

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM ENGENHARIA DE ENERGIA**

**Análise do nexó causal em processos de ressarcimento de danos em  
equipamentos elétricos visando melhorias aos consumidores e  
distribuidoras de energia.**

**Livya Wana Duarte de Souza Nascimento**

**Itajubá, junho de 2021**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM ENGENHARIA DE ENERGIA**

**Análise do nexu causal em processos de ressarcimento de danos em  
equipamentos elétricos visando melhorias aos consumidores e  
distribuidoras de energia.**

**Livya Wana Duarte de Souza Nascimento**

**Dissertação submetido ao Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia de Energia como  
parte dos requisitos para obtenção do Título de  
Mestre em Ciências em Engenharia de Energia.**

**Área de concentração: Engenharia de Energia**

**Orientador: Roberto Akira Yamachita**

**Coorientador: Jamil Haddad**

**Itajubá, junho de 2021**

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer, primeiramente a Deus, por sempre está ao meu lado.

Aos meus pais, Auri e Eleni por sempre me apoiarem, e a toda minha família por mesmo de longe, ser sempre um porto seguro, em especial meus avós maternos *in memoriam*, sei que vocês estariam felizes.

Aos meus amigos que sempre me ajudaram e torceram por mim, em especial a Hiliene, por ser parte importante desde processo e ao Marcos, que foi paciência e companheirismo todo este tempo.

Aos meus colegas do mestrado, do Excen e do projeto, em especial Kelly e a Lilian, que se tornaram amigas, do café ao compartilhamento de dúvidas.

Aos meus orientadores Akira e Jamil, por sempre me ajudarem, motivarem e por todo conhecimento compartilhado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia da Universidade Federal de Itajubá.

Á Capes pelo o apoio financeiro.

Ao Grupo CPFL Energia, pelo apoio técnico e financeiro por meio do projeto de P&D da ANEEL, que tornou possível a concretização desde trabalho. Agradeço também todo suporte da KNBS e da USP que fizeram parte deste projeto.

E a todos que fizeram parte desta realização.

## RESUMO

A rede de energia elétrica está sujeita a sofrer distúrbios, devido a causas como descargas atmosféricas, queda de árvores, manobras na rede e outros fatores externos que possam atrapalhar o funcionamento do sistema, porém, dependendo do tipo de distúrbio o consumidor pode ser afetado com um dano em um equipamento elétrico da sua residência. Com isso, o consumidor tem o direito quando existe o nexo causal, entre a causa e o dano, de ser ressarcido pela concessionária de energia. Para orientar sobre os procedimentos adotados em caso de pedidos de ressarcimento por danos e também para garantir os direitos do consumidor, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) aprovou em 2012 o Módulo 9 – Ressarcimento de danos elétricos dos Procedimentos da Distribuição de Energia Elétrica Nacional (PRODIST), e assim, alterou a Resolução nº 414/2010 das Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica. Desse modo, este trabalho verifica o processo de comprovação do nexo causal, buscando melhorias para o mesmo e assim, contribuindo para melhoria do processo tanto para as distribuidoras, como para os consumidores. Para isso foi analisado pedidos de ressarcimento de três distribuidoras, para o período de quatro anos (2016-2019), verificando o número de procedentes, improcedentes, valores pagos por equipamentos, principais equipamentos ressarcidos, também foi verificado os transformadores referentes ao maior número de solicitações. Em relação aos eventos de rede, foram verificadas as principais causas de eventos que comprovam a existência do nexo causal e foram criados dois cenários, um em relação a tempestividade e outro levando em consideração o uso do dispositivo de proteção contra surto (DPS) nas residências. Os resultados demonstraram uma diminuição no número de solicitações de ressarcimento por danos, porém o número de pedidos considerado procedente não sofreu muita variação, em relação aos equipamentos, verificou-se que o televisor foi o que mais foi ressarcido pelas empresas. Testes realizados no laboratório de teste da Universidade de São Paulo comprovaram que o uso do DPS evitou a ocorrência de danos elétricos nos equipamentos ensaiados, comprovando a sua eficácia na proteção dos equipamentos. Em relação aos cenários, os resultados do cenário 1 mostram que os consumidores estão solicitando a indenização num prazo médio de 45 dias após a suposta ocorrência do dano, no segundo cenário foi analisado o impacto da utilização do DPS nos eventos relacionados com descargas atmosféricas, os resultados apresentaram uma redução média de 11% nos pedidos, diminuindo os gastos com pagamento de ressarcimento em R\$165.329,46 para a Distribuidora A, R\$524.520,87 para a Distribuidora B e R\$122.205,40 para a Distribuidora C, também foi considerado o custo se a instalação do DPS fosse atribuído a distribuidora. O trabalho demonstrou a importância da realização de pesquisas sobre o tema ressarcimento por danos elétricos onde a análise do nexo causal precisa ser eficiente e que mudanças podem ser feitas tanto pelas distribuidoras quanto pelos consumidores, afim de reduzir a ocorrência de danos elétricos.

**Palavra-chave:** Ressarcimento por danos elétricos. Nexos Causais. Módulo 9. Dispositivo de Proteção contra surto.

## ABSTRACT

The electricity network is subject to disturbances due to causes such as lightning, falling trees, maneuvers in the network and other external factors that can disrupt the system's operation, however, depending on the type of disturbance, the consumer may be affected with damage to electrical equipment in your home. With this, the consumer has the right, when there is a causal link, between the cause and the damage, to be reimbursed by the energy concessionaire. In order to provide guidance on the procedures adopted in case of claims for compensation for damages and also to guarantee the rights of the consumer, the National Electric Energy Agency (ANEEL) approved in 2012 Module 9 - Compensation for electrical damages in the Electric Energy Distribution Procedures National (PRODIST), and thus, amended Resolution No. 414/2010 of the General Conditions for the Supply of Electric Energy. Thus, this work verifies the process of proving the causal link, seeking improvements for it and thus contributing to improve the process for both distributors and consumers. For this, requests for reimbursement from three distributors were analyzed, for the period of four years (2016-2019), checking the number of valid, unfounded, amounts paid for equipment, main equipment reimbursed, the transformers referring to the highest number of requests. Regarding network events, the main causes of events that prove the existence of the causal link were verified and two scenarios were created, one in relation to timeliness and the other taking into account the use of the surge protection device (SPD) in homes. The results showed a decrease in the number of requests for compensation for damages, but the number of requests considered valid did not vary much, in relation to the equipment, it was found that the television was the one that was compensated the most by the companies. Tests carried out in the test laboratory of the University of São Paulo proved that the use of DPS prevented the occurrence of electrical damage in the tested equipment, proving its effectiveness in protecting the equipment. Regarding the scenarios, the results of scenario 1 show that consumers are requesting compensation within an average period of 45 days after the alleged occurrence of the damage, in the second scenario the impact of using the DPS on events related to lightning was analyzed, the results showed an average reduction of 11% in orders, reducing expenses with reimbursement payment by R\$165,329.46 for Distributor A, R\$524,520.87 for Distributor B and R\$122,205.40 for Distributor C. cost if the installation of the DPS were assigned to the distributor. The work has shown the importance of research on the compensation for electrical damages because it is something that is directly linked to the customer, that the analysis of the causal relationship must be efficient and that changes can be made both by distributors and consumers, to reduce the occurrence of damages.

**Keyword:** Repayment for electrical damage. Causal Nexus. Module 9. Surge Protection Device

## INDÍCE DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura APR com DPS.....	17
Figura 2 - Montagem da simulação .....	18
Figura 3 - Número de solicitações por danos para as distribuidoras paulista de 1999 e 2001 .	20
Figura 4 - Lógica de funcionamento do aplicativo.....	21
Figura 5 - Equipamentos frequentes de reclamação na COELBA .....	22
Figura 6 - Locais que um raio pode atingir .....	23
Figura 7 - Etapas do ressarcimento de danos elétricos.....	24
Figura 8 - Modelo de formulário de solicitação de ressarcimento .....	26
Figura 9 - Modelo de Laudo de oficina disponibilizado pela distribuidora COPEL.....	28
Figura 10 - Exemplo de Modelo de laudo .....	29
Figura 11 - Fluxograma análise do nexso causal. ....	35
Figura 12 - Exemplo de processo de dano elétrico.....	36
Figura 13 - Registro de ocorrência .....	37
Figura 14 - Dados do transformador.....	37
Figura 15 - Cadastro de ocorrências subestação.....	38
Figura 16 - Exemplo de monitoramento de um religador automático.....	39
Figura 17 - Percentual de reclamações por danos elétricos por região .....	47
Figura 18 - Indicadores de continuidade Região Sul.....	48
Figura 19 - Indicadores de continuidade Região Sudeste.....	48
Figura 20 - Indicadores de continuidade Região Centro-Oeste.....	49
Figura 21 - Indicadores de continuidade Região Nordeste.....	49
Figura 22 - Indicadores de continuidade Região Norte .....	50
Figura 23 - Representação do percurso de uma descarga atmosférica. ....	52
Figura 24 - Incidência de descargas no biênio 2018/2019 .....	53
Figura 25 - Representação descarga atmosférica direta e indireta .....	55
Figura 26 - Zonas de proteção contra descargas atmosférica “raio” (ZPR).....	60
Figura 27 - Componentes de um SPDA .....	61
Figura 28 - Curva CBEMA .....	62
Figura 29 - Curva ITIC .....	62
Figura 30 - Curva típica de suportabilidade dielétrica .....	63
Figura 31 - Exemplo de curva de suportabilidade térmica.....	64

Figura 32 - Localização típica de dispositivos de proteção.....	66
Figura 33 - Aterramento de poste da rede urbana .....	67
Figura 34 - Poste autoaterrado.....	68
Figura 35 - Fluxograma metodologia .....	69
Figura 36 - Dados sobre solicitações de ressarcimento por danos elétricos (Distribuidora A)	71
Figura 37 - Dados sobre solicitações de ressarcimento por danos elétricos (Distribuidora B)	71
Figura 38 - Dados sobre solicitações de ressarcimento por danos elétricos (Distribuidora C)	72
Figura 39 - Procedentes e improcedentes Distribuidora A.....	75
Figura 40 - Distribuição mensal de pedidos para Distribuidora A .....	76
Figura 41 - Faixa de consumo das solicitações Distribuidora A .....	76
Figura 42 - Procedentes e improcedentes Distribuidora B .....	77
Figura 43 - Distribuição mensal de pedidos para a Distribuidora B .....	78
Figura 44 - Faixa de consumos das solicitações Distribuidora B.....	78
Figura 45 - Procedentes e improcedentes Distribuidora C.....	79
Figura 46 - Distribuição mensal de pedidos para a Distribuidora C .....	80
Figura 47 - Faixa de consumo das solicitações Distribuidora C .....	80
Figura 48 - Classificação dos eventos por ano para a Distribuidora A .....	82
Figura 49 -Classificação dos eventos por ano para a Distribuidora B.....	83
Figura 50 - Classificação dos eventos por ano para a Distribuidora C.....	84
Figura 51 -Motivos de indeferimento Distribuidora A.....	93
Figura 52 - Motivos de Indeferimento Distribuidora B.....	93
Figura 53 - Motivos de Indeferimento Distribuidora C.....	94
Figura 54 - Percentuais de vitorias Distribuidora A .....	94
Figura 55 - Percentuais de vitorias Distribuidora B.....	95
Figura 56 - Percentuais de vitorias Distribuidora C.....	95
Figura 57 - Valor pago em ressarcimento Distribuidora A .....	96
Figura 58 - Valor pago em ressarcimento Distribuidora B .....	97
Figura 59 - Valor pago em ressarcimento Distribuidora C .....	97
Figura 60 - Média paga por televisor .....	101
Figura 61 - Manual usuário LG .....	105
Figura 62 - Manual usuário Samsung.....	105
Figura 63 - Pedidos solicitados com mais de 45 dias para a Distribuidora A .....	106
Figura 64 - Pedidos solicitados com mais de 45 dias para a Distribuidora B .....	107
Figura 65 - Pedidos solicitados com mais de 45 dias para a Distribuidora C .....	107

## INDÍCE DE TABELAS

Tabela 1 - Textos padrão para justificar o indeferimento.....	30
Tabela 2 - Vida útil equipamentos na China .....	31
Tabela 3 - Depreciação Seguros Santander .....	32
Tabela 4 - Depreciação Porto Seguro .....	32
Tabela 5 - Resumo de Distúrbios, causas e efeitos .....	41
Tabela 6 – Distância de segurança mínima medida após a poda.....	43
Tabela 7– Quantidade de reclamações por região em 2018. ....	46
Tabela 8 - Ranking DGC .....	51
Tabela 9 - Ranking dos 15 municípios com maior densidade de raios do Centro-Sul (2009-2010).....	54
Tabela 10 - Dada de vigência da exigência do uso DPS .....	58
Tabela 11 - Quantidades de Unidades consumidoras .....	70
Tabela 12 – Motivo do deferimento do Módulo 9 do PRODIST .....	72
Tabela 13 – Classificação de eventos na rede .....	73
Tabela 14 – Eventos identificados por sistemas automáticos.....	74
Tabela 15 – Textos padrões para justificar o indeferimento .....	74
Tabela 16 – Descrição eventos Distribuidora A.....	81
Tabela 17 – Descrição de eventos Distribuidora B .....	82
Tabela 18 – Descrição eventos na Distribuidora C .....	83
Tabela 19 - Dias máximo e média entre a data do pedido e o pagamento .....	85
Tabela 20 - Dados transformador Distribuidora A (2018) .....	85
Tabela 21 - Dados transformador Distribuidora A (2019) .....	87
Tabela 22 - Dados transformador Distribuidora B (2018) .....	87
Tabela 23 - Dados transformador Distribuidora B (2019) .....	89
Tabela 24 - Dados transformador Distribuidora C (2018) .....	90
Tabela 25 - Dados transformador Distribuidora C (2019) .....	91
Tabela 26 - Preço médio pago por equipamento .....	98
Tabela 27 - Principais equipamentos pagos pela Distribuidora A.....	98
Tabela 28 - Principais equipamentos pagos pela Distribuidora B.....	98
Tabela 29 - Principais equipamentos da Distribuidora C .....	99
Tabela 30 - Porcentagem de televisores nas residências .....	100

Tabela 31 - Ensaio de sobretensões transitórias sem o uso de DPS .....	101
Tabela 32 - Ensaio de sobretensões transitórias com o uso de DPS .....	103
Tabela 33 - Possível redução com o uso de DPS na Distribuidora A .....	108
Tabela 34 - Possível redução com o uso de DPS na Distribuidora B.....	108
Tabela 35 - Possível redução com o uso de DPS na Distribuidora C.....	109
Tabela 36 - Redução dos custos com ressarcimento .....	109
Tabela 37 - Custo de DPS para Distribuidora A .....	110
Tabela 38 - Custo DPS para a Distribuidora B.....	110
Tabela 39 - Custo DPS para a Distribuidora C.....	110

## ÍNDICE DE SIGLAS

- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
- APR - Analisador de Pedidos de Ressarcimento
- ATP - *Alternative Transient Program*
- CDC - Código de Defesa do Consumidor
- CNPJ - Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica
- CREA - Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
- DEC - Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
- DGC - Desempenho Global de Continuidade
- DPS - Dispositivo de Proteção contra Surtos
- FEC - Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora
- IGP-M - Índice Geral de Preços – Mercado
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
- ITIC - *Information Technology Industry Council*
- ONS - Operador Nacional do Sistema
- OSN - Ouvidoria Setorial em Números
- PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
- PRODIST - Procedimentos da Distribuição de Energia Elétrica Nacional
- SPDA - Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas
- UC - Unidade Consumidora
- UFU - Universidade Federal de Uberlândia
- USP - Universidade de São Paulo
- ZPR - Zonas de Proteção contra Descargas Atmosférica “Raio”

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Objetivo gerais e específicos .....	15
1.2 Estrutura do trabalho.....	15
2. REVISÃO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	16
2.1 Revisão bibliográfica .....	16
2.2 Regulamentação para ressarcimento por danos elétricos .....	24
2.3 Nexo causal .....	33
2.4 Distúrbios elétricos .....	39
2.5 Indicadores de continuidade do serviço de distribuição de energia elétrica.....	45
2.6 Descargas atmosféricas.....	51
2.7 Dispositivos de proteção contra surtos .....	55
2.8 Proteção contra descargas atmosféricas.....	58
2.9 Suportabilidade dos equipamentos .....	61
2.10 Equipamentos de proteção da rede .....	65
3. METODOLOGIA.....	69
3.1 Dados gerais.....	70
3.2 Análise dos nexos causais .....	72
4. RESULTADOS .....	75
4.1 Quantidade de procedentes e improcedentes .....	75

4.2	Casos procedentes .....	81
4.3	Casos improcedentes .....	92
4.4	Equipamentos ressarcidos .....	96
4.5	Cenários .....	106
4.5.1	Cenário 1 .....	106
4.5.2	Cenário 2 .....	108
5.	CONCLUSÕES .....	112
	REFERÊNCIAS .....	114

# 1. INTRODUÇÃO

A energia elétrica é um serviço essencial para a humanidade e sua importância está atrelada aos avanços tecnológicos. Independentemente da fonte de geração da energia elétrica o mais importante para todos é sua qualidade e continuidade no fornecimento de energia elétrica. E problemas na distribuição da energia elétrica afetam diretamente ao consumidor final.

A qualidade da energia é uma preocupação recorrente dentro do setor elétrico brasileiro, por isso, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) dispõe de normas que regem o sistema e obrigam as distribuidoras a prestarem informações sobre as condições de operação ou fornecer detalhes acerca de eventos ocorridos que afetaram os consumidores (DECKMANN; POMILIO, 2017). As distribuidoras também devem garantir a qualidade do sistema de distribuição de energia elétrica, e por isso, são consideradas responsáveis por eventuais problemas que possam ocorrer nos equipamentos elétricos dos seus consumidores em decorrência de distúrbios na rede (MEDEIROS, 2018).

No Brasil, os Procedimentos da Distribuição de Energia Elétrico Nacional (PRODIST) foram elaborados pela ANEEL e estabelecem informações para padronizações técnicas para o melhor funcionamento da distribuição de energia elétrica. Este são compostos pelos seguintes módulos: Módulo 1 - Introdução, Módulo 2 - Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição, Módulo 3 - Acesso ao Sistema de Distribuição, Módulo 4 - Procedimentos Operativos do Sistema de Distribuição, Módulo 5 - Sistemas de Medição, Módulo 6 - Informações Requeridas e Obrigações, Módulo 7 - Cálculo de Perdas na Distribuição, Módulo 8 - Qualidade da Energia Elétrica, Módulo 9 - Ressarcimento de Danos Elétricos, Módulo 10 - Sistema de Informação Geográfica Regulatório e Módulo 11 - Fatura de Energia Elétrica e Informações Suplementares.

O Módulo 9 trata especificamente sobre o ressarcimento por danos elétricos. Em vigência desde novembro de 2012, substituiu a Resolução Normativa da ANEEL n° 061/2004 que tratava de ressarcimento de danos elétricos em equipamentos elétricos instalados em unidades consumidoras. O Módulo 9 foi aprovado pela Resolução da ANEEL, n°499 de julho de 2012 e alterou a Resolução ANEEL n° 414/2010 referente às Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica.

No Módulo 9, são apresentados os procedimentos que devem ser seguidos pelo cliente e pela concessionária, no caso de ocorrência de um dano por causas elétricas, auxiliando as distribuidoras de energia elétrica nos procedimentos de ressarcimento. O processo inicia pela

solicitação do cliente, passa pela análise donexo causal e é concluído pelo deferimento ou não do ressarcimento. Não são incluídas solicitações por danos morais, danos emergentes ou lucros cessantes, também não são inclusos casos em decisão judicial já julgados e casos de consumidores com tensão superior a 2,3 kV (ANEEL, 2012).

Além dos cuidados que as distribuidoras devem adotar a fim de garantir o melhor atendimento para seus clientes, também é necessário que as unidades consumidoras busquem realizar procedimentos que protejam as residências dos mesmos, seguindo a norma NBR 5410 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Essa norma orienta como devem ser feitas as instalações elétricas das residências de baixa tensão com até 1000 V em tensão alternada ou 1500 V em tensão contínua, com o objetivo de garantir a segurança das pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens.

Uma das medidas dispostas na NBR 5410 é o uso de Dispositivo de Proteção Contra Surtos (DPS), como forma de proteção contra sobretensões transitórias (ABNT, 2004). Esse dispositivo protege diretamente os equipamentos de uma residência contra surtos, para que o sistema DPS seja eficiente para reduzir o risco de danos de um aparelho, é necessária uma instalação elétrica adequada e ter conhecimento dos limites elétricos de operação do dispositivo suporta, a fim de garantir que seja escolhido o dispositivo adequado para cada local (PIPARO *et Al*, 2016).

De acordo com dados do Relatório da Ouvidoria Setorial em Números (OSN) da ANEEL, em 2018 o número de reclamações por danos elétricos recebido pelas distribuidoras foi de 273.343, resultando na sexta colocação no quadro geral de reclamações no País. Além dos pedidos realizados diretamente para as distribuidoras, em alguns casos de indeferimento, os clientes procuram realizar uma reclamação direta na ouvidoria setorial da ANEEL, onde, para o ano de 2018, apresentou para casos de reclamação diretamente na ouvidoria setorial da ANEEL, ocorreu em 2018 um total de 3.932 pedidos de indenização, ocupando a terceira posição no *ranking* das reclamações tratadas diretamente pela agência (ANEEL, 2019b).

Além dos procedimentos regulamentados pela ANEEL, existe ainda a possibilidade do cliente recorrer por meio judicial da decisão final da distribuidora, tornando o processo mais oneroso. Existem também os casos dos clientes que recorrem às seguradoras, onde estas ressarcem o dano sofrido e depois buscam recuperar o valor junto a distribuidora local.

A preocupação com os pedidos por ressarcimento é crescente não só por questões financeiras, mas também por questões sociais relacionadas às solicitações, decisões, conflitos e outras questões que envolvem a relação entre as distribuidoras e seus consumidores; tudo isso gerando um desgaste das partes (COSTA *et Al*, 2014).

O tema ressarcimento por danos elétrico já avançou bastante, principalmente com a criação do Módulo 9 do PRODIST, porém, o aprimoramento da análise da comprovação do dano é algo que é sempre necessário, levando em consideração que não são todos os distúrbios na rede elétrica que ocasionam um dano à unidade consumidora.

## **1.1 Objetivo gerais e específicos**

Este trabalho tem como objetivo verificar o nexos de causalidade entre eventos que ocorrem na rede elétrica e danos em equipamentos eletroeletrônicos, buscando encontrar possíveis melhorias. Com esta finalidade, propõe-se alcançar os seguintes objetivos específicos:

- Verificação da regulamentação sobre ressarcimento por danos elétricos.
- Panorama do número de ressarcimento em algumas distribuidoras.
- Verificação dos custos com ressarcimento por danos.
- Elaboração de cenários para análise de possibilidade de mudanças.

## **1.2 Estrutura do trabalho**

A presente dissertação está estruturado em cinco capítulos, para melhor apresentação de informações e dados em relação ao ressarcimento por danos elétricos no Brasil.

O primeiro capítulo aborda os objetivos do trabalho e a introdução ao tema, identificando as principais regulamentações existentes.

O segundo capítulo, apresenta uma revisão informando trabalhos existentes na área e uma fundamentação teórica, onde são informadas as normas existentes sobre ressarcimento por danos elétricos, assim como os procedimentos que devem ser adotados pela distribuidora durante um processo de solicitação de ressarcimento por danos elétricos. Além de alguns pontos que interferem na qualidade da energia, causas de danos elétricos e alguns meios de proteção relacionados com os distúrbios na rede.

No capítulo três, encontra-se a metodologia do trabalho, onde são apresentados os principais dados sobre os processos de ressarcimento para algumas distribuidoras, como foi feita a análise dos dados, e é apresentado também os cenários que foram criados.

No quarto capítulo, são apresentados os resultados obtidos a partir dos dados analisados e dos dois cenários criados.

O capítulo cinco apresenta as conclusões obtidas sobre o trabalho e sugestões para trabalhos futuros.

## 2. REVISÃO E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta uma revisão bibliográfica, com trabalhos relacionados ao tema, seus objetivos e resultados. Em seguida é tem-se a fundamentação teórica, com informações sobre danos elétricos, regulamentação, alguns distúrbios que podem ocorrer na rede e meios de proteção.

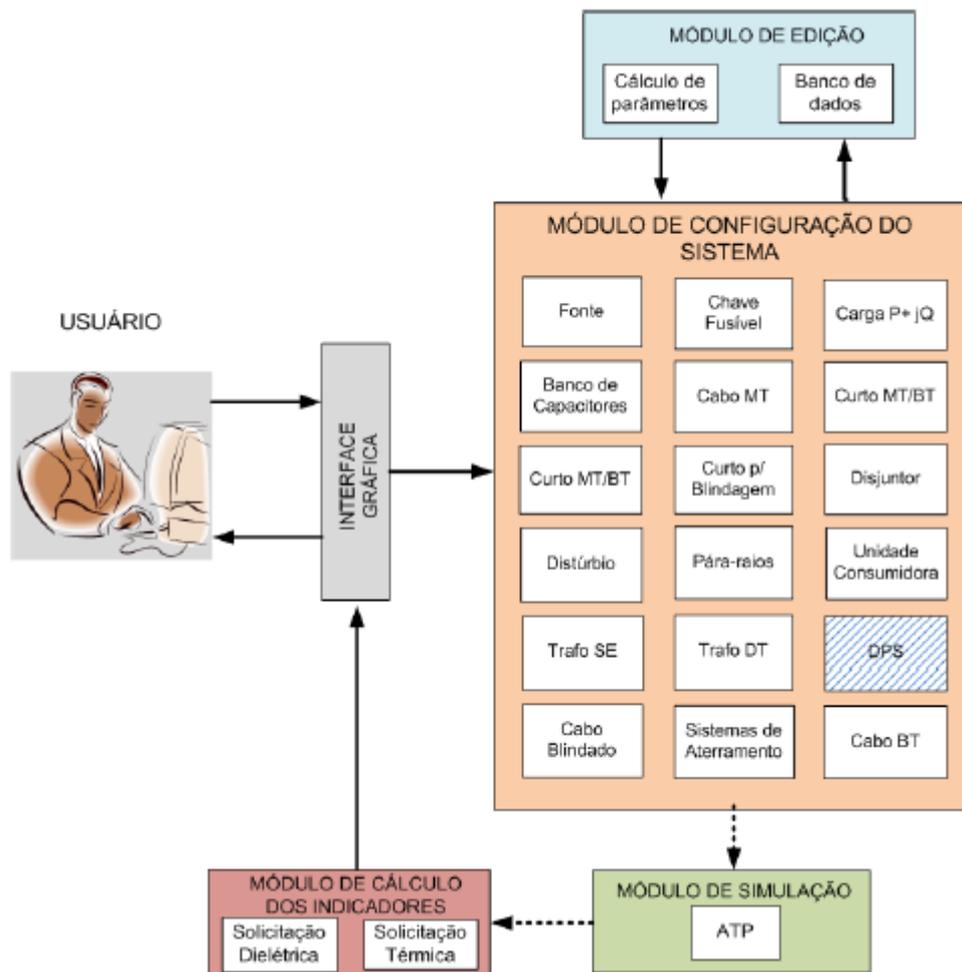
### 2.1 Revisão bibliográfica

A realização de ensaios computacionais é um fator importante dos trabalhos realizados ao longo dos anos, um software utilizado em trabalhos anteriores é o ATP (*Alternative Transient Program*) e o APR (Analisador de Pedidos de Ressarcimento), por mais que atualmente não seja permitido pela ANEEL, estes estudos são importantes para que futuramente, com os avanços das tecnologias, software como esses possam ser incluídos nos processos de análise. Para uma pesquisa onde utilizou-se 27 aparelhos eletroeletrônicos foi necessária a elaboração do circuito equivalente para cada um dos equipamentos no software. A plataforma permitiu a simulação da rede elétrica e a ocorrência de distúrbios na rede como distorções harmônica de tensão e de corrente, descargas atmosféricas, curtos-circuitos, flutuações de tensão e variação de tensão de curta duração. Para análise comparativa entre os distúrbios e as curvas de suportabilidade dielétrica e térmica utilizou-se o APR em conjunto ao ATP. Entre os estudos de casos, dois foram comparados com situações reais de uma distribuidora de energia, e chegou-se aos seguintes resultados, para um as simulações se mostraram em concordância com as empresas de distribuição de energia e em um segundo caso ocorreu uma divergência no resultado entre o método computacional e o processo habitual das empresas, onde a simulação comprovava que o ressarcimento era improcedente e a distribuidora considerou procedente (TAVARES, 2008).

O trabalho de Mendonça (2010), busca a melhoria das análises da comprovação do nexo causal do dano elétrico e para isso também utiliza o software APR, para este caso as simulações utilizaram os equipamentos como: refrigeradores, freezer, máquinas de lavar roupa e ares-condicionados foram melhorados para a utilização no software, permitindo que a avaliação utilizando a nova versão do simulador, obteve-se que o APR apresentou um bom funcionamento com adequada avaliação de desempenho de seus componentes e poderia ser utilizado para análise dos pedidos de indenização por danos elétricos.

O trabalho de Oliveira (2020) tem o objetivo de propor um modelo computacional elétrico do condicionador de ar, para isso foram obtidas as curvas de suportabilidade dielétrica e térmica, afim de comprovar a veracidade entre o dano e a causa. Os dados obtidos promoveram uma melhor compreensão das características do equipamento na presença de surtos de tensão e corrente. E assim, contribuindo para o aumento do acervo científico para a área de ressarcimento por danos elétricos.

