, pode ocorrer uma grande diferença de potencial entre os pés e braços do indivíduo. Os melhores locais para se proteger em caso de tempestades, são qualquer estrutura que possua um SPDA adequado, grandes estruturas de concreto, mesmo que não possuam SPDA.

De acordo de ELAT (2015), também são bons locais para se proteger: "túneis, estações de metrô, e quaisquer outros lugares subterrâneos também são uma boa opção para se proteger., conforme demonstrado na Figura 3.

ISSN: 2675-469X

Figura 3 – Sistema de Proteção em locais de Saúde.



Fonte: Gussen, (2015).

É interessante saber que não existem meios práticos (de acordo com normas vigentes) que impeçam a queda de uma descarga atmosférica sobre estruturas, edificações e equipamentos, sendo desta forma todas as soluções utilizadas em Sistemas de Proteção de Descargas Atmosféricas (SPDA) formas de se amenizar o efeito possivelmente destruidor de uma destas descargas atmosféricas. (GUSSEN, 2015).

ANALISANDO AS COMPONENTES DE RISCO

Risco é a forma de se caracterizar as prováveis perdas que ocorrem num caso de descargas atmosféricas em determinado local. De acordo com Mamede (2014, p. 602), quando falamos em risco, nesses contextos, referimo-nos aos danos e perdas resultados de

ISSN: 2675-469X

uma descarga atmosférica que atinge uma estrutura.

"A necessidade de proteção, os benefícios econômicos da instalação de medidas de proteção e a escolha das medidas adequadas de proteção devem ser determinados em termos do gerenciamento de risco" (NBR 5419-2:2015). Para se identificar os riscos de uma instalação, é feita a Análise de Componente de Riscos, a fim de projetar da melhor forma o Sistema de Proteção Contra Descarga Atmosférica (SPDA).

A NBR 5419-2:2015 dispõe, através de códigos, os tipos de danos e perdas, a fim de facilitar sua identificação durante os cálculos, definindo de forma precisa a verdadeira necessidade de implementar medidas de proteção na estrutura. Ademais, como toda regra há uma exceção, no SPDA não é diferente. Em alguns casos a necessidade de proteção é evidente, por exemplo:

* Locais de grande afluência de público;

* Locais que prestam serviços públicos essenciais;

* Áreas com alta densidade de descargas atmosféricas;

* Estruturas isoladas, ou com altura superior a 25m;

* Estruturas de valor histórico ou cultural;

* Locais com materiais perigosos, inflamáveis ou explosivos ou que possam trazer prejuízos para a comunidade próxima e/ou para o meio ambiente (TERMOTÉCNICA PARA-RAIOS, 2014).

Para obter-se o valor do risco, é necessário classificar a fonte de danos, o tipo de danos, e o tipo de perdas no local estudado. As fontes de danos são originadas pela corrente gerada na descarga atmosférica, e o ponto de impacto da descarga define a severidade do dano. São classificadas em S1, S2, S3 e S4. (VISCARO, 2005).

Segundo Mamede (2014, p. 603) S1: descarga atmosférica que atinge a estrutura; S2: descarga atmosférica que atinge áreas próximas à estrutura; S3: descarga atmosférica que atinge a linha de energia elétrica, linha telefônica e cabo de internet; S4: descarga atmosférica que atinge as proximidades da linha de energia elétrica, linha telefônica e cabo de internet.

Os danos que a descarga causa são diferentes em cada tipo de construção, sejam

ISSN: 2675-469X

edificações com estrutura de aço, concreto armado, etc. “São associados também ao tipo de serviço executado no seu interior e às medidas de proteção existentes (DPS coordenados).” (MAMEDE, 2014, p. 603). São classificados como D1, D2 e D3. Segundo Mamede (2014, p. 603) “D1: ferimentos a seres vivos por choque elétrico; D2: danos físicos; D3: falhas de sistemas eletroeletrônicos.”

Para se avaliar os riscos que as descargas atmosféricas submetem uma estrutura, são considerados quatro tipos, R1, R2, R3 e R4. Segundo Mamede (2014, p. 603), “R1: risco de perda de vida humana, incluindo ferimentos; R2: risco de perda de serviço público; R3: risco de perda de patrimônio cultural (museus, monumentos históricos, etc.); R4: risco de perda de valores econômicos.”

