

PARA-RAIOS REDE DE DISTRIBUIÇÃO DISTRIBUTION NETWORK LIGHTNING ARRESTER

Marcelo Luiz Benvido Clemente¹

RESUMO: O pára-raios foi inventado por Benjamin Franklin em 1752, quando ele realizou um experimento perigoso com um pedaço de fio de metal para empinar uma pipa de papel e observou a carga elétrica de um raio fluindo através do dispositivo. Ele também demonstrou que hastes metálicas podem atuar como condutores elétricos quando em contato com a superfície da Terra, inventando assim o pára-raios. Dessa forma, esse trabalho pretende relatar o funcionamento e as funções do para-raios na rede de distribuição através de uma revisão de literatura. Quando um raio atinge um poste, a descarga também viaja através de fios de alta tensão. Por este motivo, recomenda-se retirar todos os equipamentos da tomada para evitar danos. A descarga pode causar picos de corrente que se espalham pela rede e danificam os aparelhos. Não use equipamentos elétricos plug-in durante uma tempestade. Como a descarga pode se espalhar pelo fio e ser transmitida ao solo através da estrutura de ferro do poste, alguém próximo ao poste (no solo) pode não ser atingido.

Palavras-Chave: Para-Rais. Rede. Distribuição.

ABSTRACT: The lightning rod was invented by Benjamin Franklin in 1752, when he performed a dangerous experiment with a piece of metal wire to fly a paper kite and observed the electrical charge of lightning flowing through the device. He also demonstrated that metal rods could act as electrical conductors when in contact with the Earth's surface, thus inventing the lightning rod. Thus, this work intends to report the operation and functions of the lightning rod in the distribution network through a literature review. When lightning strikes a pole, the discharge also travels through high voltage wires. For this reason, it is recommended to remove all equipment from the socket to avoid damage. The discharge can cause current spikes that spread through the network and damage the devices. Do not use plug-in electrical equipment during a thunderstorm. As the discharge can spread along the wire and be transmitted to the ground through the iron structure of the pole, someone close to the pole (on the ground) may not be hit.

Keywords: Para-Rais. Network. Distribution.

1. INTRODUÇÃO

Não há como alterar os fenômenos climáticos para evitar que as emissões atmosféricas ocorram. Quando atingem o edifício diretamente ou nas proximidades, representam um perigo para o próprio edifício, seu conteúdo, instalações e pessoas.

¹E-mail: marcelobenvindo@hotmail.com.

Portanto, é necessário fornecer meios de proteção adequados de acordo com as normas técnicas correspondentes, levando em consideração as características e particularidades de cada local. Em alguns casos, são necessários para-raios que incorporem sistemas de proteção (MARGIRUS, 2020).

O relâmpago é uma descarga elétrica de alta intensidade que ocorre na atmosfera. O trovão, que geralmente o segue, é um ruído causado pela rápida expansão do ar causada pela passagem da referida descarga. Simplificando, um pára-raios consiste em uma haste de metal que é instalada no ponto mais alto de um edifício e é conectada à terra por um cabo especial ("fio"). Sua finalidade é proteger a estrutura das descargas de alta energia que ocorrem durante a queda de raios.

Descargas atmosféricas geram energia muito alta. Embora sejam eventos de curta duração, são suficientes para provocar a circulação de altas correntes que podem facilmente danificar equipamentos elétricos e eletrônicos instalados em edifícios.

Para evitar danos causados por esses efeitos, dispositivos de proteção contra surtos (SPDs) devem ser integrados às instalações e equipamentos. Na maioria das vezes, as pessoas são atingidas por raios, o solo ou objetos, que podem causar ferimentos graves. Em casos mais raros, as pessoas recebem alta diretamente e a morte é imediata (MARGIRUS, 2020).

O projeto e a instalação dos para-raios devem seguir rigorosamente os requisitos especificados em normas técnicas para garantir a segurança e o desempenho adequados (MARGIRUS, 2020).

Dessa forma, esse trabalho pretende relatar o funcionamento e as funções do para-raios na rede de distribuição através de uma revisão de literatura.

1.1 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos construtivos do para raios

O pára-raios foi inventado por Benjamin Franklin em 1752, quando ele realizou um experimento perigoso com um pedaço de fio de metal para empinar uma pipa de papel e observou a carga elétrica de um raio fluindo através do dispositivo. Ele também demonstrou que hastes metálicas podem atuar como condutores

elétricos quando em contato com a superfície da Terra, inventando assim o pára-raios (TOFFOLI, 2022).