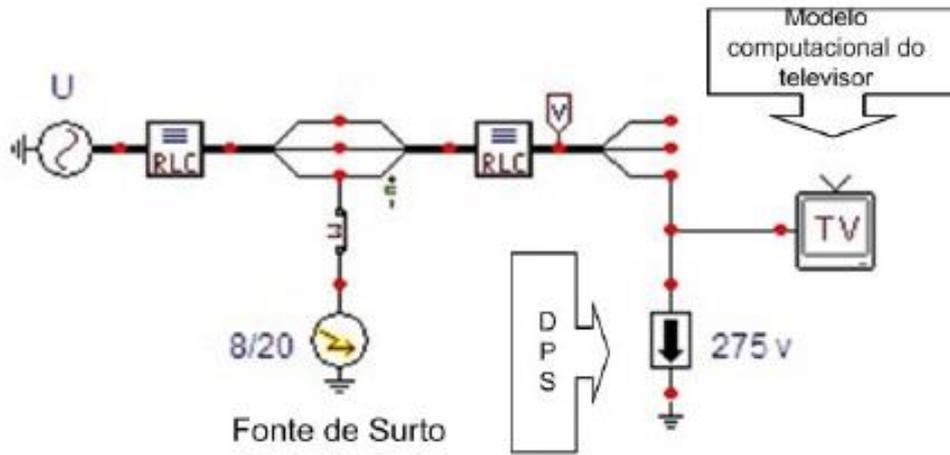
Além de trabalhos que buscam analisar a conexão entre a causa e o dano, um outro trabalho busca estudar a proteção por meio de implementação computacional de dispositivos mitigatórios. Neste caso, levou-se em consideração que as principais causas de danos foram manobras em circuitos e descargas atmosféricas e para proteção nestes casos o sistema proposto utilizou o DPS com o auxílio do uso das plataformas ATP e APR, na Figura 1 é apresentado a nova estrutura do APR com inserção do DPS. (SILVA, 2010).



**Figura 1 - Estrutura APR com DPS**  
Fonte: Silva (2010)

A simulação foi baseada em 4 casos reais que o ressarcimento foi efetuado, os mesmos apresentaram com o uso do DPS uma limitação dos valores de sobretensão e sobrecorrente,

para o caso relacionado a descarga atmosférica o uso do dispositivo foi eficaz impedindo o dano (SILVA, 2010). Na Figura 2, apresenta-se a montagem da simulação e a localização do DPS.



**Figura 2 - Montagem da simulação**  
**Fonte: Silva (2010)**

No trabalho de Gondim *et al.*(2010) tem-se o desenvolvimento de uma pesquisa que busca apresentar por meio de aplicativo computacional o comportamento das instalações quando submetidas a distúrbios originados no sistema de distribuição supridor e, considerando ainda, a presença ou não de aterramento nas residências e utilizando casos reais recebidos pela distribuidora.

O primeiro caso foi para um consumidor residencial, onde ocorreu a solicitação para um aparelho refrigerador e o segundo caso para um consumidor comercial que tratou sobre a solicitação de um ar-condicionado, baseado em informações coletadas pela distribuidora, realizou-se simulações de dois modos diferente, um utilizando sistema de aterramento na entrada do consumidor e outro sem aterramento (GONDIN *et al.* 2010).

Os dois casos apresentaram resultados que estavam de acordo com a resposta da distribuidora, admitindo a procedência do dano, também foi percebido que na presença de aterramento adequado, os eventos foram menos severos nos eletrodomésticos, mas não impediu que os limites de suportabilidade fossem ultrapassados. (GONDIN *et al.* 2010)

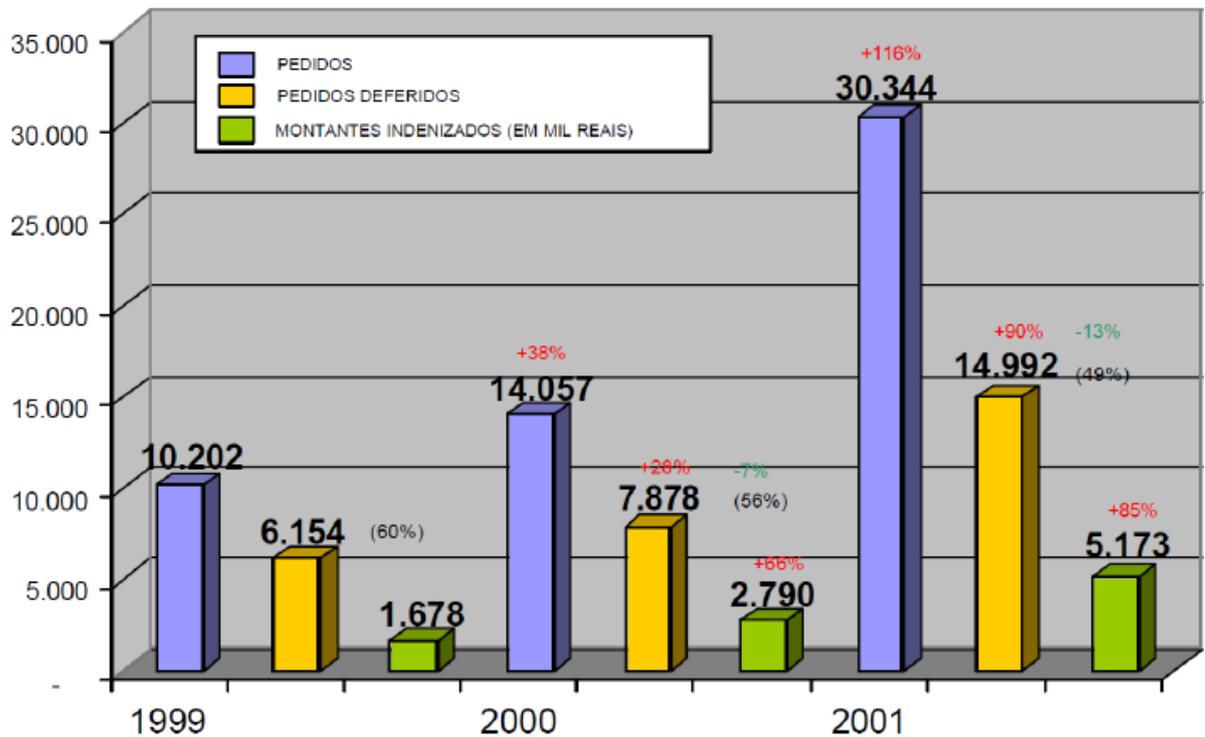
Outro trabalho, feito por Rezende *et al.* (2015), apresenta uma modelagem matemática para ares-condicionados utilizando a plataforma ATP, a fim de mostrar o potencial e a aplicabilidade da ferramenta para os processos de ressarcimento por danos elétricos. Este trabalho comprovou a potencialidade da ferramenta computacional desenvolvida, pois foram

realizadas comparações com estudos experimentais, permitindo que possa ser incluído os condicionadores de ar nos estudos de indenização por danos no software APR.

Almeida Junior (2016) buscou melhorar a análise do nexos causal no aplicativo computacional APR, este estudo direcionou-se para os efeitos das descargas atmosféricas diretas e indiretas. Após modificações no aplicativo selecionou-se um caso de dano em um microcomputador, causado por possível descarga atmosférica direta. Realizou-se simulações considerando “a incidência direta de uma descarga atmosférica e duas condições para a resistência do eletrodo de aterramento existente na entrada da instalação consumidora” e outra situação onde o raio ocorreu para diferentes pontos físicos próximos ao sistema de aterramento do consumidor (ALMEIDA JUNIOR, 2016). Os resultados mostraram a ocorrência de ultrapassagem dos limites da suportabilidade dielétrica dos equipamentos, demonstrando um bom uso do software.

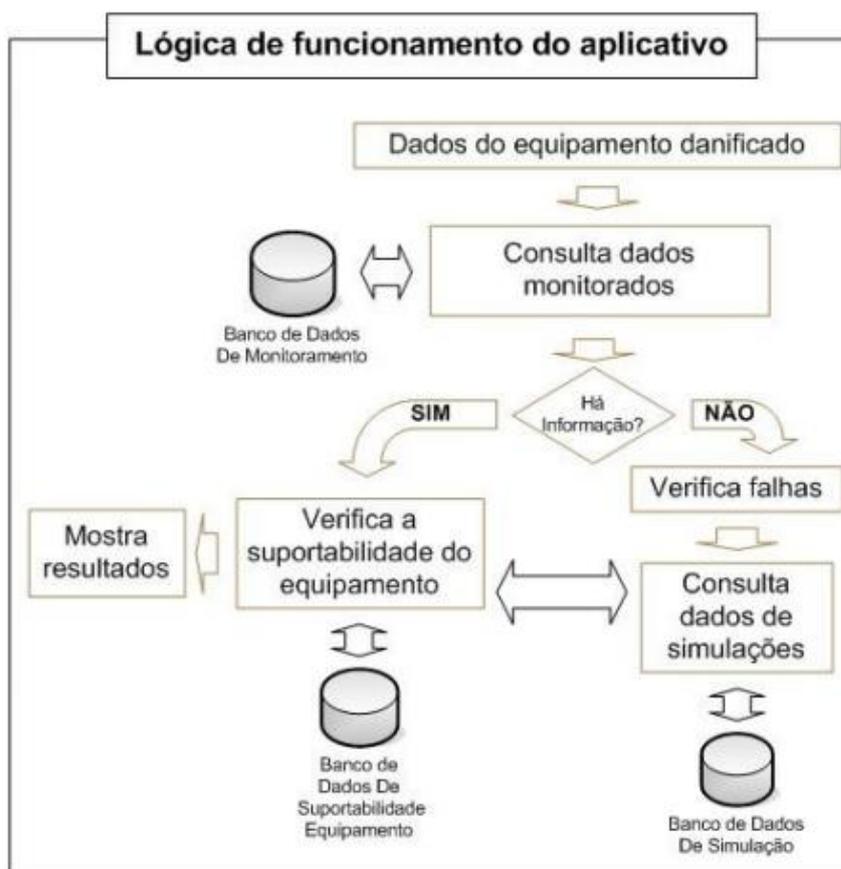
O trabalho de Medeiros (2018) buscou fazer uma análise em relação as manobras realizadas nas subestações da distribuidora e os possíveis danos elétricos, pois segundo as distribuidoras, a maioria dos pedidos de indenizações devem-se a manobras na rede. O estudo utilizou o software APR e concluiu a não procedência do objetivo do trabalho, visto que, dos 32 testes realizados com um televisor e um refrigerador em tensões diferentes de 127V e 220V, não houve nenhum dano aos equipamentos.

O trabalho de Salomão (2012), apresenta uma abordagem diferente, pois busca apresentar uma abordagem jurídica em relação ao ressarcimento por danos elétricos, explanando a fundamentação legal sobre o tema e o contexto sobre os danos elétricos em outros países. A pesquisa também apresenta dados estatísticos em relação ao número de pedidos de indenização, como o apresentado na Figura 3, que aborda o número de pedidos realizados entre 1999 e 2001 nas distribuidoras paulistas. A Figura 3, apresenta o número de pedidos recebidos, os deferidos e o valor pago em ressarcimento em cada ano, os dados apresentam um salto de 116% no número de pedidos de indenização no ano de 2001, demonstrando um crescimento no número de solicitações de ressarcimento ao longo dos anos.



**Figura 3 - Número de solicitações por danos para as distribuidoras paulista de 1999 e 2001**  
 Fonte: Salomão (2012)

Um trabalho de Fonseca *et al.* (2009), apresenta um estudo sobre uma ferramenta de apoio na decisão do ressarcimento por danos elétricos baseado na análise das perturbações de tensões e a suportabilidade dos equipamentos. A lógica de funcionamento do aplicativo baseou-se de acordo com o apresentado na Figura 4. Para o funcionamento desta ferramenta são necessários 3 bancos de dados, um do monitoramento da rede consultando os eventos de Variações de Tensão de Curta Duração, um de simulações pré-existentes e um da suportabilidade dos equipamentos, os resultados obtidos com o uso da ferramenta demonstram ser eficazes na análise donexo causal.



**Figura 4 - Lógica de funcionamento do aplicativo**  
 Fonte: Fonseca *et al.* (2009)

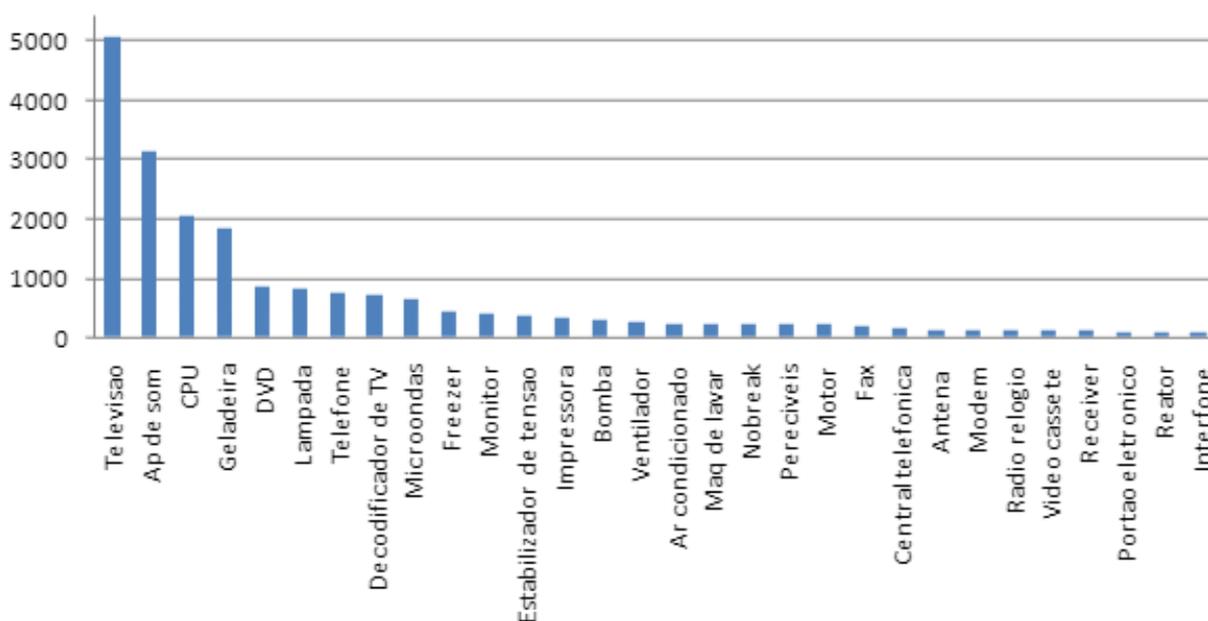
O trabalho de Kagan *et al.* (2008) apresenta uma análise em relação aos eventos de rede que podem ocasionar danos em equipamentos, no caso as principais perturbações verificadas foram as sobretensões (sustentadas e temporárias), subtensões sustentadas, afundamentos de tensão e interrupções temporárias, desequilíbrio de tensão/inversão de fases ou inversão fase-neutro (longa-duração) e sobretensões transitórias de manobra e de origem atmosférica. O trabalho também verificou a vulnerabilidade dos equipamentos, como por exemplo, informações sobre a suportabilidade dos aparelhos. Alguns dos aspectos importantes considerados na análise das sobretensões, são: o curto-circuito no primário e no secundário, abertura de fase no primário e no secundário, abertura do neutro primário e no secundário, transitórios de manobra e os surtos atmosféricos. O trabalho concluiu que o uso de dispositivos de proteção na entrada da unidade consumidora reduziu os níveis de sobretensão nos equipamentos (KAGAN, *et al.*, 2008).

No trabalho de Ribeiro (2014), é abordada a questão da responsabilidade das concessionárias diante dos danos elétricos, o autor faz uma abordagem não somente para danos elétricos a equipamentos domésticos, mas também no setor industrial. São apresentadas além

das regulamentações existentes, a visão do judiciário diante de processos de indenização por danos elétricos, que em pedidos de indenização realizado direto com a distribuidora foi negado e quando o cliente recorreu à justiça, foi entendido que era responsabilidade da distribuidora de energia pagar o ressarcimento.

Afim de verificar a relação entre os transitórios eletromagnéticos e os danos causados a equipamentos elétricos, o trabalho de Rott *et al.* (2012) realiza um estudo de caso utilizando-se de simulações e testes em um sistema de distribuição real. A análise considera a curva ITIC (*Information Technology Industry Council*), como resultado, concluiu-se que a maioria dos casos com transitórios eletromagnéticos estão dentro da suportabilidade de acordo com a curva e assim não ocorrendo dano ao equipamento (ROTT, *et al.*, 2012).

Já o trabalho de Ravaglio *et al.* (2010), apresenta uma análise da gestão e avaliação dos danos elétricos estudando os eventos elétricos que ocorrem nas redes de distribuição de energia elétrica da concessionária COELBA, o trabalho identifica possíveis causas e caracteriza a propagação de eventos pela rede. O estudo também realizou um levantamento dos equipamentos que mais solicitaram ressarcimento por danos elétricos, como mostra a Figura 5, observa-se que foram as televisões, seguida de aparelho de som.

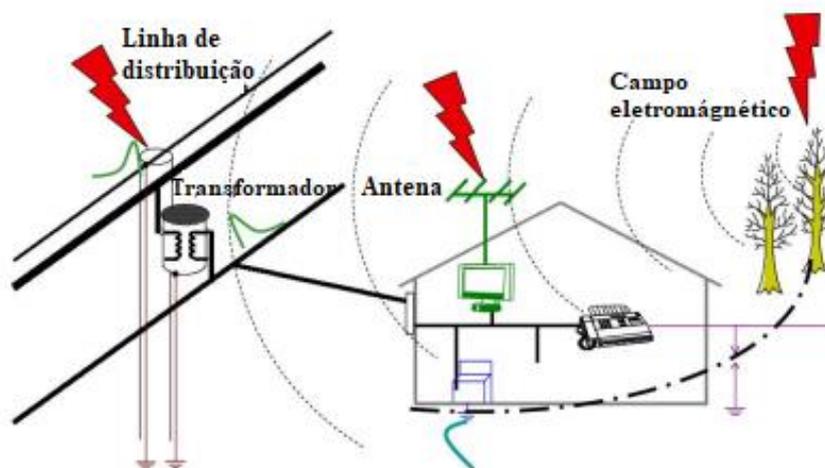


**Figura 5 - Equipamentos frequentes de reclamação na COELBA**  
 Fonte: Ravaglio *et al.* (2010)

O trabalho foi realizado por meio de simulações de manobras e defeitos em redes de distribuição de 15 kV e 34,5kV, também foram realizados ensaios de suportabilidade de

eletrodomésticos comuns em instalações residenciais e dos 49 eletrodomésticos avaliados, 17 apresentaram falha permanente durante os ensaios. (RAVAGLIO, *et al.*, 2010).

O trabalho de Sekioka *et al.*, (2010), busca averiguar as sobretensões ocasionadas por raios, em sistemas de baixa tensão, para quando um raio atinge o solo ou uma árvore, atinge diretamente uma linha de distribuição e quando incide direto em uma antena como é apresentado na Figura 6.



**Figura 6 - Locais que um raio pode atingir**  
Fonte: Sekioka *et al.* (2010)

O trabalho resultou nas seguintes conclusões, a intensidade da corrente de descarga depende do ponto de queda do raio, os resultados da simulação para sobretensões de raios dependem dos modelos e condições de simulação, a impedância de entrada dos eletrodomésticos é um fator importante e deve ser considerada para uma análise precisa de sobretensão, a queda de um raio em uma antena gerou tensões e correntes muito mais altas do que relâmpagos indiretos ou quando atinge a rede de distribuição e os dispositivos de proteção demonstraram a sua eficácia nos casos analisados (SEKIOKA, *et al.* 2010)

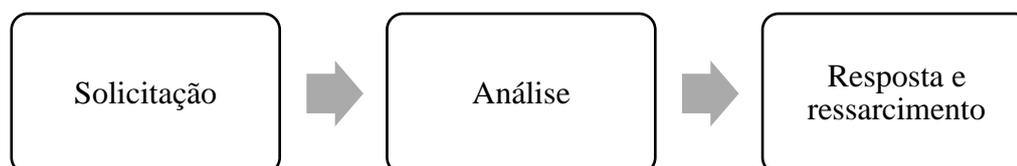
Outro trabalho que também aborda sobre o uso do DPS, foi desenvolvido por Piparo *et al.* (2016) que apresenta uma avaliação sobre a probabilidade de ocorrer um dano em um equipamento protegido pelo DPS. O trabalho conclui que é eficaz a utilização dos dispositivos, pois reduzem os riscos de danos aos equipamentos, porém é necessário que seja verificado a capacidade do DPS, para que seja escolhido o melhor sistema para o local que se deseja proteger.

## 2.2 Regulamentação para ressarcimento por danos elétricos

Na ocorrência de um evento na rede elétrica que gere um dano ao consumidor é estabelecido que o mesmo pode solicitar uma indenização devido aos danos sofridos. A ANEEL estabelece na Resolução nº499 de julho de 2012, a aprovação do Módulo do 9 do PRODIST – Ressarcimento de danos elétricos e altera alguns pontos da Resolução nº 414/2010, assim passa vigorar a partir de novembro do mesmo ano.

Antes da Resolução da ANEEL nº 499 de 2012, os pedidos de ressarcimento por danos elétricos eram geridos pela Resolução Normativa ANEEL nº61, de 29 de abril de 2004, esta resolução estabelecia as disposições relativas ao ressarcimento de danos elétricos em equipamentos elétricos instalados em unidades consumidoras, causados por perturbação ocorrida no sistema elétrico. Os prazos vigentes, por exemplo, para vistoria, resposta e pagamento de ressarcimento de danos elétricos foram reduzidos.

Durante o processo de ressarcimento, a concessionária investiga a existência do nexo causal, considerando inclusive os registros de ocorrências na sua rede e observando os procedimentos dispostos no Módulo 9 (ANEEL, 2010). Este processo se baseia em três etapas principais, como mostrado na Figura 7. Onde é iniciado pela solicitação, seguido pela análise dos processos e por último a resposta e o ressarcimento quando procedente.



**Figura 7 - Etapas do ressarcimento de danos elétricos.**

Fonte: Autor (2020)

É estabelecido que as solicitações de ressarcimento sempre devem ser recebidas pelas distribuidoras, que deverá analisar e responder para o consumidor, sem que haja a necessidade do consumidor se deslocar do município que reside em nenhuma etapa do processo (ANEEL, 2012).

São colocados como responsabilidade das distribuidoras os seguintes pontos: disponibilização de meios para o recebimento das solicitações de seus consumidores, realizar uma análise imparcial das solicitações, sempre atuar de acordo com normas pertinentes, prestar informações aos consumidores acerca do direito de ser ressarcido por danos ocorridos em função dos serviços de energia elétrica, solicitar ao consumidor, em tempo hábil, todas as informações necessárias à análise da solicitação, emitir resposta por escrito ao consumidor e

ressarci-lo pelos danos reclamados, exceto nos casos de indeferimento previstos no Módulo 9 e organizar e manter um processo específico para cada solicitação de ressarcimento de danos elétricos (ANEEL, 2012).

A primeira etapa é a solicitação, onde o cliente por meio de telefone, internet ou presencialmente manifesta que algum equipamento da sua residência apresentou problema por provável falha no sistema elétrico da distribuidora local. Algumas empresas dispõem de aplicativos e estes também podem ser utilizados para realizar a solicitação. Por exemplo, na empresa Elektro, no seu site encontra-se um formulário (Figura 8) que após preenchido pode ser entregue nas Agências presencialmente ou por meio do WhatsApp, junto com o restante dos documentos comprobatórios.

No formulário são solicitadas informações do solicitante, como nome e meio de comunicação, os dados da unidade consumidora, como o endereço, finalmente, informações sobre a ocorrência, com possível data e hora.



A distribuidora pode indeferir o processo imediatamente nos seguintes casos: antes da resposta, houver pendência de responsabilidade do consumidor por mais de noventa dias consecutivos e este tiver sido devidamente comunicado conforme regulamentação vigente ou se a perturbação que tenha dado causa ao dano reclamado tiver ocorrido em função de Situação de Emergência ou de Calamidade Pública decretada por autoridade competente. (ANEEL, 2012)

A distribuidora pode realizar uma verificação dos equipamentos na unidade consumidora e também pode pedir um laudo de oficina, que deve constar detalhes sobre os problemas apresentados no equipamento reclamado, informando assim se houve queima da fonte do equipamento. Com isso, é possível comprovar a relação do dano com a origem elétrica, podendo ser inserido um orçamento para o conserto em caso de defeito (ANEEL, 2012).

Na Figura 9 é apresentado um modelo de laudo de uma distribuidora, que solicita informações como número de série, modelo, marca, valores de peça, mão de obra e também informações sobre a oficina, como CNPJ e CREA quando existir.

LAUDO E ORÇAMENTO DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA

NOME DO CLIENTE:.....E-MAIL .....

PROTOCOLO SOLICITAÇÃO RESSARCIMENTO COPEL.....

ENDEREÇO:.....FONE:..... / .....

DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO: TIPO:.....MARCA:.....

MODELO:.....Nº SERIE.....

TENSÃO.....(V)

EQUIPAMENTO CONSIDERADO SEM CONserto? .....SIM ..... NÃO

MOTIVO .....

Obs: 1- No caso de perda total também é obrigatório a descrição dos componentes avariados  
2- Não informar valores de peças e mão de obra quando for perda total do equipamento

FONTE DE ALIMENTAÇÃO DE ENTRADA AVARIADA .....SIM ..... NÃO

CAUSA PROVÁVEL DOS DANOS .....

COMPONENTE(S) AVARIADO(S)

Obs: A não descrição dos dados técnicos implicará na solicitação de um novo laudo

Descrição	Especificação	Código	PEÇAS	MÃO-DE-OBRA
			R\$	R\$
.....	.....	.....	R\$	R\$
.....	.....	.....	R\$	R\$
.....	.....	.....	R\$	R\$
.....	.....	.....	R\$	R\$

VALOR TOTAL COM O REPARO DO EQUIPAMENTO R\$ .....

RAZÃO SOCIAL DA EMPRESA/PROFISSIONAL AUTÔNOMO.....

ENDEREÇO:.....

FONE:..... CNPJ/CPF.....

TÉCNICO RESPONSÁVEL:..... CREA (SE EXISTENTE):.....

ASSINATURA:.....

*"DECLARO QUE AS INFORMAÇÕES ACIMA SÃO A EXPRESSÃO DA VERDADE, ESTANDO CIENTE DAS IMPLICAÇÕES LEGAIS NA APURAÇÃO DAS MESMAS."*

LOCAL:..... DATA:.....

CARIMBO DA EMPRESA(SE POSSUIR)

OBS: UTILIZAR PREFERENCIALMENTE ESTE FORMULÁRIO. PREENCHER TODOS OS CAMPOS SOLICITADOS.

**Figura 9 - Modelo de Laudo de oficina disponibilizado pela distribuidora COPEL.  
Fonte: COPEL (2021)**

Em uma outra distribuidora, após o cliente realizar a solicitação, é enviado uma carta junto com um modelo de laudo a ser seguido, como o mostrado na Figura 10, caso a oficina tenha um modelo próprio, o mesmo deve ser em papel timbrado da oficina e conter as mesmas informações do modelo, após preenchido deve ser entregue na agência ou posto de atendimento.

<p><b>Prezado Cliente:</b> Favor preencher os dados sob sua responsabilidade e solicitar à oficina de sua escolha, o preenchimento dos demais campos. Em seguida, entregar este formulário/Laudo em uma de nossas Agências ou Postos de Atendimento. Opcionalmente, poderá ser utilizado formulário próprio, em papel timbrado da oficina, desde que os dados solicitados abaixo sejam informados.</p> <p><b>IMPORTANTE:</b> PARA CADA EQUIPAMENTO DEVERÁ SER PREENCHIDO UM LAUDO/FORMULÁRIO. NÃO PODERÁ CONTER RASURAS.</p>		<p>CARIMBO COM CNPJ DA OFICINA</p>	
PROTOCOLO:		(VER ESTE NÚMERO NA CARTA RECEBIDA)	
<b>MODELO DE LAUDO E ORÇAMENTO</b>			
<b>DADOS DA OFICINA</b>		CNPJ	
NOME DA OFICINA		TELEFONE	
E-MAIL		CONTATO	
<b>OPÇÕES PARA RECEBIMENTO DO RESSARCIMENTO.</b> Se houver débitos de conta de energia na sua instalação, o valor a ser ressarcido será deduzido do débito existente. Se ainda restar saldo, este será pago através da forma de pagamento escolhida. (marque com X a opção desejada)			
<input type="checkbox"/>	Crédito na Fatura/Conta de Energia Elétrica	<input type="checkbox"/>	Crédito em Conta Corrente ou Poupança
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Ordem de Pagamento
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Cheque Nominal
<b>DADOS DO CLIENTE</b> (devem ser os mesmos dados do titular da conta de energia elétrica)			
NOME			
ENDEREÇO			
CIDADE		BANCO	
TELEFONE		CONTA CORRENTE (com dígito)	
E-MAIL		AGÊNCIA (com dígito)	
CPF/CNPJ		CIDADE	
<b>DADOS DO EQUIPAMENTO</b>			
APARELHO			
MARCA			
MODELO		Nº DE SÉRIE	
TENSÃO E FREQUÊNCIA (ESPECIFICADAS NA PLACA)		TENSÃO NA TOMADA ONDE O EQUIPAMENTO ESTÁ LIGADO (110 ou 220)	
ESTADO DO EQUIPAMENTO			
TEMPO DE USO (MESES) OU MÊS / ANO DE FABRICAÇÃO		PODE SER CONSERTADO? (sim/não)	IMPORTADO (sim/não)
		FALTA ALGUM COMPONENTE? (sim/não)	ESTÁ NA GARANTIA DE FABRICA (sim/não)
<b>LAUDO E ORÇAMENTO</b>			
CAUSA PROVÁVEL DO DANO			
DEFEITOS VERIFICADOS NO EQUIPAMENTO / OBSERVAÇÕES			
<b>Importante: A descrição das peças a serem substituídas deverá facilitar a sua identificação no mercado.</b>			
DESCRIÇÃO DAS PEÇAS	QUANTIDADE	TIPO DO PROBLEMA	VALOR (R\$)
DATA		VALOR TOTAL DAS PEÇAS	
TÉCNICO RESPONSÁVEL		MÃO DE OBRA	
ASSINATURA		TOTAL	

Figura 10 - Exemplo de Modelo de laudo

A distribuidora pode exigir no máximo dois laudos de oficina ao cliente, porém para casos de oficinas credenciadas só pode um laudo e orçamento, sendo que a oficina deve estar localizada no mesmo município da residência do cliente, nos casos em que a distribuidora exija uma oficina de outro município, a mesma deve arcar com os custos do deslocamento (ANEEL, 2010).