Com isso, a expressão básica para se calcular o nível de risco ao qual a estrutura está exposta (Rx), é dada pelo produto entre o “número de eventos perigosos decorrentes de descargas atmosféricas ocorridos durante um ano (dada pela variável N), a probabilidade de ocorrências de danos à estrutura (dada pela variável P), e a perda consequente de um evento perigoso causado por uma descarga atmosférica (como visto anteriormente, dada pela variável L).” (MAMEDE, 2014).

Segundo Mamede (2014, p. 603) “Se o valor de R1=10-5 deve ser considerada a proteção contra descarga atmosférica, por meio de projeto de SPDA, definindo sua classe, que vai de I a IV, conforme o nível de proteção requerido, [...], sendo que a proteção de nível I pode ser aplicada em todos os casos.”

Quando em uma edificação ou no entorno dela houver materiais sensíveis aos efeitos da descarga atmosférica, tais como materiais explosivos, o nível de proteção utilizado deve ser o I, sendo permitido também o II, “após análise do projetista ou dependendo das posturas legais da região.” (MAMEDE, 2014, p. 603).

Ainda segundo Mamede, “Se a região em que está localizada a estrutura tem baixo índice ceráunico associado a um conteúdo de baixa sensibilidade a descargas atmosféricas [...], pode-se adotar um nível de proteção III.” No caso em que o risco de perda de vida humana ou ferimentos com sequela devido a descarga seja muito baixo, utiliza-se o nível de proteção IV.

ISSN: 2675-469X

NÚMERO ANUAL DE EVENTOS PERIGOSOS (NX)

"O número médio anual N de eventos perigosos devido às descargas atmosféricas que influenciam a estrutura a ser protegida depende da atividade atmosférica da região onde a estrutura está localizada e das características físicas da estrutura." (NBR 5419:2-2015, p. 31)

Para calcular N, deve-se multiplicar a densidade de descargas atmosféricas para a terra NG pela área de exposição equivalente da estrutura, considerando os fatores de correção para as características físicas da estrutura. O valor de NG é dado pela quantidade 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. (VISCARO, 2005).

Tendo em conta os riscos e danos causados pela descarga, são considerados perigosos, "descargas atmosféricas atingindo a estrutura ou um ponto próximo à estrutura; descargas atmosféricas atingindo a linha de energia ou de sinal conectada à estrutura ou um ponto próximo às mesmas." (MAMEDE, 2014).

Para avaliar o número médio anual de eventos perigosos decorrentes de descargas atmosféricas, são consideradas as que atingem tanto a estrutura quanto a estrutura adjacente. Deve-se determinar a área de exposição, a localização relativa da estrutura e o número de eventos perigosos para a estrutura e estrutura adjacente decorrentes de descarga atmosférica. (VISCARO, 2005).

Para determinar a área de exposição equivalente das estruturas, são consideradas, de acordo com Mamede (2014, p. 604) "estruturas retangulares (que não possuem saliências no plano de cobertura) e estruturas complexas (que possuem saliências no plano de cobertura, como chaminés, caixa-d'água, etc.)".

"Determinada estrutura pode ser avaliada nas situações em que sua localização fica exposta isoladamente ou compensada por estruturas circunvizinhas, [...]." (MAMEDE, 2014, p.605). Existe, para cada condição da posição da edificação em relação aos obstáculos na proximidade, um fator de localização da estrutura, encontrado na NBR 5419-2:2015.

O número de eventos perigosos para a estrutura decorrente de descargas atmosféricas é dado pelo produto da densidade das descargas atmosféricas para Terra, a área de exposição

ISSN: 2675-469X

equivalente da estrutura e o fator de localização da estrutura, multiplicado por 10-6.

Já o número de eventos perigosos para a estrutura adjacente é dado, segundo Mamede (2014, p. 605), "pelo produto entre a densidade das descargas para a Terra, área de exposição equivalente da estrutura adjacente, fator de localização da estrutura equivalente e o fator de tipo de linha multiplicado por 10-6."

O número médio anual de eventos perigosos decorrentes de descargas atmosféricas próximas à estrutura é encontrado através do produto entre a densidade de descargas atmosféricas para Terra e a área de exposição equivalente de descarga atmosférica que atinge um local próximo à estrutura, multiplicado por 10-6.

