

A Importância da Utilização de um Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas - SPDA

Luiz Carlos Garcia de Medina

Estudante de Engenharia Elétrica, Jaboaão dos Guararapes, Brasil, lc.g.medina08@gmail.com

Gustavo cardoso de araujo lima

Estudante de Engenharia Elétrica, Jaboaão dos Guararapes, Brasil, gustavocardoso743@gmail.com

Lucas rawan rodrigues lins

Estudante de Engenharia Elétrica, Jaboaão dos Guararapes, Brasil, lucasrawan10@hotmail.com

RESUMO: O Brasil é o país que possui a maior quantidade de descargas atmosféricas no mundo. Esse fato é ocasionado por conta do clima que incide sobre o país, além do comportamento da precipitação e das massas de ar, além da umidade relativa do ar, dentre outros fatores. Sendo assim, a ocorrência de relâmpagos e raios tornam-se uma realidade que pode trazer riscos para a vida, assim como para a estrutura e equipamentos. A fim de padronizar as medidas de proteção contra os raios, foi instituída a NBR 5419, de 2015, que abrange todo o território brasileiro. As descargas atmosféricas são um fenômeno comum na natureza, que, conforme a sua intensidade e duração podem provocar efeitos destruidores. Uma das medidas de proteção é o Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), que constitui um sistema completo com a finalidade garantir a proteção de uma estrutura contra os efeitos das descargas atmosféricas. Este estudo teve como objetivo discorrer sobre a importância da utilização de um SPDA. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica. Concluiu-se que, um SPDA pode proporcionar segurança para a vida, além de garantir a manutenção de uma estrutura e de bens materiais devido a incidência de descargas atmosféricas.

PALAVRAS-CHAVE: Descargas Atmosféricas, Estruturas, NBR 5419/2015, Proteção, SPDA.

ABSTRACT: The Brazil is the country that has the highest amount of atmospheric discharges in the world. This fact is caused by the climate that affects the country, in addition to the behavior of precipitation and air masses, in addition to the relative humidity of the air, among other factors. Thus, the occurrence of lightning and lightning become a reality that can bring risks to life, as well as to the structure and equipment. In order to standardize lightning protection measures, NBR 5419, of 2015, was instituted, covering the entire Brazilian territory. Lightning is a common phenomenon in nature, which, depending on its intensity and duration, can cause destructive effects. One of the protection measures is the Atmospheric Discharge Protection System (SPDA), which constitutes a complete system with the purpose of guaranteeing the protection of a structure against the effects of atmospheric discharges. This study aimed to discuss the importance of using a SPDA. For this, bibliographic research was carried out. It was concluded that a SPDA can provide security for life, in addition to guaranteeing the maintenance of a structure and material goods due to the incidence of atmospheric discharges.

KEYWORDS: Atmospheric Discharges, NBR 5419/2015, Protection, SPDA, Structures.

1 Introdução

O Brasil, em razão da sua grande extensão, apresenta diferentes climas e por conta disso possui uma elevada incidência de descargas atmosféricas, como afirma Cabral¹. De acordo com o

¹ Cabral, M. M. *Análise do SPDA do refeitório do IFG - Campus Itumbiara a luz da NBR 5419/2015*. Estudo de caso. 2021. 101 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/876>. Acesso em 18 set. 2022.

Grupo de Eletricidade Atmosférica – ELAT², vinculado ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), cerca de 77,8 milhões de descargas incidem no solo por ano no país.

As descargas elétricas atmosféricas consistem em ocorrências típicas da natureza e suas características são totalmente imprevisíveis levando-se em conta o local a ser atingido, a intensidade da descarga elétrica e o seu período de duração³. Conforme afirma Cabral⁴, os raios correspondem a uma corrente elétrica conduzida pelo ar. É possível desenvolver métodos para proteger vidas e estruturas contra dos efeitos dos raios. No Brasil, a normativa que regulamenta a parametrização e definição de aspectos associados à proteção contra descargas atmosféricas foi construída pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) Norma Brasileira (NBR) 5419, tendo a sua última edição atualizada no ano de 2015.

Para Farinha⁵, a descarga atmosférica representa um tipo de descarga elétrica que pode ocorrer entre nuvens ou entre uma nuvem e a terra e, corresponde a impulsos elétricos denominados raios. Esses raios apresentam alta tensão, podendo chegar até 100 kV, com duração muito pequena, ou seja, em torno de 200 ms.

De acordo com Oliveira⁶, devido aos fenômenos atmosféricos, surgiu a necessidade de promover a proteção contra os seus efeitos destrutivos, dando origem assim, ao sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA). Salienta-se que, a implantação de um SPDA está diretamente associado aos níveis de proteção, já que edificações específicas necessitam de um nível de proteção específico.

Em razão do desenvolvimento constante dos centros urbanos, a utilização de um sistema de aterramento e SPDA tornou-se fundamental para a habitação humana, tendo em vista que estes são responsáveis pela segurança e preservação das edificações, bem como de bens materiais⁷.

As consequências da exposição, seja direta ou indireta, a uma descarga atmosférica podem provocar sérios danos que vão desde queimaduras a óbitos de um ser humano e/ou animal. Os efeitos das descargas atmosféricas também podem causar interferências e avarias em redes aéreas de transmissão e distribuição de energia elétrica, assim como em sistemas de telecomunicações. Ressalta-se que, os problemas também podem evoluir para incêndios em edificações e em ambientes florestas⁸.

Ainda com base em Farinha⁹, em virtude da necessidade de neutralizar ou minimizar os efeitos causados pelos raios foi elaborada NBR 5419 que dispõe sobre o SPDA a fim de garantir segurança para pessoas, animais e também para as edificações.

Como afirma Portier¹⁰, nada pode ser feito para se impedir a queda de uma descarga elétrica

² ELAT/CCST/INPE. *Dados da Rede Brasileira de Detecção de Descargas Atmosféricas Totais*. São José dos Campos – SP, 2020.

³ Farinha, V. M. *NBR 5419/2015: projeto de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas de um edifício residencial*. 2021. Engenharia Elétrica (Trabalho de Conclusão de Curso). Centro Universitário Uniamérica. Disponível em: <https://pleiade.uniamerica.br/index.php/bibliotecadigital/article/view/767> Acesso em 19 set. 2022.

⁴ Cabral, M. M. *Análise do SPDA do refeitório do IFG - Campus Itumbiara a luz da NBR 5419/2015*. Estudo de caso. 2021. 101 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/876>. Acesso em 18 set. 2022.

⁵ Farinha, V. M. *NBR 5419/2015: projeto de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas de um edifício residencial*. 2021. Engenharia Elétrica (Trabalho de Conclusão de Curso). Centro Universitário Uniamérica. Disponível em: <https://pleiade.uniamerica.br/index.php/bibliotecadigital/article/view/767> Acesso em 19 set. 2022.

⁶ Oliveira, P. D. V de. *Projeto de sistema de aterramento e SPDA para estruturas edificadas: um retrofit aplicado em uma edificação da UFERSA, Campus Leste*. 2018. 117 f. Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Elétrica, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/3628>. Acesso em 18 set. 2022.

⁷ Ibidem.

⁸ Farinha, V. M. *NBR 5419/2015: projeto de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas de um edifício residencial*. 2021. Engenharia Elétrica (Trabalho de Conclusão de Curso). Centro Universitário Uniamérica. Disponível em: <https://pleiade.uniamerica.br/index.php/bibliotecadigital/article/view/767> Acesso em 19 set. 2022.

⁹ Ibidem.