Caso o laudo de oficina apresente que o equipamento funciona perfeitamente ou que o mau funcionamento não tem causa elétrica ou caso a fonte de alimentação não apresente dano, o processo é indeferido, para os casos que o laudo confirme causas elétricas no dano do equipamento o mesmo é ressarcido após a confirmação que ocorreu evento na rede elétrica (ANEEL, 2012).

Durante a análise pode ser realizada a verificação *in loco*, onde uma equipe da distribuidora irá verificar o equipamento requerido na residência do cliente, a verificação deve ser agendada com antecedência e só pode ser feita até 10 dias após a solicitação, porém para equipamentos utilizados para o acondicionamento de produtos perecíveis o prazo é reduzido para 1 dia útil (ANEEL, 2012).

Após a análise é enviado a resposta para o cliente, o prazo para a resposta é de 15 dias após a verificação *in loco* ou da data de solicitação nos casos em que não ocorreu verificação. Na Tabela 1 são mostrados os textos padrões para motivos de indeferimentos que deve ser enviado ao consumidor (ANEEL, 2012).

**Tabela 1 - Textos padrão para justificar o indeferimento**

<b>A</b>	“A solicitação de ressarcimento foi recebida fora do prazo de 90 (noventa) dias após a ocorrência do dano.”
<b>B</b>	“Conforme _____ ( <i>documento que deu ciência ao consumidor acerca da suspensão do prazo</i> ), foi requerida informação ao solicitante e a resposta não foi protocolada em 90 (noventa) dias após o recebimento do mesmo por V. S. <sup>a</sup> ”
<b>C</b>	“Foi encontrado registro de anomalia que afetou a unidade consumidora, mas esta se deu em função de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública, conforme o Decreto nº _____”
<b>D</b>	“Segundo o Laudo de Oficina, o defeito apresentado não tem origem elétrica ou o equipamento não apresentou defeito”;
<b>E</b>	“Durante Verificação realizada no dia __/__/__, foi constatado que o equipamento objeto da solicitação estava em funcionamento ou não foi encontrado na unidade consumidora.”;
<b>F</b>	“Durante Verificação realizada no dia __/__/__, foi constatado que o equipamento objeto da solicitação foi consertado sem autorização prévia da distribuidora.”
<b>G</b>	“Não há registro de perturbação no sistema elétrico que possa ter afetado a unidade consumidora para a data e hora aproximadas informadas da ocorrência do dano.”;
<b>H</b>	“Foi encontrado registro de perturbação no sistema elétrico que afetou a unidade consumidora, mas esta não poderia ter causado dano em equipamento resistivo.”;
<b>I</b>	“Foi encontrado registro de perturbação no sistema elétrico que afetou a unidade consumidora, mas como a fonte de alimentação elétrica do equipamento está em perfeito estado de funcionamento, conclui-se que a ocorrência registrada não causou o dano reclamado.”;
<b>J</b>	“Durante Verificação realizada no dia __/__/__ foi constatado que o dano reclamado foi causado pelo uso incorreto do equipamento, ou por inadequação na instalação interna da unidade consumidora ou por uso de carga que provoca distúrbios e danos ao sistema elétrico de distribuição.”
<b>K</b>	“O dano reclamado ocorreu em função de realização de procedimento irregular ou por irregularidade no sistema de medição, conforme constatado em Verificação realizada no dia __/__/__ e o TOI nº _____.”
<b>L</b>	“Conforme previamente agendado, o representante da distribuidora compareceu na unidade consumidora no dia __/__/__, durante o período _____ ( <i>matutino ou vespertino</i> ), para realização da Verificação. Na oportunidade, o acesso ao imóvel foi impossibilitado.”

**Fonte: Adaptado de ANEEL (2012)**

No caso do ressarcimento ser deferido, o pagamento deve ser feito em até vinte dias após a resposta ter sido enviada para o consumidor. A distribuidora pode realizar o pagamento para: conserto do equipamento danificado, substituição do equipamento danificado por outro equivalente e pagamento em moeda corrente em valor equivalente a um equipamento novo ou em valor equivalente ao conserto (ANEEL, 2012).

De acordo com o § 3º da Resolução Normativa nº414 da ANEEL, quando o pagamento for feito em moeda corrente deve ser atualizado pelo IGP-M (Índice Geral de Preços – Mercado), “no período compreendido entre o segundo dia anterior ao vencimento do prazo disposto no caput e o segundo dia anterior à data da disponibilização do ressarcimento.” (ANEEL, 2010). A distribuidora também não pode solicitar nota fiscal de conserto ou de compra.

A regulamentação brasileira não permite que seja utilizado a depreciação dos equipamentos no cálculo do pagamento, porém outros países, como por exemplo, a China leva em consideração a depreciação de acordo com a vida útil do equipamento, na Tabela 2 é mostrado a vida útil considerada para os equipamentos.

**Tabela 2 - Vida útil equipamentos na China**

<b>Equipamentos</b>	<b>Vida útil</b>
Eletrônicos: tais como televisores, aparelhos de som, gravadores de vídeo, carregadores, etc.	10 anos
Motores: tais como geladeiras, condicionadores de ar, máquinas de lavar roupa, ventiladores elétricos, aspirador, etc.	12 anos
Aquecimento elétrico com resistência: tais como panela de arroz, aquecedor elétrico de água, bule elétrico, etc.	5 anos
Fonte de luz elétrica: lâmpada incandescente, lâmpada de descarga de gás, lâmpada de escurecimento, etc.	2 anos

**Fonte: China (1996)**

No Brasil é considerada a depreciação nos pagamentos realizados pelas seguradoras, as Tabelas 2 e 3 apresentam valores de depreciação utilizadas pelas seguradoras Santander e Porto Seguro. Observa-se que os equipamentos com até um ano de uso não são depreciados e os equipamentos de informática apresentam as maiores depreciações.

Tabela 3 - Depreciação Seguros Santander

<b>Tempo de Uso</b>	<b>Equipamentos de Informática e Equipamentos Eletrônicos Portáteis</b>	<b>Eletroeletrônicos, Eletrodomésticos, Máquinas e móveis</b>
<b>Até 1 ano</b>	0%	0%
<b>Até 2 anos</b>	25%	15%
<b>Mais de 2 anos</b>	40%	20%

Fonte: Adaptado de Santander (2020)

Tabela 4 - Depreciação Porto Seguro

<b>Tempo de Uso</b>	<b>Computadores (Desktop), exceto Notebooks</b>	<b>Utensílios domésticos, eletrodomésticos e demais equipamentos elétricos e eletrônicos (exceto TV Plasma/LCD)</b>	<b>TV de Plasma/LCD</b>
<b>Até 1 ano</b>	0%	0%	0%
<b>Até 2 anos</b>	30%	20%	20%
<b>Até 4 anos</b>	50%	30%	40%
<b>Até 6 anos</b>	70%	40%	60%
<b>Até 8 anos</b>	90%	50%	70%
<b>Acima de 8 anos</b>		70%	80%

Fonte: Adaptado de Porto Seguro (2020)

Após as etapas de análise e reposta, é necessário que seja organizado um processo específico para cada solicitação de danos. Este processo tem objetivo de reunir todos os documentos gerados e utilizados durante a análise e que comprovem que foi efetuado o pagamento, cada processo deve ser armazenado por um período de 5 anos, cabe a distribuidora

ser responsável pela abertura, instrução, manutenção e guarda dos processos específicos. Esses processos servem como segurança para as distribuidoras nos casos de pedidos de reanálise ou fiscalização (ANEEL, 2012).

Além da regulamentação estabelecida pela ANEEL, o código de defesa do consumidor (CDC) estabelece no Art. 14 que “O fornecedor de serviços responde, independentemente da existência de culpa, pela reparação dos danos causados aos consumidores por defeitos relativos à prestação dos serviços” (BRASIL,1990) e isso ajuda ao consumidor na busca da reparação do dano sofrido.

## **2.3 Nexo causal**

Para que um pedido de ressarcimento seja deferido é necessário que seja comprovado o nexos causal, o mesmo trata-se da relação entre uma perturbação no sistema elétrico que possa ter causado o dano ocorrido na unidade consumidora, uma boa análise garante que a comprovação do nexos causal seja a mais precisa possível.

Para a correlação de um registro de evento e o pedido de ressarcimento, é preciso que duas condições sejam atendidas, a primeira é a condição temporal, onde o evento deve ter ocorrido dentro de uma janela de tempo de acordo com as informações fornecidas pelo consumidor. A outra condição é a física, ou seja, o evento ocorreu dentro de uma área que pode afetar a unidade consumidora.

Algumas perturbações consideradas nesses casos são: atuação de quaisquer dispositivos de proteção à montante da unidade consumidora, inclusive religadores automáticos, ocorrências na subestação de distribuição que pudesse ter afetado a unidade consumidora, manobras programadas ou emergenciais, mesmo que avisadas com antecedência, qualquer evento no sistema de transmissão que possa ter afetado a unidade consumidora e eventos provocados por ação da natureza, agentes a serviço da distribuidora ou terceiros que provoquem alteração nas condições normais de fornecimento de energia elétrica (ANEEL, 2012).

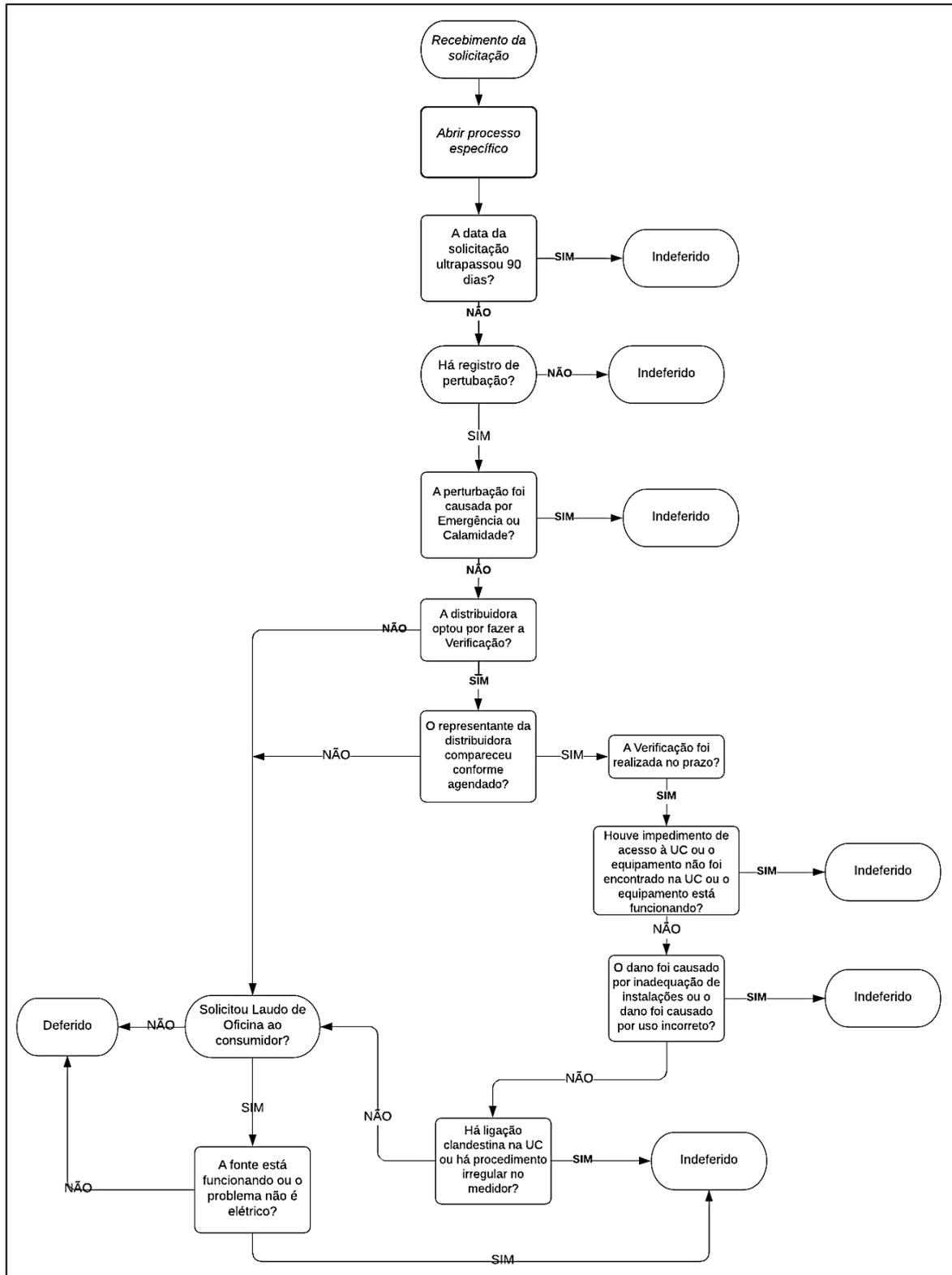
É de responsabilidade da distribuidora a verificação de nexos de causalidade sobre o pedido de indenização por danos, sendo assim, também é responsável pela identificação das possíveis causas.

Durante o processo de verificação *in loco*, caso a empresa constate que as instalações elétricas da unidade consumidora apresentam inadequações que seja a causa do dano ao equipamento ou que o problema foi devido ao uso incorreto, ou caso seja verificado o uso de carga na unidade consumidora que provoca distúrbios ou danos ao sistema elétrico de

distribuição mesmo havendo ou não indícios de perturbação é considerado que o nexo causal é inexistente (ANEEL, 2012).

Alguns autores consideram o pagamento do ressarcimento baseado somente no nexo de causalidade como falho, por exemplo, como é salientado por Oliveira (2020) os laudos utilizados para comprovar a causalidade não exigem informações extras, como tolerância dos equipamentos e comportamento perante problemas de qualidade e assim limita as distribuidoras a saber com exatidão se realmente a causa foi um distúrbio na rede.

De forma geral as distribuidoras realizam a análise do nexo causal de acordo com o fluxograma mostrado na Figura 11. Iniciando pelo recebimento da solicitação, em seguida na análise verifica a ocorrência de eventos, pode-se também realizar vistoria e pode ser solicitado os laudos de oficina e após isto o processo é deferido ou indeferido.



**Figura 11 - Fluxograma análise do nexa causal.**  
**Fonte: Adaptado de ANEEL (2019)**

Existem também alguns estudos que buscam desenvolver sistemas computacionais que possam ser utilizados para a análise do nexa causal, porém ainda existe uma resistência por parte da agência reguladora sobre o uso dos mesmos. Assim, em maio de 2015, por meio da

Portaria n° 3.533, foi aprovado a criação da Súmula ANEEL n° 15/2015 que tratava sobre simulações computacionais para eventos de rede, com os seguintes termos: "Simulações computacionais não são suficientes para afastar a presunção denexo de causalidade de perturbações na rede com danos elétricos em equipamentos de consumidores e não eximem a distribuidora da responsabilidade pelo ressarcimento"(ANEEL, 2015).

Para melhor exemplificar como ocorre o procedimento de análise, as figuras a seguir apresentam o passo a passo de um processo feito por uma distribuidora. Na Figura 12, encontra-se os dados gerais do processo, como o nome do cliente, data da possível ocorrência e equipamento danificado, a partir desse ponto, inicia-se a investigação para comprovar o nexo causal.

**Figura 12 - Exemplo de processo de dano elétrico**  
Fonte: Assis (2019)

Na Figura 13, é possível verificar um registro de ocorrência que é preenchido pelas equipes do campo, e que possibilita a comprovação do tipo de ocorrência na rede, informando localização, detalhes e possíveis causas.

Detalhes da Ocorrência Encerrada

**Ocorrência** Abrangência Defeito *Instalação Transformadora* Defeito/Falha *17108*  
 Número *2019-80316* Equipamentos *1 / 17108*

**Auditoria** Usuário de Criação *NLR*  
 Controle *Atendimento* Abrangência Original *Instalação Transformadora* Defeito/Falha Original *17108*

**Localização** Proprietário UT *COMPANHIA*  
 Alimentador *STR L8 - PARTE DE BAYEUX, BRASCORDA, ALTO DA BOA VISTA, VARZEA NOVA.*  
 Localidade *SANTA RITA* Localização *Urbano* Tipo *Não Programada* Operadores

Endereço do P.D.F. :  
 Início da Ocorrência *23/03/2019 02:34:00* Final da Ocorrência *23/03/2019 15:50:00* Operador *PJGA*

**Detalhes**  Consumidores Faturados  Consumidores Totais  
 Clientes Afetados *375* Clientes Especiais Afetados *0* Clientes VIPs Afetados *0* Informações Importantes **Sim**

**Tipos de Aviso**  Avisos enviados pelo correio  Avisado localmente  Avisado por Rádio/Grnd **Comunicações** *106*

Observações: **Causa** | Serviços | Horários | Eletricistas | Odômetros | Dec/Fec | Materiais Utilizados | Int. Sit. de Emergência | Equipes e Serviços

**Observações sobre a Causa**  
 EM LOCO COMP 17108 AVARIADO O MESMO TODO QUEIMADO NÃO EXISTE GLV FICA NA MESMA ESTRUTURA DA LINHA TRONCO CHAVE E TRAFÓ NA MESMA ESTRUTURA REPASSAR PARA A MANUTENSAO.  
 EM LOCO COMP 17108 AVARIADO O MESMO TODO QUEIMADO NÃO EXISTE GLV FICA NA MESMA ESTRUTURA DA LINHA TRONCO

Condições do Tempo *Normal*  
 Níveis de Tensão *127/220/380 Volts*  
 Interrupção? *Sim*

**Causa da Ocorrência**  
 DISTRIBUIÇÃO NÃO PROGRAMADA  
 TRANSFORMADOR  
 QUEIMADO POR SOBRECARGA

Notas de Serviço | Manobras | Detalhar FD | Clientes Alingidos | Mensagens | Log Mens. Cliente | Sair

Figura 13 - Registro de ocorrência  
 Fonte: Assis (2019)

O passo seguinte da investigação, é verificar qual transformador está ligado a unidade consumidora reclamante, além de também verificar o alimentador e a subestação, como pode ser vista na Figura 14.

Detalhes da Unidade Transformadora

**Unidade Transformadora** 17108 BT - ESTAÇÃO TRANSFORMADORA Coordenadas: 947500,91+ 9246579,99 Alimentador: STR - L8 Bico de Rede Primária: 3975

Dados do Último Projeto  
 Data: Projeto: CADASTRO Código ANEEL

Regional: REGIONAL LESTE Localização: Urbano Configuração: Radial  
 Distrito: SANTA RITA Proprietário: COMPANHIA Estado: Ligado  
 Local: SANTA RITA Posto: POSTE Contém espaçador: Não Carreg. Atual  
 Endereço: Desenergizado: Não Data Cálculo: RECALCULE! Perdas: Queda Perdas

Curvas de Carga P:  Clientes  Instalação (Medida)  
 Potência Nominal (kVA): 45 Capac. Chave(A): 0 Delta / Estrela aterrado  
 Potência Térmica (kVA): 45 Capac. Elo(A): 0 Defasagem Angular (Graus): 0  
 Fator de Carga (%): 62,7 Capac. Int. As. (A): 0  
 Índice Desco (%): 23,9 Capitalizado: Não  
 Foscos: ABC Banco de Transformadores: Não  
 Comprimento de Rede: 2536,62

Dados Elétricos | Perdas | Transformadores | Clientes

Instante de Cálculo: **Máxima da Instalação**  
 Dia: Úteis  
 Horário: 16

Tensão (V)	Módulo	Ângulo	Fase A	Fase B	Fase C	Total
Fase A:	209,2	-1,9	kVA 37,05	29,43	23,48	89,96
Fase B:	214,7	239,2	kW 33,25	28,19	29,97	80,41
Fase C:	215,6	119,3	kVAr 16,33	15,43	10,57	40,33

Distribuição de Carga (%)  
 Potência Constante: 60  
 Impedância Constante: 20

Consumo de Iluminação Pública  
 Ativo (kWh): 0,0  
 Reativo (kVAh): 0,0

Corrente (A)	Módulo	Ângulo	Atual
Fase A:	176,1	332,6	Queda de Tensão (%) 11,2
Fase B:	136,4	212,4	Carregamento (%) 249,0
Fase C:	106,5	92,9	Perdas de energia RS (%) 0,0

Impedância de Alimentação  

	Primário	Secundário
Resistência	4,00	4,00
Reatância	3,00	3,00

Equipamentos | Rede Elétrica | Clientes | Iluminação | Apêndice | Curva de Carga | Defasagem Angular | Conjunto Elétrico | Relador | Sair

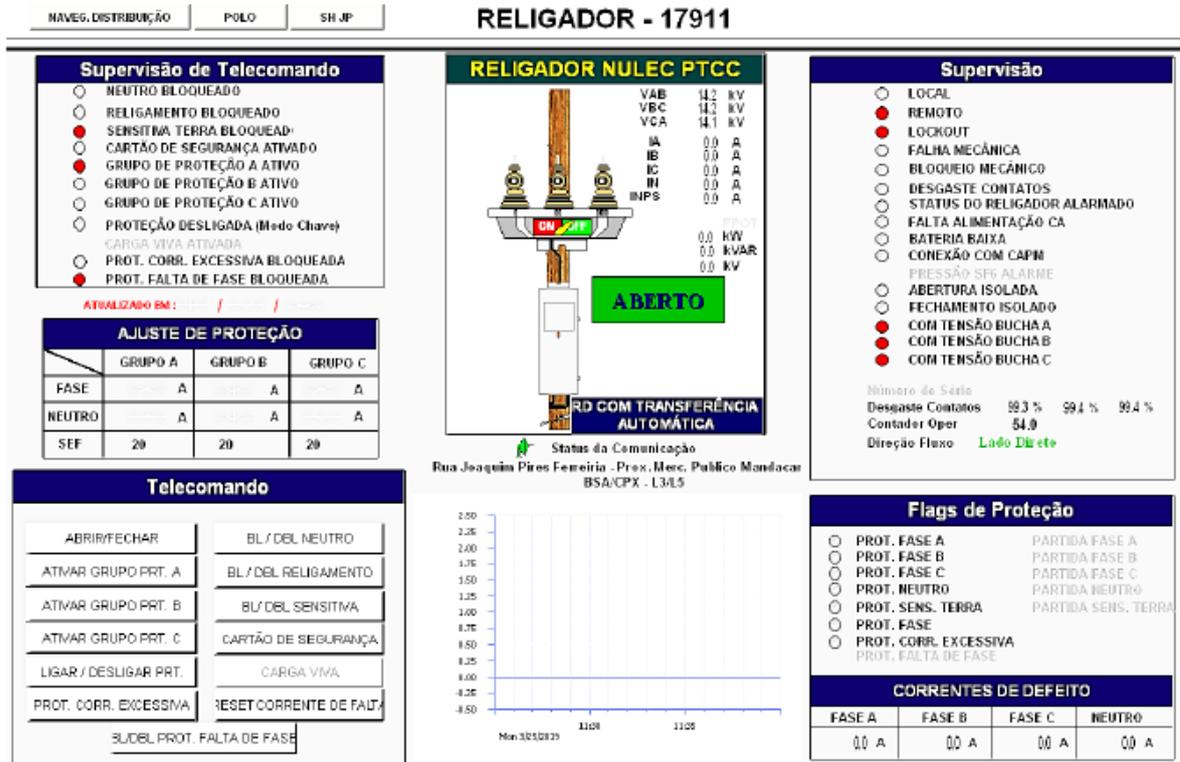
Figura 14 - Dados do transformador  
 Fonte: Assis (2019)

Após a identificação de qual subestação atende o cliente reclamante, é possível acessar o diagrama da mesma e realizar uma busca para detecção de eventos que possam estar relacionado ao pedido de indenização, como pode ser visto na Figura 15, são apresentadas as descrições de ocorrência para uma determinada subestação correspondente ao cliente solicitante, para este caso existe um evento com possível causa ocasionado por terceiros, descrito como animais (ASSIS, 2019).

**Figura 15 - Cadastro de ocorrências subestação**  
**Fonte: Assis (2019)**

Vale ressaltar que com a automatização das subestações é possível realizar manobras remotas e monitoramento da rede, como por exemplo, consultar medições de tensão, corrente e potência em tempo real, o que pode ser bastante útil na análise do nexos causal, pois também é possível extrair dados de medições de tensão nos barramentos ou equipamentos específicos, realizar a extração de alarmes acionados em horários próximos ao informado pelo solicitante.

Outra consulta que também pode ser realizada são os religadores automáticos, estes por serem automatizados e monitorados, permite que se extraia o relatório de ocorrências no momento informado pelo cliente solicitante do ressarcimento. Na Figura 16, pode ser visto um exemplo de monitoramento de um religador automático para uma distribuidora brasileira.



**Figura 16 - Exemplo de monitoramento de um religador automático**  
Fonte: Assis (2019)

A análise dos eventos na rede é importante para a comprovação do nexso causal, onde algumas empresas utilizam as informações de registros de ocorrência na rede e restabelecimento da energia elétrica na unidade consumidora, verificando 1 dia antes e até 1 dia depois do período informado pelo cliente. Estas informações de eventos na rede são importantes para as distribuidoras que além de garantir uma melhor análise do nexso causal, preservam a qualidade e a confiabilidade do fornecimento de energia elétrica.

## 2.4 Distúrbios elétricos

Para o melhor funcionamento dos equipamentos elétricos é necessário que a energia cumpra padrões mínimos de qualidade. É um longo trajeto percorrido desde da geração até chegar ao usuário final, e que por isso, pode ocorrer distúrbios da energia, por motivos como queda de árvores, animais silvestres, acidentes de carro ou também devido a incidência de descargas atmosféricas, além de problemas nos condutores, transformadores ou em outros componentes do sistema elétrico (MARTINHO, 2013).

Um distúrbio na rede pode ter uma origem interna ou externa, e entre as ocorrências com origem interna, as principais são: sobrecarga, falha de equipamento, planejamento

equivocado e erro operacional. Para o caso das ocorrências de origem externa as principais são: tempestades, incluindo os raios, ventanias, enchentes, quedas de árvores e ou barrancos, queimadas, acidentes de trânsito envolvendo batidas em postes e manipulação de instalações de distribuição por terceiros, como por exemplo, furto de energia ou de cabos e equipamentos (INSTITUTO ACENDE BRASIL, 2014).

A ANEEL estabelece por meio do Módulo 8 do PRODIST os procedimentos relacionados a qualidade da energia, tanto como o produto energia, como serviço prestado e a qualidade no tratamento das reclamações. Este módulo está na décima segunda revisão tendo a primeira versão entrado em vigência em 2008 e a última versão em janeiro de 2021.

Alguns dos distúrbios que alteram a qualidade da energia são as interrupções, harmônicos, desequilíbrio de tensão, flutuação de tensão, variação de frequência, variações de tensão de curta duração, entre outros fatores.

Na Tabela 5, são apresentadas características dos principais dos distúrbios que ocorrem na rede, efeitos e possíveis causas.

Tabela 5 - Resumo de Distúrbios, causas e efeitos

<b>Distúrbio</b>	<b>Descrição</b>	<b>Causas</b>	<b>Efeitos</b>
<b>Interrupção</b>	Interrupção total da eletricidade	Curto-circuitos, descarga atmosférica e outras manobras que precisam de fusíveis, disjuntores, etc.	Queda do sistema, danificação de componentes. Perda de produção na indústria.
<b>Transientes</b>	Distúrbio na curva senoidal, resultando em rápido e agudo aumento de tensão.	Descargas atmosféricas. Manobras da concessionária. Manobras de grandes cargas e bancos de capacitores.	Erros de processamento. Queima de placas eletrônicas, danificação de materiais de isolamento e de equipamentos.
<b>Subtensão</b>	É redução da tensão. E correspondem a 87% de todos os distúrbios elétricos.	Curto-circuito. Falha em equipamentos ou manobras da concessionária.	Erros de processamento. Desligamento de equipamentos. Oscilações em motores, reduzindo sua vida útil.
<b>Sobretensão</b>	Aumento significativo no valor da tensão.	Descargas atmosféricas. Ruptura do neutro ou problemas na rede de distribuição	Erros de processamento. Mau funcionamento dos equipamentos. Oscilações em motores, reduzindo sua vida útil.
<b>Harmônicos</b>	Alteração do padrão normal de tensão e corrente (onda senoidal), causadas por frequências múltiplas da fundamental (50/60Hz)	Reatores eletrônicos, inversores de frequência, retificadores e outras cargas não-lineares.	Sobreaquecimento de cabos e equipamentos. Diminuição da performance de motores. Mal funcionamento de disjuntores, relés e fusíveis.
<b>Variações de tensão de longa duração</b>	Variações de tensão com duração acima de 1 minuto.	Equipamentos e fiação sobrecarregados. Utilização imprópria de transformadores. Fiação subdimensionada ou conexões mal feitas.	Desligamento de equipamentos. Sobreaquecimento de motores e lâmpadas. Redução de vida útil ou de eficiência dos equipamentos.

Fonte: Lopez (2013).