Um pára-raios é uma haste de metal pontiaguda conectada a um cabo de cobre ou alumínio de baixa resistividade que leva ao terra. A ponta do para-raios atua para atrair o raio, uma vez que o raio é atraído, o raio será desviado para o solo pelo cabo e dissipado no subsolo sem causar nenhum dano à residência. O fato de os para-raios atraírem raios é uma forma de entendermos melhor, mas na realidade os para-raios não atraem raios, eles apenas fornecem um caminho para o solo com muita pouca resistividade (TOFFOLI, 2022).

Figura 1 – Para raios



Fonte: (TOFFOLI, 2022).

Os para-raios devem ser colocados no alto, pois os raios tendem a atingir o ponto mais alto de uma área. Geralmente são colocados em cima de prédios, em cima de antenas para transmissões de TV, rádios, etc. O papel do pára-raios é proteger a estrutura de edifícios, casas, etc. Descargas atmosféricas (relâmpagos) (TOFFOLI, 2022).

No entanto, não impedem a queima de equipamentos domésticos como computadores, televisores, eletrodomésticos, etc. (TOFFOLI, 2022).

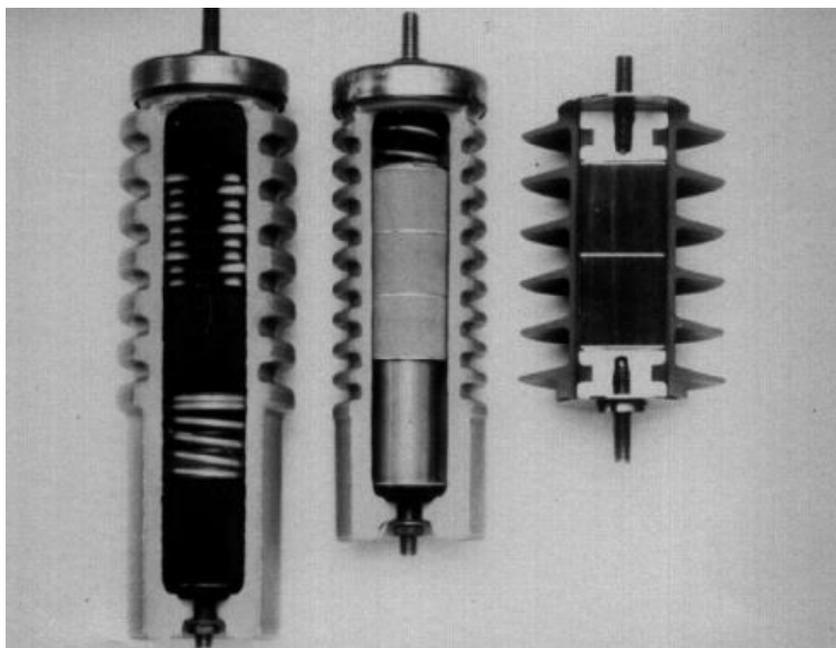
Atualmente são produzidos três tipos de pára-raios para redes de distribuição: pára-raios de carbeto de silício (SiC), pára-raios de óxido de zinco (ZnO) com

centelhador e pára-raios de óxido de zinco (ZnO) sem centelhador. O supressor de faíscas está alojado em uma carcaça de cerâmica e possui uma corrente de descarga nominal de 5 kA.

Os pára-raios de óxido de zinco à prova de faísca são produzidos em embalagens de cerâmica de polímero. Os pára-raios cerâmicos são de 5 kA, enquanto os pára-raios de polímero são projetados para correntes de descarga de 5 kA e 10 kA.

A **Figura 1** mostra pára-raios distribuídos de diferentes tipos de estruturas instaladas em carcaças de cerâmica e polímero, com e sem centelhadores (Martinez, 2020).

Figura 2 -Detalhes construtivos de pára-raios de distribuição com e sem centelhadores, montados em invólucros de porcelana e polimérico



Fonte: (MARTINEZ, 2020).

