

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
FACULDADE DOCTUM DE JOÃO MONLEVADE**

**JÉSSICA LUÍZA CABRAL GUIMARÃES
JORDY BRAGA XISTO**

**ESTUDO BIBLIOGRÁFICO SOBRE A EVOLUÇÃO DO PERFIL DOS
DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS ELÉTRICOS BASEADO NAS
NORMAS TÉCNICAS**

**JOÃO MONLEVADE
2019**

**INSTITUTO ENSINAR BRASIL
FACULDADE DOCTUM DE JOÃO MONLEVADE**

**JÉSSICA LUÍZA CABRAL GUIMARÃES
JORDY BRAGA XISTO**

**ESTUDO BIBLIOGRÁFICO SOBRE A EVOLUÇÃO DO PERFIL DOS
DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS ELÉTRICOS BASEADO NAS
NORMAS TÉCNICAS**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Engenharia Elétrica da Faculdade
Doctum de João Monlevade, como
requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Elétrica.**

**Área de Concentração: Proteção
Elétrica.**

**Orientador: Prof. Especialista Ana
Regina Lara Bretz.**

**JOÃO MONLEVADE
2019**



INSTITUTO ENSINAR BRASIL
FACULDADE DOCTUM DE JOÃO MONLEVADE

FOLHA DE APROVAÇÃO

O Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: **ESTUDO BIBLIOGRÁFICO SOBRE A EVOLUÇÃO DO PERFIL DOS DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS ELÉTRICOS BASEADO NAS NORMAS TÉCNICAS**, elaborado pelos alunos Jéssica Luiza Cabral Guimarães e Jordy Braga Xisto foi aprovado por todos os membros da Banca Examinadora e aceito pelo curso de Engenharia Elétrica da Faculdade Doctum João Monlevade, como requisito parcial da obtenção do título de

BACHAREL EM ENGENHARIA ELÉTRICA

João Monlevade, 11 de dezembro 2019

Ana Regina Lara Bretz, Especialista

Hernani de Oliveira Santiago Filho, Especialista

Thais de Fátima Araújo Silva, Doutor

Dedicamos este trabalho a todos aqueles que acreditam que a educação pode mudar um país inteiro e fazer do mundo um lugar melhor.

Agradecimentos

Eu, Jordy Braga Xisto

Agradeço primeiramente a Deus que me deu força e permitiu realizar esse sonho.

A Shara, minha querida esposa, por todo companheirismo e apoio nos momentos bons e ruins com todo apoio incondicional.

Ao meu pai Antônio, que me ensinou que o caráter, as ideias e a nobreza dos ideais são os verdadeiros valores de um homem.

A Mariza, minha mãe, por primar por minha educação me apoiando incondicionalmente.

Sou grato aos colegas que lutaram junto comigo todos os dias. Aos amigos Arthur, Daniel, Jéssica, Harlen, Márcio, Wallace e Wellington que sempre foram companheiros e amigos.

Aos mestres que acompanharam toda a minha trajetória dentro do curso de Engenharia Elétrica, em especial aos orientadores Ana Regina Lara Bretz e Thaís de Fátima Araújo Silva que foram incansáveis em suas orientações, pesquisas e revisões. Também ao coordenador do curso de Engenharia Elétrica, Hernani de Oliveira Santiago Filho, que nunca mediu esforços para ajudar a turma e também a cada aluno individualmente dando todo incentivo necessário. Ao professor Kleuber Aparecido Oliveira Silva que ensinou não somente as disciplinas do curso como também conhecimentos que levo para a vida inteira e sou muito grato por isso.

Agradeço à Faculdade Doctum por nos proporcionar o melhor ambiente educacional. Também estendemos o agradecimento aos funcionários da Faculdade Doctum que sempre nos atenderam da melhor maneira possível.

Agradecimentos

Eu, Jéssica Luíza Cabral Guimarães

Agradeço primeiramente a Deus que me deu força e permitiu realizar esse sonho.

Agradeço aos meus pais Jair e Mônica, por todo apoio e incentivo que me deram. Ao meu irmão Lucas, por sempre acreditar e ser uma fonte de inspiração.

Sou grata aos colegas que estudaram junto comigo todos os dias. Aos amigos Daniel, Fabrícia, Jordy, Raylander e Márcio, que sempre foram companheiros e amigos.

Aos mestres que acompanharam toda a minha trajetória dentro do curso de Engenharia Elétrica, em especial aos orientadores Ana Regina Lara Bretz e Thaís de Fátima Araújo Silva que foram incansáveis em suas orientações, pesquisas e revisões. Também ao coordenador do curso de Engenharia Elétrica, Hernani de Oliveira Santiago Filho, que nunca mediu esforços para ajudar a turma e também a cada aluno individualmente dando todo incentivo necessário.

“Em vez de se preocupar com o que as pessoas dizem sobre você, por que não investir tempo tentando fazer algo que elas admirem?”

(Dale Carnegie)

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
ANSI - American National Standards Institute
CA - Corrente Alternada
CC - Corrente Contínua
DPS - Dispositivos de Proteção Contra Surtos
IEC - Comissão Eletrotécnica Internacional
IEEE - Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos
MOV - Varistor de Óxido Metálico
MPS - Medidas de Proteção contra Surtos
NBR - Associação Brasileira de Normas Técnicas
NEMA - Associação Nacional de Fabricantes Elétricos
PDA - Proteção contra descargas atmosféricas
SAD - Diodo Avalanche de Silício
SPD - Dispositivos de Proteção Contra Surtos
SPDA - Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas
TVSS - Supressor de surto de tensão transitória
Uc - Máxima tensão de operação contínua
Up - Nível de proteção

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Surtos Elétricos	18
Figura 2 - Tipos de Surtos	19
Figura 3 - Descargas Atmosféricas no Brasil	20
Figura 4 - Descarga Atmosférica Direta	21
Figura 5 – Funcionamento de um DPS.....	19
Figura 6 - DPS Centelhadora ar, Classe I.....	25
Figura 7 - DPS Composto por Varistor de Óxido Zinco (MOV), Classe II	26
Figura 8 - Tensão X Corrente de um Varistor	26
Figura 9 – Conexões das 4 partes da norma NBR 5419	35
Figura 10 - Linha do tempo sobre proteção contra surtos	34
Figura 11 - Evolução do conceito de proteção	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação das normas	36
Tabela 2 - Comparativo sobre DPS.....	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparativo de componentes utilizados nos DPS.....	27
Quadro 2 - Descargas Atmosféricas	29

RESUMO

O trabalho apresenta um estudo bibliográfico sobre a evolução do perfil dos dispositivos de proteção contra surtos elétricos em baixa tensão. Este tem como base uma evolução dos dispositivos de proteção contra surtos de classes II e III citados na Associação Brasileira de Normas Técnicas, que além de realizar a proteção convencional de escoamento por terra através de varistores, também realizam a atenuação da frequência do sinal de surto com uso também de filtros. A principal motivação do trabalho está relacionada ao crescente surgimento de aparelho eletrônicos que são sensíveis a distúrbios gerados na rede de energia elétrica. A metodologia inicia-se através de pesquisas bibliográficas em artigos, publicações científicas relacionadas a surtos elétricos e a indicação de proteção através dos dispositivos de proteção contra surtos seguindo as indicações das normas técnicas específicas. O avanço tecnológico crescente permitiu a evolução dos dispositivos convencionais para dispositivos de alta performance, que através da combinação dos elementos convencionais com filtros obtém-se uma maneira mais eficaz de garantir a proteção contra surtos.

Palavras-chave: Dispositivo de proteção contra surtos em baixa tensão, descargas atmosféricas, surtos elétricos.

ABSTRACT

The paper presents a bibliographical study about the evolution of the profile of the protection devices against low voltage electrical surges. This is based on an evolution of the class II and III surge protection devices mentioned in the Brazilian Association of Technical Standards, which in addition to conventional protection of ground flow through varistors, also attenuate the frequency of the surge signal. also using filters. The main motivation of the work is related to the growing emergence of electronic devices that are sensitive to disturbances generated in the power grid. The methodology followed starts with the bibliographic study of the electrical surges and the indication of protection through the surge protection devices following the indications of the specific technical norms. Increasing technological advancement has allowed the evolution of conventional devices to high performance devices, which by combining conventional elements with filters provides a more effective way to ensure surge protection.

Keywords: Low voltage surge protection device, lightning strike, electrical surge.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1.	Objetivo geral	16
2.2.	Objetivos específicos	16
3	MARCO TEÓRICO	17
3.1.	Surtos elétricos	17
3.2.	Dispositivos de Proteção Contra Surto (DPS).....	22
3.3.	Normas.....	28
3.3.1.	NBR 5410	28
3.3.2.	NBR 5419.....	29
3.3.3.	IEC 61643-1	31
4	METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA	32
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
5.1.	Em relação ao objetivo geral	40
5.2.	Em relação aos objetivos específicos.....	40
5.3.	Recomendações.....	41
5.4.	Estado da arte	41
6	REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos da sociedade permitiram o aumento da produção de equipamentos que dependem cada vez de energia elétrica. É possível observar inclusive um aumento da necessidade por energia elétrica.