¹⁰ Portier, G. C. *et al. Física dos raios e Engenharia de proteção*. 2.ed. Porto alegre: EDPUCRS, 2010, cap. 03, p. 47-60.

em uma determinada região. Entretanto, as soluções internacionalmente aplicadas visam minimizar os efeitos destruidores levando-se em conta a colocação de pontos preferenciais de captação e condução segura da descarga para a terra.

Somente projetos elaborados a partir das diretrizes definidas pela NBR 5419/2015 são capazes de assegurar uma instalação eficiente e confiável. Todavia, esta eficiência nunca alcançará os 100 % devido a ocorrência de falhas de proteção¹¹. Conforme afirma Portier¹², os sistemas implantados com base na norma buscam a proteção da estrutura das edificações contra as descargas que a atinjam de forma direta. Na concepção de Mamede Filho¹³ grande parte dos danos ocasionados pelas descargas atmosféricas podem ser evitados se as edificações estiverem protegidas de maneira adequada por um SPDA.

Diante do contexto explanado, este estudo buscou responder ao seguinte questionamento: qual a importância de utilização de um SPDA? Para responder ao questionamento proposto, este estudo teve como objetivo geral discorrer a respeito da importância de um SPDA e como objetivos específicos, esclarecer sobre as descargas atmosféricas, tratar sobre o SPDA com destaque para os seus tipos e elementos que o compõe e destacar a NBR 5419/2015.

A realização deste estudo se justifica em evidenciar que as descargas atmosféricas podem provocar diversos danos, assim como risco a estruturas, equipamentos, patrimônio material e até mesmo a vida do homem. Além disso, podem causar incêndios e para evitar esses danos torna-se fundamental a implantação de um SPDA, bem como a sua inspeção periodicamente. Com o desenvolvimento desta pesquisa, espera-se esclarecer a importância de um SPDA para a manutenção de uma estrutura e preservação de bens materiais e da vida.

2 Referencial Teórico

Este tópico esclarece aspectos relevantes acerca das descargas atmosféricas, bem como o Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA) e a Norma Brasileira (NBR) 5419/2015.

2.1 Descargas Atmosféricas

As descargas atmosféricas compreendem em descargas elétricas de grande extensão e grande intensidade, que ocorrem em razão do acúmulo de cargas elétricas em determinadas regiões da atmosfera. Geralmente essas descargas elétricas ocorrem dentro de tempestades. A descarga tem a sua origem quando o campo elétrico produzido por estas cargas ultrapassa a capacidade isolante, conhecida como rigidez dielétrica, do ar em um certo local na atmosfera, podendo ser dentro da nuvem ou próximo ao solo. Quando a rigidez é quebrada, ocorre um rápido movimento de elétrons de uma região de cargas negativas para uma região de cargas positivas. Existem vários tipos de descargas, que são classificadas conforme o local onde se originam ou onde elas terminam¹⁴.

De acordo com Cabral¹⁵, as descargas atmosféricas nuvem-solo (NS), ou solo-nuvem (SN), denominadas de raios, consistem em fenômenos que ocorrem em um curto espaço de tempo e que podem trazer um grande potencial de ameaça à vida, além de danificar estruturas e sistemas eletroeletrônicos. Geralmente, as descargas atmosféricas podem ser observadas quando há nuvens de tempestades com alta precipitação e acompanhadas por ventos fortes.

¹¹ Visacro Filho, S. *Descargas atmosféricas: uma abordagem de engenharia*. 1.ed. São Paulo: Artiber, 2005, 272p.

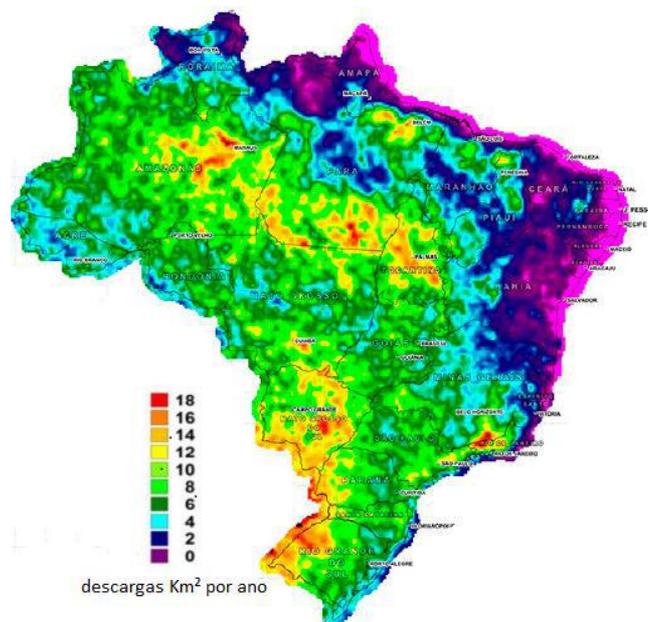
¹² Portier, G. C. *et al. Física dos raios e Engenharia de proteção*. 2.ed. Porto alegre: EDPUCRS, 2010, cap. 03, p. 47-60.

¹³ Mamede Filho, J. *Instalações Elétricas Industriais*. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

¹⁴ Visacro Filho, S. *Descargas atmosféricas: uma abordagem de engenharia*. 1.ed. São Paulo: Artiber, 2005, 272p.

¹⁵ Cabral, M. M. *Análise do SPDA do refeitório do IFG - Campus Itumbiara a luz da NBR 5419/2015*. Estudo de caso. 2021. 101 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/876>. Acesso em 18 set. 2022.

Os estudos de formação geológica em solo e subsolo das regiões permite analisar o comportamento das regiões em relação à incidência das descargas atmosféricas. Sabendo que o resultado desse estudo está descrito no mapa da Figura 1 que estima o número de raios por quilômetro quadrado por ano. (CRUZ, ANICETO, 2012)



Fonte: ABNT NBR 5419-2015.

Segundo Naccarato¹⁶, a formação do potencial para a incidência de relâmpagos envolve descargas intra-nuvem (IN), entre-nuvem (EN), no ar (AR), SN e NS. Destaca-se que, o fenômeno ocorre em tipos especiais de nuvens, as Cumulonimbus. Para Cotton, Bryan e Van Den Heever¹⁷, esses aglomerados de vapor de água, assim como os cristais de gelo se formam na troposfera (até 20 km do solo), entre 200 m até 13 km de altura, crescendo verticalmente para cima.

O ar quente próximo à superfície da Terra é leve e tende a ascender. No caso de maiores alturas, as correntes de ar se colidem com a massa de ar quente e úmida ascendente. Consequentemente, as gotículas de água começam a se condensar quando se aproximam da parte superior da nuvem, transformando-se em água super-resfriada e cristais de gelo¹⁸.

Ainda com base em Cabral¹⁹, no ambiente microscópico do ar, além de vapor de água e sua forma cristalizada, são encontrados Nitrogênio (N), Oxigênio (O) e aerossóis, que são partículas muito finas em suspensão. Destaca-se que, parte das moléculas presentes estão ionizadas, ou seja, eletricamente carregadas, por conta da incidência de radiação cósmica primária e secundária em maiores alturas. Essa variedade de partículas e moléculas promove a condutividade do local que, isto é, permite a facilidade com que o material, neste caso o ar, tem de conduzir uma corrente elétrica. Em atmosferas superiores, ou seja, entre 50 até 120 km, a alta incidência de radiação cósmica primária resulta em uma maior quantidade de moléculas ionizadas, elevando assim, a condutividade. Por outro lado, em atmosferas média e inferior (menores que 50 km), as moléculas apresentam menor índice de ionização. Assim, a radiação primária perde sua energia se chocando com moléculas em maiores alturas, se transformando em radiação secundária de menor teor

¹⁶ Naccarato, K. P. *Análise das características dos relâmpagos na região sudeste do Brasil*. São José dos Campos: INPE, 2005.