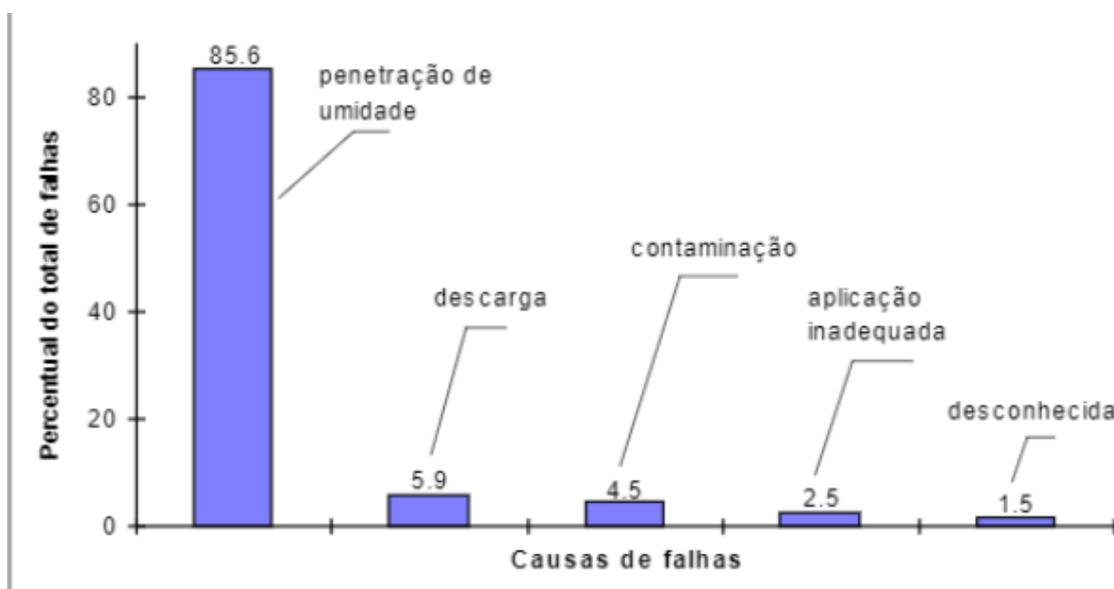
Considerando que os surtos de distribuição apresentam um bom projeto elétrico e mecânico do sistema de contenção e são devidamente selecionados e instalados na rede, sua vida útil é estimada em cerca de 15 anos (MARTINEZ, 2020).

Na prática, porém, os pára-raios de distribuição de energia não têm apresentado o desempenho esperado, e seu desempenho mudou significativamente, em muitos casos levando à falha de pára-raios que foram suboperados ou mesmo com menos de cinco anos, afetando tais, pára-raios confiabilidade e continuidade do fornecimento de energia do sistema. Pesquisas realizadas por empresas de

afretamento de energia e laboratórios de pesquisa identificaram as principais causas que afetam o desempenho dos para-raios (MARTINEZ, 2020).

Todos os estudos realizados mostraram que a principal causa de falha do pára-raios é a infiltração de umidade devido à perda de estanqueidade do invólucro, que responde por aproximadamente 80% a 90% de todas as falhas verificadas em pára-raios de distribuição de energia. Um resumo do trabalho realizado pela Ontario Hydro, descrevendo a porcentagem do número total de pára-raios com falha devido a diferentes causas de falha, é mostrado no tema de distribuição na Figura 2 (MARTINEZ, 2020).

Figura 3 - Causas de falhas atribuídas a pára-raios de distribuição



Fonte: (MARTINEZ, 2020).

2.2. Redes de distribuição de energia

Desde a descoberta da eletricidade, é impossível transmitir eletricidade pelo ar, pelo menos não de forma economicamente viável. Portanto, a energia gerada pela fábrica, seja térmica, hídrica, termonuclear, eólica, solar, etc., precisa ser transferida para o centro da cidade – a maior parte consumirá energia elétrica. Daí em diante surge a necessidade de construir uma rede elétrica – caso contrário, a energia gerada não chegará ao seu destino final (ABRADEE, 2022).

Ao sair da fábrica e seus geradores, a eletricidade é transmitida por meio de cabos aéreos, ou seja, cabos que são visíveis porque não são enterrados, revestidos com isolamento e fixados em grandes (e altas) torres metálicas. Por isso, chamamos

todo esse conjunto de cabos e torres de rede de transmissão. As transmissoras de energia normalmente gerenciam a linha de transmissão com a tensão mais alta, no entanto, também existem redes de tensão mais baixa dentro das distribuidoras de energia, que permitem que as distribuidoras entreguem tensões mais baixas e seguras aos clientes dentro de sua área de concessão (ABRADEE, 2022).

Outros elementos importantes das redes de transmissão são os isoladores de vidro ou porcelana que envolvem e sustentam os cabos, evitando descargas durante a transmissão, evitando acidentes e minimizando custos de perda/manutenção (ABRADEE, 2022).

Além das próprias linhas de transmissão, a rede de transmissão é composta por subestações, equipadas com transformadores e equipamentos de proteção e controle. A seguir, descrevemos com mais detalhes esses componentes (ABRADEE, 2022).