Em função deste crescente aumento de equipamentos ligados a rede de energia elétrica, faz-se necessário a garantia do pleno funcionamento. Além da continuidade do serviço operacional de cada dispositivo ou sistema elétrico, é necessária também a segurança da instalação desde proteção à vida quanto a integridade física de equipamentos.

Diante da preocupação para garantir o correto funcionamento de sistemas elétricos, inclusive evitar prejuízos financeiros, é fundamental o uso de métodos eficazes de proteção contra quaisquer interrupções que possam ocorrer em equipamentos ligados a rede elétrica bem como na própria instalação.

Os distúrbios na rede geram surtos de tensão que não são suportados pelos equipamentos eletrônicos. Estes surtos são variações de tensão em um período determinado e que podem gerar danos as instalações e provocar alterações no funcionamento dos equipamentos pois as variações de tensão comprometem o circuito interno dos equipamentos. Com o avanço da tecnologia nos últimos anos do século XX, estes equipamentos apresentam cada vez mais robustez e suportabilidade aos distúrbios. Uma das características que os equipamentos apresentam é o nível de suportabilidade, sendo que quanto mais tecnológico for o equipamento, ou seja, mais componentes eletrônicos possuir, mais sensível é e por isso deve ser protegido. Com relação ao ambiente de exposição, quanto mais exposto aos fenômenos eletromagnéticos, mais os equipamentos são suscetíveis às falhas. Destes fenômenos eletromagnéticos, aponta-se principalmente as descargas atmosféricas que são de elevada intensidade de tensão e corrente e causam maior dano. Também é possível citar outras origens de surtos como manobras de carga, falhas ou falta de equipamentos e operação de desligamento em concessionárias.

As características dos surtos, tais como elevadas amplitudes, ocorrência e duração, podem gerar resultados inesperados nos equipamentos e muitas vezes danos irreversíveis, como a queima.

Diante do impacto que os surtos elétricos podem causar em instalações elétricas, nos sistemas de baixa tensão, este trabalho faz considerações importantes

sobre a aplicação de dispositivos de proteção contra surtos para garantir a melhor proteção possível. Dessa forma, realizou-se uma pesquisa para compreender e comparar os avanços tecnológicos que ocorreram nos últimos anos no desenvolvimento de dispositivos de proteção contra surto. Através desta pesquisa, apresentam-se os benefícios que esses novos equipamentos possuem comparados aos dispositivos de proteção contra surtos (DPS) convencionais.

Como estudo de caso, apresenta-se o evento em um posto de gasolina no Estado do Rio de Janeiro, localizado na região de Três Rios, onde foi aplicado um DPS de alta performance para resolver um problema de surtos de tensão. Neste posto havia um problema recorrente de parada de equipamentos utilizados para bombear combustível devido a surtos de tensão na rede elétrica.

O foco deste trabalho é fazer um estudo de revisão bibliográfica sobre dispositivos de proteção contra surtos convencionais, comparando-os aos dispositivos de alta performance, que também protegem contra as variações de tensão. Para isso, foram realizadas pesquisas em normas e artigos sobre sistemas de proteção contra surtos.

2 OBJETIVOS

Realizar um estudo bibliográfico sobre os DPS baseado nas normas técnicas vigentes, de maneira a apresentar referências sobre os surtos elétricos e seus impactos.

2.1. Objetivo geral

O trabalho tem como principal objetivo realizar um estudo bibliográfico dos dispositivos de proteção contra surtos comparando um modelo convencional ao de alta performance.

2.2. Objetivos específicos

- a) Buscar referências bibliográficas voltadas para origem, características e impactos dos surtos elétricos;
- b) Pesquisar referências bibliográficas para compreender o funcionamento, especificação dos dispositivos de proteção contra surtos convencionais;
- c) Apresentar algumas características dos dispositivos de proteção contra surtos de alta performance;
- d) Comparar os dispositivos de proteção contra surtos convencionais com os de alta performance no intuito de mostrar os benefícios da utilização de dispositivos com tecnologias mais novas;

3 MARCO TEÓRICO

Considerando o objetivo de desenvolver um estudo bibliográfico sobre os dispositivos de proteção contra surtos (DPS) e os avanços de novas tecnologias para proteção, o capítulo a seguir descreve inicialmente a teoria sobre surtos, assim como análise dos DPS quanto a sua instalação e exigência de acordo com as normas.

Também é apresentado, uma síntese ao surto de descargas atmosférica, que pode ocorrer de forma direta e indireta, causando danos aos equipamentos e a rede de energia elétrica.

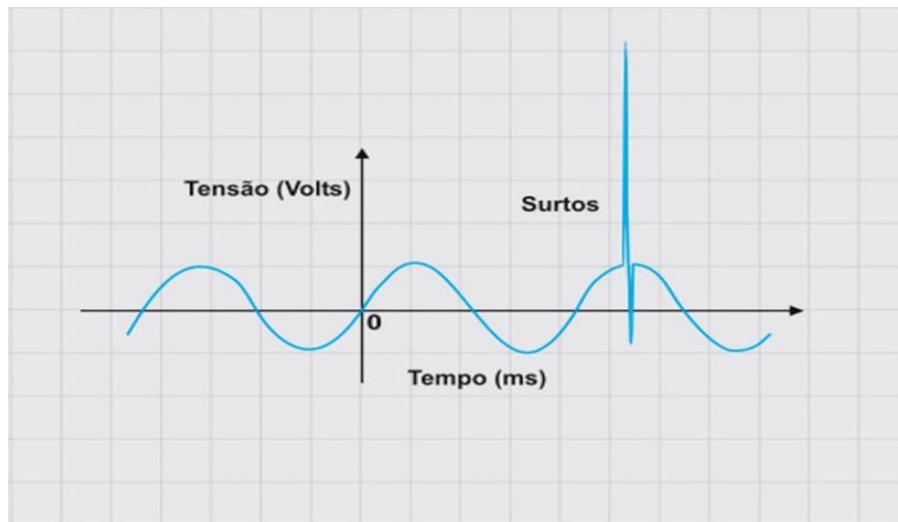
3.1. Surtos elétricos

O surto elétrico pode ser definido como uma onda transitória de tensão, que apresenta uma alta taxa de variação por um período muito curto (PAULINO, BARBOSA, *et al.*, 2016). Essa variação de tensão é uma elevação (sobretensão) que pode ser permanente ou temporária, e ao se propagar no sistema elétrico pode provocar danos severos ou até mesmo perdas de equipamentos. Na engenharia elétrica, os regimes transitórios e permanentes possuem características distintas e devem ser tratados separadamente.

Os aparelhos eletroeletrônicos, são fabricados com uma certa suportabilidade de nível de distúrbios na tensão. Não há evidências de que o nível de distúrbios na rede de energia elétrica tenha piorado, portanto conclui-se que o gradativo aumento do índice de danos deve-se à diminuição da suportabilidade dos aparelhos, intrinsecamente, dependentes do uso de dispositivos eletrônicos mais sensíveis (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2012).

A figura 1 apresenta como exemplo um surto elétrico transitório, representado pela súbita elevação da tensão durante um determinado período, e que causa uma perturbação na rede, podendo danificar ou afetar a imunidade dos equipamentos ligados à mesma. Esta elevação afeta os dispositivos conectados à rede de energia elétrica e o índice de danos tem aumentado gradativamente pelo fato de os aparelhos atuais serem mais sensíveis aos distúrbios da rede conforme cita o relatório da ELEKTRO (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2012) como contribuição ao relatório da ANEEL sobre os impactos de danos elétricos em unidades consumidoras.

Figura 1 - Surtos Elétricos



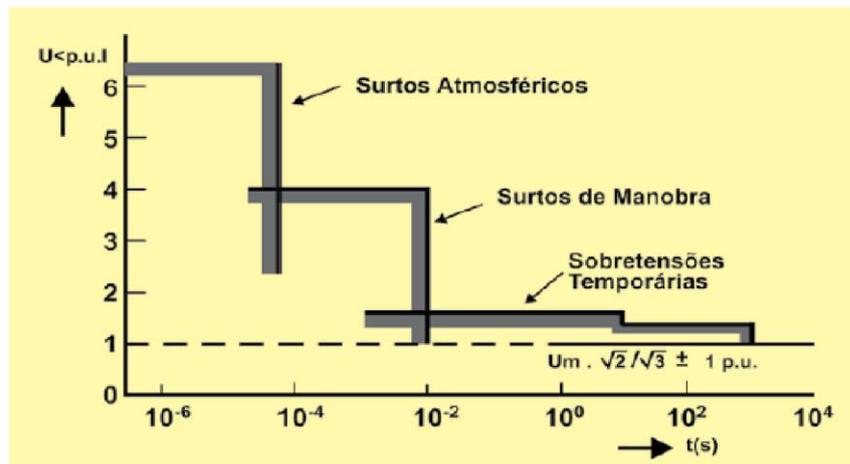
Fonte: (PAULINO, 2016)

Todos os equipamentos elétricos conectados à rede de energia estão sujeitos a surtos, podendo sofrer danos como a diminuição da sua vida útil até mesmo a queima.