Um curto-circuito ocorre quando existe um contato entre condutores sob potenciais diferentes (MEDEIROS, 2018). Este pode apresentar nas seguintes formas (MAMEDE FILHO, 2010):

- Curto-circuito trifásico: ocorre quando as tensões das três fases se anulam no ponto de defeito.
- Curto-circuito bifásico: pode ocorrer o defeito pelo contato somente entre dois condutores de fases diferentes e pode acontecer o contato entre os dois condutores e o terra.
- Curto-circuito fase-terra: o defeito pode ocorrer entre o contato de um condutor fase e o terra.

Os curtos-circuitos podem acontecer em barramentos das subestações, quadros elétricos, devido principalmente a fatores externos. No Brasil estima-se que 80% dos defeitos ocorridos no sistema de distribuição aéreo ocorre por curtos-circuitos fase-terra (MAMEDE FILHO, 2010).

Uma das medidas para evitar o curto-circuito em redes aéreas é a poda de árvores, além de também evitar a interrupção no fornecimento de energia, queima de eletrodomésticos, riscos para os pedestres, perda de eficiência da iluminação pública e rompimento de cabos condutores da rede elétrica (ELEKTO, 2020). No site da Distribuidora COPEL (2020), consta que poda é de responsabilidade da prefeitura, porém devido à proximidade com a rede elétrica a execução é feita pelas distribuidoras, também por questões de segurança.

A Tabela 6, apresenta a distância mínima de segurança entre os galhos e os tipos de redes, observa-se que a distância varia entre 4,30m para rede de alta tensão em 138 kV e 1,00m para rede convencional de baixa tensão em 110 ou 220V (COPEL, 2020).

Tabela 6 – Distância de segurança mínima medida após a poda

<b>TIPOS DE REDES</b>	<b>DISTÂNCIA DE SEGURANÇA MÍNIMA MEDIDA APÓS A PODA</b>
<b>Rede de alta tensão em 138 kV</b>	4,30 m
<b>Rede de alta tensão em 69 kV</b>	4,00 m
<b>Rede convencional ou protegida de média tensão em 34,5 kV ou 13,8kV</b>	2,00 m
<b>Rede convencional de baixa tensão em 110 ou 220 V</b>	1,00 m

Fonte: COPEL (2020)

Algumas das consequências geradas pelos curtos-circuitos são as correntes elevadas, que caso durem muito tempo provocam o aquecimento dos condutores e deterioração do equipamento. Outro problema é a variação de tensão, onde pode ocorrer uma queda de tensão muito elevada em algumas fases dos condutores e em outras pode ocorrer a elevação dessa tensão e gerar problemas para a rede (MEDEIROS, 2018).

Uma outra causa que também pode ser associada aos distúrbios são as manobras realizadas na rede elétrica, pois esta pode gerar sobretensões na rede.

As sobretensões de manobras ocorrem devido ao rápido seccionamento da corrente elétrica em um circuito de indutância elevada, com baixo fator de potência. Essa sobretensão vai variar de acordo com o tempo e com a corrente seccionada, podendo atingir quatro ou cinco vezes o valor da tensão nominal (FRANDOLI, 2018).

Outros exemplos de ocorrência que podem acontecer na rede elétrica, são relatados por Quadrado Júnior (2012), abordando alguns dos efeitos e consequência. Neste ponto as ocorrências foram divididas em 12 casos:

- primeiro caso: neutro do ramal de ligação partido ou com falha de conexão em unidades consumidoras monofásicas, sem aterramento no padrão de entrada, um dos efeitos seria a interrupção de fornecimento e que neste caso não a possibilidade de danos em equipamentos.
- segundo caso: neutro do ramal de ligação partido ou com falha de conexão em unidades consumidoras monofásicas, com aterramento no padrão de entrada, um dos efeitos seria o potencial do condutor neutro ficar flutuando do lado da carga, em função da falta do neutro e do valor considerável da resistência do

aterramento da unidade consumidora, provocando sobtensões. Podendo ocasionar a queima por subtensão de alguns equipamentos, como alguns tipos de motores e equipamentos refrigeradores.

- Terceiro caso: neutro da rede de baixa tensão partido ou com falha de conexão, antes ou após a derivação do ramal de ligação da unidade consumidora, um dos efeitos seria que as cargas ligas após o ponto defeito, podem ficar submetidas à sobretensões, podendo também ocorrer sobrecorrente em cargas de potência constante, no caso de subtensão. Com isso, existe a possibilidade da queima de equipamentos como televisores, aparelho de som, videogame, rádio, telefone, microcomputador.
- Quarto caso: Condutor fase do ramal de ligação ou da rede de baixa tensão com má conexão. Pode provocar subtensão, na fase que apresenta má conexão, também pode ocasionar sobrecorrentes em cargas trifásicas de potência constante. Pode ocorrer queima de alguns tipos de motores em caso de má instalação.
- Quinto caso: Condutor fase do ramal de ligação ou da rede de baixa tensão partido. Podendo provocar falta de fase na rede ou na unidade consumidora, provocar também sobrecorrentes em cargas trifásicas de potência constante ou sobtensões entre as fases. Motores novamente podem queimar devido à má instalação.
- Sexto caso: Curto-circuito fase-neutro ou fase-fase-neutro no ramal de ligação ou na rede de baixa tensão. Podendo acontecer a abertura da chave fusível de proteção do transformador, o potencial do condutor neutro a jusante do ponto de defeito ou do lado da carga é elevado e permanece constante. Possibilitando a queima por sobretensão de equipamentos eletrônicos, de aquecimento e em motores.
- Sétimo caso: Curto-circuito bifásico ou trifásico no ramal de ligação ou na rede de baixa tensão (casos de sub ou sobretensão de acordo com o curto-circuito), sem envolver o neutro. Também pode ocorrer para qualquer fase uma subtensão. Podendo ocorrer a queima em motores.
- Oitavo caso: Abertura com posterior fechamento tripolar manual de disjuntores em subestações ou de chaves a óleo ou chaves seccionadoras com comando sob carga, ao longo de alimentadores, podendo acontecer sobretensões transitórias

de amplitude variável. Sendo possível de ocorrer a queima de fontes de equipamentos com comutação CA/CC, como por exemplo, televisores, computadores e equipamentos de som.

- Nono caso: desligamento automático tripolar de equipamentos em subestações ou ao longo de alimentadores, com religamento automático, interrupção transitória, ocorrência acidental. Podendo ocorrer sobretensões transitórias de amplitude variável. Neste caso é possível a ocorrência de danos em compressores de refrigeradores, isolamento de motores e a possibilidade de queima na fonte de equipamentos como televisores, computadores e aparelhos de som.
- Décimo caso: Ocorrência com variação sustentada de tensão no sistema de transmissão. Podendo acontecer sobretensão e subtensão sustentada. Assim, existe a possibilidade da queima por sobretensão de equipamentos de potência variável, como por exemplo, televisores e aparelhos de som, e a queima por subtensão de equipamentos como geladeira, ar-condicionado ou motor elétrico monofásico.
- Décimo primeiro caso: Curto-circuito de uma fase da rede primária para qualquer condutor da rede secundária. Podendo ocasionar sobretensão elevada entre os condutores fases e neutro, para as carcaças dos equipamentos ligados a aterramentos não interligados ao neutro da rede de distribuição secundária. Como consequência pode ocorrer a queima de equipamentos de potência variável, como por exemplo, televisores, aparelho de som e microcomputador.
- Décimo segundo caso: são as descargas atmosféricas que podem causar sobretensões transitórias de amplitude variável, e assim, podendo ocasionar danos a equipamentos com componentes eletrônicos.

## **2.5 Indicadores de continuidade do serviço de distribuição de energia elétrica**

Como forma de mensurar a qualidade da energia, existem alguns indicadores que são estabelecidos pela ANEEL, dois bastantes comentados são a Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (DEC) e a Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora (FEC). Estes dados permitem que a Agência verifique como está a continuidade do serviço oferecido aos consumidores.

Nos cálculos de DEC e FEC não são contabilizados os seguintes pontos: suspensão ou falha nas instalações da unidade consumidora que não provoque interrupção em instalações de terceiros; interrupção decorrente de obras de interesse exclusivo do consumidor e que somente sua unidade consumidora seja afetada; Situação de Emergência; vinculadas a programas de racionamento instituídos pela União; ocorridas em Dia Crítico e oriundas de atuação de Esquema Regional de Alívio de Carga estabelecido pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) (ANEEL, 2021).

Os dados podem ser acessados no site da ANEEL e obtidas informações mensais e anuais por conjunto de cada distribuidora. Nos casos em que as distribuidoras ultrapassam os limites estabelecidos pela Agência, as distribuidoras devem realizar uma compensação para os clientes de acordo com o Módulo 8 do PRODIST.

A ANEEL também apresenta relatórios anuais denominados de Ouvidoria Setorial em Números (OSN) que além de apresentar dados sobre os indicadores DEC e FEC das concessionárias do País, este também traz números de reclamações registradas no primeiro nível de atendimento, nas ouvidorias das distribuidoras e na ouvidoria setorial da ANEEL entre outros pontos relacionados a qualidade do serviço das empresas para o cliente.

Na Tabela 7 é mostrada as reclamações por região contabilizadas no relatório OSN de 2018 e o percentual dessas reclamações em relação ao número de unidades consumidoras. Nessas reclamações estão incluídos danos elétricos, falta de energia, erro de leitura, variação de consumo, entre outros pontos que são informados pela ANEEL.

**Tabela 7– Quantidade de reclamações por região em 2018.**

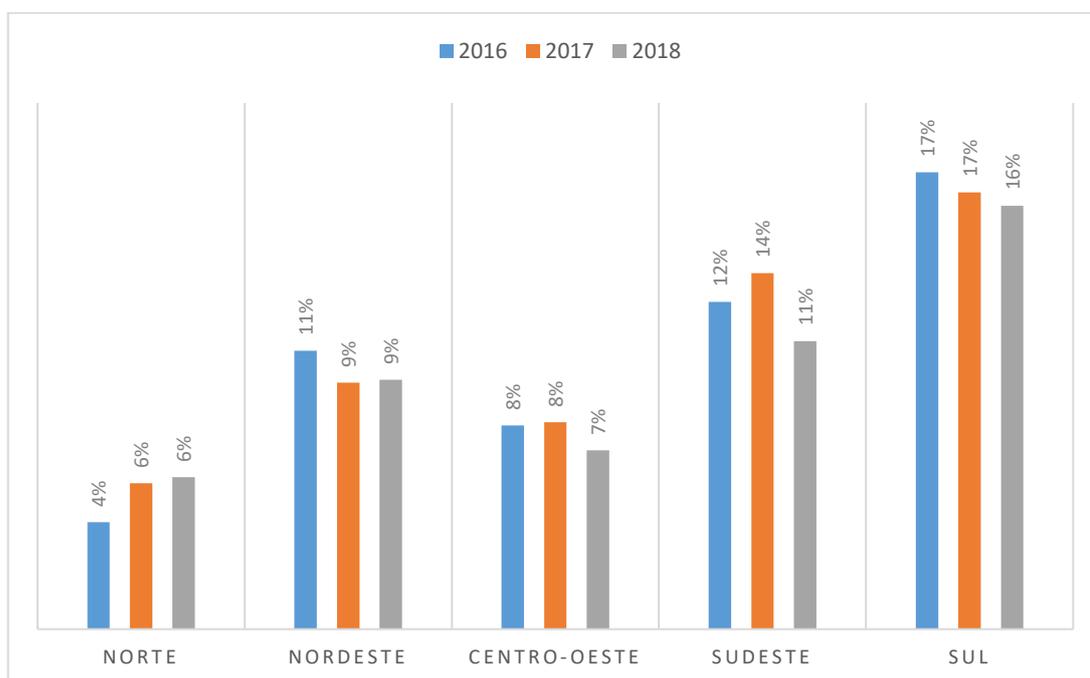
<b>Região</b>	<b>Unidades Consumidoras</b>	<b>Reclamações</b>	<b>Percentual de reclamações (%)</b>
<b>Norte</b>	5.546.313	1.964.237	35,42
<b>Nordeste</b>	22.124.067	4.812.606	21,75
<b>Centro-Oeste</b>	6.560.601	2.539.222	38,70
<b>Sul</b>	12.430.765	5.275.799	42,44
<b>Sudeste</b>	36.379.110	11.021.200	30,30

**Fonte: ANEEL (2019).**

Para 2018, a região sul foi a que apresentou o maior percentual de reclamações no ano, com um total 42,44%, por mais que fosse a terceira em relação ao número de consumidores.

No Nordeste o percentual foi de 21,75% em relação ao número de unidades consumidoras, totalizando o menor percentual de reclamações comparado ao número de unidades consumidoras.

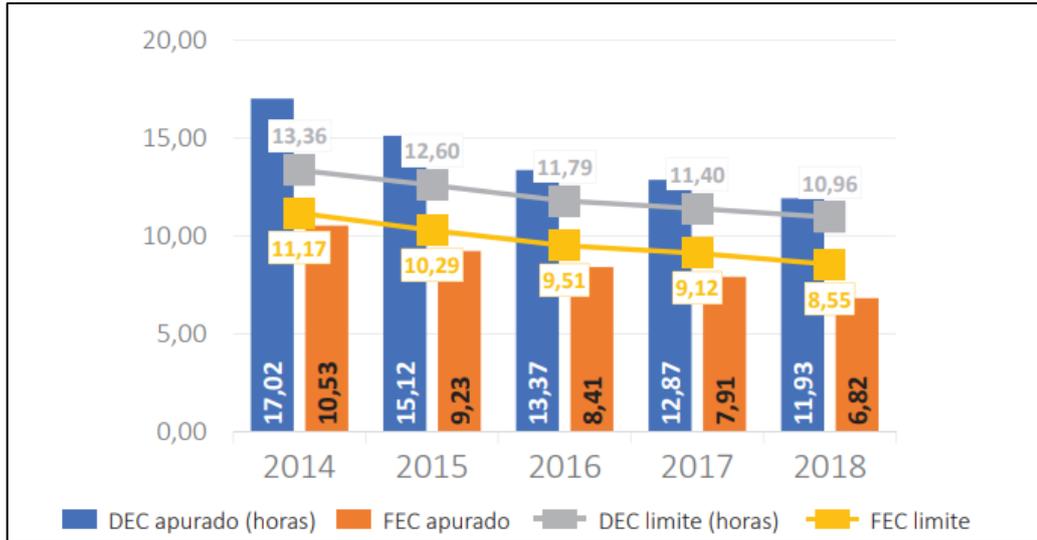
A Figura 17 apresenta o percentual de reclamações referentes a danos elétricos por regiões a partir do número de reclamações recebidas pelas distribuidoras e informadas no relatório da OSN, para o cálculo do percentual, exclui-se desses pedidos as reclamações por falta de energia, pois esta representa uma grande parte das reclamações recebidas pelas distribuidoras e comprometeria o objetivo do gráfico.



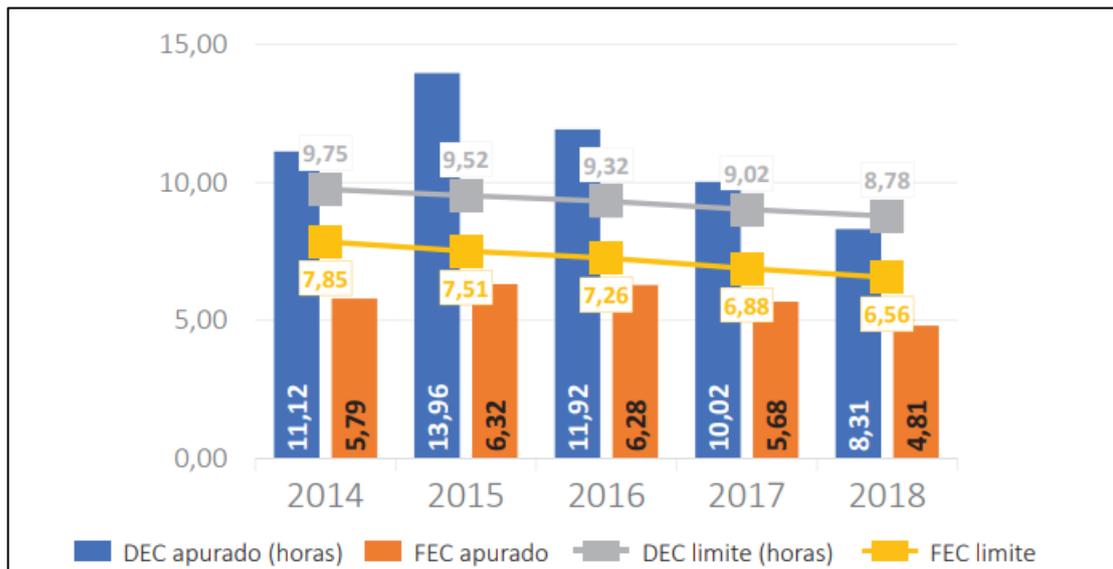
**Figura 17 - Percentual de reclamações por danos elétricos por região**  
**Fonte: ANEEL (2019).**

Assim como na Tabela 7, em que a região sul apresentava o maior percentual de reclamações em 2018, esta região apresenta o maior percentual em solicitações por danos elétricos nos três anos apresentados, neste ponto pode-se levar em consideração também questões culturais.

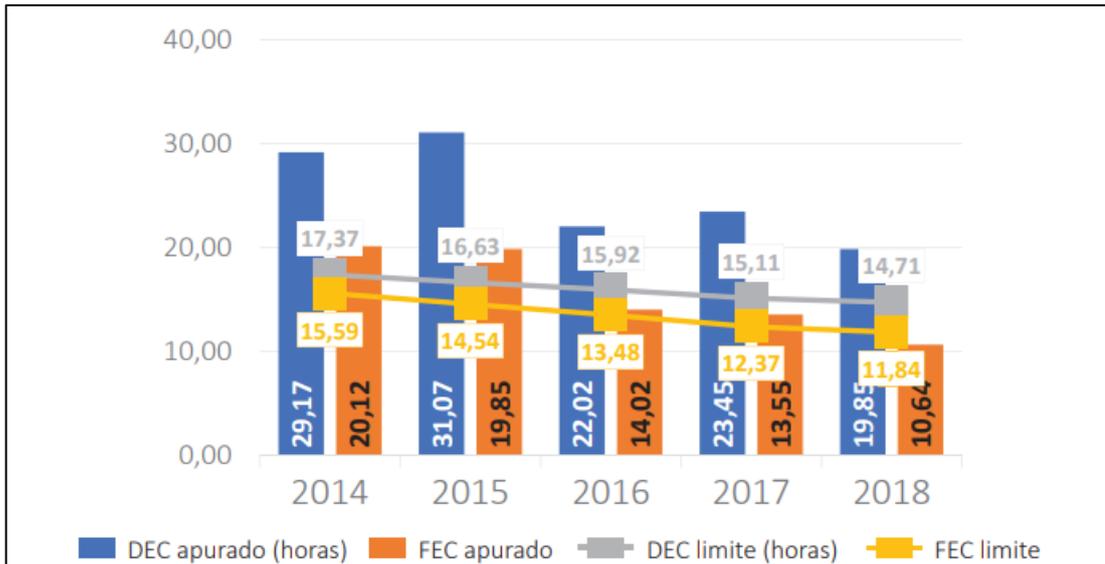
As Figuras de 18 a 22 apresentam a média dos indicadores de continuidade apurado e limite por regiões do País de 2014 a 2018, a média é calculada levando em consideração os dados de cada distribuidora de energia.



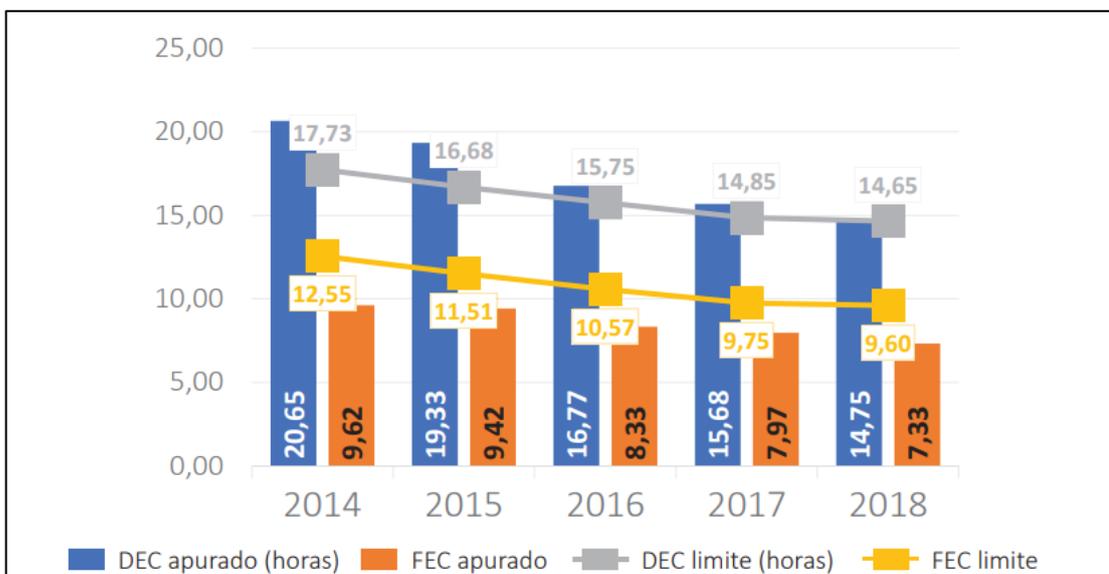
**Figura 18 - Indicadores de continuidade Região Sul.**  
Fonte: ANEEL (2019).



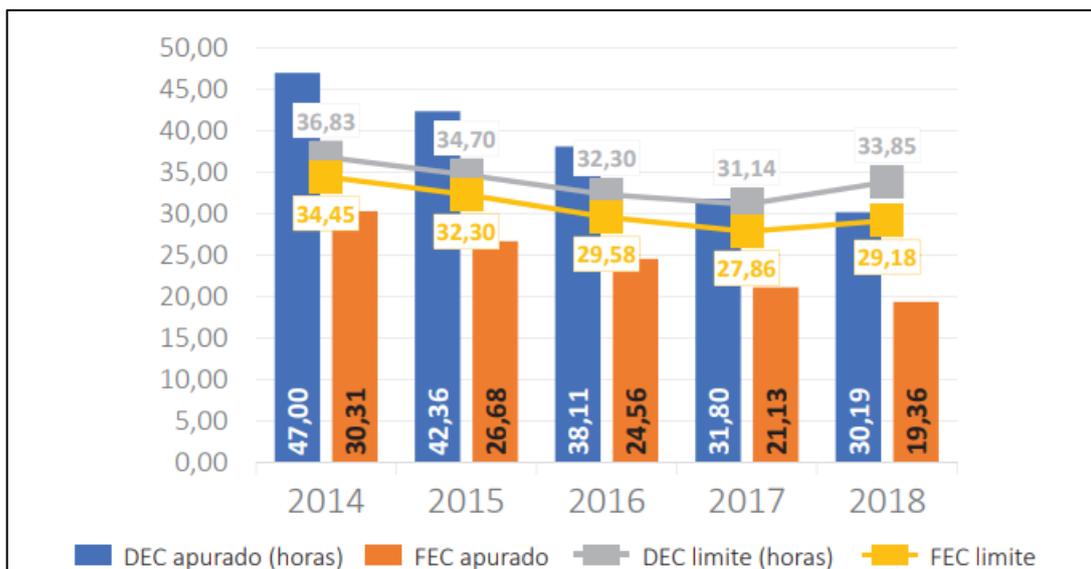
**Figura 19 - Indicadores de continuidade Região Sudeste**  
Fonte: ANEEL (2019).



**Figura 20 - Indicadores de continuidade Região Centro-Oeste**  
Fonte: ANEEL (2019).



**Figura 21 - Indicadores de continuidade Região Nordeste**  
Fonte: ANEEL (2019).



**Figura 22 - Indicadores de continuidade Região Norte**

Fonte: ANEEL (2019).

Ao analisar os gráficos, percebe-se que o DEC apurado não ultrapassou o limite somente na Região Norte em 2018, ficando 10,8% abaixo do valor limite, porém esta região tem um alto tempo de duração com um resultado de 30,19h para o mesmo ano. A região Sudeste por mais que ultrapasse o tempo da duração em 5,35% apresenta o menor tempo de duração para 2018, com 8,31h. Em relação ao FEC, as Regiões Sul, Sudeste, Norte e Nordeste não apresentaram ultrapassagem dos valores limites. A região Sudeste também apresenta os menores valores de FEC. Esses dados são importantes para a qualidade do sistema elétrico e por mais, que não exista uma comprovação da relação dos valores de DEC e FEC com os pedidos de ressarcimento por danos, é importante que os valores estejam dentro dos limites pois é algo que também afeta os clientes da distribuidora.

Como pode ser visto os limites de continuidade variam de acordo com cada regiões do País, além de variarem também de acordo com cada distribuidora. Com base no DEC e FEC a ANEEL também publica anualmente o Indicador de Desempenho Global de Continuidade (DGC), calculado pela média aritmética simples das razões entre os valores apurados e limites anuais, ocorrendo assim uma comparação entre as distribuidoras, avaliando a continuidade em relação aos limites estabelecidos. Assim, a Tabela 8, apresenta o ranking das 10 distribuidoras com mais 400 mil unidades consumidoras que obtiveram os melhores DGC em relação a 2019.

Neste ranking não é encontrado nenhuma distribuidora da região Sul, região essa que apresentou os maiores percentuais de reclamações no gráfico da Figura 17 e Tabela 7. A empresa que ficou em primeiro lugar, a CPFL Santa Cruz, é da região Sudeste, que foi a região com os menores valores de DEC e FEC, essa avaliação é importante, pois permite saber quais

empresas estão apresentando melhores índices e possibilita que possa também ser analisado das empresas com menores DGC, quais suas principais medidas para garantir um melhor desempenho.

**Tabela 8 - Ranking DGC**

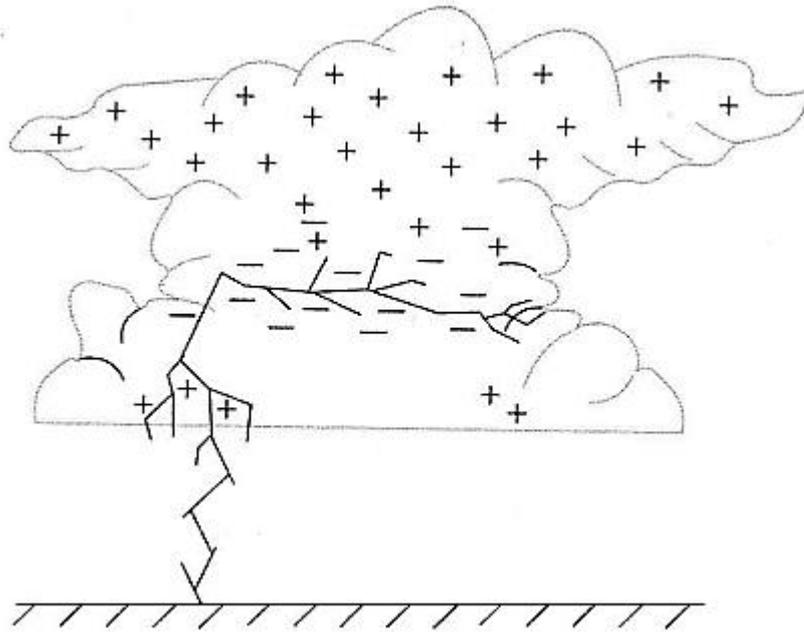
<b>Posição no Ranking</b>	<b>DGC</b>	<b>Sigla</b>	<b>Empresa</b>	<b>Região</b>
1º	0,61	CPFL Santa Cruz	Companhia Jaguari de Energia	SE
2º	0,65	Equatorial PA	Equatorial Pará Distribuidora de Energia S.A.	NO
3º	0,65	EMG	Energisa Minas Gerais - Distribuidora de Energia S.A.	SE
4º	0,66	ESS	Energisa Sul-Sudeste - Distribuidora de Energia S.A.	SE
5º	0,67	EMT	Energisa Mato Grosso - Distribuidora de Energia S.A.	CO
6º	0,67	ETO	Energisa Tocantins Distribuidora de Energia S.A.	NO
7º	0,68	EPB	Energisa Paraíba - Distribuidora de Energia S. A	NE
8º	0,7	CEMAR	Companhia Energética do Maranhão	NE
9º	0,7	COSERN	Companhia Energética do Rio Grande do Norte	NE
10º	0,7	ESE	Energisa Sergipe - Distribuidora de Energia S. A	NE

Fonte: Adaptado de ANEEL (2020)

## 2.6 Descargas atmosféricas

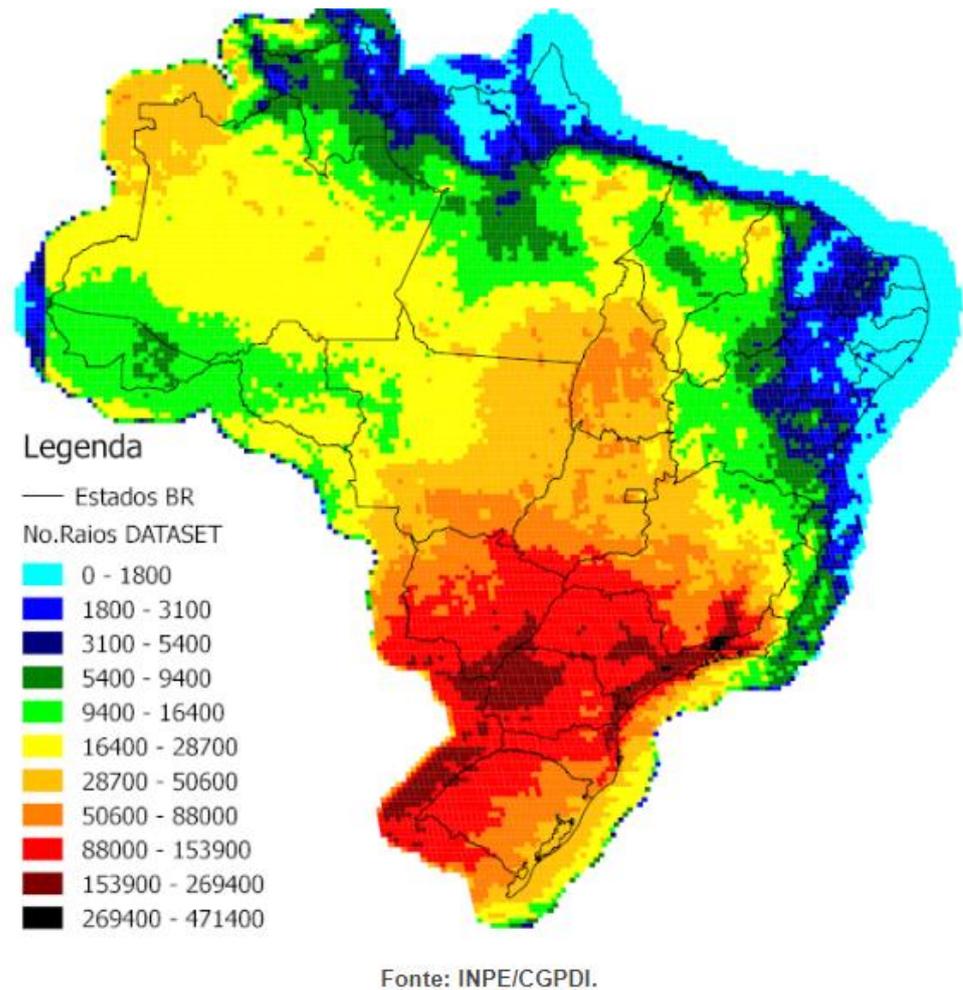
A descarga atmosférica ou raio, trata-se de uma intensa descarga elétrica que ocorre na atmosfera, onde uma corrente de alta intensidade e curta duração pode percorrer alguns

quilômetros na nuvem e também pode atingir a superfície terrestre como apresentado na Figura 23 (VISACRO FILHO, 2005).