De acordo com Mamede (2014, p. 606) "A avaliação do número médio anual de eventos perigosos decorrentes de descarga atmosférica que atingem a linha de energia elétrica ou de sinal que alimenta a estrutura deve ser calculada através do produto entre a densidade de descargas para Terra, o fator de instalação da linha de distribuição, o fator ambiental, o fator de linha e a área de exposição equivalente de descargas que atingem a linha de energia elétrica ou sinal, tudo isso multiplicado por 10-6."

PROBABILIDADE DE DANOS (PX)

A probabilidade de danos (Px) é medida com base em vários fatores, que, de acordo com Mamede (2014) são: "probabilidade de uma descarga atmosférica atingir uma estrutura ou uma linha e causar ferimentos a seres vivos por meio de choque elétrico; probabilidade de uma descarga atingir uma estrutura ou uma linha e causar danos físicos; probabilidade de uma descarga atingir uma estrutura ou ponto próximo à estrutura e causar falhas a sistemas internos; probabilidade de uma descarga atingir uma linha, ou nas proximidades de uma linha que adentre a estrutura, e causar falha nos sistemas internos."

Em resumo, "a probabilidade de dano (Px) é afetada pelas características da estrutura a ser protegida, das linhas conectadas e das medidas de proteção existentes" (NBR 5419:2-2015).

Para se encontrar valores, são avaliados os tipos de proteção contra surto instalados

ISSN: 2675-469X

na estrutura, os tipos de aterramento, blindagem e isolamento da linha de energia elétrica, os tipos de proteção contra tensão de toque, os tipos de cabos da instalação interna da estrutura, o tipo de linha e da tensão suportável de impulso dos equipamentos da instalação. (RAKOV, MARTIN, 2003).

QUANTIDADE DE PERDA (LX)

As quantidades de perdas, como visto anteriormente, podem ser classificadas como: perdas de vida humana (L1); perdas inaceitáveis em serviço público (L2); perdas inaceitáveis em patrimônio (L3); perdas econômicas (L4).

Para as perdas de vida humana (L1), são considerados os seguintes fatores: número médio relativo típico de vítimas feridas por choque elétrico, danos físicos ou falha de sistemas internos devido descargas atmosféricas; fator de redução de perda de vidas humanas devido ao tipo da superfície de solo ou piso da estrutura, após evento perigoso decorrente de descarga atmosférica; fator de redução de perda de danos físicos devido utilização de providências de segurança, como sinalizações e extintores; fator de redução de perdas em função de danos físicos, de acordo com o risco de explosão e/ou incêndios na estrutura; fator de aumento nas perdas, devido danos físicos quando houver um perigo especial presente, tal como maior quantidade de pessoas na zona, maior quantidade de pessoas na estrutura e tempo de duração em que as pessoas estarão presentes na zona, em horas/ano (MAMEDE, 2014).

Podem ser consideradas perdas adicionais, segundo Mamede (2014, p. 611) “se as descargas atmosféricas envolverem estruturas nas proximidades ou o meio ambiente, tais como emissões de particulados químicos ou radioativas.”

Os cálculo feito para se encontrar as perdas inaceitáveis em serviço ao público (L2), é baseado nos fatores: fator de redução de perda devido a danos físicos em função de determinadas providências de segurança, tais como extintores de incêndio, placas de aviso, etc.; fator de redução de perdas em função dos danos físicos dependendo do risco de explosões e incêndios da estrutura (MAMEDE, 2014, p. 612).

Além disso, o número médio relativo de usuários não servidos resultante de dano

ISSN: 2675-469X

físico ou falha em sistemas internos devido a descargas atmosféricas também é utilizado para se encontrar as perdas L2 (VIANA, 2016).

As perdas inaceitáveis em patrimônio (L3) são encontradas tendo em base, segundo Mamede (2014, p. 613), valor total da estrutura adicionado aos bens contidos no seu interior em zonas; valor do patrimônio cultural na zona; número médio de todos os valores atingidos por danos físicos devido a evento perigoso de descarga atmosférica.

As perdas econômicas (L4) levam em consideração vários fatores, dentre eles, valor dos animais na zona, valor da edificação relevante na zona, valor dos bens contidos na zona, valor dos sistemas internos, incluindo suas atividades na zona, e alguns fatores parecidos com os fatores das outras perdas (RAKOV, MARTIN, 2003).