¹⁷ Cotton, W., Bryan, G., Van Den Heever, S. *Storm and cloud dynamics*. Burlington, MA: Academic Press, 2011.

¹⁸ Cabral, M. M. *Análise do SPDA do refeitório do IFG - Campus Itumbiara a luz da NBR 5419/2015*. Estudo de caso. 2021. 101 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/876>. Acesso em 18 set. 2022.

¹⁹ Ibidem.

energético.

Como destacam Cotton, Bryan e Van Den Heever²⁰, quando a nuvem chega a seu estado de maturação, a água que é esfriada em menores alturas dá origem a uma área com baixa temperatura e, levando-se em conta as rajadas de ventos que aumentam ainda mais o ar quente e úmido. Sendo assim, Cabral²¹ salienta que áreas de baixa e alta pressão são geradas dentro da nuvem originando um ar instável que tende a se revolver.

Conforme afirmam Cotton, Bryan e Van Den Heever²², a duração média da precipitação e a atividade elétrica de uma nuvem de tempestade é de aproximadamente 30 min. No caso de nuvens Cumulonimbus de maior extensão, a carga é gerada e separada em um volume entre -5 até -40°C com um raio de aproximadamente 2 km. Dessa forma, as cargas negativamente carregadas se centralizam entre menores alturas com temperaturas entre -10 e -20°C com as positivas, quilômetros acima. Para Cabral²³, quantidade suficiente de carga deve ser gerada e separada a fim de proporcionar o primeiro relâmpago entre 20 minutos desde o início da precipitação da nuvem.

2.2 Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas - SPDA

O SPDA consiste em um sistema completo que tem como finalidade a proteger uma estrutura dos efeitos das descargas atmosféricas²⁴. Conforme Oliveira²⁵, os SPDAs buscam proporcionar proteger às edificações, equipamentos, instalações elétricas e de telecomunicações, assim como reduzir os danos às estruturas. Destaca-se que esses sistemas captam e direcionam a corrente elétrica decorrente da queda de raios para sistemas de aterramento.

De acordo com Souza²⁶, o SPDA não reflete na atração de raios, tendo em vista que oferece à descarga atmosférica um caminho preferencial, de baixa impedância, reduzindo assim os riscos provenientes da sua incidência.

Conforme afirma Oliveira²⁷, a norma que garante a implementação da proteção de estruturas contra descargas atmosféricas para proteger as edificações e estruturas contra a ocorrência de raios é a ABNT NBR 5419/2015. Salienta-se que, a proteção de pessoas e dos equipamentos que se encontrem no interior e próximas das estruturas e edificações também são abarcados pela referida norma.

A NBR 5419/2015 define um SPDA como um sistema completo destinado a proteger uma estrutura dos efeitos das descargas atmosféricas. Esse sistema é composto por um sistema externo e um sistema interno de proteção. O sistema externo compreende em um subsistema de captores, subsistema de condutores de descida e subsistema de aterramento. Já o sistema interno contempla um conjunto de dispositivos que reduzem os efeitos elétricos e magnéticos da corrente de descarga

²⁰ Cotton, W., Bryan, G., Van Den Heever, S. Storm and cloud dynamics. Burlington, MA: Academic Press, 2011.

²¹ Cabral, M. M. *Análise do SPDA do refeitório do IFG - Campus Itumbiara a luz da NBR 5419/2015*. Estudo de caso. 2021. 101 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/876>. Acesso em 18 set. 2022.

²² Ibidem.

²³ Cabral, M. M. *Análise do SPDA do refeitório do IFG - Campus Itumbiara a luz da NBR 5419/2015*. Estudo de caso. 2021. 101 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/876>. Acesso em 18 set. 2022.

²⁴ Machado, C. *Manual de projetos elétricos*. 1.ed. São Paulo: Biblioteca 24x7, 2008, p.127-129.

²⁵ Oliveira, P. D. V de. *Projeto de sistema de aterramento e SPDA para estruturas edificadas: um retrofit aplicado em uma edificação da UFERSA, Campus Leste*. 2018. 117 f. Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Elétrica, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/3628>. Acesso em 18 set. 2022.

²⁶ SOUZA, A. N. *et al. SPDA Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas Teoria, Prática e Legislação*. São Paulo: Érica, 2014.

²⁷ Oliveira, P. D. V de. *Projeto de sistema de aterramento e SPDA para estruturas edificadas: um retrofit aplicado em uma edificação da UFERSA, Campus Leste*. 2018. 117 f. Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Elétrica, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/3628>. Acesso em 18 set. 2022.

atmosférica a partir do volume necessário para assegurar a proteção.

Com essa possibilidade de descargas atmosféricas atingirem vários locais de grande importância e risco, e como não é possível impedir essas descargas, foram desenvolvidos os para-raios para tentar controlá-las e descarregá-las de forma segura. Existem três métodos de sistemas protetores, são eles, Para-raios de Franklin, Gaiola de Faraday, e o Método Eletromagnético.

O método de Franklin é formado por um captor no ponto mais alto do local a ser protegido, o raio de proteção tem um formato de cone que depende da altura e do nível de proteção necessário, juntamente com um cabo de descida que é ligado a uma haste de aterramento no solo. Segundo Filho (2018) esse é o método universalmente aceito, usual em proteção de edifícios.

No método de Franklin, demonstrado na Figura 2, consta todos os componentes de um sistema de Franklin, desde o captor, o que o caracteriza como método de Franklin, até os eletrodos, que são utilizados para o aterramento.

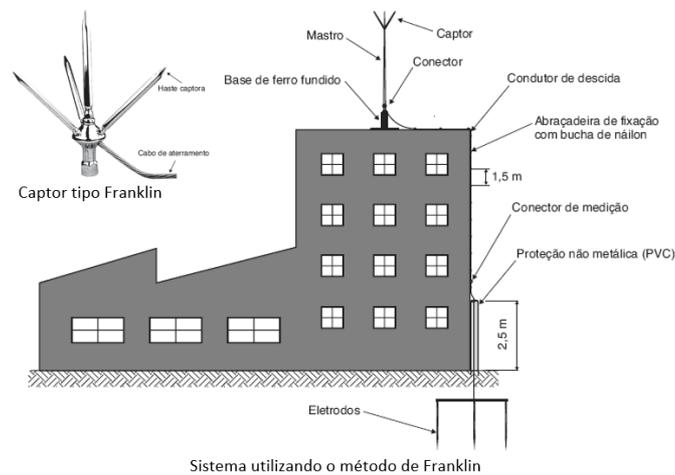


Figura 2 Metodo Franklin - Fonte: Mamade (2017).

O método de Faraday também conhecido como Gaiola de Faraday, é composto por vários captores em formato retangular contornando todo o local que deseja proteger, conforme mostrado na figura 3. Esse sistema, segundo Cruz e Aniceto (2012), parte do princípio de que um corpo encerrado em uma estrutura metálica interligada (gaiola) fica protegido contra as descargas externas, apresentando campo elétrico nulo em seu interior, funcionando como blindagem.

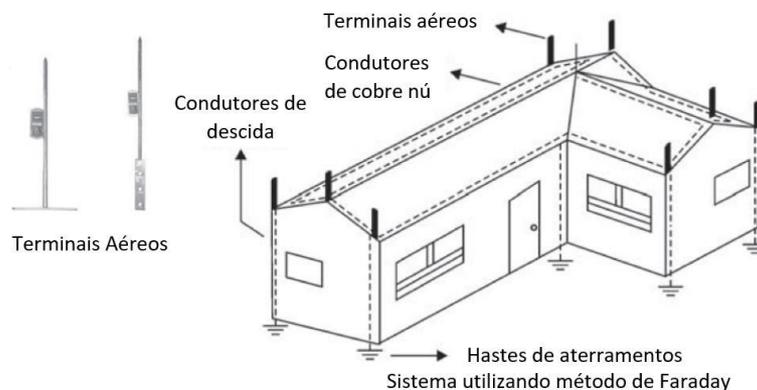


Figura 3 - Fonte: Cruz e Aniceto (2014).