Aplicar dispositivos de proteção contra os surtos, é um modo de garantir a integridade dos equipamentos. Os surtos são de diversas origens como será exposto adiante, e para garantir a integridade de equipamentos e instalações, é importante aplicar os dispositivos de proteção conforme o uso específico a qual foi concebido de maneira a garantir a confiabilidade da proteção.

Com relação aos surtos, é possível classifica-los como transitório, que ocorrem em um curto período e são causadas por descargas atmosféricas e manobras de carga na rede conforme ilustrado na figura 2.

Figura 2- Tipos de Surtos



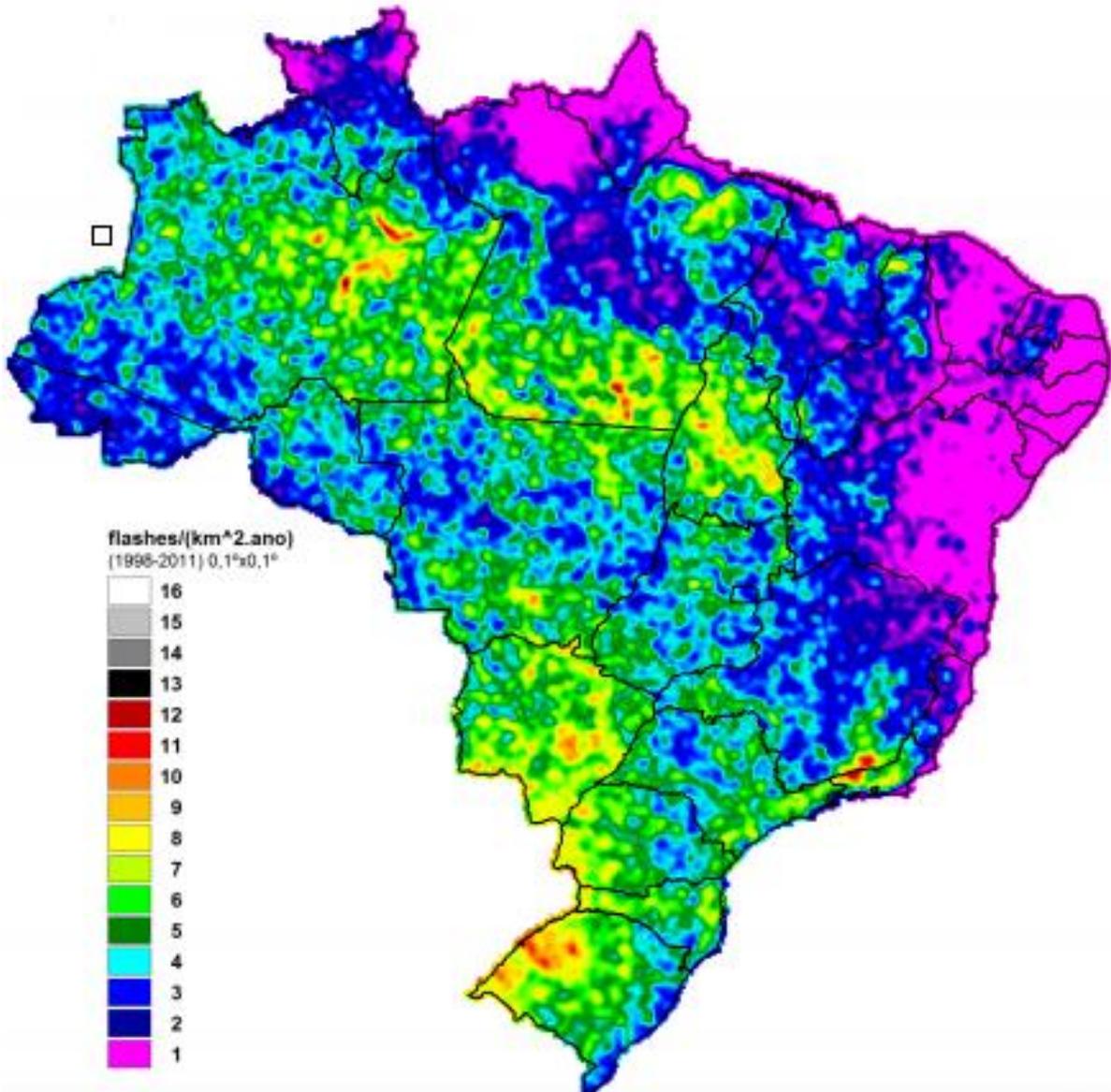
Fonte: (CARVALHO, 2018)

As origens dos surtos podem ser diversas, contudo eventos como descargas atmosféricas são mais estudados devido a sua alta amplitude de tensão que danificam equipamentos caso não estejam protegidas. A alta incidência pode gerar consequências destrutivas e até mesmo fatais.

O Brasil é um dos países com as maiores incidências de raios no mundo, chegando a 100 milhões por ano, e são responsáveis por centenas de interrupções acidentais que ocorrem nos sistemas de distribuição (CARDOSO, 2017).

A figura 03 representa a incidência de raios que ocorre no Brasil, e como pode ser visto existe alta incidência de descargas atmosféricas em diversas regiões e principalmente nos Estados litorâneos.

Figura 3 - Descargas Atmosféricas no Brasil



Fonte: (PINHO, 2017)

As descargas atmosféricas são de grande extensão e intensidade e ocorrem devido ao acúmulo de cargas elétricas em regiões localizadas, em geral em tempestades (KINDERMANN, 2003). Podem interferir um sistema elétrico de duas formas (KRAULICH, 2016):

- Diretas: Esse impacto ocorre quando a descarga atinge diretamente a linha de transmissão, torre ou instalação, gerando sobretensões e danificando instalações não protegidas. Na figura 4 apresenta-se um exemplo de descarga atmosférica direta que atinge diretamente a instalação elétrica residencial.

- Indiretas: Ocorre quando um raio atinge localidades próximas à linha de transmissão, sendo que só ocorrerá impactos severos em linhas de transmissão com tensões menores que 69kV e em casos onde a descarga ocorrer de maneira indireta nas redes de distribuição.

Figura 4 - Descarga Atmosférica Direta



Fonte: (PAULINO, 2016)

A proteção contra os efeitos das descargas atmosféricas pode ser realizada através de sistemas de proteção que são instalados na parte externa e interna das edificações. Para a parte externa é adotado o Sistema de Proteção Contra Descarga Atmosférica (SPDA). E na parte interna os dispositivos utilizados são os DPS. Sendo o Brasil um país de grande incidência de descargas atmosféricas, a realização da proteção do sistema e dos equipamentos conectados à rede de energia torna-se de grande importância.

O SPDA consiste na instalação de condutores metálicos envolvendo a edificação ou local a ser protegido. Onde se intercepta a descarga atmosférica, evitando que a mesma atinja a zona de proteção. O conjunto de condutores metálicos são ligados a um sistema de aterramento, que se encarrega de dissipar a corrente da

descarga pelo solo. Fazendo dessa forma uma proteção a edificação que possui o SPDA.

Além de descargas atmosféricas, outra origem de surtos na rede são as manobras de carga que geram transitórios de tensão breves, porém potentes com duração de até 100 microssegundos (INSTITUTO DE ENGENHEIROS ELETRICISTAS E ELETRÔNICO, 2002). Essas manobras podem chegar até 20.000 volts em diversas situações e causam danos severos e mal funcionamento à equipamentos. Surtos transitórios podem ser devido: abertura de disjuntores principais em painéis, comutações de carga indutivas como partida de motores elétricos de médio e grande porte, máquinas de solda e equipamentos eletrônicos de variação de velocidade em plantas industriais e unidades de produção.

Os surtos permanentes tem origem em problemas de desequilíbrio de fases geralmente causadas por problemas de rompimento de condutores de neutro ou problemas em transformadores de linhas de distribuição conforme padronizou (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL, 2018) no módulo 1.

Diante disso, é importante a aplicação de dispositivos de proteção que garantam uma integridade maior aos equipamentos eletroeletrônicos.