As linhas de transmissão consistem basicamente em fios metálicos suspensos em torres por isolantes cerâmicos ou outros materiais altamente isolantes, também metálicos. Como o sistema de energia é trifásico, geralmente há três conjuntos de cabos em cada lado da torre, com um cabo mais alto na parte superior, o cabo pára-raios, também conhecido como cabo de proteção (ABRADEE, 2022).

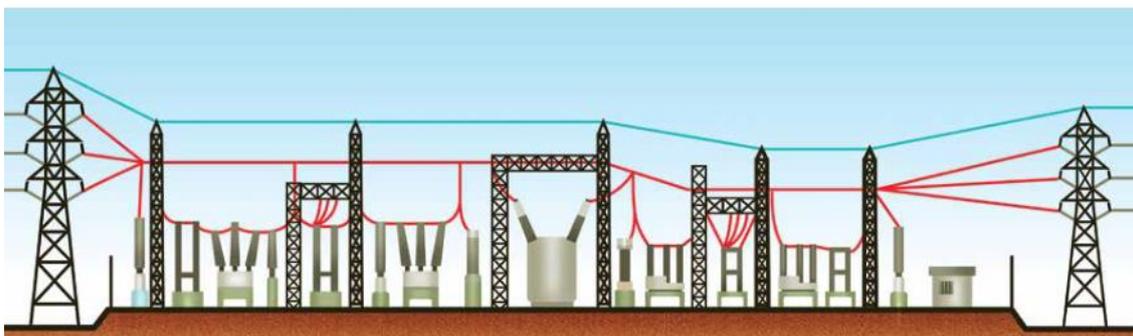
As linhas de transmissão se estendem por longas distâncias e, além de conectar usinas a grandes consumidores, também conectam quem compra energia de alta tensão, como fábricas e mineradoras, ou distribuidoras de energia responsáveis pelo transporte de energia. Consumidores (ABRADEE, 2022).

As subestações de transmissão são subestações localizadas no ponto de conexão com geradores, consumidores e empresas de distribuição. No ponto de conexão ao gerador, o papel da subestação é aumentar o nível de tensão da eletricidade produzida para centenas de milhares de volts. No ponto de conexão com o consumidor ou distribuidor, a função da subestação é reduzir o nível de tensão para dezenas de milhares de volts (ABRADEE, 2022).

O aumento da tensão reduz a corrente que circula na linha de transmissão, reduzindo bastante as perdas elétricas inerentes à transferência de energia. Dentro de uma subestação de transmissão, o equipamento responsável por elevar e baixar a tensão é chamado de transformador (ABRADEE, 2022).

Além dos transformadores, as subestações de transmissão possuem equipamentos seccionais (chaves) para operações de manutenção, além de disjuntores e equipamentos de medição e proteção do sistema, como medidores de tensão, corrente e pára-raios (ABRADEE, 2022).

Figura 4 – Redes de distribuição



Fonte: ABRADEE, 2022

3. METODOLOGIA

Pesquisa é toda atividade voltada para a solução de problemas; como atividade de busca, indagação, investigação, inquirição da realidade, é a atividade que vai nos permitir, no âmbito da ciência, elaborar um conhecimento, ou um conjunto de conhecimentos, que nos auxilie na compreensão desta realidade e oriente em nossas ações. Este estudo consiste numa revisão integrativa da literatura. Para tanto foram utilizadas as seis etapas características desse tipo de estudo: elaboração da pergunta norteadora; busca ou amostragem na literatura; coleta de dados; análise crítica dos estudos incluídos; discussão dos resultados (GIL, 2018).

O método de revisão bibliográfica permite a inclusão de pesquisas experimentais e não experimentais, a combinação da obtenção de dados empíricos e teóricos, pode levar à definição de conceitos, identificação de lacunas no campo da pesquisa, revisão teórica e análise de métodos de pesquisa sobre um determinado tema. O desenvolvimento desse método requer recursos, conhecimentos e habilidades (GIL, 2018).

Considerando a classificação proposta por Gil (2018, p. 5), pode-se dizer que essa sugestão pode ser mais bem representada por meio de pesquisas exploratórias, e seu propósito é tornar mais compreensível o problema para torná-lo mais claro ou ajudar a fazer hipóteses. No entendimento do autor, o objetivo principal deste tipo de

pesquisa pode ser o aprimoramento de ideias e a descoberta intuitiva, o que torna uma escolha muito flexível para gerar estudos bibliográficos ou estudos de caso na maioria dos casos (GIL, 2018).