2.2.1 Tipos de SPDA

Existem diferentes tipos de SPDA e sistemas de aterramento elétrico, sendo que cada um

proporciona um nível de proteção adequado para a situação ou projeto que se devesse desenvolver²⁸.

Em relação ao SPDA, Mamede Filho²⁹, destaca que o sistema pode ser de dois tipos: o SPDA estrutural e o SPDA não estrutural ou externo.

O SPDA estrutural é composto por estruturas que utilizam condutores que têm como função realizar a captação dos raios, como a descida das correntes de descarga e também como aterramento para a dissipação das correntes elétricas. Os referidos condutores podem ser armações de aço interligadas das estruturas de concreto e das fundações e as coberturas metálicas presentes na estrutura. O SPDA externo é constituído por elementos condutores especialmente utilizados para a captação dos raios, descidas das correntes de descargas e aterramento para a dissipação das mesmas correntes³⁰.

2.2.2 Elementos que Formam um SPDA

Com base na NBR 5419/2015 um SPDA é constituído por três subsistemas: um subsistema de captação, um subsistema de descida e um subsistema de aterramento. O subsistema de captação consiste na parte de um SPDA externo que se utiliza elementos metálicos como hastes, condutores em malha ou cabos em catenária que são posicionados e projetados para a interceptação de descargas atmosféricas. O subsistema de descida tem o objetivo de conduzir a descarga do subsistema de captação para o subsistema de aterramento e o subsistema de aterramento tem o propósito de conduzir e dispersar a descarga atmosférica no solo³¹.

De acordo com Creder³², o sistema de captação consiste em elementos condutores expostos, que geralmente ficam situados na parte mais elevada da edificação, tendo como finalidade promover o contato direto com as descargas atmosféricas. Já o sistema de descida é composto por elementos condutores expostos ou não, que têm o propósito de permitirem a continuidade elétrica entre os captosres e o sistema de aterramento. Por fim, o sistema de aterramento é constituído por elementos metálicos instalados vertical ou de forma horizontal, sendo responsáveis pela dispersão da corrente elétrica de descarga no solo.

A NBR 5419/2015 destaca ainda que a ocorrência de um raio diante de uma edificação ou equipamento pode causar danos físicos aos seres humanos, além de falhas em sistemas internos, podendo provocar a perda de vidas humanas, bem como do patrimônio cultural e prejuízos financeiros. Frente a essa realidade, é fundamental conhecer as características da estrutura a fim de identificar se a mesma necessita de um SPDA e como realizar a sua projeção³³.

É importante frisar que cada subsistema que compõe um SPDA possui elementos próprios e essenciais que desempenham funções específicas. Dessa forma, o subsistema de captação é formado pelo captor e cabo de proteção de borda. O condutor de descida e os eletrodos de aterramento são os elementos que compõem o subsistema de descida e subsistema de aterramento, respectivamente³⁴.

²⁸ Oliveira, P. D. V de. *Projeto de sistema de aterramento e SPDA para estruturas edificadas: um retrofit aplicado em uma edificação da UFERSA, Campus Leste*. 2018. 117 f. Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Elétrica, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/3628>. Acesso em 18 set. 2022.

²⁹ Mamede Filho, J. *Instalações Elétricas Industriais*. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

³⁰ Oliveira, P. D. V de. *Projeto de sistema de aterramento e SPDA para estruturas edificadas: um retrofit aplicado em uma edificação da UFERSA, Campus Leste*. 2018. 117 f. Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Elétrica, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/3628>. Acesso em 18 set. 2022.

³¹ Feitosa, J. N, Guerra, F. K. O. M. V. *Análise da Inserção de SPDA em Sistemas Fotovoltaicos*. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/6618> Acesso em 18 set. 2022.

³² Creder, H. *Instalações Elétricas*. 15.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013. 452 p.

³³ Feitosa, J. N, Guerra, F. K. O. M. V. *Análise da Inserção de SPDA em Sistemas Fotovoltaicos*. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/6618> Acesso em 18 set. 2022.

³⁴ Oliveira, P. D. V de. *Projeto de sistema de aterramento e SPDA para estruturas edificadas: um retrofit aplicado em uma edificação da UFERSA, Campus Leste*. 2018. 117 f. Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Elétrica, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/3628>.

2.3 NBR 5419/2015

Conforme destaca Farinha³⁵, a NBR 5419 de 2015 passou por uma atualização e a sua revisão mais atual foi pautada a partir de norma internacional *International Electrotechnical Commission* (IEC) 62305. A atualização da norma teve como finalidade provocar um impacto positivo na área elétrica, de modo a causar mudanças também no mercado de equipamentos, na conduta dos profissionais e, sobretudo, na segurança das edificações e pessoas que nela circulam. Com base na norma internacional IEC 62305 criada em 2006, o SPDA apresenta quatro partes: na primeira parte são esplanados acerca dos princípios gerais; na segunda parte, é destacada a gerência de risco; na terceira são evidenciados os danos físicos à estrutura perigo de vida. Na quarta e última parte é explanado a respeito dos sistemas eletroeletrônicos embarcados.

O texto referência da IEC foi adaptado para a NBR 5419 de 2015, tendo em vista que no Brasil o clima é variado e suas regiões apresentam uma quantidade de descargas atmosféricas diferenciada³⁶.

Farinha³⁷, destaca que na NBR 5419/2015, os Princípios Gerais dispõem sobre os princípios da proteção contra descargas atmosféricas, destacando-se as medidas de proteção contra surtos (MPS), que contempla aspectos externos e internos de proteção à estrutura. Ademais, destaca os parâmetros da corrente da descarga atmosférica, além de definir os tipos e fontes de danos a uma estrutura, bem como perdas em relação dos tipos e fontes de danos, relacionando-os com os riscos. Já em relação ao Gerenciamento de Risco, este necessita ser mais detalhado, levando-se em conta uma análise de risco. Salienta-se que esta parte da norma apresenta a metodologia para a quantificação do risco, com o propósito de analisar se ele é aceitável ou não, levando-se em conta perdas ou danos de valor social como por exemplo, patrimônio cultural, vidas humanas e serviços ao público.

Sobre os danos físicos às estruturas e perigos à vida, a NBR 5419/2015 dispõe de critérios de projeto, instalação e manutenção do conjunto de SPDA a fim de promover uma relação entre o impacto causado pela descarga atmosférica diretamente na edificação e a vida. Acerca dos sistemas elétricos e eletrônicos internos a estrutura, a referida norma evidencia uma correlação entre as normas 5419/2015 e 5410/2004 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão, sobre os efeitos da descarga atmosférica nas instalações e equipamentos dentro de uma edificação, assim como as condições adequadas para o correto funcionamento e principalmente seguro da instalação elétrica de baixa tensão³⁸.

Considerando-se a incidência de descargas elétricas e os danos por elas provocados, é fundamental a atualização do SPDA de acordo com a norma mais recente, tendo em vista o alcance de resultados significativos em relação à segurança à vidas e também aos aparelhos internos da estrutura a fim de eliminar ou reduzir ao máximo custos não programados em razão da queima e avaria provocado ao equipamentos, como destaca Farinha³⁹.