3.2. Dispositivos de Proteção Contra Surto (DPS)

São dispositivos projetados para minimizar ou evitar os efeitos e impactos causados pelos transitórios e surtos que surgem no sistema de rede elétrica. Têm como princípios fundamentais limitar a sobretensão e desviar a corrente transitória (SILVA, 2010).

Os dispositivos de proteção contra surto podem ser aplicados em: proteção de transformadores, quadros de distribuição em edificações, linhas de telecomunicações, painéis fotovoltaicos, ligados direto ao equipamento eletrônico, entre outros. Os DPS são classificados pela norma em 3 classes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007). São elas:

- Classe I: Esta classe está voltada para proteção contra surtos elétricos, em situações de exposição a descargas atmosféricas diretas. São instalados em quadros primários de distribuição.

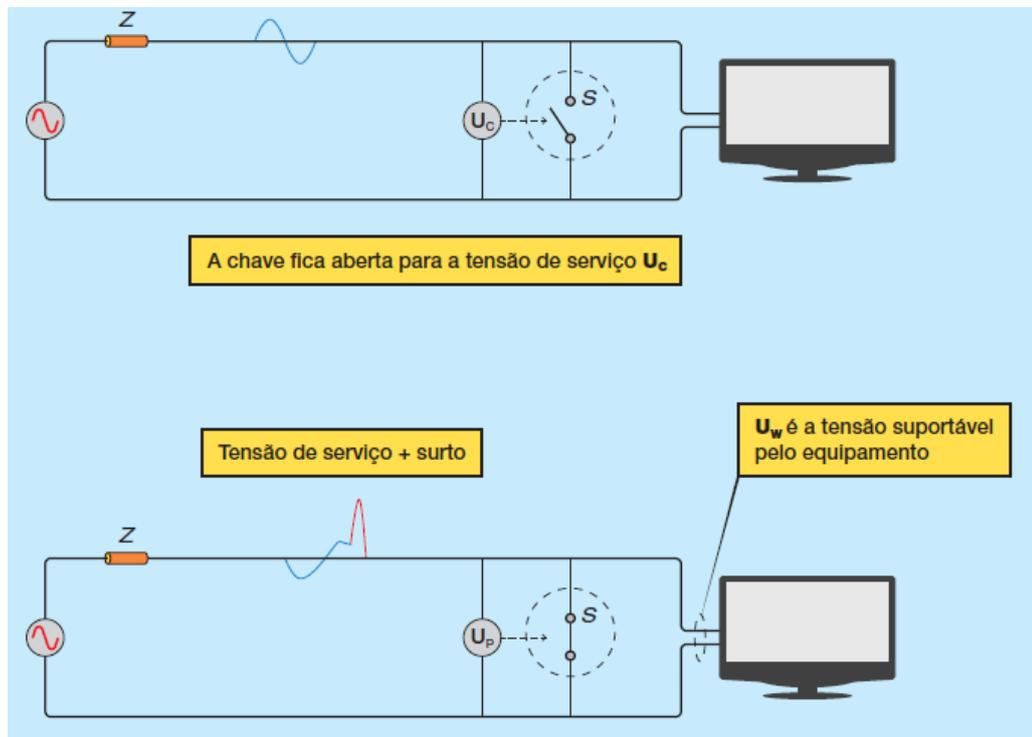
- Classe II: Os DPS da classe II estão destinados a proteção para surtos gerados por descargas atmosféricas indiretas. São instalados em quadros secundários de distribuição.
- Classe III: Esta classe de DPS é instalada próximo ao equipamento protegido. Realizam a proteção de dispositivos ligados a rede de energia.

É importante informar que essas classes não podem ser comparadas umas com as outras, porque possuem características e aplicações específicas, como o local de instalação e também a área que se deseja realizar a proteção.

Outro fator importante a destacar é que estas classes são definidas conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas, contudo existem outras classificações de normas internacionais como a IEEE (INSTITUTO DE ENGENHEIROS ELETRICISTAS E ELETRÔNICO, 2002) que utiliza as mesmas classificações, porém ao invés de níveis I, II e III, define como A, B e C. Mas, tais terminologias são normativas, pois se tratando da proteção a eficácia e a confiabilidade são iguais.

O funcionamento do DPS ocorre quando o surto passa pelo dispositivo, e dessa forma é direcionado para terra, fazendo com que haja a diminuição de perdas de equipamentos eletrônicos, representada pela figura 5. É possível observar que o DPS, funciona como uma chave aberta, e somente quando ocorre o surto, o dispositivo de proteção entra em curto circuito, fazendo a proteção necessária.

Figura 5 - Funcionamento de um DPS



Fonte: (PAULINO, 2016)

Conectados em paralelo ao circuito, os DPS possuem uma impedância alta. Assim, quando ocorre uma sobretensão além dos parâmetros permitidos conforme especificação, a impedância diminui fazendo com que a corrente de surto seja direcionada para passar pelo DPS, não afetando o dispositivo conectado ao circuito. Neste sentido, afirma (SILVA, 2010) que:

Para surtos de tensão, o dispositivo deve agir de modo a limitar a sobretensão entre dois pontos do sistema, evitando que isolações sensíveis sejam submetidas ao esforço dielétrico resultante. Esta tarefa pode ser executada por uma impedância paralela muito pequena conectada à rede de alimentação. Por outro lado, os surtos de corrente devem ser limitados ou desviados para o sistema de aterramento. Para tanto, necessita-se de uma impedância série de valor elevado, com um caminho adequado para condução da corrente elétrica produzida pela perturbação eletromagnética.

Existem atualmente, alguns tipos de dispositivos de proteção, que variam de acordo com as tecnologias de sua fabricação. Sendo assim, são escolhidos de acordo com suas características e com os componentes dos circuitos que serão protegidos.

Os DPS com grande capacidade de energia disponíveis são os centelhadores. Eles são compostos por dois eletrodos isolados por um dielétrico, que normalmente é constituído de gás ou ar. Assim, quando é sujeito a alguma tensão maior que a rigidez dielétrica do material contido na câmara pressurizada, entre os eletrodos internos ocorre uma descarga elétrica, curto-circuitando os terminais a que estão sendo protegidos e fazendo a redução da tensão do surto (RODRIGUES, 2012).

Figura 6 - DPS Centelhadora ar, Classe I



Fonte: (PAULINO, 2016)

Há também os DPS de diodos de avalanche de silicone (SAD). Esses dispositivos são semicondutores de estado sólido, e são projetados para realizar a supressão dos surtos de origem atmosférica de baixa energia e descargas eletrostáticas (RODRIGUES, 2012). Estes DPS são aplicados com mais constância nas proximidades dos circuitos de comunicação e de grande sensibilidade.

Existem também DPS que são constituídos por varistores para realizar a supressão de surtos. Este dispositivo funciona quando é submetido a tensões elétricas que são maiores que a tensão nominal de funcionamento, entrando em curto circuito. “O material construtivo mais comum deste tipo de componente é o óxido de zinco (ZnO), que possui propriedades semicondutoras e características não lineares de tensão versus corrente” (RODRIGUES, 2012, p. 12)

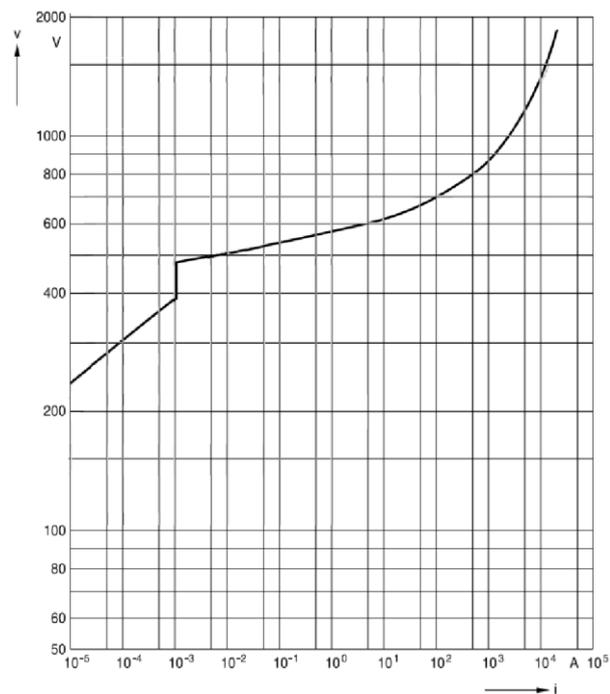
Figura 7 - DPS Composto por Varistor de Óxido Zinco (MOV), Classe II



Fonte: (PAULINO, 2016)

A figura abaixo representa a curva de tensão versus corrente de um varistor. É possível analisar pelo gráfico a variação não linear.

Figura 8 - Tensão X Corrente de um Varistor



Fonte: (RODRIGUES, 2012)

O quadro abaixo apresenta as vantagens e desvantagens dos tipos de DPS citados anteriormente.