Durante a fase exploratória, foi realizada uma revisão teórica com o objetivo de aprofundar os conhecimentos no tema para a segunda fase que foi uma pesquisa descritiva por meio de pesquisa bibliográfica com os objetivos descritos a fim de apresentar de modo mais eficiente o problema, foi também feito o levantamento e tratamento de dados. A busca das produções científicas foi realizada durante os anos de 2013 a 2022 e abrangeu artigos de livre acesso escritos na língua portuguesa e publicados na íntegra.

Foram excluídos trabalhos de conclusão de curso, artigos escritos em outro idioma diferente do português, duplicados, pagos ou sem relação com o tema proposto. As buscas das produções científicas ocorreram nas bases de dados google acadêmico e Scielo. A análise crítica dos artigos selecionados observou criteriosamente seus objetivos, métodos usados, resultados e discussões apresentadas, apresentando assim os resultados desta revisão.

Será utilizado um método de revisão de literatura, que fornece acesso rápido a diferentes áreas de atuação para resultados de pesquisas relevantes que fundamentam o comportamento ou a tomada de decisão, fornecendo conhecimento fundamental. A avaliação abrangente difere das demais avaliações por ser o método mais extenso, permitindo a inclusão de literatura com diferentes abordagens metodológicas. Novamente, essa abordagem permite que os pesquisadores apontem possíveis lacunas de conhecimento que poderiam ser preenchidas com novas pesquisas (SILVA et al., 2020).

A partir da pergunta de pesquisa e dos objetivos traçados, foram definidos os descritores. Com esses termos, serão realizadas buscas em bases de dados eletrônicas, integrando-os mediante os operadores *booleanos* “AND” e “OR”, a saber: (para-raios *and* rede *and* distribuição).

A coleta de dados foi realizada no período de junho de 2022, com busca avançada na base de dados google acadêmico. Para uma seleção criteriosa das pesquisas a serem incluídas neste estudo, será utilizado, juntamente com os critérios de exclusão e inclusão.

A partir do agrupamento dos artigos, foram excluídos os trabalhos sem texto disponível na íntegra, fora da data ou idiomas estipulados e as duplicatas. Em seguida os artigos serão selecionados pelos títulos, leitura flutuante e leitura qualitativa para então inclui-los neste estudo.

3.1 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os pára-raios de distribuição de energia perdem a estanqueidade por vários motivos: danos na gaxeta durante o fechamento do pára-raios; gaxetas que envelhecem e perdem suas propriedades com o tempo, facilitando a penetração de umidade; e rachaduras ou fissuras na porcelana. Como a porcelana veda o entreferro interno do pára-raios, a penetração de umidade pode levar à condensação de umidade e corrosão das peças metálicas.

A literatura afirma que 53% dos pára-raios falham devido à penetração de umidade, levando a falhas de projeto. O envelhecimento do sistema de dívida corresponde a 18% de insolvência. Pára-raios com centelhadores e umidade interna normalmente exibem mudanças significativas em suas propriedades destrutivas. Em muitos casos, o nível de tensão de dano na frequência fundamental pode atingir valores tão baixos que uma sobretensão temporária pode levar à destruição do centelhador e, portanto, à falha do pára-raios. Tensão x Corrente” (CAMPOS, 2014).

Nos blocos de SiC, um aumento significativo na magnitude das correntes subsequentes, reduzindo sua probabilidade de extinção; e um aumento súbito no valor da tensão residual na corrente de descarga nominal, o que poderia comprometer a isolamento dos equipamentos protegidos ao operar o Pára-raios. Há registros comprovados de queima de transformadores e níveis de proteção comprometidos devido ao uso de para-raios (CAMPOS, 2014).

No caso de componentes à base de ZnO, a presença de umidade pode alterar significativamente as características "tensão x corrente" do pára-raios em toda a faixa de operação, resultando em um aumento da componente resistiva da corrente na tensão de operação de surto do pára-raios, reduzindo assim sua capacidade de absorção de energia (p. Seção III.4.2 - Capítulo III) e seu grau de proteção, o que pode prejudicar o isolamento dos equipamentos protegidos. Pelas razões acima, a penetração de umidade pode alterar as características do pára-raios de distribuição, e

essas alterações podem fazer com que o pára-raios falhe e, em seguida, cause um curto-circuito na corrente através do sistema. Conforme mencionado anteriormente, devido às características estruturais do pára-raios (espaço de ar interno entre a parte ativa do pára-raios e o interior do invólucro), a passagem de correntes de falha do sistema pode resultar na formação de gás de alta pressão, se o pára-raios não possui propriedades mecânicas suficientes para suportar e eliminar o gás de alta pressão, tende a fazer com que o invólucro estilhaçe e até faça explodir o pára-raios (CAMPOS, 2014).