**Figura 23 - Representação do percurso de uma descarga atmosférica.**  
Fonte: Visacro Filho (2005)

Segundo dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) no Brasil ocorrem 77,8 milhões de descargas no solo a cada ano (RODRIGUES, 2020). Na Figura 24, é apresentado um mapa com a incidência de descargas atmosféricas no País para o biênio 2018/2019. De acordo com o mapa os estados Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Sergipe, Paraíba, Alagoas e parte da Bahia apresentam menores quantidades de raios nos dois anos do mapa com quantidades máximas de 5400 números de raios. Segundo o mapa os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Mato Grosso do Sul e São Paulo são os estados que mais foram atingidos por raios em 2018 e 2019, chegando em alguns pontos contabilizar até 269.400 raios.



**Figura 24 - Incidência de descargas no biênio 2018/2019**  
**Fonte: INPE (2020)**

Na Tabela 9 é apresentado o ranking dos 15 municípios com maior densidade de raios do Centro-Sul no biênio de 2009-2010. Como pode ser verificado em primeiro lugar está o município Porto Real no Rio de Janeiro, comparado aos outros municípios do ranking é o que apresenta menor quantidade da população. Dados como esse são importantes para reforçar principalmente nessas cidades que sejam instalados sistemas de proteção contra descargas, para a segurança das pessoas e também para proteção das redes elétricas e residências.

Tabela 9 - Ranking dos 15 municípios com maior densidade de raios do Centro-Sul (2009-2010)

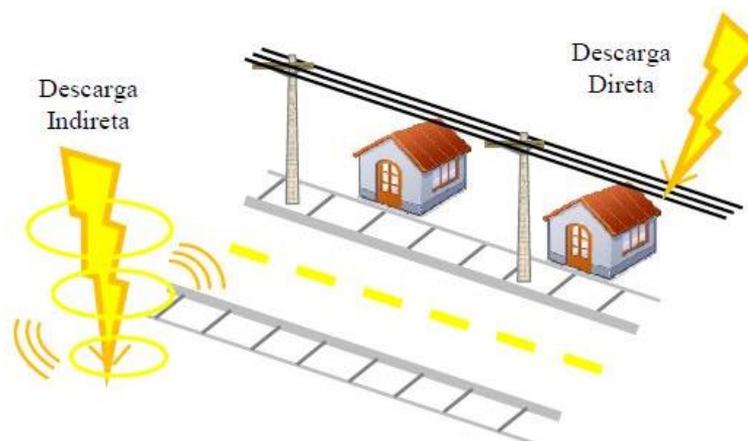
Estado	Município	Área (km <sup>2</sup> )	População (2010)	Ranking Geral	Densidade (raios / km <sup>2</sup> . ano)
				2009 - 2010	
Rio de Janeiro	Porto Real	50,84	16.574	1	27,02
São Paulo	São Caetano do Sul	15,27	149.571	2	22,82
Rio De Janeiro	Barra Mansa	549,58	177.861	3	22,43
Rio De Janeiro	Volta Redonda	182,53	257.996	4	22,21
São Paulo	Itaquaquecetuba	83,2	321.854	5	20,52
São Paulo	Diadema	31,24	386.039	6	19,75
São Paulo	Ferraz de Vasconcelos	29,85	168.290	7	19,48
Rio De Janeiro	Belford Roxo	80,28	469.261	8	18,96
São Paulo	Poá	17,16	106.033	9	18,38
Rio De Janeiro	Quatis	285,67	12.831	10	18,11
Rio De Janeiro	Pinheiral	77,27	22.724	11	17,87
São Paulo	Mauá	61,79	417.281	12	17,30
São Paulo	Rio Grande da Serra	37,22	44.084	13	16,57
São Paulo	Suzano	206,73	262.568	14	16,18
São Paulo	Santo André	176,02	673.914	15	16,14

Fonte: Adaptado INPE (2020)

As perturbações causadas por descargas atmosféricas podem gerar consequências nas redes de distribuição e transmissão de energia elétrica, além de consequências que afetam diretamente a estrutura de edifícios ou residências quando atinge diretamente esses locais. Quando ocorre uma descarga elétrica direta ou indiretamente, um surto é induzido nas redes aéreas de distribuição e transmissão que chegam a centenas de kV (SOUZA *et al*, 2012). Na Figura 25, é representado as formas de descargas direta e indiretas. As descargas indiretas são aquelas que caem nas regiões próximas as linhas, e podem causar prejuízos por meio do surgimento de tensões induzidas e podem chegar até os aparelhos conectados às redes elétricas, também por meio de linhas de dados, como internet e TV a cabo e linhas telefônicas (VIANA, 2019).

Segundo Viana (2019) as sobretensões induzidas por descargas atmosféricas indiretas são mais comuns em redes de distribuição, pois é mais difícil de um raio atingir diretamente a rede, já que existem vários obstáculos ao redor, como edificações, torres e árvores, e assim este

tipo de descarga é uma das principais responsáveis por falhas e ou interrupções de energia para os consumidores.



**Figura 25 - Representação descarga atmosférica direta e indireta**  
**Fonte: Oliveira (2016).**

No Brasil as descargas atmosféricas são responsáveis por cerca de 70% dos desligamentos na transmissão e 40% dos desligamentos na distribuição, além de ser um fator que pode ocasionar a queima de transformadores de distribuição, o que interfere na qualidade da energia. (INPE, 2019)

Quando o desligamento de uma linha de transmissão ocorre por uma descarga atmosférica, é produzido pelo impacto direto da descarga sobre uma fase da linha, ou também pode ocorrer pelo impacto direto da descarga sobre o cabo guarda ou na torre. No caso de ser direto com a fase da linha, pode ocorrer a quebra do isolamento e assim acontecer um “*flashover*”, ou seja, um curto-circuito na forma de um arco visível entre a fase da linha e o cabo guarda. Quando a descarga é direta no cabo guarda, acontece algo denominado “*backflashover*”, que é quando é produzido um arco entre ele e uma fase da linha, facilitado pela falta de aterramento do cabo guarda ou da torre. (INPE, 2019)

Os efeitos destrutivos das descargas atmosféricas frequentemente se estendem a equipamentos e consumidores conectados. Tal quadro determina a necessidade de definição de avaliação de práticas de proteção que assegurem a manutenção do fornecimento de energia dentro dos limites de qualidade desejáveis. (VISACRO; DUARTE; CONTI, 2019)

## **2.7 Dispositivos de proteção contra surtos**

O primeiro passo para que o consumidor possa se proteger contra danos elétricos é garantir que as instalações da residência sejam seguras. Para isso, no Brasil existe a norma brasileira NBR 5410 da ABNT, que estabelece como devem ser feitas as instalações elétricas.

Como forma de proteção para as residências, é estabelecido o uso de aterramento e de DPS. Na norma consta como deve ser a seleção e instalação do DPS, para prover a proteção contra sobretensões transitórias nas instalações de edificações, cobrindo tanto as linhas de energia quanto as linhas de sinal, que são as linhas de telefonia, de comunicação de dados, de vídeo ou qualquer outro sinal eletrônico (ABNT, 2008). Cumprir a norma é assegurar que estas instalações estejam em conformidade para um funcionamento seguro.

Os mesmos devem atender à norma NBR IEC 61643-1 e ser selecionados baseados na verificação nas seguintes características: nível de proteção, máxima tensão de operação contínua, suportabilidade a sobretensões temporárias, corrente nominal de descarga e/ou corrente de impulso e suportabilidade à corrente de curto-circuito (ABNT, 2008).

A norma NBR IEC 61643-1, foi publicada pela ABNT e apresenta as características técnicas exigidas pelos dispositivos de proteção utilizados no Brasil, a mesma é baseada na norma internacional (FARIA, 2009).

Os DPS's podem ser divididos por classes, dependendo da função que exercem, de acordo com os testes para corrente de descarga que foram submetidos. As classes são:

- ✓ Classe I: são destinados a limitar surtos de tensão, os quais a totalidade ou parte da corrente do raio está associada. À esta classe pertencem os DPS testados pelo fabricante com um gerador de forma de onda de 10/350  $\mu$ s. Esta forma de onda é usada para simular o primeiro impacto de um raio e define o desempenho do DPS em termos de corrente de impulso ( $I_{IMP}$ ) (FINDER, 2012).
- ✓ Classe II: são destinados a proteger os equipamentos contra surtos de tensão. Esta classe o teste acontece com um gerador de forma de onda 8/20  $\mu$ s, típica dos surtos de tensão induzidos, para definir o desempenho em termos de corrente nominal e corrente máxima. Estes são instalados em quadros de distribuição (FINDER, 2012).
- ✓ Classe III: desempenham um papel de terminação, impondo o nível de proteção suportado pelo equipamento. A maior parte da energia é retirada pelos DPS que são instalados em um ponto anterior. Estes são os dispositivos mais rápidos, e eliminam os surtos de tensão residuais. São instalados próximos aos aparelhos eletroeletrônicos finais (FINDER, 2012).
- ✓ DPS Classe I+II: São dispositivos combinados, que associam a capacidade de escoamento de um DPS classe I e o nível de proteção de um DPS classe II (SIEMENS, 2017).

- ✓ DPS Classe I/II: Possuem as mesmas características do DPS classe I+II, porém são destinados para instalações que exigem uma menor capacidade de escoamento das correntes de surto (SIEMENS, 2017).

A instalação do DPS deve seguir alguns critérios dependendo do objetivo da proteção, como por exemplo, se a proteção é contra sobretensões devido à uma descarga atmosférica direta ou indireta. Para o caso de transmissões indireta os dispositivos devem ser instalados junto ao ponto de entrada da linha de energia ou no quadro de distribuição principal. Para eventos diretos, o DPS deve ser instalado no ponto de entrada da linha de energia. (ABNT, 2008)

As garantias do uso do DPS na proteção dos equipamentos elétricos dependem de alguns fatores, como o comprimento da linha de baixa tensão que o dispositivo fornece, o tipo de DPS, características do circuito elétrico da residência e o aparelho a ser protegido, a capacidade do DPS de suportar a energia esperada no ponto de instalação e a corrente esperada capaz de proteger o aparelho. (KISIELEWICZ; PIPARO; MAZZETTI, 2016).

É necessário determinar onde instalar o DPS, após a decisão de proteger um equipamento. Quanto mais próximo o DPS estiver do equipamento a ser protegido, melhor será a proteção. Quanto mais se afasta, menos se protege o que interessa, pois existe uma distância limite de proteção (FINDER, 2012). Para reforçar a proteção Du, Li e Chen (2016) recomendam que o DPS seja instalado nas duas extremidades de um circuito, na entrada da residência e próximo ao equipamento a ser protegido..

Validando a importância do uso do dispositivo, algumas concessionárias de energia passaram a exigir a utilização do mesmo para proteção das unidades consumidoras. Das 54 distribuidoras analisadas no Brasil, verificou-se que 7 empresas exigem o uso do DPS em sua área de abrangência, são elas: CPFL (PAULISTA, PIRATININGA, SANTA CRUZ), RGE e RGE SUL, DMED, CELESC-D, e ainda possui 2 permissionárias no Rio Grande do Sul que também tem essa exigência, que são a COOPERNORTE e CERILUZ. Esta exigência vale apenas para ligações novas. Na Tabela 11 é apresentada as datas que cada empresa passou a exigir o DPS.

Tabela 10 - Dada de vigência da exigência do uso DPS

Distribuidora e permissionárias	Vigência
CPFL (PAULISTA, PIRATINGA, SANTA CRUZ)	01/02/2019
RGE e RGE SUL	01/02/2019
DMED	02/06/2019
CELESC-D	01/2018
COOPERNORTE	01/06/2019
CERILUZ	07/2016

Fonte: adaptado pelo autor (2020)

É claro que o uso do DPS em 100% das residências brasileiras é algo muito difícil de acontecer, porém é preciso de forma gradual conscientizar os consumidores sobre a importância e assim diminuir prejuízos e trazer mais segurança para as residências. (COSTA; REZENDE; MANTOVANI, 2018)

## 2.8 Proteção contra descargas atmosféricas

Os Sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) têm o objetivo de proteger equipamentos, edifícios, instalações elétricas e de telecomunicação. O mesmo é constituído de um sistema externo e interno, o sistema externo consiste de captores, condutores de descida e aterramento. O sistema interno é formado por um conjunto de dispositivos que diminuem os efeitos elétricos e magnéticos da corrente em equipamentos na área que se deseja proteger (BARROS *et al*, 2012).

É estabelecido na Norma da ABNT NBR 5419 como deve ser as condições exigíveis ao projeto, instalação e manutenção do SPDA. O impacto onde ocorre a descarga é um dos primeiros pontos a ser analisado e o mesmo é dividido da seguinte forma (ABNT, 2015):

- S1 - descargas atmosféricas na estrutura;
- S2 - descargas atmosféricas próximas à estrutura;
- S3 - descargas atmosféricas sobre as linhas elétricas e tubulações metálicas que entram na estrutura;
- S4 - descargas atmosféricas próximas às linhas elétricas e tubulações metálicas que entram na estrutura.

Quando as descargas atmosféricas atingem diretamente a estrutura de um local pode ocorrer imediatamente um dano mecânico, fogo ou até uma explosão, além de também pode

ocorrer danos físicos em decorrência das sobretensões ocasionadas pela corrente da descarga atmosférica (ABNT, 2015).

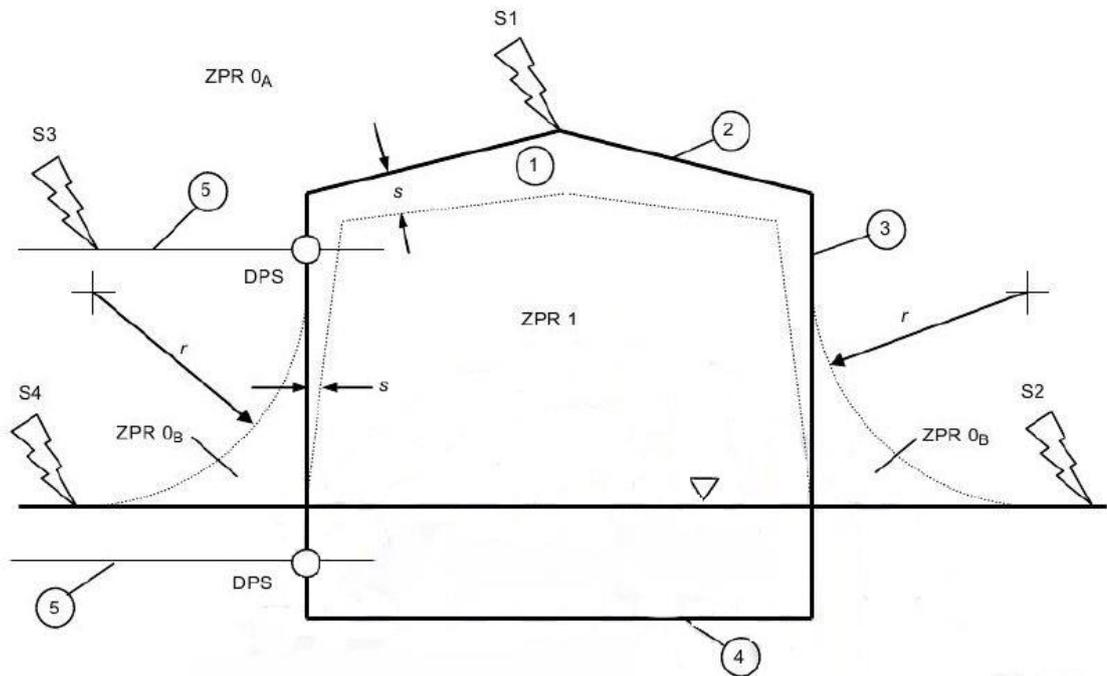
Para os casos quando a descarga é sobre linhas elétricas que adentram a estrutura, também pode ocorrer danos físicos ocasionados por choques elétricos, fogos e /ou explosão devido a sobretensões, além de mau funcionamento ou falhas de sistemas internos. (ABNT, 2015).

As perdas que ocorrem devido a esse evento da natureza podem ser divididos em (ABNT, 2015):

- L1: perda de vida humana (incluindo-se danos permanentes);
- L2: perda de serviço ao público;
- L3: perda de patrimônio cultural, como por exemplo, estátuas, museus e estruturas que façam parte da cultura local;
- L4: perda de valor econômico (estrutura e seu conteúdo, assim como interrupções de atividades).

Afim de reduzir as perdas para os casos de descargas atmosféricas, medidas de proteção devem ser inseridas, que são: aterramento e equipotencialização, blindagem magnética, roteamento da fiação, interfaces isolantes e sistema de DPS coordenado (ABNT, 2015). Não sendo escolhido apenas uma, e sim uma combinação de medidas de proteção.

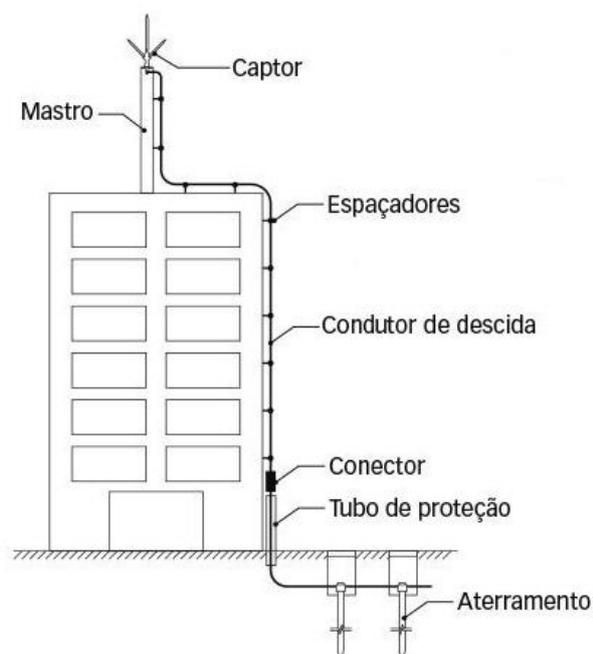
Para que se tenha um bom sistema de proteção existe a determinação de zonas de proteção contra descargas atmosférica “raio” (ZPR). Na norma a ABNT NBR 5419 são definidas as ZPR de acordo com a Figura 26.



**Figura 26 - Zonas de proteção contra descargas atmosférica “raio” (ZPR).**  
**Fonte: ABNT (2015).**

É determinada de  $ZPR 0_A$  a zona onde a ameaça é em decorrência de uma descarga direta e do campo eletromagnético gerado pela descarga. A zona onde não é atingida de forma direta é a  $ZPR 0_B$ , porém, existe a ameaça do campo eletromagnético total da descarga atmosférica. A  $ZPR 1$  é a onde a corrente de surto é limitada por uma divisão de corrente da descarga e pela aplicação de DPS na fronteira (ABNT, 2015).

Na Figura 27, são apresentados os principais componentes de sistema SPDA. Basicamente composto pela haste captora, o condutor de descida e o aterramento.



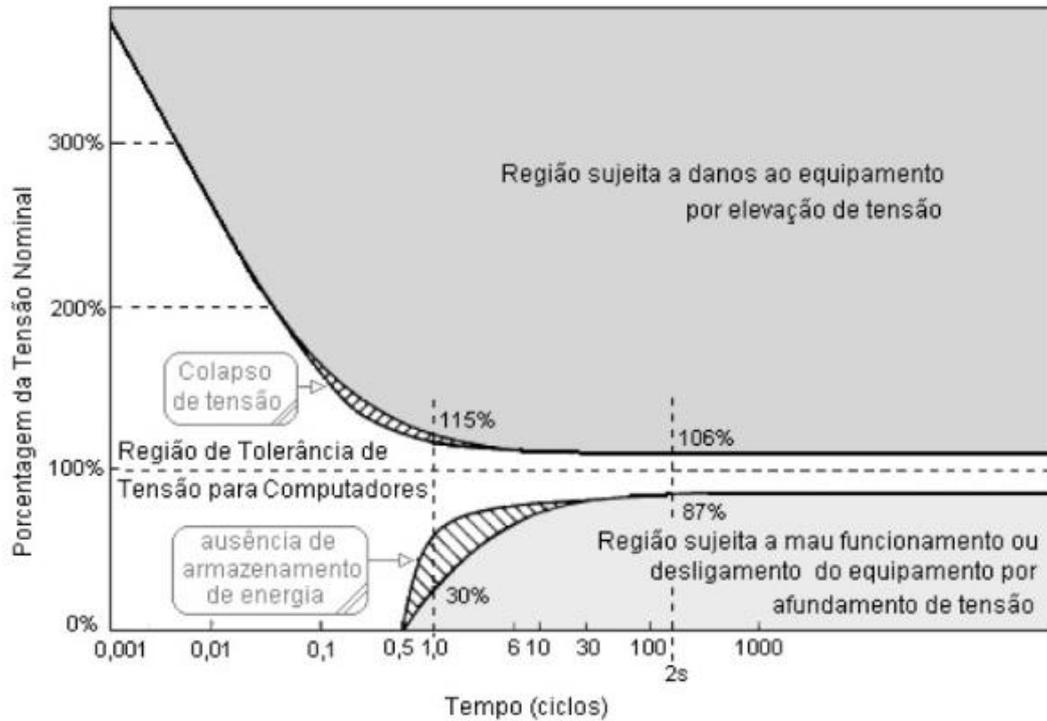
**Figura 27 - Componentes de um SPDA**  
**Fonte: Braga (2020)**

É importante que seja instalado um bom sistema de aterramento, e um dos primeiros pontos é conseguir a mais baixa resistência de aterramento possível, pois isto garante uma melhor dispersão da corrente da descarga elétrica para o solo (ENERGISA, 2018).

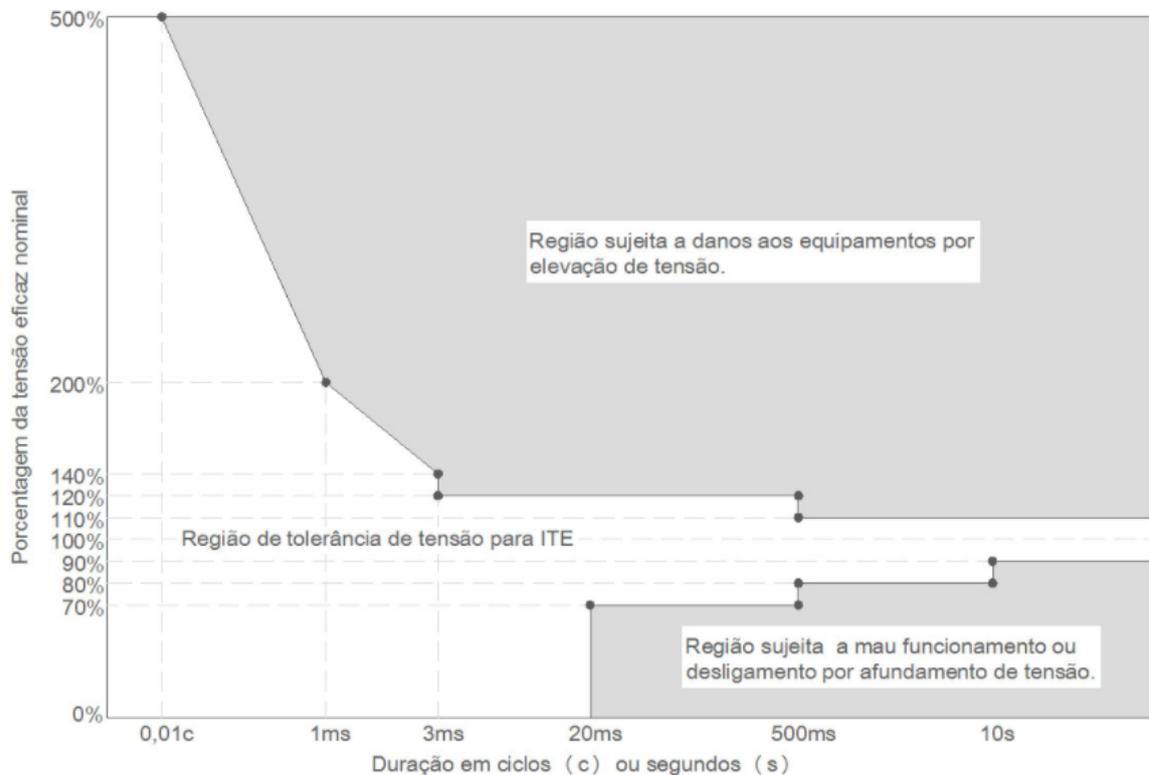
## 2.9 Suportabilidade dos equipamentos

Os equipamentos elétricos existentes nas residências são projetados para operar com uma certa suportabilidade. A primeira curva de sensibilidade dos equipamentos foi introduzida em 1978 por Thomas Key. Primeiramente em um estudo para grandes computadores, foi criada a curva CBEMA (Figura 28), que apresenta a tolerância para distúrbios de tensão no sistema elétrico, apesar de ser criada para computadores a curva foi utilizada para outros eletroeletrônicos.

Esta curva CBEMA, foi revisada, possibilitando o melhor aproveitamento para outros equipamentos e assim foi criada a curva ITIC (*Information Technology Industry Council*) apresentada na Figura 29.



**Figura 28 - Curva CBEMA**  
**Fonte: Fourier (2021)**



**Figura 29 - Curva ITIC**  
**Fonte: Fourier (2021)**

Observa-se na Figura 29, que as curvas são definidas em três pontos, uma região sujeita a danos aos equipamentos por elevação de tensão, a região de tolerância do equipamento e a região sujeita a mau funcionamento ou desligamento por afundamento de tensão.

Com os avanços dos estudos foi possível definir novas curvas de suportabilidade para os diferentes equipamentos. Conhece-se que o equipamento possuem duas características de suportabilidade, a dielétrica e a térmica. A suportabilidade dielétrica é dado como o limite máximo de tensão suportada pelo o equipamento em uma determinada duração de tempo, a ultrapassagem desse limite resulta em danos ao equipamento (CARDOSO, 2006). Já no caso da suportabilidade térmica é dado pelo o limite máximo de corrente suportada pelo equipamento (ÁVILA, 2011).

A Figura 30, apresenta uma curva típica da suportabilidade dielétrica, a curva está dividida em três regiões. A região 1, trata-se de um transitório impulsivo de altas frequência comum em casos de descargas atmosférica. A região 2, são características para transitórios de baixa frequência, e com elevação de tensão de até 120% acima da tensão normal. A região 3, representa curva característica de sobretensões em 60Hz, além de caracterizar as tolerâncias de regime permanente (ÁVILA, 2011).