Quadro 1 - Comparativo de componentes utilizados nos DPS

Família de componentes	Vantagens	Desvantagens
Centelhadores/Spark Gaps (Curto-Circuitantes)	<ul style="list-style-type: none"> Alta capacidade de condução de corrente (5 kA por 50 μs); Capacitância parasita muito pequena (< 2 pF); 	<ul style="list-style-type: none"> Condução lenta da corrente de surto; Impõe curto-circuito sustentado ao sistema durante a condução;
Varistores (Limitadores de tensão)	<ul style="list-style-type: none"> Resposta rápida (< 0,5 ns); Pode conduzir correntes relativamente altas (1 kA por 20 μs); Boa relação custo/benefício; 	<ul style="list-style-type: none"> Capacitância parasita relativamente alta (1 a 10 nF), indesejável para algumas aplicações; Capacidade de energia intermediária; Corrente de fuga relativamente alta.
Diodos Semicondutores	<ul style="list-style-type: none"> Resposta rápida (< 0,1 ns); Limitação precisa do surto de tensão; Capacitância parasita variando de pequenos valores a intermediários (1 a 3 nF para diodos avalanche). 	<ul style="list-style-type: none"> Pequena disponibilidade de corrente nominal (\leq 100 A por 100 μs para diodos avalanche); Requer dispositivo supressor primário com maior capacidade energética.

Fonte: (SILVA, 2010)

Analisando o quadro 1, é possível observar as características que cada tipo de DPS possuem, podendo facilitar em uma escolha apropriada dos DPS para sua aplicação. Para realizar a instalação de um DPS, deve-se observar as vantagens e desvantagens que os mesmos tem, referentes aos componentes de cada dispositivo representados na primeira coluna do quadro 1. Além disso, é necessário utilizar as normas para se obter parâmetros exigidos pelas as mesmas, e dessa forma realizar a instalação do dispositivo de proteção que mais atenda a situação desejada, e assim garantir a máxima segurança com a sua proteção.

3.3. Normas

As normas são leis criadas para padronização e assim exigir qualidade nas instalações e construções em diversos campos. Por este motivo, seguir as especificações das normas criadas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) é de extrema importância, para existir uma padronização, relacionando assim os projetos da mesma área.

Dessa forma, há algumas normas que citam em seus parágrafos, procedimentos, técnicas e necessidades da instalação dos dispositivos de proteção. Tornando-se bases para proporcionar uma instalação segura e padronizada dos DPS.

3.3.1. NBR 5410

A NBR 5410 Instalações Elétricas de Baixa Tensão é responsável por estabelecer as condições das instalações elétricas de baixa tensão, e assim garantir a segurança e o funcionamento das instalações.

É aplicada às instalações elétricas de edificações, como: residencial, comercial, público, industrial, de serviços, dentre outros (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

Esta norma tem em um de seus parágrafos a seção 6.3.5 Dispositivos de Proteção Contra Surto, que estabelece a seleção e instalação de dispositivos capazes de realizar a proteção de sobretensões transitórias nas instalações de edificações.

Neste sentido, afirma que (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 130):

- a) quando o objetivo for a proteção contra sobretensões de origem atmosférica transmitidas pela linha externa de alimentação, bem como a proteção contra sobretensões de manobra, os DPS devem ser instalados junto ao ponto de entrada da linha na edificação ou no quadro de distribuição principal, localizado o mais próximo possível do ponto de entrada; ou
- b) quando o objetivo for a proteção contra sobretensões provocadas por descargas atmosféricas diretas sobre a edificação ou em suas proximidades, os DPS devem ser instalados no ponto de entrada da linha na edificação.

O quadro 02 representa as características das descargas atmosféricas presente na norma NBR 5410 e as classificações que a norma exige ou não a necessidade de instalação dos DPS.

Quadro 2 - Descargas Atmosféricas

Código	Classificação	Características	Aplicações e exemplos
AQ1	Desprezíveis	≤ 25 dias por ano	-
AQ2	Indiretas	> 25 dias por ano. Riscos provenientes da alimentação	Instalações alimentadas por redes aéreas
AQ3	Diretas	Riscos provenientes da exposição dos componentes da instalação	Partes da instalação situada no exterior da edificação

Fonte: (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004)

A NBR descreve no parágrafo 5.4.2.1.1 algumas condições em que as instalações de DPS são necessárias. Sendo essas condições:

- Quando a instalação for alimentada por linha total ou parcialmente aérea, e se situar em região sob condições de influências externas AQ2 (classificação desprezíveis de descargas atmosféricas), que de acordo o quadro 2 representa mais de 25 dias de trovoadas por ano;

- Quando a instalação se situar em condições de influências externas AQ3 (classificação de descargas atmosféricas diretas), que é representada abaixo pelo quadro 2 como riscos provenientes da exposição dos componentes da instalação.

Dessa forma, torna-se importante o estudo desta norma, para uma melhor compreensão da proteção e os critérios que devem ser atendidos para cada tipo de uso e localização do DPS.

3.3.2. NBR 5419

A norma NBR 5419 Proteção Contra Descargas Atmosféricas estabelece os requisitos para a determinação das proteções necessárias contra as descargas atmosféricas.

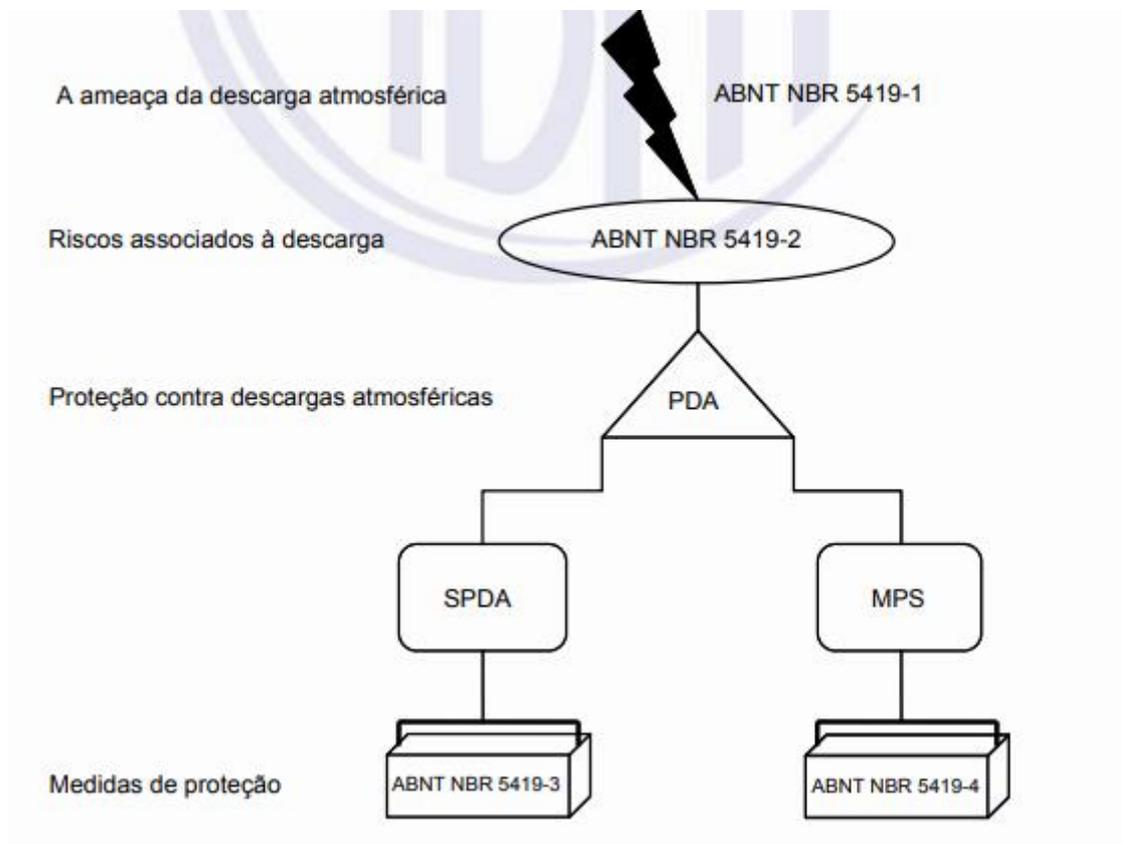
Essa norma se divide em 4 partes, que são:

- NBR 5419-1: Proteção contra descargas atmosféricas parte 1: Princípios gerais.

- NBR 5419-2: Proteção contra descargas atmosféricas parte 2: Gerenciamento de risco. Esta norma apresenta a necessidade de realizar a proteção, os benefícios e as vantagens econômicas das medidas tomadas e a escolhas adequadas de proteção relacionadas ao gerenciamento de risco.
- NBR 5419-3: Proteção contra descargas atmosféricas parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos a vida. Esta parte da norma se refere às medidas de proteção tomadas para reduzir danos físicos e diminuir os riscos e perigos à vida dentro de uma estrutura.
- NBR 5419-4: Proteção contra descargas atmosféricas parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura. A parte 4 da NBR 5419 refere-se às medidas de proteção necessárias para reduzir falhas de sistemas elétricos e eletrônicos em uma estrutura.