2.4 Exigências normativas dos Bombeiros

De acordo com a Norma Técnica Nº 1.02 da Legislação Geral de Análise de projeto de segurança contra incêndio e pânico o Corpo de Bombeiros do estado de Pernambuco a exigências

Acesso em 18 set. 2022.

³⁵ Farinha, V. M. *NBR 5419/2015: projeto de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas de um edifício residencial*. 2021. Engenharia Elétrica (Trabalho de Conclusão de Curso). Centro Universitário Uniamérica. Disponível em: <https://pleiade.uniamerica.br/index.php/bibliotecadigital/article/view/767> Acesso em 19 set. 2022.

³⁶ Ibidem.

³⁷ Farinha, V. M. *NBR 5419/2015: projeto de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas de um edifício residencial*. 2021. Engenharia Elétrica (Trabalho de Conclusão de Curso). Centro Universitário Uniamérica. Disponível em: <https://pleiade.uniamerica.br/index.php/bibliotecadigital/article/view/767> Acesso em 19 set. 2022.

³⁸ Ibidem.

³⁹ Ibidem.

mínimas para um SDPA são:

- Disposição do sistema de captação, descida e aterramento do SPDA em planta de coberta, indicando o material e diâmetro da malha;
- Detalhamento do sistema de captação, descida e aterramento do SPDA;
- No sistema de captação, indicar a o ângulo de proteção, raio da esfera rolante e afastamento entre os condutores da malha, quando aplicável; 4. Classe de risco do SDPA;

Ainda na Norma Técnica Nº 1.02 é informado que além do SPDA atender as exigências mínimas também deverá ter a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) emitida por um profissional capacitado juntamente ao CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia).

2.5 Níveis de proteção contra descargas atmosféricas

Como mostrado anteriormente, as descargas atmosféricas podem danificar seriamente o patrimônio e vitimar as pessoas e animais, quando estes se encontram dentro do campo elétrico formado entre a nuvem e o solo e sejam diretamente atingidos.

Mesmo com a instalação de um sistema de pára-raios, há sempre a possibilidade de falha desse sistema, podendo a construção protegida, neste caso, ser atingida por uma descarga atmosférica. A partir dessa premissa a NBR 5419/01 determina quatro níveis de proteção com base nos quais devem ser tomadas decisões de projeto mais ou menos severas. Os níveis de proteção estão assim definidos:

- Nível I: é o nível mais severo quanto à perda de patrimônio. Referem-se às construções protegidas, cuja falha no sistema de pára-raios pode provocar danos às estruturas adjacentes, tais como as indústrias de modo geral, de materiais explosivos, usinas elétricas e etc.
- Nível II: refere-se às construções protegidas, cuja falha no sistema de pára-raios pode ocasionar a perda de bens de estimável valor ou provocar pânico aos presentes, porém sem nenhuma consequência para as construções adjacentes. Enquadram-se neste nível os museus, teatros, hospitais e etc.
- Nível III: refere-se às construções de uso comum, tais como prédios residenciais, lojas e indústrias de manufaturados simples.
- Nível IV: refere-se às construções onde não é rotineira a presença de pessoas. São feitas de material não-inflamável, sendo o produto armazenado nelas de material não-combustível, tais como armazéns de concreto para produtos de construção.

Classificação da Estrutura	Tipo da Estrutura	Efeitos das Descargas Atmosféricas	Nível de Proteção
Estruturas Comuns ¹	Residências	Perfuração da isolamento de instalações elétricas, incêndio e danos materiais. Danos normalmente limitados a objetos no ponto de impacto ou no caminho do raio.	III
	Fazendas, Estabelecimentos agropecuários	Risco direto de incêndio e tensões de passo perigosas. Risco indireto devido à interrupção de energia e risco de morte para animais devido à perda de controles eletrônicos, ventilação,	III ou IV ²

		suprimento de alimentação e outros.	
	Teatros, Escolas, Lojas de Departamento, Áreas Esportivas e Igrejas	Danos às instalações elétricas e possibilidade de pânico. Falha no sistema de alarme contra incêndio, causando atraso no socorro.	II
	Bancos, Companhias de Seguro, Companhias Comerciais e outros	Como acima, além de efeitos indiretos com a perda de comunicação, falhas dos computadores e perda de dados.	II
	Hospitais, Casas de Repouso e Prisões	Como para escolas, além de efeitos indiretos para pessoas em tratamento intensivo e dificuldade de resgate de pessoas imobilizadas.	II
	Indústrias	Efeitos indiretos conforme o conteúdo das estruturas, variando de danos pequenos a prejuízos inaceitáveis e perda de produção.	III
	Museus, Locais Arqueológicos	Perda de patrimônio cultural insubstituível.	II
Estruturas com risco confinado	Estações de Telecomunicações, Usinas Elétricas, Indústrias	Interrupção de serviços públicos por breve ou longo período. Risco indireto para as imediações devido a incêndios e outros com risco de incêndios.	I
Estruturas com risco para os arredores	Refinarias, Posto de Combustível, Fábricas de Fogos, Fábricas de Munição	Risco de incêndios e exploração para a instalação e seus arredores.	I
Estruturas com risco para o meio ambiente	Indústrias Químicas, Usinas Nucleares, Laboratórios Químicos	Risco de incêndio e falhas de operação, com consequências perigosas para o local e para o meio ambiente.	I
¹ ETI (Equipamentos de Tecnologia da Informação) podem ser instalados em todos os tipos de estruturas, inclusive estruturas comuns. É impraticável proteção total contra danos causados pelos raios dentro destas estruturas; não obstante, devem ser tomadas medidas (conforme a NBR 5410) de modo a limitar os prejuízos a níveis aceitáveis.			
² Estruturas de madeira: nível III; estruturas nível IV, estruturas contendo produtos agrícolas potencialmente combustíveis (pó de grãos) sujeitos à explosão são considerados com risco para arredores.			

2.6 Etapas de um projeto de SPDA

Após conhecer os tipos de SPDA disponíveis e os para-raios mais utilizados, vamos ao próximo passo que será entender o funcionamento e as etapas de um projeto de SPDA. A primeira instrução é, justamente, escolher o modelo de SPDA que melhor atenda às necessidades do edifício.

Para a de um projeto de SPDA, é preciso fazer uma análise ampla e específica do local. É essencial verificar a área que se pretende proteger e todas as condições que envolvem essa estrutura. Como, por exemplo, a altura da edificação e os possíveis pontos de incidência de raios.

Outro ponto essencial para a construção desse projeto é pensar nos fatores de risco. E observar os quesitos de segurança que serão necessários. Assim, o projeto deve contemplar os seguintes elementos:

- Gerenciamento dos possíveis riscos
- Definição de recursos de proteção
- Determinação da forma adequada de proteção
- Determinação da quantidade e posição das descidas
- Definição do condutor de aterramento
- Indicação das equalizações de Potenciais
- Estipular as MPS-Medidas de Proteção contra Surtos

- Calcular as distâncias de segurança

Dessa forma, para que o projeto e a instalação do SPDA saiam do papel, é preciso analisar se tudo foi idealizado dentro dos parâmetros exigidos pela norma NBR 5419, da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e o engenheiro responsável pelo projeto deverá emitir uma ART (Anotação de responsabilidade técnica) junto ao CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia). A norma estabelece todas as condições que envolvem um SPDA. A NBR 5419/2015 dispõe também sobre a manutenção do sistema e sobre a segurança dos profissionais envolvidos no projeto e na instalação de um SPDA.