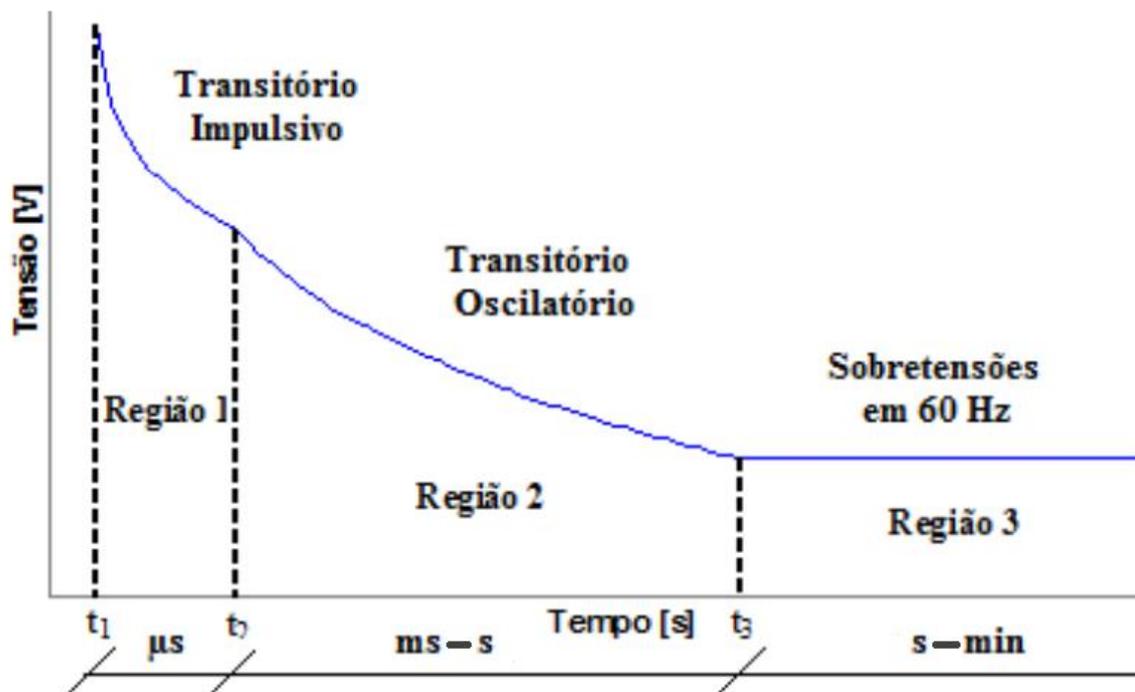


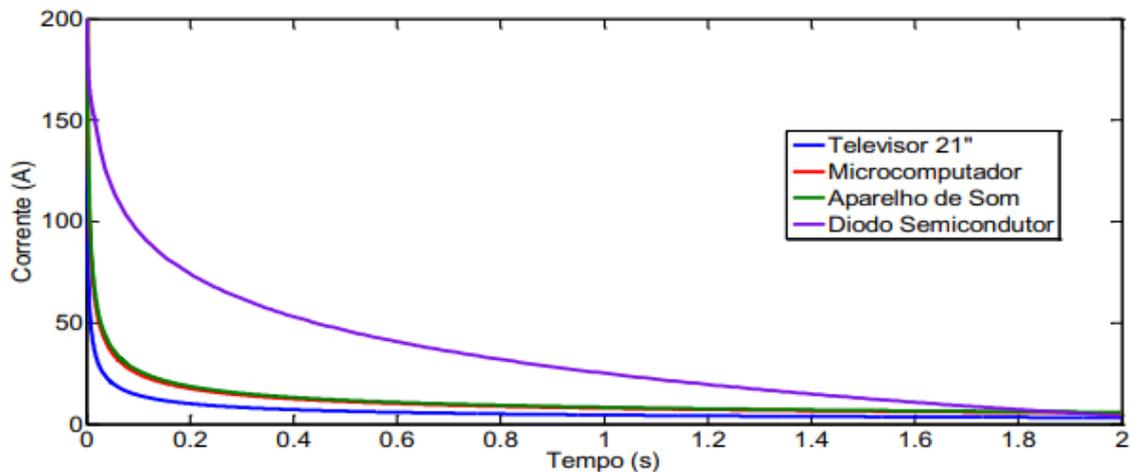
Figura 30 - Curva típica de suportabilidade dielétrica  
 Fonte: Ávila (2011)

Em relação a curva de suportabilidade térmica de acordo com Ávila (2011), esta pode ser calculada utilizando o conceito da integral de joule ( $I^2t$ ), pois este representa a influência da sobrecorrente para um intervalo de tempo. E assim, a curva de suportabilidade térmica pode ser traçada de acordo com a Equação 1, após saber-se qual a energia máxima ( $J$ ) suportada pelo equipamento.

$$I(t) = \sqrt{\frac{J}{t}} \quad (1)$$

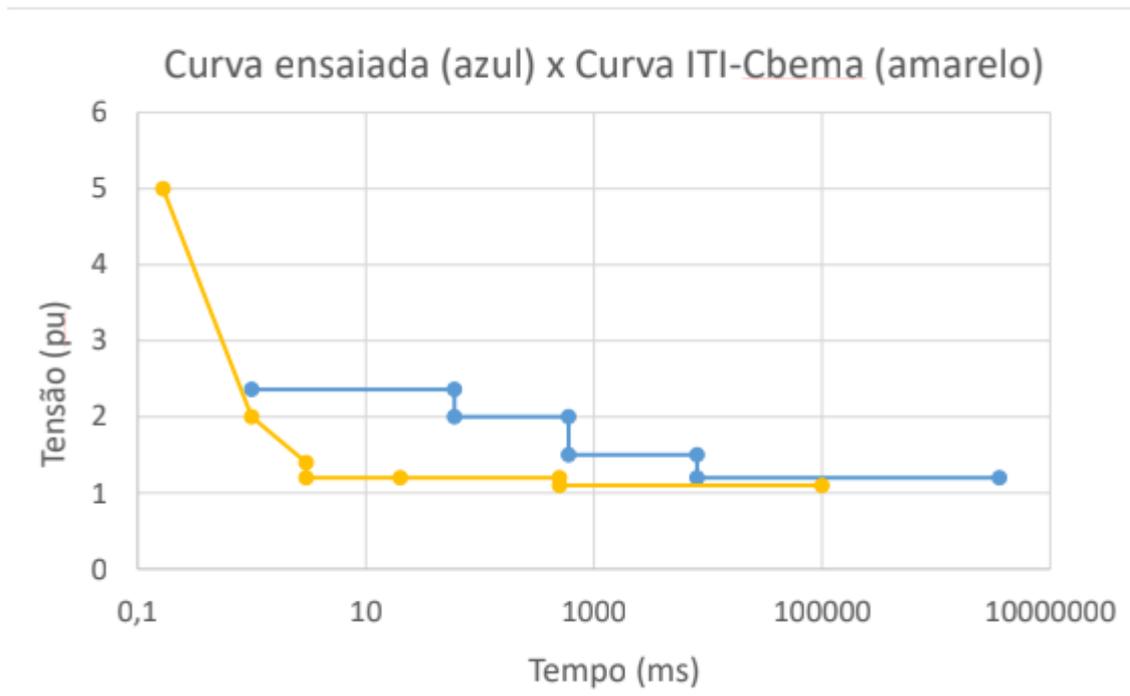
- $J$  = energia máxima (J)
- $t$  = tempo (s)
- $I$  = corrente (A)

Na Figura 31, é apresentado um exemplo de curva de suportabilidade térmica, comparando alguns eletroeletrônicos. Para este caso tem-se o diodo semiconductor apresentando uma maior suportabilidade quando comparado aos outros equipamentos, para este trabalho isto se justifica pois o laudo de dano no equipamento não apresentava queima no diodo e sim nos fusíveis, trilhas das placas eletrônicas e varistores (GONDIM *et al.*, 2012).



**Figura 31 - Exemplo de curva de suportabilidade térmica**  
**Fonte: Gondim *et al.*, (2012).**

Na Figura 32, é apresentada a curva de suportabilidade elaborada pela USP baseada em ensaios de sobretensões/elevações de tensão. Na Figura é feita uma comparação entre a curva de suportabilidade elaborada e curva de suportabilidade ITI-Cbema.



**Figura 32 - Curva de suportabilidade ensaiada pela USP**  
 Fonte: USP (2020)

## 2.10 Equipamentos de proteção da rede

Os sistemas de proteção na rede são necessários para isolar o trecho após uma falha no sistema, afim, de diminuir os danos que venham a ocorrer, é necessário para uma proteção mais eficaz, considerar a seletividade da rede elétrica e a coordenação entre os dispositivos de proteção (CARDOSO JR, 2004).

A rede elétrica pode ser protegida por alguns equipamentos, são exemplos disso, as chaves fusíveis, relés, disjuntores, religadores, entre outros. Estes equipamentos buscam diminuir possíveis danos que ocorram durante um evento na rede, além de também garantir a segurança dos funcionários das concessionárias e dos usuários (ASSIS, 2019).

O disjuntor funciona como um dispositivo de proteção, quando na ocorrência de falta de energia, o mesmo é comandado por relés de sobrecorrente para abrir o circuito. Assim, protegendo os equipamentos instalados na subestação e nos alimentadores contra danos. (CEMIG, 2017). É necessário que todo alimentador de distribuição contenha um disjuntor como dispositivo de proteção (MAMEDE, 2013).

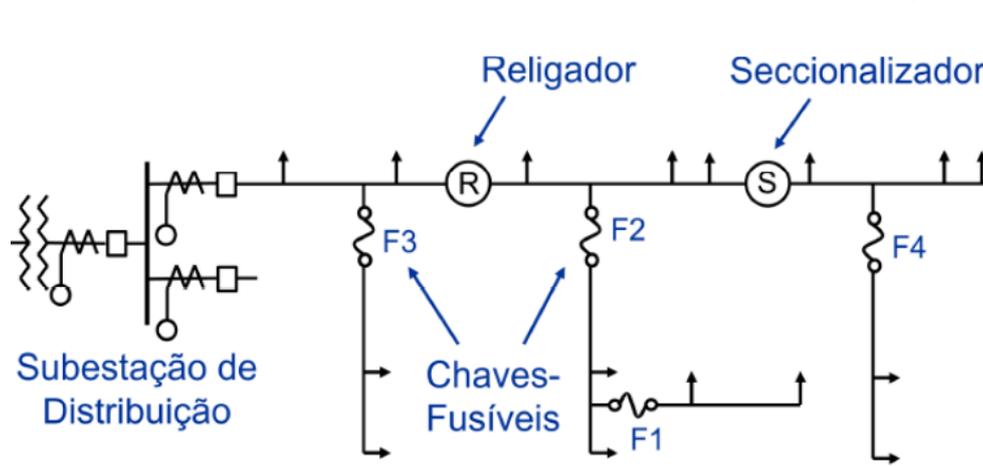
Os religadores tem a função de realizar automaticamente a energização e a interrupção de circuitos na ocorrência de sobrecorrentes. As manobras realizadas pelo religadores tem um número limite, que são programadas anteriormente, após a realização da operação se a falta for

permanente, o circuito será aberto em definitivo só podendo ser religado de forma manual por um operador (CEMIG, 2017)

Normalmente um religador funciona como um dispositivo de retaguarda para o seccionizador, este é um dispositivo de proteção automática. O seccionizador tem a função de interromper de forma automática o circuito que ele protege e basicamente é composto por um sensor de sobrecorrentes e de um mecanismo para contagem de desligamentos do equipamento de retaguarda (CEMIG, 2017). Também são bastante usadas para possibilitar alterar trechos para transferência de cargas e isolamento de falhas, as chaves funcionam basicamente em dois estados, normalmente aberto (para manobras emergenciais, de transferência ou de manutenção) e normalmente fechado (para isolar trechos específicos da rede).

Outro dispositivo é a chave fusível que é um dos mais utilizados, devido ao seu baixo custo e bom desempenho na proteção (MAMEDE, 2013). A mesma é projetada para a conexão de um cartucho entre seus terminais, formando um dispositivo de proteção que tem a função de interromper o circuito em caso de sobrecorrente. (CEMIG, 2017). Os fusíveis são utilizados tanto na distribuição, “quanto na parte de proteção de equipamentos em subestações quanto na proteção da rede primária”

Na Figura 33, é apresentada como é a localização mais comum dos dispositivos religador, seccionizador e chaves fusíveis existentes numa rede de distribuição.



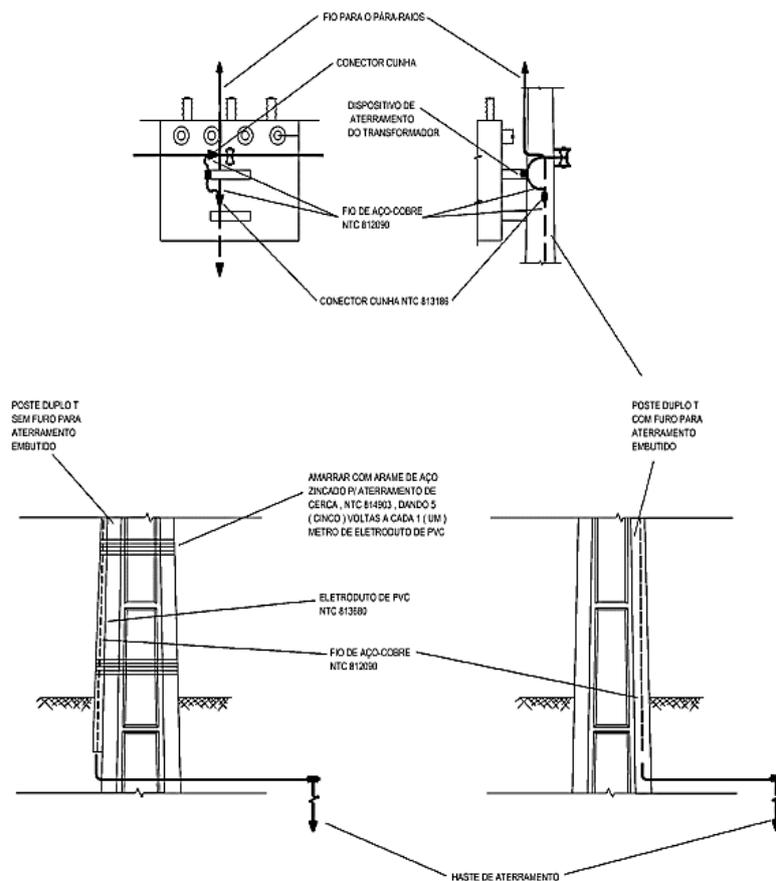
**Figura 33 - Localização típica de dispositivos de proteção**  
**Fonte: Fritzen (2021)**

O aterramento também é importante nos sistemas da rede de distribuição, juntamente com a instalação de para-raios. O aterramento tem a função de ser caminho de impedância adequado para as correntes elétricas causadas por exemplo, por descargas elétricas ou uma

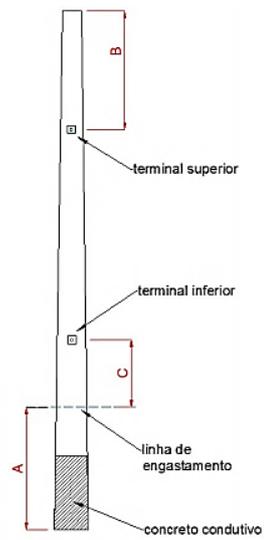
interrupção da energia e assim, servindo de proteção para pessoas e equipamentos (CANNABRAVA; FERREIRA; PASQUA, 2017).

No sistema de distribuição de energia brasileiro, costuma-se usar um aterramento “de hastes verticais sendo os tipos mais comuns a haste cantoneira de aço zincado e a haste cilíndrica aço-cobreada, de 2,40 m ou 3,00 m de comprimento” (CANNABRAVA; FERREIRA; PASQUA, 2017). Na Figura 34, é apresentado o aterramento em um poste com transformador.

Em um projeto do Grupo CPFL Energia, foi desenvolvido o poste autoaterrado, que se dispensaria o uso de hastes e cabos de cobre para, tornando a proteção mais eficiente, a Figura 35 apresenta o modelo deste tipo de poste, o mesmo é desenvolvido utilizando 2 conectores de aterramento vergalhão-terra embutidos no poste sendo um superior para interligação dos condutores de aterramento e um inferior acima da linha de engastamento do poste para medições de aterramento. (CANNABRAVA; FERREIRA; PASQUA, 2017).



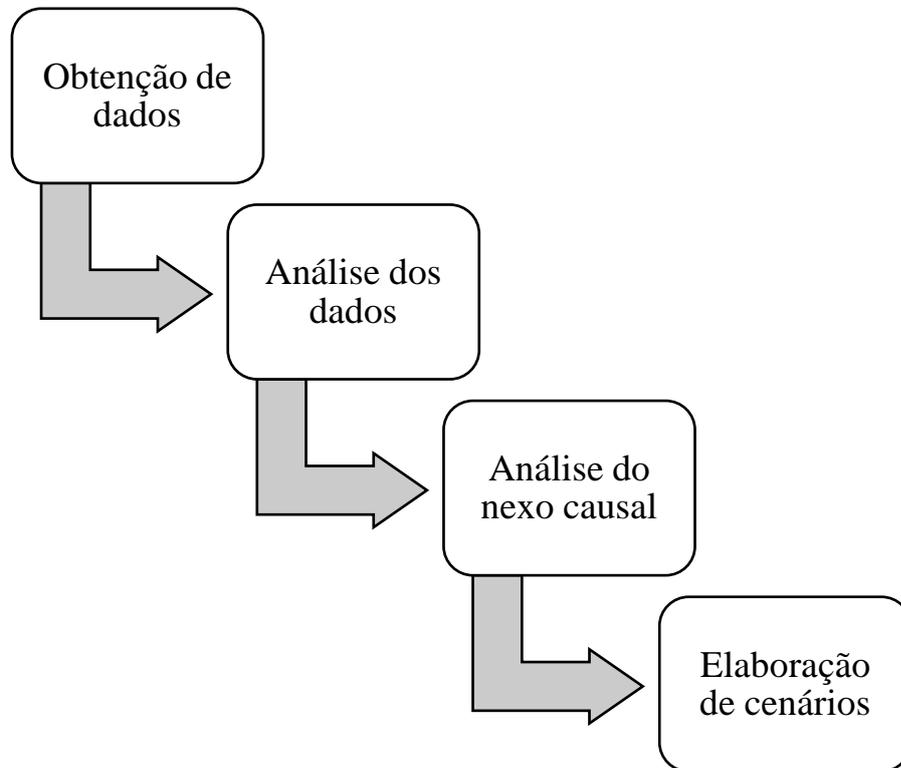
**Figura 34 - Aterramento de poste da rede urbana**  
**Fonte: COPEL (2019)**



**Figura 35 - Poste autoaterrado**  
**Fonte: Cannabrava; Ferreira; Pasqua (2017).**

### 3. METODOLOGIA

Com o objetivo principal de analisar onexo causal em processos de ressarcimento por danos elétricos, foi realizado um estudo de caso com algumas distribuidoras, os passos seguiram de acordo com o apresentado na Figura 36.



**Figura 36 - Fluxograma metodologia**

O primeiro passo foi a obtenção dos dados, no qual foram coletados para 3 distribuidoras, denominadas de A, B e C e para um período de 2016 a 2019. Os dados coletados foram em relação ao número de solicitações para ressarcimento por danos recebidas pelos canais de atendimento das distribuidoras.

Na análise dos dados ocorreu a seguinte divisão: Pedidos procedentes, pedidos improcedentes, eventos ocorridos na rede, valor pago por equipamentos e principais equipamentos pagos. Dentro deste ponto foi verificado a faixa de consumo das unidades consumidoras solicitantes, qual a média de valor pago com o ressarcimento, a faixa de consumo das solicitações e também os principais equipamentos ressarcidos.

Análise dos nexos causais, baseando-se nos processos de análise mostrado no Módulo 9, foi verificada as causas das ocorrências e classificadas de acordo com os motivos de deferimento estabelecido no Módulo 9, verificando também as principais causas de eventos na rede. Em relação aos indeferimentos, foi verificado o número de pedidos que não apresentou

registro de eventos e aqueles que estavam fora do prazo de solicitação de 90 dias. Também foi realizada uma avaliação dos transformadores que tiveram os maiores registros de solicitação.

Elaboração de cenários, para melhor explanação das possibilidades que podem existir de mudanças em relação ao ressarcimento por danos elétricos foram elaborados dois cenários de acordo com os estudos realizados para este trabalho, como pode ser visto a seguir:

Cenário 1 – Diminuição do tempo permitido para solicitações de ressarcimento: é utilizado como base, o tempo médio que os pedidos são realizados nas 3 distribuidoras estudadas. A partir do tempo médio em que são feitas as solicitações, foram realizados simulações levando em consideração essa média, verificando se o número de solicitações que a distribuidora recebe por mês irá diminuir ou não.

Cenário 2 – Considerando as descargas atmosféricas e o uso de DPS: verificação da quantidade de danos elétricos que foram causados devido a ocorrência de descargas atmosféricas na rede da distribuidora e caso a unidade consumidora estivesse utilizando o dispositivo de proteção, verificar a possível redução que pode ser obtida.

### 3.1 Dados gerais

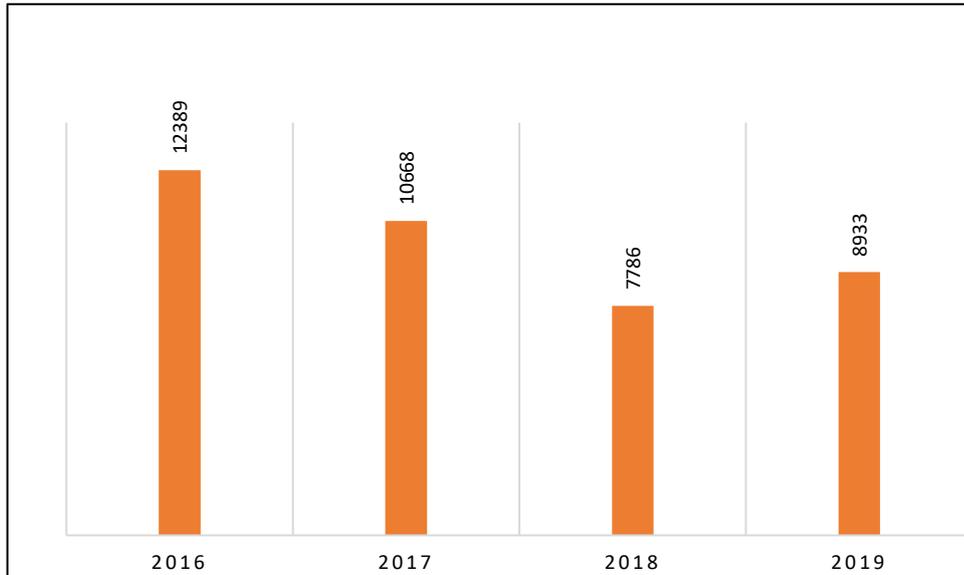
Para contextualizar as distribuidoras em estudo são apresentados na Tabela 11, os dados sobre o número de unidades consumidoras (UCs). A distribuidora A e C apresentam características sobre números de UCs próximos e no caso de B é uma empresa com um maior número de clientes e assim uma abrangência maior. Durante o período estudado, A, B e C apresentaram no período uma variação crescente de 5% no número de unidades consumidoras.

**Tabela 11 - Quantidades de Unidades consumidoras**

	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
<b>Distribuidora A</b>	1.653.899	1.685.256	1.722.112	1.737.524
<b>Distribuidora B</b>	4.234.403	4.316.831	4.418.981	4.446.617
<b>Distribuidora C</b>	1.454.055	1.477.677	1.500.987	1.524.552

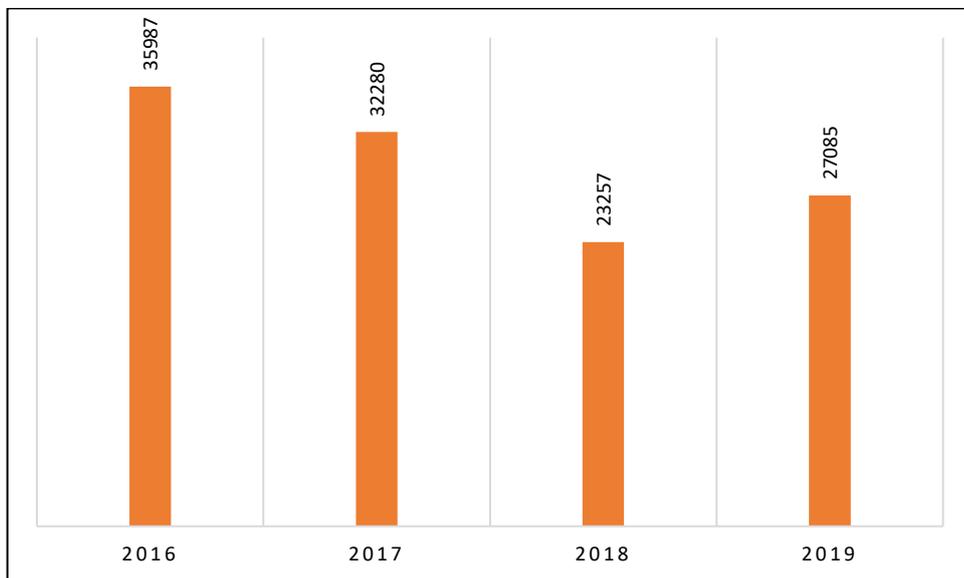
**Fonte: Adaptado pelo autor**

A quantidade de pedido para ressarcimento por danos elétricos, que é registrado pelos canais de atendimento de cada distribuidora, são mostrados nas Figuras 36 a 38. No caso a distribuidora A (Figura 36), teve uma diminuição de 37% de 2016 para 2018, porém no ano de 2019 sofreu um aumento de 14,7% nos números de pedidos em comparação com o ano anterior.



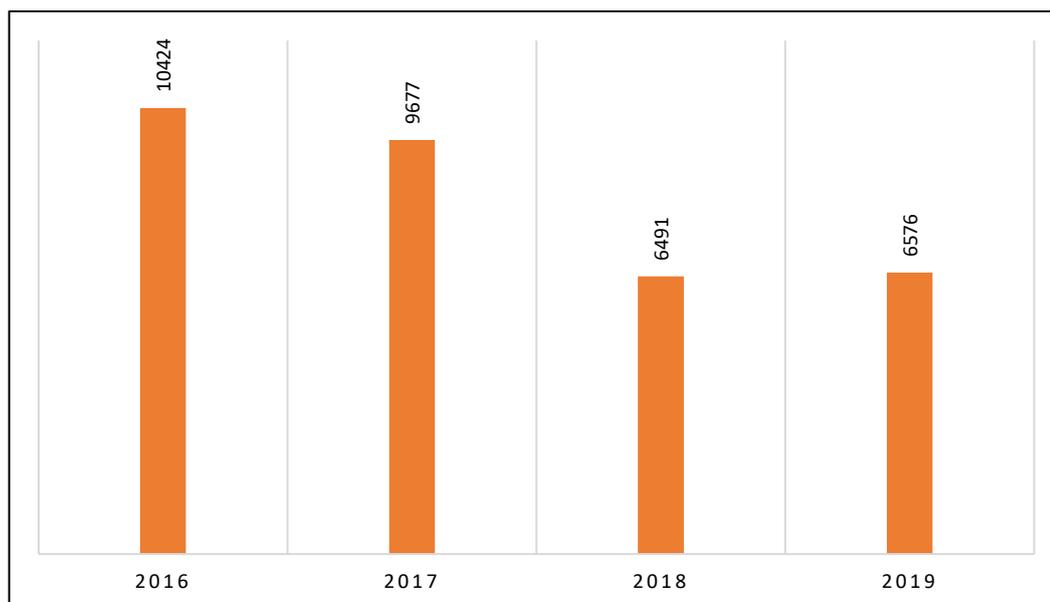
**Figura 37 - Dados sobre solicitações de ressarcimento por danos elétricos (Distribuidora A)**  
**Fonte: Adaptado de Distribuidora A**

A Distribuidora B, apresentada nos dados da Figura 37, também apresenta uma diminuição quando comparado o ano 2016 com 2018 de 35% na quantidade de pedidos, já de 2018 para 2019 ocorreu um aumento de 16,5%.



**Figura 38 - Dados sobre solicitações de ressarcimento por danos elétricos (Distribuidora B)**  
**Fonte: Adaptado de Distribuidora B**

No caso da Distribuidora C (Figura 38), a diminuição de 2016 para 2018 foi de 37%. Os dados também apresentaram um leve aumento de 1,3% do número de solicitações de 2018 para 2019.



**Figura 39 - Dados sobre solicitações de ressarcimento por danos elétricos (Distribuidora C)**  
**Fonte: Adaptado de Distribuidora C**

## 3.2 Análise dos nexos causais

Com a divisão dos dados em procedentes e improcedentes verificou-se os principais motivos para os pedidos deferidos e qual os possíveis motivos de indeferimento.

Para a análise pode-se dividir as causas em grupos de acordo com o que foi mostrado no Módulo 9. Para esta análise foram verificados os eventos que ocorreram na rede de distribuição e qual o enquadramento de acordo com a Tabela 12.

**Tabela 12 – Motivo do deferimento do Módulo 9 do PRODIST**

Motivo do deferimento PRODIST	Descrição dos motivos
A	Atuação de quaisquer dispositivos de proteção à montante da unidade consumidora, inclusive religadores automáticos;
B	Ocorrências na subestação de distribuição que pudesse ter afetado a unidade consumidora;
C	Manobras emergenciais ou programadas, ainda que avisadas com antecedência;
D	Qualquer evento no sistema de transmissão que possa ter afetado a unidade consumidora;
E	Eventos na rede que provocam alteração nas condições normais de fornecimento de energia elétrica, provocados por ação da natureza, agentes a serviço da distribuidora ou terceiros.

**Fonte: ANEEL (2012)**

O primeiro passo para análise donexo causal é a verificação da ocorrência de eventos na rede no período que o cliente assegura que ocorreu o dano. Para isso, foram considerados os

eventos descritos nas Tabelas 13 e 14, verificando para os dados estudados quais dos eventos aconteceram, porém o nexa causal só será realmente confirmado se o laudo técnico comprovar que a queima do aparelho se deu por motivos elétricos. Na Tabela 13 os eventos estão classificados de acordo com os motivos de deferimento apresentados na Tabela 12, dividindo-se assim em: A, B, C, D ou E.