No caso específico de as descargas atmosféricas envolverem estruturas nas proximidades ou o meio ambiente, tais como emissões químicas ou radioativas, podem ser consideradas perdas adicionais com a finalidade de determinar a perda total (VIANA, 2016).

ENTENDENDO OS COMPONENTES DE RISCO

Conforme visto anteriormente, a NBR 5419-2:2015 distribui os riscos em quatro fontes de danos, onde cada uma delas é associada a até três tipos de danos. De forma básica, o risco é calculado através do produto entre as perdas, a probabilidade de danos e o número anual de eventos perigosos de descargas atmosféricas.

São riscos toleráveis os valores encontrados, de acordo com Mamede (2014, p. 615) quando: L1: Rt=10-5; L2: Rt=10-3; L3: Rt=10-4; L4: Rt=10-3. Na avaliação dos componentes de risco pode-se dividir a estrutura em zonas, desde que tenham características similares (Z1, Z2... Zn) (VIANA, 2016).

Pode-se dividir ainda a linha de energia e comunicação que alimenta a estrutura em uma ou mais seções (S1, S2... Sn). Na maioria das vezes divide-se o trecho aéreo do subterrâneo, quando ocorre ambas as situações na mesma estrutura (RAKOV, MARTIN, 2003).

ISSN: 2675-469X

SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Os Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas – SPDA trata-se do conjunto de dispositivos instalados no(s) ponto(s) mais alto(s) das edificações e estruturas, conectados à terra por meio de condutores metálicos (RAKOV, MARTIN, 2003).

São dispositivos que têm por finalidade interceptar as descargas atmosféricas que atingem diretamente a uma estrutura, levando a corrente elétrica para a terra através do caminho projetado, evitando danos a patrimônios, danos à vida, centelhamentos e efeitos térmicos e mecânicos que possam danificar a estrutura.

Segundo Mamede (2014, p. 633), os SPDA podem ser projetados e construídos utilizando materiais condutores naturais, isto é, integrantes da estrutura que não podem ser alterados, [...], ou materiais condutores não naturais, ou seja, materiais que não integram a estrutura e foram instalados com a finalidade exclusiva de proteger a estrutura.

Os SPDA são constituídos de três subsistemas, que são: subsistema de captação; subsistema de descida; subsistema de aterramento. Subsistemas de captação são os elementos instalados na parte mais alta da estrutura, com a finalidade de receber a descarga atmosférica, e são classificados como naturais (constituídos de elementos da própria estrutura) e não naturais (constituídos de elementos instalados apenas para a finalidade de captação).

Os subsistemas de descida são os elementos instalados entre os captores e os aterramentos, com a finalidade de transportar a corrente elétrica fornecida pela descarga atmosférica pelo caminho projetado, para evitar danos à estrutura, à vida e ao patrimônio. Também são classificados como naturais e não naturais.

Os subsistemas de aterramento são os elementos enterrados ou embutidos nas fundações da edificação e responsáveis pela dispersão da corrente elétrica no solo (MAMEDE, 2014, p. 633). São classificados como naturais e não naturais.

ISSN: 2675-469X

OS MATERIAIS UTILIZADOS NOS SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGA ATMOSFÉRICA

Os materiais utilizados nos sistemas de proteção contra descarga atmosférica, segundo Mamede (2014, p. 633) são: cobre maciço ou encordoado; aço galvanizado a quente maciço ou encordoado; aço inoxidável maciço ou encordoado; aço cobreado maciço ou encordoado; alumínio maciço ou encordoado. Porém, cada material tem sua limitação quanto ao local a ser instalado, devido principalmente a sua corrosão e sua destruição por meio galvânico.

Para evitar riscos de choques elétricos, incêndios e explosão no interior da estrutura a ser protegida, devem-se equalizar os potenciais elétricos interligando todos os elementos condutivos existentes na estrutura e no seu interior." (RAKOV, MARTIN, 2003).

O SPDA não é diferente, devendo ser conectado com os demais sistemas de aterramento da estrutura, devendo obedecer a algumas prescrições básicas, dentre elas: "A equipotencialização dos SPDA externos isolados deve ser realizada a nível do solo, os condutores de equipotencialização devem ser retilíneos e de menor comprimento possível, todos os condutores não vivos dos sistemas elétricos e equipamentos de tecnologia da informação devem ser direta ou indiretamente conectados à ligação equipotencial, etc (MAMEDE, 2014, p. 640).