A figura abaixo representa um fluxo da norma exemplificando e conectando as 4 partes da norma NBR 5419.

Figura 9 - Conexões das 4 partes da norma NBR 5419



Fonte: (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015)

Onde se tem:

- PDA: Proteção contra descargas atmosféricas;
- SPDA: Sistema de proteção contra descargas atmosféricas;
- MPS: Medidas de proteção contra surtos.

Como foco para realização deste trabalho, será utilizado a norma NBR 5419 parte 4, pois é a parte que recomenda a utilização dos DPS para a proteção contra surtos de descargas atmosféricas.

Em um de seus anexos, há um informativo constando a seleção e instalação de um sistema coordenado de DPS, que contém descrições mostrando a importância da proteção de um sistema por causa dos possíveis surtos que podem ultrapassar o nível de imunidade de um equipamento e assim ocasionar a sua perda.

A eficiência do DPS depende não somente da apropriada seleção dos DPS, mas também de sua correta instalação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2015). Sendo assim, esta norma contém dados divididos entre as 4 partes da mesma, que coordenam os procedimentos e fatores para considerar uma seleção apropriada dos dispositivos de proteção e dessa forma manter as instalações seguras.

3.3.3. IEC 61643-1

A norma IEC (Comissão Eletrotécnica Internacional) 61643-1, Dispositivos de Proteção Contra Surtos em Baixa Tensão, parte 1: Dispositivos de proteção conectados a sistemas de distribuição de energia de baixa tensão - Requisitos de desempenho e métodos de ensaio é a norma responsável por descrever a aplicação dos dispositivos para proteção de surtos contra efeitos diretos e indiretos de descargas atmosféricas e outras sobretensões transitórias.

Esta é uma norma internacional, que aborda questões fundamentais para a utilização e instalação dos DPS, além de procedimentos e ensaios. É responsável pela classificação dos DPS diante as suas funcionalidades e especificações para a proteção do sistema.

Os DPS devem satisfazer à IEC 61643-1 e assim, serem selecionados tendo como base as seguintes características, sendo que as mesmas devem ser informadas pelos fabricantes (RODRIGUES, 2012):

- Nível de proteção (Up): A tensão de proteção do DPS deve ser sempre inferior ao nível de sensibilidade do equipamento. E outro fator importante é que quanto

menor a tensão de proteção de um DPS, melhor proteção o mesmo oferece ao equipamento.

- Máxima tensão de operação contínua (U_c): parâmetro que estabelece as condições máximas para a tensão de operação de um dispositivo de proteção contra surto.
- Suportabilidade a sobretensões temporárias: parâmetro para classificar a suportabilidade em relação aos surtos de sobretensões que o dispositivo suporta.
- Corrente nominal de descarga (I_n) e ou corrente de impulso (I_{imp}) dependendo da(s) Classe(s) atendida(s): A corrente de impulso de um DPS corresponde a um valor de corrente que tem uma baixa probabilidade de ocorrer no seu local de instalação e é utilizada para especificar o DPS Classe I. Já a corrente nominal de descarga é utilizada para especificar os DPS de classe II. Normalmente, os DPS devem suportar essas correntes, sem que suas características de proteção sejam alteradas.
- Suportabilidade à corrente de curto-circuito: Os dispositivos de proteção devem ser capazes de interromper correntes de valor igual ou superior ao valor da corrente de curto-circuito.

Além dessas características, esta norma aborda questões como a quantidade de DPS, pois quando utilizados em mais de um ponto da instalação (em cascata), os DPS devem ser selecionados considerando as suas coordenações.

Dessa forma, o estudo dessa norma torna-se referência para a realização das pesquisas bibliográficas sobre os dispositivos de proteção contra surto.

4 METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS DA PESQUISA

O estudo sobre os dispositivos de proteção contra surto, busca compreender e levantar a importância desses diante um cenário de constante avanço tecnológico e eletrônico.

Em obras como a “Coordenação de Dispositivos de Proteção Contra Surtos em Baixa Tensão: Ênfase Instalações Nucleares” (2017), do autor Sad Sandrini Borsoi é possível observar a importância da proteção, pois o autor verificou que a falta da utilização dos dispositivos de proteção contra surtos em sistemas de baixa tensão poderia colocar em perigo a instalação e o funcionamento correto do sistema, colocando em risco também equipamentos e as pessoas (BORSOI, 2017).

A obra de SILVA (2010), relata um estudo para levantar os pedidos de ressarcimento formulados às concessionárias de distribuição de energia e a implantação de dispositivos mitigadores que possam proporcionar proteção.

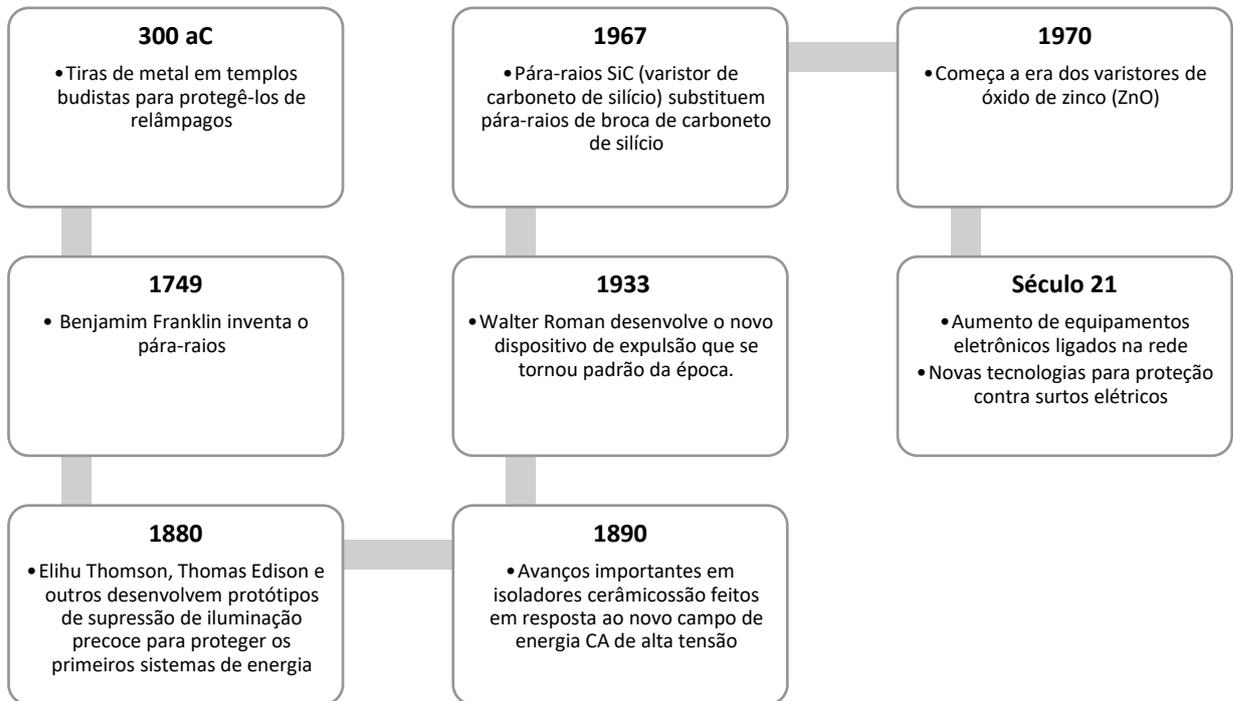
A obrigatoriedade do DPS como regra estabelecida em norma é recente e com o passar dos anos está cada vez mais necessário garantir confiabilidade de equipamentos e instalações, por isso os dispositivos estão cada vez mais evoluindo.

Existem avanços nos dispositivos de proteção e nas normas para que assim possa-se realizar a proteção necessária contra surtos aos equipamentos eletrônicos. A norma brasileira 5419 é um exemplo disso. Atualizada em 2015 teve seu volume aumentado e agora realiza a verificação da necessidade de um sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) através de cálculos de probabilidade. Outros fatores também são considerados para realizar esta verificação, como os fatores de densidade de descargas atmosféricas, características e a área a ser protegida (SANTOS, 2016). Isso se torna necessário para aumentar a eficiência do sistema de proteção.

Por outro lado, a norma brasileira 5410 teve sua última atualização em 2004. Para uma maior eficiência das instalações dos DPS nos dias atuais seria importante que não houvesse um grande espaço de tempo de revisão e ajustes dessas normas, se adequando dessa forma com os aparelhos e dispositivos atuais.