2.7 Manutenção do SPDA

Vale destacar que após o projeto e a instalação do SPDA, outra etapa importante é a inspeção visual do sistema. Segundo a norma NBR 5419, no item 7.3, as inspeções de SPDA visam a assegurar que:

- O SPDA está conforme o projeto.
- Todos os componentes do SPDA estão em bom estado e são capazes de cumprir com suas funções e que não apresentem corrosão.
- O valor da resistência de aterramento seja compatível com o arranjo e com as dimensões do subsistema de aterramento. E com a resistividade do solo. Excetuam-se desta exigência os sistemas que usam as fundações como eletrodo de aterramento.
- Todas as construções acrescentadas à estrutura posteriormente à instalação original estão integradas no volume a proteger, mediante ligação ao SPDA ou ampliação deste.

Além dessas inspeções, manutenções preventivas do SPDA devem ser realizadas periodicamente. A manutenção preventiva garante que o sistema opere com excelência. Para isso, deve ser “realizada por profissional habilitado e capacitado a exercer esta atividade, com emissão de documentação pertinente (ART – Anotação de responsabilidade técnica), em intervalos determinados” – aponta a NBR 5419. Nesse sentido, a norma regulamentadora, no item 7.3, estabelece que a periodicidade das manutenções deve ser:

- 1 ano para estruturas contendo munição ou explosivos. Ou em locais expostos à corrosão atmosférica severa. Como regiões litorâneas, ambientes industriais com atmosfera agressiva etc.
- 3 anos, para as demais estruturas.

De acordo com a norma, “a regularidade das inspeções é condição fundamental para a confiabilidade de um SPDA”. Portanto, um SPDA sem manutenção, com componentes deteriorados, corroídos, SPDA Instalado de forma incorreta e que não esteja funcionando corretamente conforme figura 4, expõe empresas e condomínios à incidência de raios que podem gerar:

- Choques e mortes;
- Queima de equipamentos;
- Invalidação de seguros de condomínios ou empresas;
- Prejuízos financeiros por danos à estrutura da edificação.



Figura 4 - Fonte: Próprio Autor.

2.8 Inadequações ou falta de um SPDA

De acordo com estudos realizados pelo próprio autor através de casos presenciados e solucionados pela equipa no qual atua, a ausência ou a má instalação de um SPDA pode causar prejuízos materiais ou com vítimas através de acidentes como também prejuízos de forma burocrática, sendo o estabelecimento punido através de multa dada pelo Corpo de Bombeiros ou até mesmo a interdição do local. Em exemplo nas figuras 5 e 6 foi constatado que o SPDA de um edifício se encontrava com sua resistência de aterramento alta onde a mesma foi evidenciada em relatório com ART emitida, onde o Corpo de Bombeiros identificou através de fiscalização e notificou a empresa que se encontrava com a resistência de aterramento acima dos 10Ω estabelecidos pela NBR 5419/2015 como mostra a figura 5. Com as informações obtidas através das medições realizadas com o terrômetro a solução para o caso foi acrescentar mais uma haste de aterramento em cada ponto já existente e substituir os conectores oxidados por causa da região litorânea onde a instalação se encontra. Finalizando a manutenção do sistema, foi constatado uma melhora significativa da resistência de aterramento, passando assim a atender as normas vigentes com sua resistência de aterramento passado a ser inferior aos 10Ω mais precisamente $0,67\Omega$.



Figura 5 - Fonte: Próprio Autor.



Figura 6 - Fonte: Próprio Autor.

3. Metodologia

3.1 Caracterização da Área

Esta pesquisa teve como foco destacar a importância da utilização de um SPDA.

3.1.1 Materiaias e Métodos

Para a realização desta pesquisa foi levado em consideração a abordagem qualitativa, tomando-se como base um estudo descritivo. Em um estudo qualitativo, de acordo com Minayo⁴⁰, esse tipo de pesquisa se preocupa com o nível de realidade que não pode ser quantificado, ou seja, ela tem como base o universo de significados, motivações, aspirações, valores e atitudes. Em relação ao estudo descritivo, Nunes, Nascimento e Luz⁴¹ destacam que, esse tipo de pesquisa contempla um estudo observacional, onde se compara dois grupos similares. Assim sendo, o processo descritivo busca a identificação, registro e análise das características, fatores ou variáveis que se relacionam com o fenômeno ou processo.

Para a construção desta pesquisa levou-se em consideração estudos já desenvolvidos a respeito da temática que foi percorrida. Dessa forma, este trabalho foi pautado em uma revisão de literatura considerando-se estudos já feitos sobre o assunto. Para isso, tomou-se como base autores de livros, artigos científicos e publicações eletrônicas a fim de sustentar a pesquisa bibliográfica. Na visão de Sousa, Oliveira e Alves⁴², “a pesquisa bibliográfica está inserida principalmente no meio acadêmico e tem a finalidade de aprimoramento e atualização do conhecimento, através de uma investigação científica de obras já publicadas”.

Como critérios de inclusão, para realizar as buscas dos autores sobre a temática, foram consideradas publicações correspondentes ao período de 2012 a 2021, que estiveram nos idiomas inglês e português e que abordem a temática central deste estudo. Para atender aos critérios de exclusão, foram desconsideradas aquelas publicações que estavam fora da faixa temporal determinada, que não estariam nos idiomas definidos e que não abordaram o tema desta pesquisa.

⁴⁰ Minayo, M. C. de S. (Org.). *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 14ª ed. Rio de Janeiro: Hucitec, 2014. 408 p.

⁴¹ Nunes, G. C., Nascimento, M. C. D., Luz, M. A. C. de A. Pesquisa científica: conceitos básicos. *Revista de Psicologia*, [S.l.], v. 10, n. 29, p. 144-151, fev. 2016.

⁴² Sousa, A. S. de, Oliveira, G. S. de, Alves, L. H. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. *Cadernos da Fucamp*, v.20, n.43, p.64-83/2021.

Assim, visando a obtenção dos dados para a construção deste estudo as buscas foram realizadas nas bases de dados da Scielo. Além disso, foram buscadas publicações no Google Acadêmico.

Para a análise dos dados foram buscados estudos que já abordaram a temática que aqui foi discutida. Sendo assim, considerou-se publicações compreendidas de 2012 a 2021 disponibilizadas nas bases de dados da Scielo e no Google Acadêmico.

Com o intuito de auxiliar as buscas pelos estudos foram consideradas as seguintes palavras-chave: descargas atmosféricas, estruturas, NBR 5419/2015, proteção e SPDA. A partir da obtenção das publicações, de sua análise e com base em uma leitura sistemática foram observados os aspectos relevantes apontados entre os autores a respeito dos contextos abordados.

4. Resultados e Discussão

Com a finalidade de apurar os resultados deste estudo foram selecionadas 9 publicações. Após a triagem para verificar os estudos que corresponderam ao tema aqui abordado e que contemplavam o recorte temporal de 2012 a 2021, 6 publicações foram lidas na íntegra, revisadas e classificadas, conforme evidenciado no Quadro 1.

Quadro 1 – Caracterização dos artigos utilizados na revisão.