Quando o SPDA é construído nas proximidades de outra estrutura que tenha instalações metálicas, condutores elétricos ou outros dispositivos ou SPDA, e não for possível realizar a equipotencialização para evitar um centelhamento, deve-se obedecer a uma distância de segurança que varia, segundo Mamede (2014, p. 641),

> "de acordo com o nível de proteção admitido, o comprimento ao longo do subsistema de captação ou de descida, e o material de construção."

Para instalar aterramento em locais onde haja tanques e tubulações metálicas para uso de produtos inflamáveis deve-se atender alguns itens, dentre eles: os tanques metálicos de armazenamento de líquidos que podem produzir vapor inflamável ou de armazenamento de

ISSN: 2675-469X

gases, são normalmente autoprotegidos, desde que a espessura da chapa de aço seja igual ou superior a 5 mm e, se em alumínio, a espessura da chapa seja igual ou superior a 7 mm (RAKOV, MARTIN, 2003).

MÉTODOS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

A NBR 5419-2:2015 define 03 métodos de proteção contra descarga atmosférica, que são: método das malhas; método do ângulo de proteção; método da esfera rolante.

No método do ângulo de proteção, também conhecido como Método de Franklin é determinado o volume de proteção propiciado por um cone, cujo ângulo geratriz com a vertical varia segundo o nível de proteção desejado e para determinada altura da construção. (TERMOTÉCNICA, 2015).

Esse método visa utilizar as propriedades das pontas metálicas de escoar a corrente elétrica para a atmosfera, chamado poder das pontas, Franklin criou e instalou um dispositivo que desempenha essa função, o denominado para-raios.

No método de Franklin são calculados, de acordo com Mamede (2014, p. 643-645): o volume de proteção formado pelas hastes, o número de condutores de descida, a seção do condutor, a resistência da malha de terra e o volume de proteção formado por cabos suspensos.

O métodos das malhas, também conhecido como Método de Faraday, consiste em envolver a parte superior da construção com uma malha captora de condutores elétricos nus, cuja distância entre eles é função do nível de proteção desejado, que estabelece as dimensões do módulo da malha de proteção, onde Armc deve ser menor ou igual a Amc, onde Amc é a área mínima do módulo da malha captora, em m² e Armc é área do módulo da malha captora obtida a partir da área de cobertura da edificação, em m² (MAMEDE, 2014, p. 649).

O método das malhas, é indicado para estruturas com uma grande área horizontal, onde seriam necessários vários captores do tipo haste, deixando o projeto muito caro (TERMOTÉCNICA, 2015).

O método das malhas é utilizado quando a edificação é envolvida em uma estrutura

ISSN: 2675-469X

metálica. Para se fazer uso do método das malhas, é necessário conhecer as seguintes algumas determinações, dentre elas: O método das malhas é indicado para telhados horizontais planos, sem curvaturas.

Pode também ser utilizado nas superfícies laterais planas da estrutura como captor para descargas laterais; a malha captora deve ser instalada na parte superior da estrutura e nas saliências porventura existentes; quando existir uma estrutura metálica que não possa assumir a função de captor, deve estar contida no volume de proteção da malha captora (ELAT, 2015).

Também conhecido como método eletrogeométrico, o método de esfera rolante se baseia na delimitação do volume de proteção dos captores de um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas, podendo ser utilizados hastes, cabos ou mesmo uma combinação de ambos.

Segundo Mamede (2014, p. 651) é empregado com muita eficiência em estruturas de formas arquitetônicas complexas. Em função dessa característica, o método da esfera rolante tem bastante aplicação em subestação de potência de instalação exterior.

Com base na conceituação da formação de uma descarga atmosférica vista no capítulo 1, o método da esfera rolante utiliza o fundamento de uma esfera de raio Re, com o centro localizado na extremidade do líder antes de seu último salto. (MAMEDE, 2014, p. 649).

Os pontos da superfície da esfera são o lugar geométrico que deve ser atingido por uma descarga atmosférica. Ao rolar a esfera fictícia sobre o solo e sobre o sistema de proteção, delimita-se a região em que ela não toca, formando, assim, a zona protegida. Ou melhor, a zona protegida pode ser definida como a região em que a esfera rolante não consegue tocar, exceto nos captores (MAMEDE, 2014, p. 651).