De acordo com as informações fornecidas na Figura 2, as descargas atmosféricas são responsáveis por aproximadamente 6% das falhas de pára-raios. Se notarmos o fato de que muitos pára-raios falham devido aos efeitos da descarga atmosférica, há umidade em seus componentes ativos (bloco varistor e centelhador, se houver), pode-se imaginar resultados de descargas atmosféricas, a principal causa de falha é a umidade. Portanto, pode-se concluir que aproximadamente 90% das falhas que ocorrem em pára-raios de distribuição de energia são devidas à presença de umidade no interior do pára-raios (CAMPOS, 2014).

A literatura afirma que 53% dos pára-raios apresentam falhas de projeto devido à penetração de umidade. O envelhecimento do sistema de vedação corresponde a 18% das falhas /1/. Pára-raios com centelhadores e umidade interna normalmente exibem mudanças significativas em suas propriedades destrutivas. Em muitos casos, os níveis de tensão prejudiciais na frequência fundamental podem atingir valores tão baixos que uma sobre tensão temporária pode causar a destruição do centelhador e, portanto, a falha do pára-raios. Para componentes não lineares, a absorção de umidade pode afetar significativamente suas características tensão x corrente (CAMPOS, 2014).

Nos blocos de carbetto de silício, a magnitude das correntes subsequentes aumenta significativamente, reduzindo sua probabilidade de extinção; e o aumento súbito do valor da tensão residual nas correntes nominais de descarga pode danificar a isolação do equipamento protegido ao operar o pára-raios. Há registros comprovados do uso de para-raios resultando em queima de transformadores e comprometimento dos níveis de proteção contra para-raios (CAMPOS, 2014).

No caso de componentes à base de ZnO, a presença de umidade altera significativamente as características tensão x corrente do pára-raios em toda a faixa de operação, resultando em um aumento da componente resistiva da corrente na tensão de operação do pára-raios, com a conseqüente diminuição na sua capacidade de absorção de energia. e seu nível de proteção, o que pode comprometer o isolamento dos equipamentos protegidos. Em resumo, a infiltração de umidade altera as características dos pára-raios de distribuição de energia, e essas alterações podem levar à falha do pára-raios e posterior passagem de correntes de curto-circuito do sistema (CAMPOS, 2014).

Conforme mencionado anteriormente, devido às propriedades estruturais do pára-raios (espaço de ar interno entre a parte ativa do pára-raios e o interior do invólucro), a passagem de correntes de falha do sistema pode formar gases de alta pressão que tendem a ser liberados se o pára-raios não possui propriedades mecânicas suficientes para suportar e eliminar gases de alta pressão (CAMPOS, 2014).

De acordo com as informações disponíveis na Figura IV.2, as descargas atmosféricas são responsáveis por aproximadamente 6% das falhas verificadas em para-raios. Se notarmos que muitos pára-raios que falham por descarga atmosférica têm umidade em seus elementos móveis (bloco varistor e centelhador, se houver), podemos imaginar resultados de raios, a principal causa de falha é a presença de umidade. Portanto, pode-se concluir que aproximadamente 90% das falhas que ocorrem em pára-raios de distribuição são devido à presença de umidade no interior do pára-raios (CAMPOS, 2014).

A poluição também desempenha um papel importante nas taxas de falha de pára-raios. Para pára-raios com centelhadores, o efeito da contaminação é parcialmente devido à má distribuição de tensão dentro do pára-raios e à transferência do arco que ocorre entre o interior e o exterior da porcelana devido à corrente de fuga externa que flui através da carcaça. Os fatores acima levam à interrupção do centelhador em série na frequência fundamental. Por outro lado, em pára-raios sem centelhador, o principal motivo é a degradação do elemento óxido de zinco, que se deve à distribuição desigual de tensão na porcelana, seguida da descarga interna, que leva a alterações irreversíveis na composição interna (CAMPOS, 2014).

A experiência de campo com aplicações de pára-raios de polímero mostrou que esse tipo de design de pára-raios é menos suscetível à penetração de umidade em comparação com pára-raios encamisados de porcelana. Isso ocorre porque os pára-raios com carcaça de polímero utilizados em redes de distribuição elétrica não possuem espaçamento interno de ar (Figura 1) (CAMPOS, 2014).

Existem basicamente três conceitos de projeto para pára-raios poliméricos: - Primeiro, o invólucro do polímero é moldado e então encapsulado em um conjunto de blocos de ZnO envoltos em material de fibra de vidro impregnado com epóxi. A interface entre o material de fibra de vidro e o interior do invólucro do polímero é geralmente preenchida com óleo de silicone; - no segundo caso, o invólucro do polímero é injetado diretamente em um conjunto de blocos encapsulados em material de fibra de vidro impregnado com epóxi (CAMPOS, 2014) .