Autor / Ano	Objetivo	Método	Principais Resultados
Ferreira e Bilesky (2014)	Elucidar como o para-raios pode ser útil na proteção de edificações.	Pesquisa bibliográfica.	Os para-raios constituem uma importante ferramenta de SPDA, tendo em vista que permitem a prevenção de acidentes em residências e outros tipos de edificações, além de proteger as vidas humanas.
Lacerda, Souza e Rafael (2014)	Explicar como a descarga atmosférica é formada na natureza, bem como calcular os locais que probabilisticamente estão sujeitos a maior ocorrência, além de outras fundamentações teóricas.	Estudo de caso.	O projeto de SPDA utilizando-se como base uma igreja evidenciou a sua relevância, demonstrando a grande importância de projetá-lo corretamente a fim de evitar acidentes e danos materiais.
Oliveira (2018)	Proporcionar um retrofit em uma edificação por meio do desenvolvimento de projetos de aterramento e SPDA.	Foi realizada uma análise da estrutura da edificação para verificar suas dimensões. Além disso, foram feitas medições da resistividade do solo para proceder com a estratificação e realizar o estudo de aterramento.	Os resultados alcançados revelaram-se importantes para a realização dos projetos, tendo em vista a sua relevância diante de uma edificação de grande porte.
Cabral (2021)	Realizar uma análise e verificação, a luz da	Estudo de caso.	Foram propostas mudanças para que o SPDA se adequasse à NBR

	atualização de NBR 5419-2015 a respeito da conformidade do SPDA do Refeitório do IFG, levando-se em conta o gerenciamento de riscos.		5419/2015, sendo proposta uma modificação da distância entre os condutores captadores a fim de respeitar as distâncias mínimas estabelecidas. Ademais, a quantidade de condutores de descida e de caixas de inspeção foi aumentada. Notou-se uma maior redução ao risco para o Refeitório.
Farinha (2021)	Evidenciar a aplicação prática do gerenciamento de risco associado à NBR 5419/2015.	Pesquisa descritiva e exploratória, sendo utilizadas técnicas qualitativas para a obtenção dos dados levando em consideração um edifício residencial.	A NBR 5419/2015 descreve como uma edificação deve ter um SPDA adequadamente instalado e como proceder a sua manutenção. Para isso, apresenta uma metodologia de gerenciamento de riscos que precisa ser aplicada corretamente.
Feitosa e Guerra (2021)	Realizar o estudo acerca da inserção de um SPDA em instalações fotovoltaicas com base nas diretrizes da NBR 5419:2015.	Foram utilizados dados da minigeração fotovoltaica de 150,8 kWp localizada na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, no Rio Grande do Norte.	Os resultados revelaram-se satisfatórios, sendo possível determinar em qual parte de usina solar fotovoltaica um SPDA se faz necessário a fim de assegurar a sua proteção.

Fonte: o Próprio autor (2022).

O estudo realizado por Ferreira e Bilesky⁴³, através de uma pesquisa bibliográfica, buscou explicar de que forma o para-raios pode ser útil para a proteção das edificações. Com o estudo, ficou evidente que os para-raios representam uma importante ferramenta de SPDA, pois previnem acidentes em residências assim como em outros tipos de edificações. Ademais, pode proteger a vida do homem.

Já o estudo feito por Lacerda, Souza e Rafael⁴⁴, tomando-se como base um estudo de caso de uma igreja, teve o propósito de elucidar a respeito de como a descarga atmosférica é formada na natureza, além de evidenciar como identificar os locais que estão sujeitos a maior incidência de raios. O estudo destacou que o projeto de SPDA utilizado na igreja revelou-se importante tendo em vista que evita não apenas acidentes como também prejuízos materiais.

A pesquisa desenvolvida por Oliveira⁴⁵ teve como finalidade viabilizar um retrofit em uma edificação levando-se em conta a realização de projetos de aterramento e SPDA. Para isso, foi feita uma análise da estrutura de uma edificação pertencente a Universidade Federal Rural do Semi

⁴³ Ferreira, L. C. A., Bileski, L. R. *Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA) nas edificações*. 2014. Disponível em: http://fait.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/Au6kqR9rv9NRgb5_2014-4-22-19-52-16.pdf Acesso em 20 set. 2022.

⁴⁴ Lacerda, L. M., Souza, M. S., Rafael, M. C. *Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas para edificações: um estudo de caso. Vértice Técnica*. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/323498257_Sistemas_de_Protecao_Contra_Descargas_Atmosfericas_para_Edificacoes_um_estudo_de_caso Acesso em 20 set. 2022.

⁴⁵ Oliveira, P. D. V de. *Projeto de sistema de aterramento e SPDA para estruturas edificadas: um retrofit aplicado em uma edificação da Ufersa, Campus Leste*. 2018. 117 f. Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Elétrica, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/3628>. Acesso em 18 set. 2022.

Árido, situada no Rio Grande do Norte, a fim de verificar as suas dimensões. Foram realizadas ainda medições da resistividade do solo com o intuito de viabilizar a estratificação e realizar o estudo de aterramento. Os resultados apurados foram importantes para a realização dos projetos devido à sua relevância frente a uma edificação considerada de grande porte.

Com base no estudo realizado por Cabral⁴⁶, considerando-se um estudo de caso realizado a partir do refeitório instalado no Instituto Federal de Goiás, buscou-se analisar e verificar, com base na atualização de NBR 5419-2015, a conformidade do SPDA da estrutura levando-se em conta o gerenciamento de riscos. A fim de se adequar à atualização da normativa, foram propostas alterações no SPDA, como por exemplo, modificação em relação à distância entre os condutores captadores com a finalidade de respeitar as distâncias mínimas estabelecidas pela NBR 5419/2015, além do aumento da quantidade de condutores de descida e de caixas de inspeção. Com as mudanças ocorreu a redução quanto ao risco na estrutura analisada.

Em relação ao estudo feito por Farinha⁴⁷ com a finalidade de destacar a aplicação prática do gerenciamento de risco com base na NBR 5419/2015, foi feita uma pesquisa descritiva e exploratória tomando-se como base uma estrutura residencial. O estudo ressaltou que a normativa evidencia como uma edificação deve ter um SPDA adequadamente instalado, assim como reforça como realizar a sua manutenção levando-se em consideração uma metodologia de gerenciamento de riscos aplicada de forma correta.

Já o estudo desenvolvido por Feitosa e Guerra⁴⁸ teve como finalidade realizar um estudo sobre a inserção de um SPDA em instalações fotovoltaicas situadas na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, no Rio Grande do Norte. Tomou-se como base as diretrizes estabelecidas pela NBR 5419:2015. Os resultados apurados foram positivos já que foi possível determinar em qual parte de usina fotovoltaica um SPDA se faz necessário para garantir a proteção da estrutura.

A partir da análise dos estudos realizados, observou-se que os para-raios constituem uma relevante ferramenta de SPDA, já que previnem acidentes em estruturas residências, bem como em outros tipos de edificações, além de protegerem a vida humana, como demonstrado no estudo de Ferreira e Bilesky⁴⁹. O estudo de Lacerda, Souza e Rafael⁵⁰ revelou a importância da realização de um projeto de SPDA a fim de prevenir acidentes e danos materiais. Assim como no estudo de Lacerda, Souza e Rafael⁵¹, a pesquisa feita por Oliveira⁵² também destacou a relevância da realização dos projetos em edificações de grande porte.

⁴⁶ Cabral, M. M. *Análise do SPDA do refeitório do IFG - Campus Itumbiara a luz da NBR 5419/2015*. Estudo de caso. 2021. 101 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/876>. Acesso em 18 set. 2022.

⁴⁷ Farinha, V. M. *NBR 5419/2015: projeto de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas de um edifício residencial*. 2021. Engenharia Elétrica (Trabalho de Conclusão de Curso). Centro Universitário Uniamérica. Disponível em: <https://pleiade.uniamerica.br/index.php/bibliotecadigital/article/view/767> Acesso em 19 set. 2022.

⁴⁸ Feitosa, J. N, Guerra, F. K. O. M. V. *Análise da Inserção de SPDA em Sistemas Fotovoltaicos*. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/6618> Acesso em 18 set. 2022.

⁴⁹ Ferreira, L. C. A., Bileski, L. R. *Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA) nas edificações*. 2014. Disponível em: http://fait.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/Au6kqR9rv9NRgb5_2014-4-22-19-52-16.pdf Acesso em 20 set. 2022.