**Tabela 13 – Classificação de eventos na rede**

<b>Itens</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>DEFERIMENTO PRODIST</b>
1	Alteração-para melhoria	C
2	Alteração-para ampliação	C
3	Manutenção-corretiva	C
4	Manutenção-preventiva	C
5	Meio ambiente-poluição	E
6	Meio ambiente-corrosão	E
7	Meio ambiente-queima ou incêndio	E
8	Meio ambiente-inundação	E
9	Meio ambiente-erosão	E
10	Meio ambiente-árvore ou vegetação	E
11	Meio ambiente-descarga atmosférica	E
12	Meio ambiente-animais	E
13	Meio ambiente-vento	E
14	Terceiros-vandalismo	E
15	Terceiros-abalroamento	E
16	Terceiros-roubo	E
17	Terceiros-acidente	E
18	Terceiros-pipa	E
19	Terceiros-defeito cliente afetando outros	E
20	Terceiros-ligação clandestina	E
21	Terceiros-empresas de serviços públicos	E
22	Operacional-erro de operação	C
23	Operacional-serviço mal executado	C
24	Operacional-acidente	C
25	Sistema-subtensao	A
26	Sistema-sobretensao	A
27	Sistema-sobrecarga	A
28	Sistema-desligamento p/manutenção emergencial	C
29	Sistema-desligamento por segurança	A
30	Sistema-falha de material ou equipamento	A

31	Externa-programada	E
32	Externa- não programada	E

**Fonte: Adaptado de Distribuidora A**

A Tabela 14 apresenta eventos que são identificados por sistemas automáticos, controlados a distância e identificam em tempo real a ocorrência de eventos na rede. Quando ocorre um dos eventos de acordo com a classificação da tabela, a ocorrência do nexos causal é contabilizada.

**Tabela 14 – Eventos identificados por sistemas automáticos**

<b>1</b>	Alarme de estado em ponto telecontrolado
<b>2</b>	Alarme de Corrente Zero
<b>3</b>	Alarme de Dado em Limite Inferior
<b>4</b>	Comando Executado
<b>5</b>	Comando do operador
<b>6</b>	Comando sem resposta
<b>7</b>	Alarme de Dado em limite superior
<b>8</b>	Alarme de Variação Brusca de Dado

**Fonte: Adaptado de Distribuidora A**

Para os casos em que ocorre o indeferimento a divisão do número de indeferidos ocorrerá de acordo com os motivos apresentados na Tabela 15.

**Tabela 15 – Textos padrões para justificar o indeferimento**

<b>A</b>	Solicitação fora do prazo de 90 (noventa) dias após a ocorrência do dano
<b>B</b>	Anomalia que afetou a unidade consumidora, se deu em função de Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública
<b>C</b>	Falta de registro de perturbação no sistema elétrico que possa ter afetado a unidade consumidora
<b>D</b>	Registro de perturbação no sistema elétrico que afetou a unidade consumidora, porém, esta não poderia ter causado danos em equipamento resistivo.
<b>E</b>	Não identificado motivo do indeferimento

**Fonte: ANEEL (2012)**

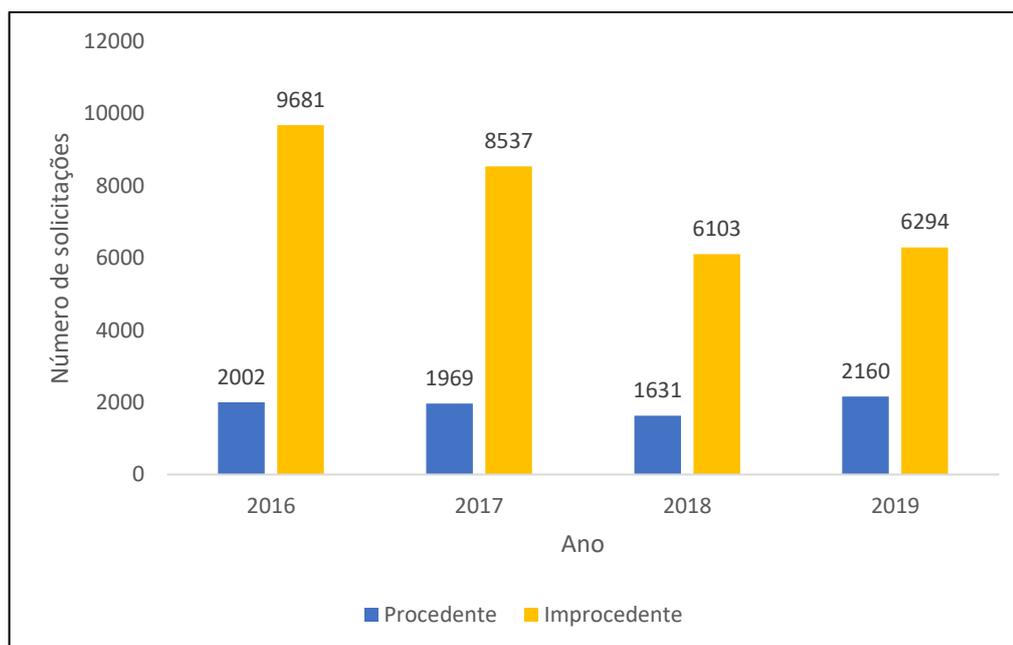
## 4. RESULTADOS

Este capítulo está dividido em cinco tópicos e apresenta os resultados obtidos a partir dos dados utilizados para este estudo, seguindo o que foi planejado na metodologia.

### 4.1 Quantidade de procedentes e improcedentes

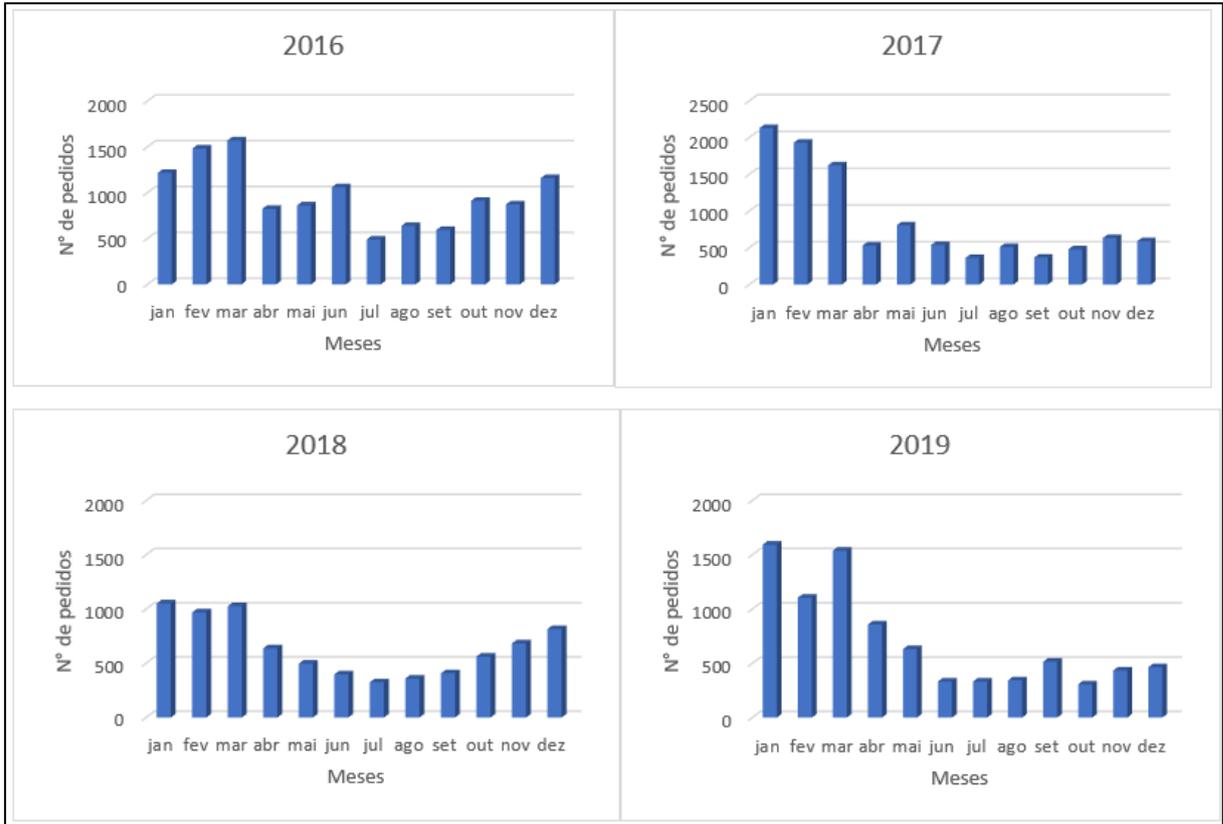
Primeiramente os dados obtidos para as Distribuidoras foram separados em procedentes e improcedentes, os casos procedentes foram aqueles, que a comprovação do nexo causal existiu e assim foi realizado o ressarcimento ao cliente. Os casos improcedentes são aqueles que não ocorreu a comprovação ou as solicitações foram realizadas fora do prazo de 90 dias.

A Figura 40 apresenta os resultados para a Distribuidora A, percebe-se que o número de improcedentes diminui ao longo dos anos, de 2016 para 2019, ocorreu uma diminuição de 35%. Ao contrário da grande diminuição de improcedentes, os pedidos procedentes permanecem quase que constante, e comparando 2016 com 2019, ocorreu um aumento de 8% no número de solicitações procedentes por ano.



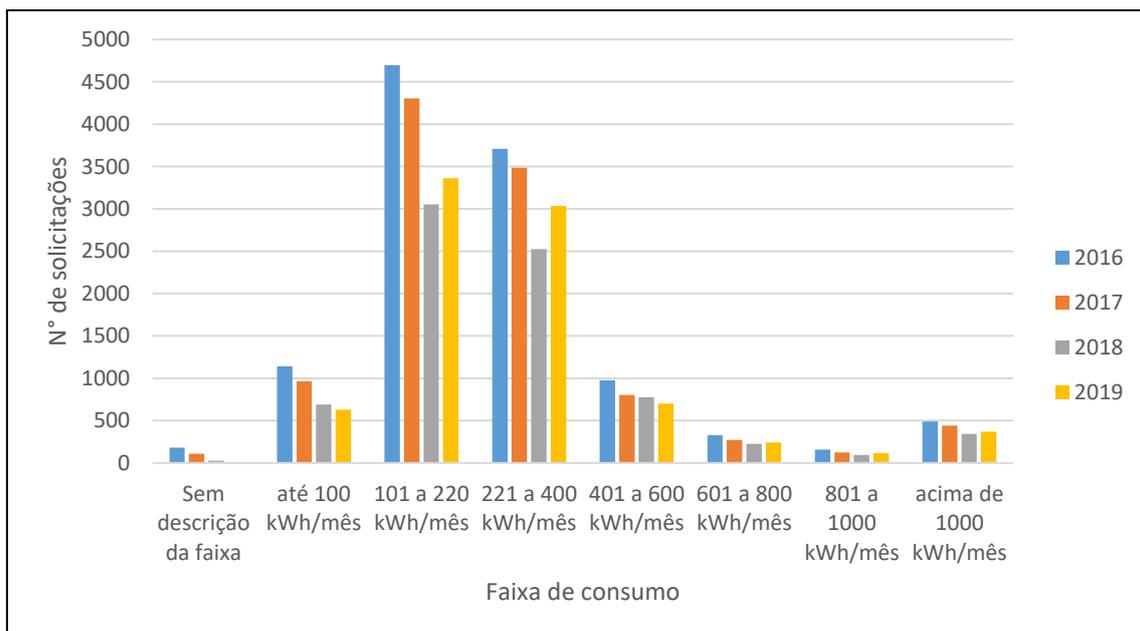
**Figura 40 - Procedentes e improcedentes Distribuidora A.**  
**Fonte: Adaptado de Distribuidora A**

Já na Figura 41, é apresentada o número de solicitações recebidas por mês para a Distribuidora A, nos quatro anos estudados, é possível perceber que o maior número de pedidos se concentra no primeiro trimestre de cada ano, chegando a receber cerca de 2000 solicitações em janeiro de 2017.



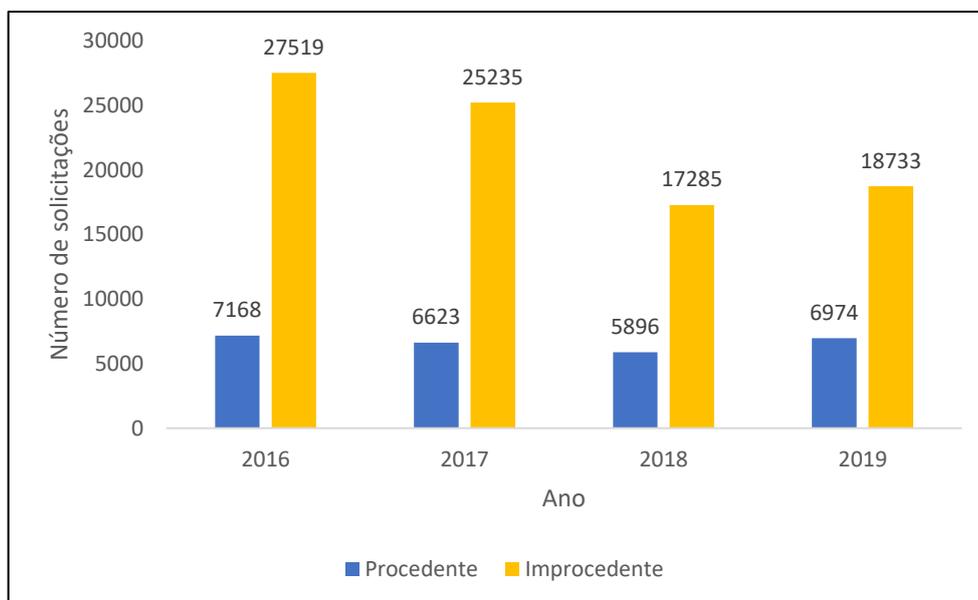
**Figura 41 - Distribuição mensal de pedidos para Distribuidora A**  
**Fonte: Adaptado de Distribuidora A**

A Figura 42, apresenta as faixas de consumo das solicitações, a maioria dos consumidores são da faixa de 101 a 400 kWh/mês. Em 2016 40% foram da faixa de consumo de 101 a 220kWh.



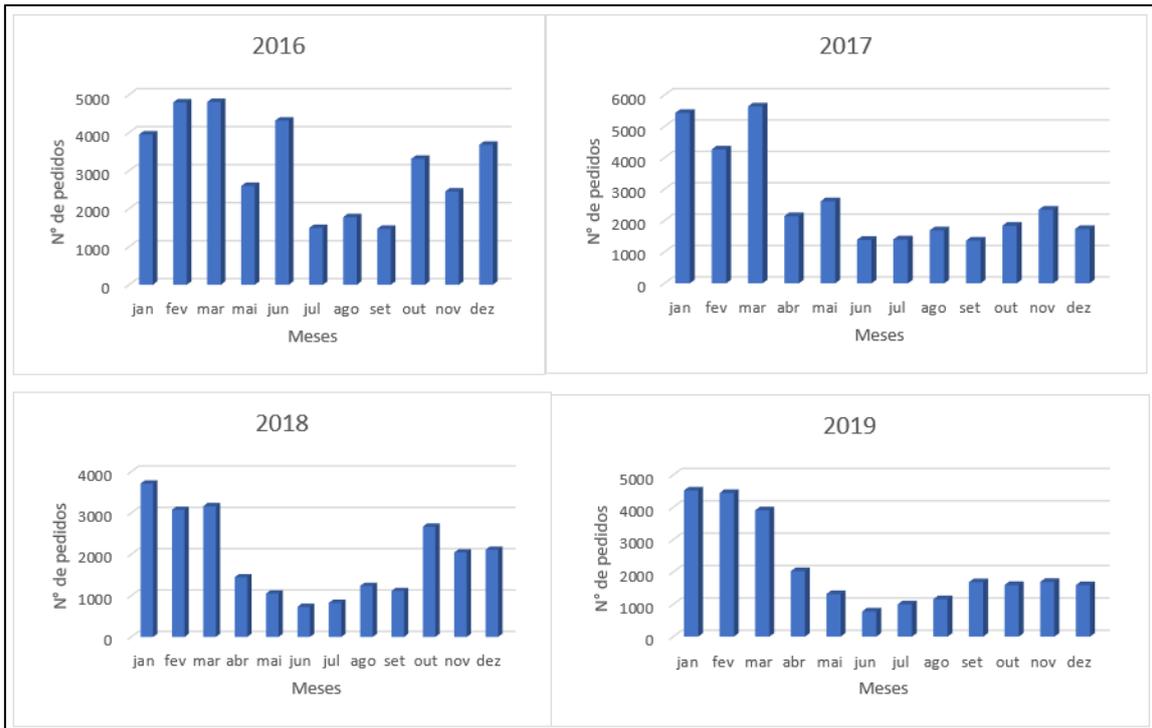
**Figura 42 - Faixa de consumo das solicitações Distribuidora A**  
**Fonte: Adaptado de Distribuidora A**

Para a Distribuidora B, os resultados estão apresentados na Figura 43, por ser uma empresa com um número de unidades consumidoras maior, os números são mais expressivos. Ao ser comparado 2016 com 2019, ocorre uma diminuição nos resultados improcedentes de 32%, o que representa um valor aproximado com a diminuição que ocorreu nas Distribuidoras A e B.



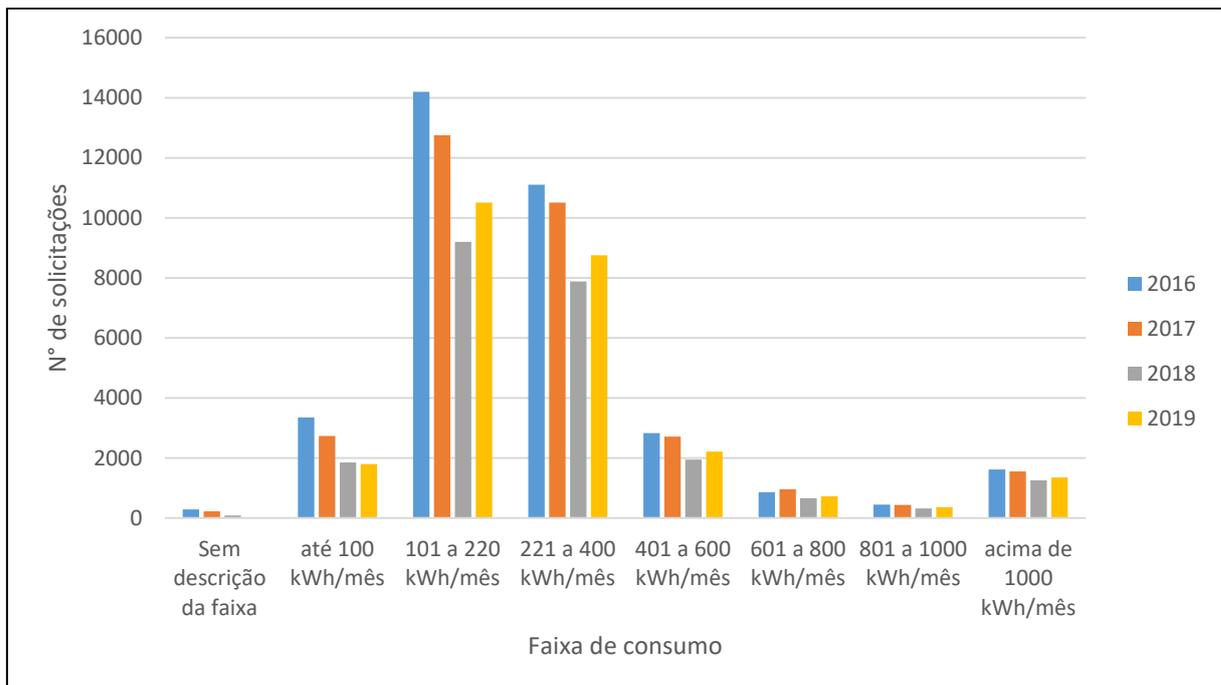
**Figura 43 - Procedentes e improcedentes Distribuidora B**  
**Fonte: Adaptado de Distribuidora B**

Os dados mensais da Distribuidora B, são apresentados na Figura 44, continuando a mesma tendência de receber um maior número de solicitações nos primeiros três meses do ano, para o ano de 2016 ocorreu uma pequena diferença, pois além do primeiro trimestre o mês de junho apresenta um valor aproximado dos recebidos em janeiro.



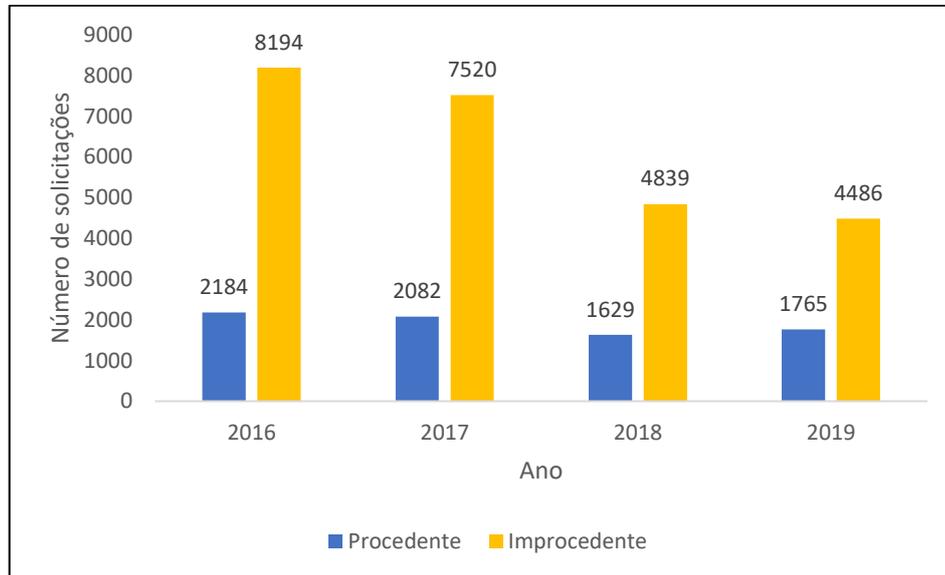
**Figura 44 - Distribuição mensal de pedidos para a Distribuidora B**  
**Fonte: Adaptado de Distribuidora B**

Para a Distribuidora B, a faixa de consumo é apresentada na Figura 45, os consumidores que mais realizaram solicitações foram na faixa de 101 a 400 kWh/mês, também no ano de 2016, os pedidos da faixa de 101 a 220 kWh/mês representaram 41%.



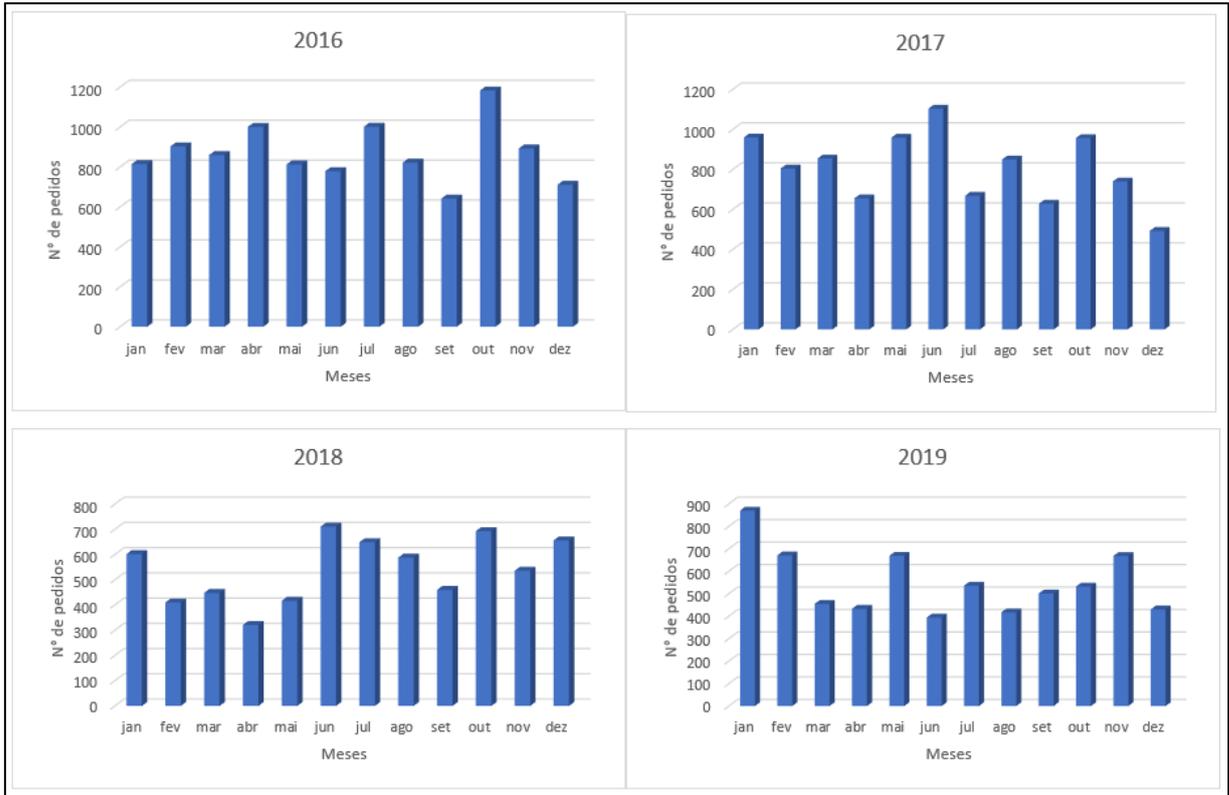
**Figura 45 - Faixa de consumos das solicitações Distribuidora B**  
**Fonte: Adaptado de Distribuidora B**

Na Figura 46, é apresentado o gráfico de procedentes e improcedentes para a Distribuidora C, em 2016, o número de improcedentes era de cerca de 4 vezes maior que o número de procedentes, ao longo dos anos essa diferença foi diminuída, de 2016 para 2019 ocorreu uma diminuição de 45%.



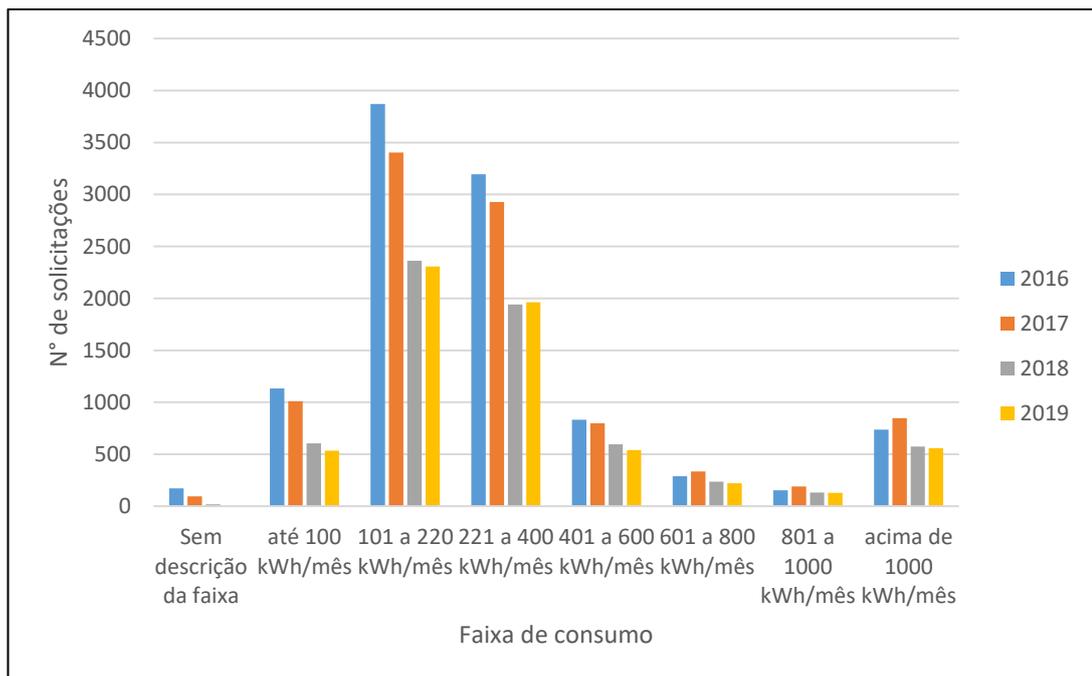
**Figura 46 - Procedentes e improcedentes Distribuidora C**  
**Fonte: Adaptado de Distribuidora C**

Para a distribuidora C, a distribuição mensal de pedidos apresentada na Figura 47, demonstra uma diferença ao ser comparada com as distribuidoras anteriores, neste caso, os pedidos apresentam uma variação constante, não sendo possível caracterizar uma tendência, o que leva a demonstrar que a distribuição de pedidos pelas distribuidoras do país pode seguir variações diferentes, visto que trata-se de um país continental, com diferença de climas e culturas.



**Figura 47 - Distribuição mensal de pedidos para a Distribuidora C**  
 Fonte: Adaptado de Distribuidora C

A faixa de consumo da Distribuidora C (Figura 48), apresenta o mesmo comportamento das outras distribuidoras. Também foi no ano de 2016 que a faixa de consumo de 101 a 220 kWh/mês representou a maior porcentagem, com 37%.



**Figura 48 - Faixa de consumo das solicitações Distribuidora C**  
 Fonte: Adaptado de Distribuidora C

## 4.2 Casos procedentes

Como já visto no tópico 4.1, do total de pedidos de ressarcimento recebidos pelas distribuidoras, apenas uma parte são procedentes, ou seja, atendem os requisitos exigidos, como a tempestividade, ocorrência de eventos que possam ocasionar danos elétricos, além de também o laudo técnico comprovar que a queima foi devido a falha elétrica.