A principal vantagem deste conceito de design é que a possibilidade de penetração de umidade é quase completamente eliminada. Como desvantagem, é necessário o controle para um processo de implantação uniforme para evitar a formação de bolhas de ar, que podem levar à formação de descargas parciais que levam à degradação do pára-raios ao longo do tempo (CAMPOS, 2014).

A função básica do encapsulamento dos blocos em material de fibra de vidro impregnado com epóxi é garantir o suporte mecânico necessário em caso de eventual falha do pára-raios, passando posteriormente a corrente de curto-circuito do sistema e facilitando o processo de instalação. - No terceiro conceito de design, o material polimérico é injetado diretamente no elemento ZnO. No entanto, esse conceito requer técnicas mais avançadas (CAMPOS, 2014).

Outro aspecto importante dos pára-raios de polímero tem a ver com as consequências quando o pára-raios falha. O projeto mecânico do pára-raios polimérico deve ser capaz de resistir mecanicamente à passagem da corrente de curto-circuito do sistema sem fragmentar ou separar os elementos ativos do ZnO, e permanecer intacto após a passagem da corrente de falta. Para garantir essa característica, os projetos de pára-raios poliméricos devem passar por testes de modo de falha, nos quais são simuladas as condições de falha do pára-raios, seguidas das correntes de falha do sistema (CAMPOS, 2014).

São várias as vantagens dos pára-raios encapsulados em polímero sobre os pára-raios encapsulados em porcelana. Os pára-raios poliméricos utilizados nas redes de distribuição foram adquiridos pela Companhia Brasileira de Eletricidade no início da década de 1990, e desde então o processo de aquisição desse tipo de pára-raios vem crescendo ano a ano, sendo atualmente o principal tipo de pára-raios adquirido pela maioria das franqueadas de energia no Brasil (CAMPOS, 2014).

Critérios básicos para seleção de pára-raios para redes de distribuição O tamanho correto dos pára-raios para se adequar às características do sistema ao qual serão aplicados proporciona a proteção adequada dos equipamentos protegidos com melhor relação custo-benefício. Abaixo estão informações sobre o procedimento de seleção de pára-raios para redes de distribuição primária. Esses conceitos podem ser utilizados para linhas de distribuição (CAMPOS, 2014).

O procedimento básico para selecionar a tensão nominal de pára-raios com e sem centelhador é dado na Seção III.5, Capítulo III. Como mencionado anteriormente, os critérios para selecionar a tensão nominal do pára-raios dependem do tipo de pára-raios usado: para pára-raios com centelhadores, a escolha da tensão nominal do pára-raios não destrói o centelhador até a sobretensão temporária máxima no ponto de aplicação do pára-raios, enquanto para ZnO Para pára-raios, a escolha da tensão nominal depende das características de resistência do pára-raios contra esses surtos (CAMPOS, 2014).

Este conceito é importante quando aplicado a pára-raios sem centelhadores, pois permite ao usuário especificar o pára-raios com a classificação de tensão mais adequada com base nas características do sistema. Muitas vezes, essa escolha adequada permite que os usuários reduzam custos com a compra de para-raios e melhorem as características de proteção proporcionadas pelos para-raios (CAMPOS, 2014).

No caso de fornecimento nacional, o fabricante/fornecedor deve cumprir rigorosamente as normas ambientais brasileiras e demais regulamentações federais, estaduais e municipais aplicáveis em todas as etapas de fabricação, envio e recebimento de pára-raios de distribuição. No caso de fornecimento internacional, fabricantes e fornecedores estrangeiros devem cumprir as normas ambientais vigentes em seu país de origem e as normas internacionais relacionadas à produção,

manuseio e transporte de pára-raios de distribuição elétrica até a entrega no local designado pela Energisa. .in Ao enviar para o Brasil, fabricantes e fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental brasileira e demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis (ENERGISA, 2019).

Os fornecedores são responsáveis pelo pagamento de multas e eventuais ações que venham a ser aplicadas contra a Energisa decorrentes de ações próprias ou de seus subfornecedores que sejam prejudiciais ao meio ambiente (ENERGISA, 2019).

A Energisa poderá verificar, junto aos órgãos oficiais de controle ambiental, a validade das licenças de operação das unidades industriais e de transporte de fornecedores e subfornecedores. Para eventuais defeitos de fabricação, material e embalagem, o período de garantia do equipamento deve estar de acordo com os termos especificados na Ordem de Compra de Material (OCM) (ENERGISA, 2019).