Abaixo apresenta-se um breve histórico da evolução contra surtos que se originou da necessidade de proteção, segurança e devido ao constante aumento do uso da energia elétrica.

Figura 10 - Linha do tempo sobre proteção contra surtos



Fonte: dos autores

Em relação aos DPS cada vez mais é possível encontrar equipamentos de multiproteção, que são dispositivos da classe II e III, que apresentam a função de proteger simultaneamente mais de uma porta de um equipamento ou circuito. (PAULINO, BARBOSA, *et al.*, 2016).

De acordo (AS3 ENGENHARIA, 2019), também foi possível observar a utilização de um novo tipo de DPS, definido no mercado como supressor de surtos de alta performance, para solucionar uma falha dos circuitos eletrônicos das bombas de combustível de um posto do Estado do Rio de Janeiro, localizado em Três Rios. O posto sofria paradas nas bombas de combustível várias vezes ao dia, o que acabava gerando grande prejuízos financeiros.

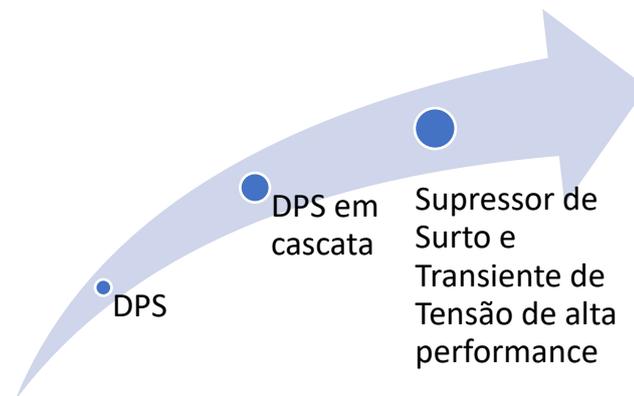
Para solucionar o problema, primeiramente a empresa responsável realizou a análise da rede elétrica de toda instalação, onde verificou-se a falha dos circuitos de automação das bombas de combustível, e também dos sensores RFID (Radio-Frequency-Identification) que realizavam a identificação dos frentistas e clientes. Foram medidos transientes acima de 250V onde a tensão RMS é 127V.

Dessa forma, devido a presença de surtos na rede, foi proposto a instalação do supressor de surto de alta performance SineTamer RM-ST403Y1, para realizar a mitigação dos transientes e filtrar ruídos no sinal de tensão dos equipamentos. Este supressor é fabricado pela empresa norte-americana SineTamer que é pioneira na fabricação destes dispositivos de proteção contra surtos.

Após instalado, foi possível verificar que o supressor de alta performance conseguiu reduziu a zero a contagem de transientes acima de 100 V. E também foi observado que não ocorreu mais falhas no funcionamento das bombas de combustível e os sensores RFID passaram a funcionar, mostrando a grande funcionalidade deste dispositivo de proteção.

As novas tecnologias para a área de proteção contra surtos são reflexos da necessidade de proteção de equipamentos e correto funcionamento de equipamentos eletrônicos e softwares.

Figura 11- Evolução do conceito de proteção



Fonte: dos autores

Nas normas existentes em cada país é possível encontrar diversas metodologias, nomenclaturas e definições para dispositivos de proteção contra surtos. O nome mais conhecido internacionalmente é por SPD (Surge Protective Device) e é desta forma que é encontrado em normas como IEEE e IEC. No Brasil, contudo, o termo traduzido para o português e encontrado nas normas NBR 5410 e NBR 5419 é DPS (Dispositivo de proteção contra surtos). Na tabela 1 é possível identificar algumas diferenças das normas existentes relacionadas a nomenclaturas dos DPS.

Tabela 1- Comparação das nomenclaturas dos DPS

Norma	Termo	Descrição
ABNT NBR 5410	DPS	Dispositivo de proteção contra surtos
ABNT NBR 5419	DPS	Dispositivo de proteção contra surtos
ABNT NBR IEC 61643	SPD ou DPS	Supressor de surtos de tensão transitória
ANSI IEEE C62.41	SPD	Dispositivo de proteção contra surtos <i>(tradução para português)</i>
NEMA UL 1449	SPD	Dispositivo de proteção contra surtos <i>(tradução para português)</i>
	TVSS	Termo antigo utilizado no setor de supressão de surtos elétricos

Fonte: dos autores

A mudança na terminologia de TVSS (supressão de surto de tensão transitória) para SPD (dispositivo de proteção contra surtos) foi determinada pela 3ª edição da norma UL 1449 (NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION, 2014).

Em relação evolução destes dispositivos, é possível encontrar no mercado algumas empresas que apresentam novos produtos para proteção contra surtos, contudo é importante destacar que é exigido de qualquer fabricante, que sejam realizados testes comprobatórios nos dispositivos conforme já estabelecido pela IEC 61643.

Na tabela 2 a seguir, realiza-se a comparação que relaciona os dispositivos de proteção contra surtos convencionais com os de alta performance. Serão abordadas algumas destas características e a real importância para proteção eficaz contra surtos elétricos.

Tabela 2 - Comparativo sobre DPS para sistemas trifásicos

CARACTERÍSTICAS	DPS (Convencional)	DPS de alta performance
Funcionamento	Escoamento de surtos pelo aterramento	Supressão de Surtos e Transientes por amortização e atenuação de frequência
Requisitos de instalação	Aterramento de boa qualidade com baixa impedância	Ponto de aterramento para referência
Tipo de Proteção	Único Varistor	Arranjo de varistores e filtros
Arranjo de Proteção	Blocos individuais instalados entre as fases e terra e entre neutro e terra	Único bloco trifásico com 10 módulos de proteção internos (proteção entre fases e terra, neutro e terra, fases e neutro, entre fases)
Quantidade equipamentos por ponto de proteção	4	1
Proteção contra explosão ou incêndio	Não	Sim, blindado e proteção térmica

Fonte: dos autores

Essas características apresentadas na tabela 2, mostram como os dispositivos já evoluíram e apresentam cada vez mais confiabilidade e segurança. Cada característica apresentada traz aspectos importantes conforme pode ser visto a seguir.

Com relação ao funcionamento, além do escoamento por terra da corrente, que é uma maneira segura para supressão de surtos, os novos dispositivos apresentam também a amortização e atenuação de frequência do sinal elétrico através de filtros de capacitores e indutores. Essa característica é fundamental para garantir a proteção contra surtos de tensão que podem alterar o sinal senoidal com ruídos e aumentos de tensão.

Relacionado os requisitos da instalação, um DPS convencional garante uma boa proteção, porém com o condicional de que a instalação possua um aterramento

de boa qualidade e com baixa impedância. Caso este aterramento não seja de boa qualidade, de nada adianta o uso de DPS, pois resíduos de tensão podem penetrar nos equipamentos causando danos. Já nos DPS de alta performance, um ponto de aterramento como referência é suficiente para que o dispositivo funcione corretamente, pois não depende somente do aterramento de qualidade pois possui outras formas de diminuição do surto através dos filtros presentes no mesmo. É importante ressaltar que toda instalação deve seguir os padrões estabelecidos pela NBR 5410 e NBR 5419 e o caso de instalações onde algum circuito apresente falha no aterramento ou baixa qualidade, este deve ser corrigido por profissionais qualificados e seguir os padrões normativos de segurança.

Com relação ao tipo de proteção, conforme já exposto no parágrafo anterior, o DPS convencional utiliza basicamente um tipo de proteção através do uso um varistor, já os DPS de alta performance utilizam mais de um tipo de varistor além de filtros de atenuação de sinal. Dessa forma, esta característica mostra que a eficiência do DPS de alta performance é superior aos dispositivos convencionais, pois os menos não realizam o filtro de ruídos presentes na rede, que é uma proteção a mais de grande importância.

Com relação ao arranjo de proteção, o DPS convencional utiliza blocos individuais por fase/neutro/terra, ou seja, para cada fase, neutro e terra é necessário um dispositivo. A exemplo da tabela 2, para sistemas trifásicos com neutro e terra, seriam necessários 4 DPS. Já para o DPS de alta performance apenas um único dispositivo que seria conectado a todo circuito desde um sistema monofásico a até sistemas trifásicos.

Com relação a proteção dos dispositivos, os DPS de alta performance podem ser blindados para proteção térmica que garantem a utilização e confiabilidade mesmo em casos severos de ambientes de temperaturas elevadas.

É importante sempre seguir as normas vigentes para instalação correta dispositivos de proteção conforme as classes I, II e III conforme IEC 61643-1, e também em casos equivalentes nas especificações de categorias A, B e C conforme IEEE (INSTITUTO DE ENGENHEIROS ELETRICISTAS E ELETRÔNICO, 2002) para sistemas trifásicos e nos sistemas monofásicos na categoria de classe III conforme IEC 61643-1 e categoria A conforme IEEE (INSTITUTO DE ENGENHEIROS ELETRICISTAS E ELETRÔNICO, 2002).