A aplicação do método da esfera rolante é dividida em dois casos, o volume de proteção de um captor vertical quando a altura do captor é inferior ao raio Re, e o volume de proteção de um captor vertical quando a altura do captor é superior ao raio Re. (GUSSEN, 2015).

Para subestações de energia elétrica deve-se observar a forma que a mesma está instalada, definindo assim o método a ser utilizado. As subestações abrigadas, ou seja, aquelas

ISSN: 2675-469X

que possuem construções de alvenaria normalmente utilizam o SPDA nível I ou II.

O método de proteção mais utilizado nesses tipos de subestações é o método de malhas, devido ao baixo custo que representa esse tipo de construção, pois a superfície superior da edificação é plana e com baixa inclinação (MAMEDE, 2014, p. 653).

Nas subestações exteriores, cuja parte ou todos seus equipamentos elétricos são instalados ao tempo, o método utilizado depende das dimensões da subestação e do arranjo de seus barramentos (WEG, 2014).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi visto que as descargas atmosféricas são imprevisíveis, e podem trazer danos consideráveis à população.

Foi verificado que ao analisar as perdas que se podem obter em determinado setor, consegue-se minimizar os danos causados por descargas atmosféricas.

Foi visto que em caso de descargas atmosféricas, deve-se sempre procurar um lugar seguro para ficar.

Conclui-se que os SPDA se forem bem dimensionados podem proteger vidas e patrimônios. Dessa forma são de grande valia para que for projetar ou construir alguma estrutura.

Foi verificado que em subestações de energia deve-se fazer um projeto de SPDA diferenciado, a fim de proteger totalmente a instalação contra descargas atmosféricas.

Existem vários métodos de captação de descargas atmosféricas, e cada uma tem uma finalidade específica. O Ideal é sempre solicitar um estudo para que o SPDA seja projetado e instalado da maneira correta.

REFERÊNCIAS

ELAT, Grupo Eletricitade Atmosférica. Corrente Elétrica do Raio. Disponível em: < http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/relamp/relampagos/caracteristicas.da.corrente.eletrica.php>. Acesso em: 28/09/2015.

GUSSEN E. Disponível em: < http: //www.gussenengenharia.com.br/ laudosavcb / instalacao-de-spda-predial>. Acesso em: 28/09/2015.

MAMEDE F. J. Instalações Elétricas Industriais. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014. 945 p.

MATTEDE, H. O que são descargas atmosféricas? Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-sao-descargas-atmosfericas/>. Acesso em 24/09/2015.

PENTAIR. E. Lightning Protection Handbook. Minneapolis, 2014. PFEIFFER, John. Principles of Electrical Grounding. Louisville, 2001.

RAKOV, Vladimir; MARTIN, Uman. Lightning, Physics and Effecs. Cambridge University Press, Cambridge, 2003. 687 p.

TERMOTÉCNICA. Apostila do Projetista. Disponível em. Acesso em: 08 Outubro 2015.

TOPOGRAPHIC-MAP. Topographic Brazil. Dísponível em. Acesso em: 22 Setembro 2014.

VIANA, Fernando. Interpretação da Resistividade Aparente do Solo e Estratificação com Arranjo de Sclumberger. Goiânia, 2016.

VISCARO, Silvério. Descargas Atmosféricas – uma Abordagem de Engenharia. 1ª ed.São Paulo, 2005.

VENKATARAMAN, Kirshnan; TAMISHARASAN, Vishwanath. Electrally Conductive Concrete. Chennai, Índia, 2016. WANG, Pao K. Physics and Dynamics of Clouds and Precipitation. Cambridge University Press, Cambridge, 2013. 452 p.

VISCARO, S. Descargas Atmosféricas – uma Abordagem de Engenharia. 1ª ed. São Paulo, 2005.

WEG. Dispositivos de proteção contra surto. 2014. Disponível em: <http://old.weg.net/br/Produtos-e-Servicos/Controls/Protecao-deCircuitos-Eletricos/Dispositivos-de-protecao-contra-surtos-SPW>. Acessado em: 07 de Setembro de 2015.

ISSN: 2675-469X