⁵⁰ Lacerda, L. M., Souza, M. S., Rafael, M. C. *Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas para edificações: um estudo de caso*. *Vértice Técnica*. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/323498257_Sistemas_de_Protecao_Contra_Descargas_Atmosfericas_para_Edificacoes_um_estudo_de_caso Acesso em 20 set. 2022.

⁵¹ Lacerda, L. M., Souza, M. S., Rafael, M. C. *Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas para edificações: um estudo de caso*. *Vértice Técnica*. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/323498257_Sistemas_de_Protecao_Contra_Descargas_Atmosfericas_para_Edificacoes_um_estudo_de_caso Acesso em 20 set. 2022.

⁵² Oliveira, P. D. V de. *Projeto de sistema de aterramento e SPDA para estruturas edificadas: um retrofit aplicado em uma edificação da Ufersa, Campus Leste*. 2018. 117 f. Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Elétrica, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/3628>. Acesso em 18 set. 2022.

No estudo de Cabral⁵³ foi evidenciada a necessidade de adequação da NBR 5419/2015 na estrutura analisada. Com as mudanças propostas foi observada a redução em relação ao risco frente à estrutura do refeitório estudada. De forma similar, o estudo de Farinha⁵⁴ destacou que a normativa explicita que uma edificação deve ter um SPDA adequadamente instalado e que a sua manutenção deve ser feita de forma regular levando-se em conta o gerenciamento de riscos. O estudo de Feitosa e Guerra⁵⁵ reforçou que, a partir dos resultados satisfatórios que foram apurados, um SPDA deve ser desenvolvido, a partir da normativa, para assegurar a proteção da estrutura.

Com base nos estudos analisados, nota-se que o desenvolvimento de um projeto de SPDA é de grande importância, pois com ele, é possível garantir a segurança das estruturas, das pessoas, além de evitar prejuízos materiais. Ressalta-se que um SPDA deve ser produzido a partir das diretrizes estabelecidas pela NBR 5419/2015.

5. Considerações Finais

O presente estudo abordou acerca da importância da utilização de um SPDA. Para a realização deste estudo tomou-se como base uma pesquisa bibliográfica, tendo em vista que o mesmo foi pautado em pesquisas já desenvolvidas a respeito da temática aqui apresentada.

Com a realização desta pesquisa foi possível compreender que a implantação e manutenção de um SPDA devem ser norteadas com base na NBR 5419-2015 a fim de se proceder a análise de risco relacionada a uma determinada estrutura. Consequentemente, o sistema poderá proporcionar maior proteção da vida e de equipamentos presentes na estrutura, já que evita que descargas atmosféricas provoquem riscos ou danos.

Este estudo elucidou que os para-raios representam importantes ferramentas de SPDAs, já que esses equipamentos podem prevenir acidentes em residências e também em outros tipos de edificações, garantindo assim a proteção das estruturas, das pessoas que estiverem dentro delas e também dos bens.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é dedicado a todos que contribuíram ao longo da minha caminhada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cabral, M. M. *Análise do SPDA do refeitório do IFG - Campus Itumbiara a luz da NBR 5419/2015*. Estudo de caso. 2021. 101 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/876>. Acesso em 18 set. 2022.

Cotton, W., Bryan, G., Van Den Heever, S. *Storm and cloud dynamics*. Burlington, MA: Academic Press, 2011.

Creder, H. *Instalações Elétricas*. 15.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013. 452 p.

ELAT/CCST/INPE. *Dados da Rede Brasileira de Detecção de Descargas Atmosféricas Totais*. São

⁵³ Cabral, M. M. *Análise do SPDA do refeitório do IFG - Campus Itumbiara a luz da NBR 5419/2015*. Estudo de caso. 2021. 101 p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/876>. Acesso em 18 set. 2022.

⁵⁴ Farinha, V. M. *NBR 5419/2015: projeto de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas de um edifício residencial*. 2021. Engenharia Elétrica (Trabalho de Conclusão de Curso). Centro Universitário Uniamérica. Disponível em: <https://pleiade.uniamerica.br/index.php/bibliotecadigital/article/view/767> Acesso em 19 set. 2022.

⁵⁵ Feitosa, J. N, Guerra, F. K. O. M. V. *Análise da Inserção de SPDA em Sistemas Fotovoltaicos*. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/6618> Acesso em 18 set. 2022.

José dos Campos – SP, 2020.

Farinha, V. M. *NBR 5419/2015: projeto de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas de um edifício residencial*. 2021. Engenharia Elétrica (Trabalho de Conclusão de Curso). Centro Universitário Uniamérica. Disponível em: <https://pleiade.uniamerica.br/index.php/bibliotecadigital/article/view/767> Acesso em 19 set. 2022.

Feitosa, J. N, Guerra, F. K. O. M. V. *Análise da Inserção de SPDA em Sistemas Fotovoltaicos*. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/6618> Acesso em 18 set. 2022.

Ferreira, L. C. A., Bileski, L. R. *Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA) nas edificações*. 2014. Disponível em: http://fait.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/Au6kqR9rv9NRgb5_2014-4-22-19-52-16.pdf Acesso em 20 set. 2022.

Lacerda, L. M., Souza, M. S., Rafael, M. C. *Sistemas de Proteção Contra Descargas Atmosféricas para edificações: um estudo de caso. Vértice Técnica*. 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/323498257_Sistemas_de_Protecao_Contra_Descargas_Atmosfericas_para_Edificacoes_um_estudo_de_caso Acesso em 20 set. 2022.

Machado, C. *Manual de projetos elétricos*. 1.ed. São Paulo: Biblioteca 24x7, 2008, p.127-129.

Mamede Filho, J. *Instalações Elétricas Industriais*. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

Mamede Filho, *Instalações Elétricas Industriais - 9ª ed.* Rio de Janeiro: LTC, 2017
 CRUZ, E. C. A.; ANICETO, L. A. *Instalações Elétricas: Fundamentos, Prática e Projetos em Instalações Residenciais e Comerciais*. 2ª. ed. São Paulo: Érica Ltda., 2014.

CRUZ, E. A.; ANICETO, L. A. *Instalações elétricas – fundamentos, prática e projetos em instalações residenciais e comerciais*. 2. ed. São Paulo: Érica, 2012

Minayo, M. C. de S. (Org.). *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 14ª ed. Rio de Janeiro: Hucitec, 2014. 408 p.

Naccarato, K. P. *Análise das características dos relâmpagos na região sudeste do Brasil*. São José dos Campos: INPE, 2005.

Nunes, G. C., Nascimento, M. C. D., Luz, M. A. C. de. A. *Pesquisa científica: conceitos básicos*. *Revista de Psicologia*, [S.l.], v. 10, n. 29, p. 144-151, fev. 2016.

Oliveira, P. D. V de. *Projeto de sistema de aterramento e SPDA para estruturas edificadas: um retrofit aplicado em uma edificação da UFRSA, Campus Leste*. 2018. 117 f. Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Elétrica, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/3628>. Acesso em 18 set. 2022.

Portier, G. C. *et al. Física dos raios e Engenharia de proteção*. 2.ed. Porto alegre: EDPUCRS, 2010, cap. 03, p. 47-60.

Sousa, A. S. de, Oliveira, G. S. de, Alves, L. H. *A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos*. *Cadernos da Fucamp*, v.20, n.43, p.64-83/2021.

SOUZA, A. N. *et al. SPDA Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas Teoria, Prática e*

Legislação. São Paulo: Érica, 2014.

Visacro Filho, S. *Descargas atmosféricas: uma abordagem de engenharia*. 1.ed. São Paulo: Artiber, 2005, 272p.