Os para-raios de distribuição devem ser inspecionados e testados na fábrica com a presença de um inspetor credenciado pela Energisa de acordo com esta especificação técnica e normas ABNT aplicáveis, devendo o fornecedor comunicar à Energisa no prazo mínimo de 15 (quinze) dias que, no caso de fornecedor nacional, então com 30 (trinta) dias de antecedência, no caso de fornecedores estrangeiros, com 30 (trinta) dias de antecedência, com lotes prontos para inspeção final com todos os acessórios (ENERGISA, 2019).

A Energisa se reserva o direito de inspecionar e testar os pára-raios de distribuição e os materiais utilizados durante a fabricação, antes do embarque, ou a qualquer momento que julgar necessário. O fabricante deve permitir ao inspetor o livre acesso aos laboratórios e instalações onde são fabricados os pára-raios de distribuição relevantes, fornecer-lhe as informações solicitadas e realizar os ensaios necessários. Os inspetores podem exigir certificados de origem de matérias-primas e componentes, bem como tabelas e relatórios de controle interno (ENERGISA, 2019).

Os fornecedores devem submeter seus planos de inspeção e testes para aprovação da Energisa, que deve conter a data de início de todos os testes, o local e a duração de cada teste, e os licitantes devem determinar o período de inspeção incluindo a data de entrega identificada na proposta de fornecimento. data (ENERGISA, 2019).

Os planos de inspeção e ensaios devem contemplar requisitos de controle de qualidade para utilização de matérias-primas, componentes e acessórios fornecidos por terceiros, bem como normas técnicas para fabricação e inspeção de para-raios de distribuição elétrica (ENERGISA, 2019).

Caso já exista protótipo idêntico homologado, a Energisa poderá, a seu exclusivo critério, dispensar o teste de homologação do protótipo, parcial ou totalmente. Caso os ensaios de tipo sejam dispensados, o fabricante deve emitir um relatório completo desses ensaios, incluindo todas as informações necessárias, como métodos, instrumentos e constantes utilizados. Qualquer dispensa desses testes pela Energisa só é válida por escrito (ENERGISA, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando um raio atinge um poste, a descarga também viaja através de fios de alta tensão. Por este motivo, recomenda-se retirar todos os equipamentos da tomada para evitar danos. A descarga pode causar picos de corrente que se espalham pela rede e danificam os aparelhos. Não use equipamentos elétricos plug-in durante uma tempestade. Como a descarga pode se espalhar pelo fio e ser transmitida ao solo através da estrutura de ferro do poste, alguém próximo ao poste (no solo) pode não ser atingido.

Por exemplo, no caso de uma tempestade perto de uma estrada com pequenas árvores nas proximidades, a descarga pode ter maior probabilidade de atingir qualquer poste próximo a essa estrada. Considere também que em cidades muito densas como o Rio de Janeiro muitas vezes há prédios muito altos, então os polos acabam não sendo os pontos mais altos da região. Esses prédios possuem para-raios que, se devidamente instalados, inspecionados e em conformidade com as normas, protegerão os habitantes do prédio e os que estão fora, mas próximos a ele.

REFERÊNCIAS

ABRADEE. Redes de energia elétrica. Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica. 2022. [online]. Disponível em: <https://www.abradee.org.br/setor-eletrico/redes-de-energia-eletrica/>

CAMPOS, M. L. B. ET ALLI, Avaliação do desempenho de Para-raios de distribuição; Seminário Nacional de Qualificação de Materiais e Equipamentos do

Setor de Energia Elétrica - SQME, 2014 IEC Surge Arresters - Part 4: "Metal-Oxide surge arresters without gaps for a.c. systems",

ENERGISA, GTD-NRM 036- 2019. Especificação Técnica Unificada. [online~. Disponível em: <https://www.energisa.com.br/Documents/Normas%20%20C3%A9cnicas/ETU-128.1%20-%20Para-raios%20de%20distribui%C3%A7%C3%A3o.pdf>

MARTINEZ, M. L. B., Pára-raios para sistemas de Média Tensão Características Técnicas e Aplicação a Sistemas de Potência; Dissertação de Mestrado, EFEI, Dezembro 2020. Proteção contra Sobretensão Atmosférica de Redes e Equipamentos de distribuição, CERJ /3/

TOFFOLI, L. Para-raio. Info Escola, navegando e aprendendo 2022. [online]. Disponível em: <https://www.infoescola.com/fisica/para-raio/>