A constante evolução de dispositivos garante maior confiabilidade a proteção. Contudo é importante ressaltar também os benefícios resultantes do uso de dispositivos de alta performance. Essa característica está relacionada ao desempenho de equipamentos e seu uso otimizado em sistemas e processos. Os benefícios do uso de dispositivos de proteção de alta performance além da proteção contra queima, são efetivos na eliminação de perda de parâmetros dos equipamentos eletrônicos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1. Em relação ao objetivo geral

Em relação ao objetivo geral pode-se concluir que a proposta do mesmo era a análise bibliográfica e a comparação dos DPS convencionais aos novos dispositivos de proteção contra surtos.

Os dispositivos de proteção de alta performance, apresentados também como supressores de alta performance além de garantir o atendimento a normas técnicas brasileiras, consequência da evolução ao longo dos anos, também garantem as necessidades da indústria e comércio como redução das despesas diretas e indiretas como queima de equipamentos automatizados e perdas de paralização de processos.

5.2. Em relação aos objetivos específicos

As referências encontradas e apresentadas sobre surtos, foram importantes para entender o impacto nos equipamentos. Os surtos elétricos causam diversos danos e podem causar desde diminuição da vida útil do equipamento até mesmo a perda total.

As referências encontradas e apresentadas sobre os dispositivos de proteção contra surtos demonstraram que a aplicação correta garante uma proteção eficaz e segura embora dependa de outros fatores como aterramento de qualidade e uso em diversos pontos da instalação.

Em relação aos dispositivos de proteção contra surtos, foram demonstradas diversas características que indicam sua importância e os avanços tecnológicos dos dispositivos de proteção contra surtos convencionais recomendados pelas normas brasileiras.

Já em relação ao objetivo específico final, foi apresentada comparação de DPS convencional e o de alta performance. Foi possível verificar que existem diversos benefícios de utilizar equipamentos de proteção com mais tecnologia e mais abrangência de proteção, visto que confiabilidade e segurança são essenciais no mundo moderno.

Vale ressaltar também que não foram abordados aspectos relacionados a comparativos financeiros e também sobre fabricantes de dispositivos de proteção contra surtos. Para uma comparação mais profunda seria necessário levar em consideração também estes aspectos assim também como testes das especificações.

Portanto esta análise se restringe a referências bibliográficas encontradas em artigos e documentos normativos.

Finalmente pode-se concluir que o trabalho trouxe resultado significativo para a compreensão de que existem novas tecnologias cada vez mais presentes nos equipamentos e sistemas elétricos. É importante estudar e estar sempre em constante evolução visando o melhor uso de equipamentos de proteção, confiabilidade e segurança.

5.3. Recomendações

Para continuidade deste trabalho recomenda-se que sejam realizados estudos que demonstrem os benefícios do uso de dispositivos de proteção, que além de garantir a proteção contra surtos também garantam uma proteção e melhora no sistema de energia de modo a não interromper o funcionamento de sistemas elétricos.

Também é importante que sejam realizados estudos mais aprofundados de modo a incluir o uso de dispositivos de proteção de alta performance nas normas ABNT NBR 5410, ABNT NBR 5419 e seguindo as especificações corretas da IEC 61643 para dispositivos de proteção contra surtos.

5.4. Estado da arte

É importante que se continuem os estudos e pesquisas sobre dispositivos que atendam a necessidade da indústria e comércio, pois os equipamentos eletrônicos estão sendo cada vez mais utilizados e necessitam de proteção. Existem diversas aplicações dos dispositivos de proteção contra surto de alta performance. De acordo com a publicação de (SIDRASUL, 2019), grandes empresas do Brasil como Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), FEMSA (Grupo Coca Cola), WENGER DO BRASIL, TUPER S/A, NETZSCH DO BRASIL, VALE S/A, entre outras, já utilizam estes dispositivos como proteção contra surtos elétricos de seus equipamentos. O caso apresentado neste trabalho da implantação do DPS de alta performance no posto de gasolina no Estado do Rio de Janeiro, localizado na região de Três Rios, foi escolhido por estar disponível na internet para acesso e servir de contribuição para pesquisas. Isso é um exemplo de como é importante resolver os problemas relacionados a surtos elétrico como meio de garantir o acompanhamento tecnológico da constante evolução industrial dos dispositivos eletrônicos que estão cada vez mais presentes no cenário mundial da indústria.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional (Prodist)**. [S.l.]. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Contribuição Elektro: Ap Aneel 103/2012 – Responsabilidade Das Concessionárias De Transmissão E Usuários De Custo Por Indenizar As Concessionárias De Distribuição Dos Valores Pagos A Título De Ressarcimento De Danos Elétricos Em Unidades Consumidoras**. [S.l.]. 2012.

AS3 ENGENHARIA. Caso de Sucesso Bombas – Posto BR, 2019. Disponível em: <<https://as3engenharia.com.br/sucesso-posto-de-combustivel/>>. Acesso em: 15 Outubro 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 61643-1:2007. Dispositivos de proteção contra surtos em baixa tensão. Parte 1: Dispositivos de proteção conectados a sistemas de distribuição de energia de baixa tensão - requisitos de desempenho e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419-4: Proteção contra descargas atmosféricas, parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura**. Rio de Janeiro. [S.l.]. 2015.

AT3W. SOBRETENSÕES, 2019. Disponível em: <<https://pararaios-at3w.pt/>>. Acesso em: 15 Outubro 2019.

BORSOI, S. S. **Coordenação de dispositivos de proteção contra surtos em baixa tensão: ênfase instalações nucleares**. Universidade de São Paulo. São Paulo - SP. 2017.

CARDOSO, M. C. **eterminação em Tempo Real dos Riscos de Desligamentos em Linhas de Transmissão devido a Descargas Atmosféricas**. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2017.

CARVALHO, P. F. S. D. D. **ANÁLISE DE TRANSITÓRIOS ELETROMAGNÉTICOS DE MANOBRA EM LINHAS DE TRANSMISSÃO**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2018.

INSTITUTO DE ENGENHEIROS ELETRICISTAS E ELETRÔNICO. **C62.41: Prática recomendada pela IEEE na caracterização de surtos em circuitos de energia CA de baixa tensão (1000 V e menos)**. [S.l.]. 2002.

INSTITUTO DE ENGENHEIROS ELETRICISTAS E ELETRÔNICO. **C62.45: Prática recomendada pela IEEE na caracterização de surtos em circuitos de energia CA de baixa tensão (1000 V e menos)**. [S.l.]. 2002.

KINDERMANN, G. **Proteção Contra Descargas Atmosféricas Em Estruturas Edificadas**. 3. ed. Florianópolis: Do Autor, 2003.

KRAULICH, L. **ANÁLISE ESTOCÁSTICA DE TRANSITÓRIOS EM SUBESTAÇÕES UTILIZANDO O MÉTODO DE MONTE CARLO INTEGRADO AO ATP**. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Santa Maria-RS. 2016.

NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION. **UL 1449: Dispositivos de proteção contra surtos (SPD)**. [S.l.]. 2014.

PAULINO, J. O. S. et al. **Proteção de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos Contra Surtos Elétricos em Instalações**. 1. ed. Lagoa Santa: Clamper, 2016.
PINHO, A. **Entendendo o risco de raios nos aeroportos brasileiros**. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Brasília. 2017.

RODRIGUES, D. P. **AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE SUPRESSORES DE SURTO INSTALADOS JUNTO ÀS CARGAS CONSUMIDORAS FRENTE A**

SOBRETENSÕES ATMOSFÉRICAS. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte-MG. 2012.

SANTOS, C. A. M. D. **As Novas diretrizes da NBR 5419:2015: sua interpretação e aplicação quanto a análise de risco.** Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá. Guaratinguetá - SP, p. 70. 2016.

SANTOS, C. J. D. **Transitórios originados pelo chaveamento de bancos de capacitores da concessionária em um sistema elétrico de distribuição.** Universidade de São Paulo. São Carlos. 2000.

SANTOS, S. R. S. Especificação de um dispositivo de proteção contra surtos (DPS). **Portal Abracopel**, 15 Outubro 2019. Disponível em: <<http://www.abracopel.org.br>>. SIDRASUL. SUPRESSORES DE SURTO E TRANSITÓRIOS DE TENSÃO, 2019. Disponível em: <<https://sidrasul.com.br/produtos/solucoes-em-qualidade-de-energia/supressor-de-surto-e-transitorios-sinetamer/>>.

SILVA, O. A. D. **Metodologia para subsidiar a análise de solicitações de ressarcimento por danos, utilizando-se dispositivos de proteção contra surtos.** Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. 2010.