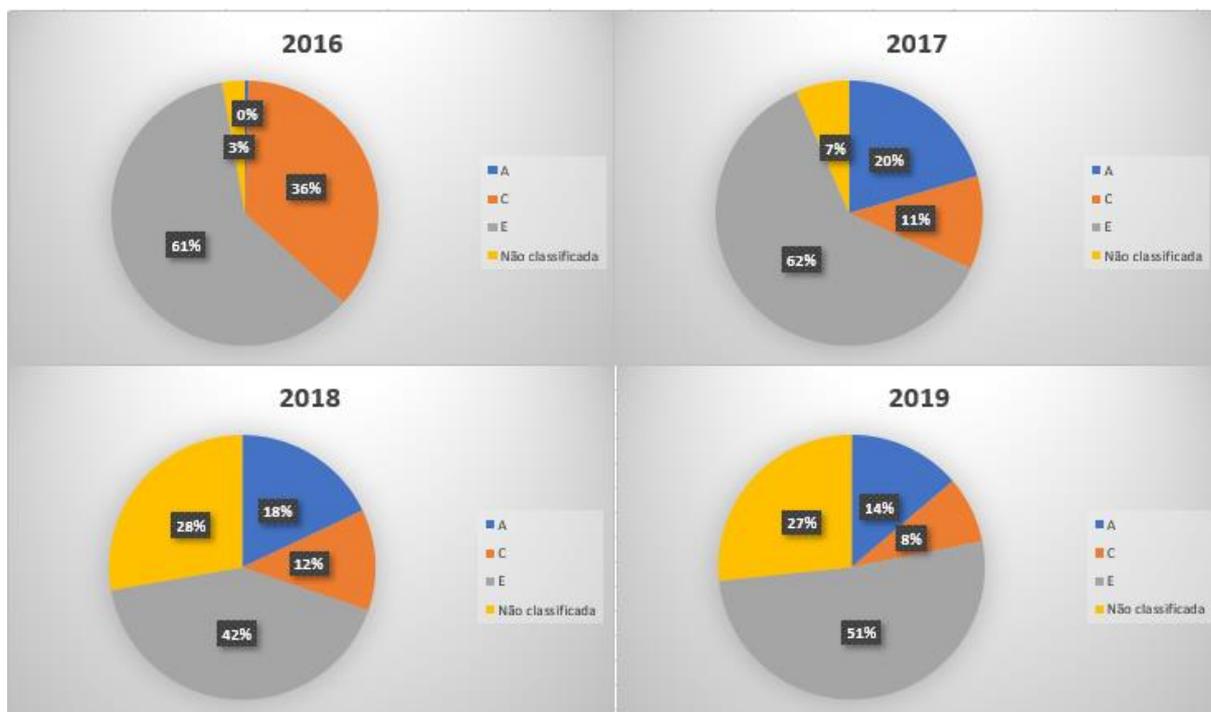
Dentro dos dados que foram procedentes, verificou-se quais os principais eventos que ocorreram na rede. Na Tabela 16, são apresentadas a descrição dos eventos que mais foram verificados no período de quatro anos do estudo, em primeiro lugar estão as falhas que ocorreram no sistema, mas não foi possível a identificação, em segundo, problemas ocasionados na rede devido a fatores externos, como árvore ou vegetação.

**Tabela 16 – Descrição eventos Distribuidora A**

DESCRIÇÃO	2016	2017	2018	2019	Soma
<b>Sistema-não identificada</b>	99	1	424	956	1480
<b>Meio ambiente-arvore ou vegetação</b>	351	20	266	531	1168
<b>Meio ambiente-vento</b>	248	54	109	568	979
<b>Sistema-falha de material ou</b>	295	0	241	438	974
<b>Meio ambiente-descarga atmosférica</b>	228	34	132	417	811
<b>Terceiros-abalroamento</b>	27	200	30	75	332
<b>Meio ambiente-queima ou incêndio</b>	4	290	3	1	298
<b>Meio ambiente-poluição</b>	0	290	0	0	290
<b>Alteração-para melhoria</b>	<b>58</b>	<b>66</b>	<b>49</b>	<b>79</b>	252
<b>Manutenção-preventiva</b>	15	84	49	86	234
<b>Operacional-erro de operação</b>	1	214	8	9	232

Fonte: Adaptado de Distribuidora A

Como foi colocado no item 3,1 os dados de eventos podem ser divididos em grupos de acordo com o Módulo 9 do PRODIST, na Figura 49, são apresentadas as porcentagens por classificação para cada ano estudado. Em todos os anos, os eventos estão em grande maioria classificados dentro do grupo E, que são eventos provocados pela ação da natureza, agentes a serviço da distribuidora ou terceiros. Em 2016 os eventos classificados em C, representaram 36% do total reforçando que este ano ocorreram muitas manobras emergenciais ou programadas. Em 2017 o cenário muda um pouco, e 20% dos eventos são motivados pela atuação de dispositivos de proteção à montante da unidade consumidora (Grupo A). Nos anos de 2018 e 2019, após o primeiro grupo, a maior porcentagem de eventos não foi possível realizar a classificação.



**Figura 49 - Classificação dos eventos por ano para a Distribuidora A**  
 Fonte: Adaptado de Distribuidora A

Na Distribuidora B, os eventos que mais ocorreram ao longo dos quatro anos não tiveram classificação e problemas não identificados no sistema, seguindo por eventos ocasionados por descarga atmosférica, com um total nos quatro anos de 3826 eventos, conforme apresentado na Tabela 17.

**Tabela 17 – Descrição de eventos Distribuidora B**

Descrição	2016	2017	2018	2019	Soma
<b>Não classificada</b>	<b>1777</b>	<b>1793</b>	<b>1353</b>	<b>1788</b>	<b>6711</b>
<b>Sistema-não identificada</b>	<b>939</b>	<b>916</b>	<b>790</b>	<b>1470</b>	<b>4115</b>
<b>Meio ambiente-descarga atmosférica</b>	<b>997</b>	<b>920</b>	<b>902</b>	<b>1007</b>	<b>3826</b>
<b>Sistema-falha de material</b>	<b>730</b>	<b>677</b>	<b>597</b>	<b>809</b>	<b>2813</b>
<b>Meio ambiente-arvore ou vegetação</b>	<b>622</b>	<b>596</b>	<b>461</b>	<b>750</b>	<b>2429</b>
<b>Meio ambiente-vento</b>	<b>549</b>	<b>360</b>	<b>375</b>	<b>613</b>	<b>1897</b>
<b>Meio ambiente-corrosão</b>	<b>379</b>	<b>376</b>	<b>379</b>	<b>576</b>	<b>1710</b>
<b>Sistema-desligamento p/manutenção</b>	<b>311</b>	<b>178</b>	<b>163</b>	<b>264</b>	<b>916</b>
<b>Terceiros-pipa</b>	<b>156</b>	<b>230</b>	<b>169</b>	<b>174</b>	<b>729</b>
<b>Meio ambiente-animais</b>	<b>91</b>	<b>136</b>	<b>131</b>	<b>206</b>	<b>564</b>
<b>Sistema-sobrecarga</b>	<b>112</b>	<b>111</b>	<b>152</b>	<b>133</b>	<b>508</b>

Fonte: Adaptado de Distribuidora B

Em relação a classificação apresentada na Figura 50, tem-se para todos os anos os eventos do grupo E, com as maiores porcentagem, porém com pequenas diferenças com o

segundo ponto, que também é o mesmo para todos os anos, que são os eventos não classificados dentro dos motivos para deferimento apresentados no PRODIST.

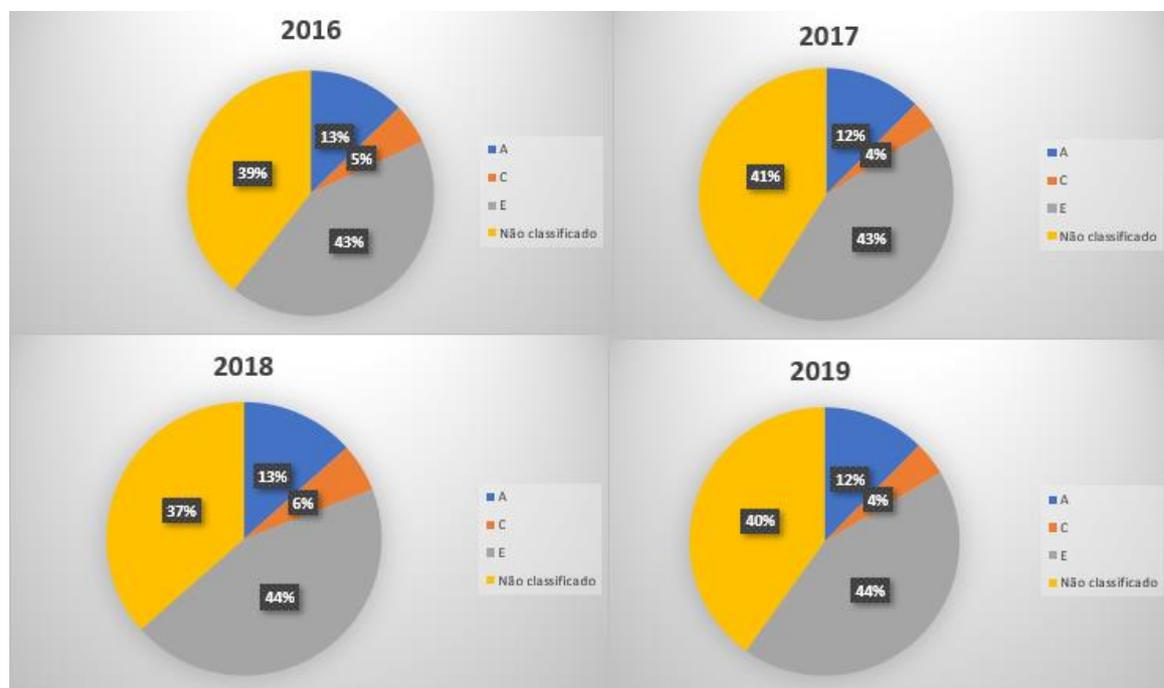


Figura 50 - Classificação dos eventos por ano para a Distribuidora B  
Fonte: Adaptado de Distribuidora A

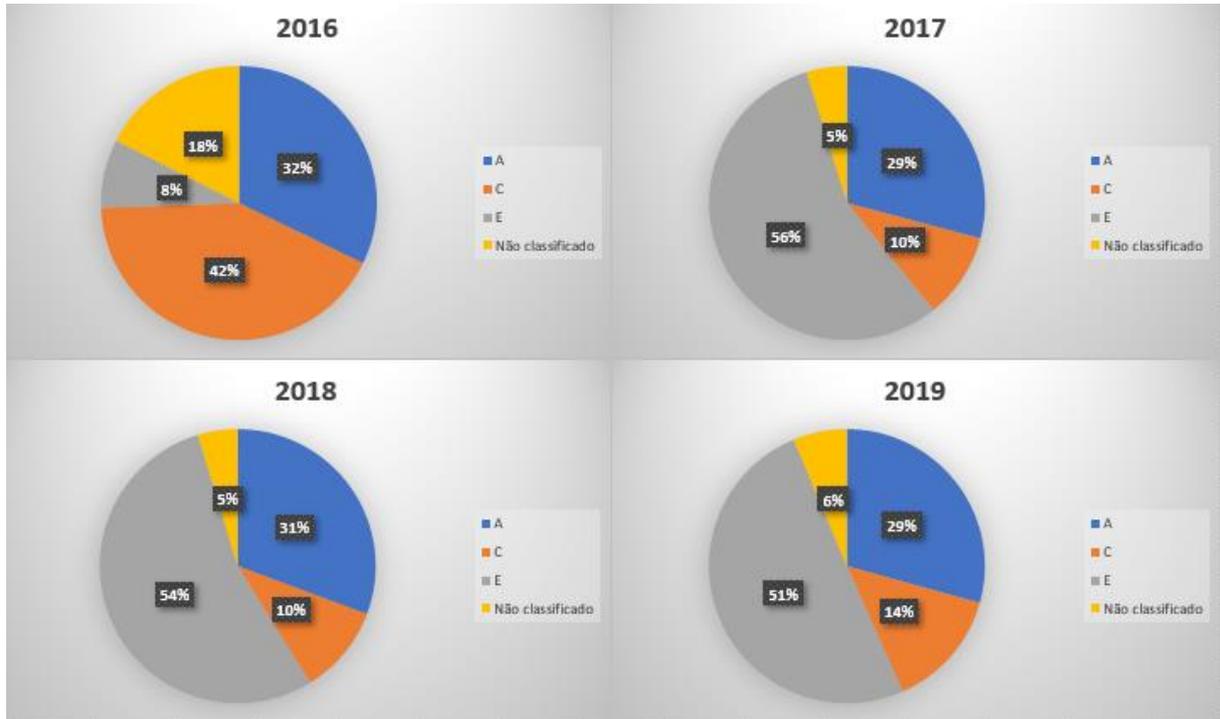
A Tabela 18, apresenta os dados para a Distribuidora C, os principais eventos acumulados nos anos do estudo, são problemas ocasionados devido ao vento, problemas no sistema por falha de material e em terceira colocação as descargas atmosféricas.

Tabela 18 – Descrição eventos na Distribuidora C

DESCRIÇÃO	2016	2017	2018	2019	soma
Meio ambiente-vento	35	450	388	463	1336
Sistema-falha de material	226	312	245	275	1058
Meio ambiente-descarga atmosférica	6	308	270	276	860
Sistema-desligamento por segurança	153	244	184	272	853
Sistema-sobrecarga	226	188	239	177	830
Meio ambiente-arvore ou vegetação	86	215	137	207	645
Sistema-não identificada	153	121	98	155	527
Meio ambiente-corrosão	7	176	143	78	404
Alteração-para melhoria	86	107	62	143	398
Sistema-desligamento p/manutenção	292	36	35	31	394
Operacional-serviço mal executado	153	75	71	94	393

Fonte: Adaptado de Distribuidora C

Na Figura 51, são apresentadas a classificação de acordo com os motivos de deferimento, em 2016, com 42% estão os eventos classificados no grupo C, em segundo com 32% o grupo A. Em 2017, ocorre uma mudança onde o grupo E que representava 8% no ano anterior, passa para 56%. Em 2018 e 2019, novamente os eventos provocados por ação da natureza, agentes a serviço da distribuidora ou terceiros (Grupo E) representam mais de 50% dos eventos.



**Figura 51 - Classificação dos eventos por ano para a Distribuidora C**  
 Fonte: Adaptado de Distribuidora C

Em relação aos eventos, percebe-se um grande volume de não classificados, o que dificulta que sejam buscadas melhorias que atendam diretamente este problema, o que requer que as distribuidoras primeiro busquem melhorias para que estas causas passem a ser identificadas e medidas de melhorias possam ser implementadas.

Após a aprovação e comunicação ao cliente a empresa tem 20 dias para a realização do pagamento. A Tabela 19, foi feita afim de verificar o tempo médio e máximo entre o dia da solicitação do ressarcimento e a data da realização do pagamento, o ano que apresentou a maior máxima, foi para a Distribuidora B em 2018, por mais que o cliente possa ter atrasado na entrega de alguma pendência, 881 dias é um longo período, podendo ter ocorrido algum problema no registro ou ter sido necessária uma reanálise do processo, vale ressaltar que o descumprimento de prazos por parte da distribuidora pode acarretar em sanções por parte da ANEEL. A menor média foi também em 2018, porém para a Distribuidora C, totalizando 29 dias, demonstrando

uma agilidade desejada, é importante que os processos de análise sejam rápidos para diminuir os transtornos ao consumidor que tenha realmente sido afetado.

Um fator que poderia acelerar esses processos, seria a comunicação mais rápida entre a oficina que realiza o laudo e a distribuidora, criando um acesso direto para que os laudos de oficinas pudessem ser acessados pelas distribuidoras imediatamente após o técnico da oficina realizar o laudo do equipamento.

**Tabela 19 - Dias máximo e média entre a data do pedido e o pagamento**

Ano	Distribuidora A		Distribuidora B		Distribuidora C	
	Média	Máxima	Média	Máxima	Média	Máxima
2016	62	490	50	608	43	391
2017	52	164	49	299	30	168
2018	48	615	40	881	29	565
2019	54	267	50	444	35	172

No exemplo de como é feito a análise no tópico sobre nexos causais, é colocado que um dos pontos é a verificação do transformador que corresponde a unidade consumidora solicitante, assim, foi verificado para os dados existentes neste estudo, o transformador que mais possuía registro de pedidos de indenização por danos elétricos para cada uma das distribuidoras nos anos de 2018 e 2019. Nos dados consta a data da ocorrência do possível dano e a data de geração do pedido de ressarcimento.

O primeiro caso para a Distribuidora A, apresentado na Tabela 20, em 2018 recebeu 46 solicitações, todas referentes ao mesmo dia e horário, foi verificado que não houve registros de eventos e assim justificando que todos os pedidos foram indeferidos.

**Tabela 20 - Dados transformador Distribuidora A (2018)**

Data de Ocorrência	Data de Geração	Conclusão
21/05/2018 16:00	23/05/2018 13:01	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 13:01	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 13:00	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 13:00	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 13:00	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 13:00	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:59	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:59	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:59	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:59	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:54	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:53	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:53	IMPROCEDENTE

21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:53	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:53	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:53	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:52	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:52	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:52	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:52	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:51	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:51	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:51	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:51	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:50	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:49	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:49	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:48	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:48	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:48	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:48	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:47	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:47	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:46	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:46	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:46	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:46	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:45	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:45	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:45	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:44	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:44	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:42	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:42	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	23/05/2018 12:41	IMPROCEDENTE
21/05/2018 16:00	22/05/2018 19:55	IMPROCEDENTE

Para a mesma distribuidora, em 2019 para um outro transformador foram recebidas 24 solicitações, como apresentado na Tabela 21, todas para o mesmo dia e com horário de ocorrência próxima, porém somente 11 processos foram considerados procedentes, os outros pedidos estão dentro da tempestividade, porém foram indeferidos, já que além da presença de eventos é necessário que o laudo da oficina comprove a ocorrência do dano, também existem os casos que são realizados vistorias e as mesmas podem comprovar o indeferimento dos pedidos. Foi registrado para esse transformador ocorrência no sistema, devido a falha de algum material.

**Tabela 21 - Dados transformador Distribuidora A (2019)**

<b>Data de Ocorrência</b>	<b>Data de Geração</b>	<b>Conclusão</b>
13/02/2019 05:30	15/04/2019 15:28	PROCEDENTE
13/02/2019 05:30	01/04/2019 13:08	PROCEDENTE
13/02/2019 05:30	28/03/2019 14:29	PROCEDENTE
13/02/2019 05:30	18/03/2019 13:00	PROCEDENTE
13/02/2019 05:30	02/03/2019 10:30	PROCEDENTE
13/02/2019 05:30	23/02/2019 13:27	PROCEDENTE
13/02/2019 06:00	22/02/2019 13:37	PROCEDENTE
13/02/2019 03:30	14/02/2019 14:58	PROCEDENTE
13/02/2019 05:30	14/02/2019 09:12	PROCEDENTE
13/02/2019 05:30	14/02/2019 08:24	PROCEDENTE
13/02/2019 05:30	14/02/2019 08:10	PROCEDENTE
13/02/2019 05:30	26/02/2019 17:52	IMPROCEDENTE
13/02/2019 04:00	26/02/2019 10:54	IMPROCEDENTE
13/02/2019 05:30	23/02/2019 14:04	IMPROCEDENTE
13/02/2019 05:30	23/02/2019 11:58	IMPROCEDENTE
13/02/2019 05:30	15/02/2019 15:39	IMPROCEDENTE
13/02/2019 05:30	15/02/2019 15:00	IMPROCEDENTE
13/02/2019 05:30	15/02/2019 14:45	IMPROCEDENTE
13/02/2019 05:30	15/02/2019 14:37	IMPROCEDENTE
12/01/2019 05:40	15/02/2019 12:19	IMPROCEDENTE
13/02/2019 05:30	14/02/2019 10:30	IMPROCEDENTE
13/02/2019 05:30	14/02/2019 10:12	IMPROCEDENTE
13/02/2019 05:30	14/02/2019 09:04	IMPROCEDENTE
13/02/2019 05:30	14/02/2019 08:16	IMPROCEDENTE

O transformador que mais contabilizou pedidos de ressarcimento por danos para a Distribuidora B é apresentado na Tabela 22 e em 2018 recebeu 57 pedidos e nenhum foi atendido, assim como no caso anterior à data de ocorrência foi a mesma para todos os processos e a data de geração também. Em relação a ocorrência de eventos, o sistema não registrou eventos.

**Tabela 22 - Dados transformador Distribuidora B (2018)**

<b>Data de Ocorrência</b>	<b>Data de Geração</b>	<b>Conclusão</b>
31/10/2018 20:45	28/12/2018 15:52	IMPROCEDENTE
31/10/2018 20:45	28/12/2018 15:52	IMPROCEDENTE
31/10/2018 20:45	28/12/2018 15:52	IMPROCEDENTE
31/10/2018 20:45	28/12/2018 15:51	IMPROCEDENTE
31/10/2018 20:45	28/12/2018 15:51	IMPROCEDENTE
31/10/2018 20:45	28/12/2018 15:51	IMPROCEDENTE



31/10/2018 20:45	28/12/2018 15:03	IMPROCEDENTE
31/10/2018 20:45	28/12/2018 15:01	IMPROCEDENTE
31/10/2018 20:45	28/12/2018 14:58	IMPROCEDENTE
31/10/2018 20:45	28/12/2018 14:54	IMPROCEDENTE
31/10/2018 20:45	28/12/2018 14:51	IMPROCEDENTE
31/10/2018 20:45	28/12/2018 10:39	IMPROCEDENTE

Em 2019, o transformador que registrou o maior número de pedidos recebeu 30 solicitações, mesmo registrando a ocorrência de eventos justificados por fatores externos como ventania, apenas 10 das solicitações foram consideradas procedentes, todos os pedidos tem a mesma data de ocorrência, em relação aos improcedentes, um dos casos ultrapassou o prazo de 90 dias para a realizar a solicitação, os outros casos improcedentes podem estar relacionados com questões referente ao laudo de oficina. Em relação aos registros de ocorrência, foi registrado um sinal de alarme em ponto telecontrolado.

**Tabela 23 - Dados transformador Distribuidora B (2019)**

<b>Data de Ocorrência</b>	<b>Data de Geração</b>	<b>Conclusão</b>
20/01/2019 21:40	02/02/2019 11:01	PROCEDENTE
20/01/2019 21:48	01/02/2019 15:56	PROCEDENTE
20/01/2019 21:30	31/01/2019 16:29	PROCEDENTE
20/01/2019 22:00	30/01/2019 14:41	PROCEDENTE
20/01/2019 20:00	30/01/2019 09:18	PROCEDENTE
20/01/2019 21:30	29/01/2019 15:52	PROCEDENTE
20/01/2019 20:00	28/01/2019 11:40	PROCEDENTE
20/01/2019 22:00	26/01/2019 09:00	PROCEDENTE
20/01/2019 21:30	25/01/2019 16:12	PROCEDENTE
20/01/2019 21:48	21/01/2019 11:43	PROCEDENTE
20/01/2019 19:30	07/05/2019 11:48	IMPROCEDENTE
20/01/2019 22:00	26/03/2019 18:05	IMPROCEDENTE
20/01/2019 22:00	07/02/2019 12:24	IMPROCEDENTE
20/01/2019 22:00	06/02/2019 09:05	IMPROCEDENTE
20/01/2019 20:00	02/02/2019 11:04	IMPROCEDENTE
20/01/2019 21:30	01/02/2019 15:39	IMPROCEDENTE
20/01/2019 22:00	30/01/2019 16:09	IMPROCEDENTE
20/01/2019 21:30	30/01/2019 14:39	IMPROCEDENTE
20/01/2019 22:00	28/01/2019 12:04	IMPROCEDENTE
20/01/2019 23:00	26/01/2019 09:28	IMPROCEDENTE
20/01/2019 20:00	24/01/2019 10:33	IMPROCEDENTE
20/01/2019 23:00	24/01/2019 07:17	IMPROCEDENTE
20/01/2019 21:40	23/01/2019 14:49	IMPROCEDENTE
20/01/2019 21:30	23/01/2019 08:09	IMPROCEDENTE
20/01/2019 22:00	22/01/2019 13:37	IMPROCEDENTE

21/01/2019 21:40	22/01/2019 09:17	IMPROCEDENTE
20/01/2019 21:30	22/01/2019 09:16	IMPROCEDENTE
20/01/2019 22:00	21/01/2019 16:00	IMPROCEDENTE
20/01/2019 21:30	21/01/2019 15:15	IMPROCEDENTE
20/01/2019 21:30	21/01/2019 12:25	IMPROCEDENTE

Para a Distribuidora C, nos dados da Tabela 24, no ano de 2018 este transformador registrou 39 solicitações, sendo 15 procedentes e apenas uma não é da mesma data de ocorrência. Os registros para este transformador apresentaram dois tipos de ocorrência, uma falha no sistema devido a desligamento para manutenção e problemas decorrentes da corrosão, que é classificada na categoria relacionada ao meio ambiente.

**Tabela 24 - Dados transformador Distribuidora C (2018)**

<b>Data De Ocorrência</b>	<b>Data De Geração</b>	<b>Conclusão</b>
03/08/2018 19:10	25/10/2018 10:23	PROCEDENTE
03/08/2018 19:10	22/10/2018 08:42	PROCEDENTE
03/08/2018 20:10	11/10/2018 15:59	PROCEDENTE
03/08/2018 18:45	19/09/2018 09:14	PROCEDENTE
03/08/2018 19:10	13/09/2018 13:33	PROCEDENTE
04/09/2018 18:20	10/09/2018 11:47	PROCEDENTE
03/08/2018 19:10	10/09/2018 08:30	PROCEDENTE
03/08/2018 19:00	04/09/2018 09:15	PROCEDENTE
03/08/2018 19:10	28/08/2018 09:20	PROCEDENTE
03/08/2018 19:10	20/08/2018 08:31	PROCEDENTE
03/08/2018 19:10	15/08/2018 13:54	PROCEDENTE
03/08/2018 18:00	15/08/2018 11:34	PROCEDENTE
03/08/2018 20:15	09/08/2018 14:28	PROCEDENTE
03/08/2018 20:15	09/08/2018 14:21	PROCEDENTE
03/08/2018 19:10	09/08/2018 10:49	PROCEDENTE
03/08/2018 19:00	19/10/2018 16:57	IMPROCEDENTE
03/08/2018 19:30	29/08/2018 13:09	IMPROCEDENTE
03/08/2018 19:30	27/08/2018 17:15	IMPROCEDENTE
03/08/2018 19:30	27/08/2018 16:22	IMPROCEDENTE
03/08/2018 20:30	23/08/2018 09:35	IMPROCEDENTE
03/08/2018 19:10	22/08/2018 10:36	IMPROCEDENTE
03/08/2018 19:10	17/08/2018 13:23	IMPROCEDENTE
03/08/2018 19:10	14/08/2018 14:40	IMPROCEDENTE
03/08/2018 20:15	13/08/2018 09:26	IMPROCEDENTE
03/08/2018 20:15	13/08/2018 09:12	IMPROCEDENTE
03/08/2018 19:10	10/08/2018 14:34	IMPROCEDENTE
03/08/2018 19:10	09/08/2018 18:21	IMPROCEDENTE
03/08/2018 19:10	09/08/2018 16:28	IMPROCEDENTE

03/08/2018 20:10	09/08/2018 14:11	IMPROCEDENTE
03/08/2018 19:10	08/08/2018 10:27	IMPROCEDENTE
03/08/2018 19:00	08/08/2018 08:36	IMPROCEDENTE
03/08/2018 19:10	07/08/2018 17:17	IMPROCEDENTE
03/08/2018 19:10	07/08/2018 14:57	IMPROCEDENTE
03/08/2018 19:10	07/08/2018 14:26	IMPROCEDENTE
03/08/2018 19:10	07/08/2018 10:50	IMPROCEDENTE
03/08/2018 19:10	07/08/2018 10:25	IMPROCEDENTE
03/08/2018 19:10	07/08/2018 10:19	IMPROCEDENTE
03/08/2018 19:10	06/08/2018 15:12	IMPROCEDENTE
03/08/2018 19:10	06/08/2018 09:28	IMPROCEDENTE

Em relação a 2019, como apresentado na Tabela 25, o transformador com mais pedidos recebeu 31 solicitações, com 18 casos procedentes. Neste caso foi registrado uma ocorrência no sistema operacional, devido um serviço ter sido mal executado. Do total, 13 processos foram indeferidos, uma estava fora da tempestividade de 90 dias, os outros foram indeferidos por outros fatores, como laudo ou a vistoria não comprovar dano.

**Tabela 25 - Dados transformador Distribuidora C (2019)**

<b>Data de Ocorrência</b>	<b>Data de Geração</b>	<b>Conclusão</b>
18/01/2019 18:30	12/03/2019 14:33	PROCEDENTE
18/01/2019 16:30	11/03/2019 11:31	PROCEDENTE
18/01/2019 18:30	11/03/2019 11:25	PROCEDENTE
18/01/2019 18:30	20/02/2019 14:00	PROCEDENTE
18/01/2019 18:50	20/02/2019 10:21	PROCEDENTE
18/01/2019 18:30	15/02/2019 14:32	PROCEDENTE
18/01/2019 18:30	15/02/2019 10:08	PROCEDENTE
18/01/2019 18:30	12/02/2019 14:34	PROCEDENTE
18/01/2019 18:30	12/02/2019 13:03	PROCEDENTE
18/01/2019 18:30	25/01/2019 09:00	PROCEDENTE
18/01/2019 18:50	24/01/2019 13:35	PROCEDENTE
18/01/2019 19:30	23/01/2019 14:49	PROCEDENTE
18/01/2019 19:30	23/01/2019 14:21	PROCEDENTE
18/01/2019 18:30	21/01/2019 15:46	PROCEDENTE
18/01/2019 18:30	21/01/2019 14:29	PROCEDENTE
18/01/2019 18:30	21/01/2019 13:53	PROCEDENTE
18/01/2019 18:30	21/01/2019 11:10	PROCEDENTE
18/01/2019 16:30	21/01/2019 08:29	PROCEDENTE
18/01/2019 19:30	04/11/2019 13:46	IMPROCEDENTE
18/01/2019 18:30	01/02/2019 08:22	IMPROCEDENTE
18/01/2019 18:30	25/01/2019 10:44	IMPROCEDENTE
18/01/2019 18:30	25/01/2019 09:45	IMPROCEDENTE

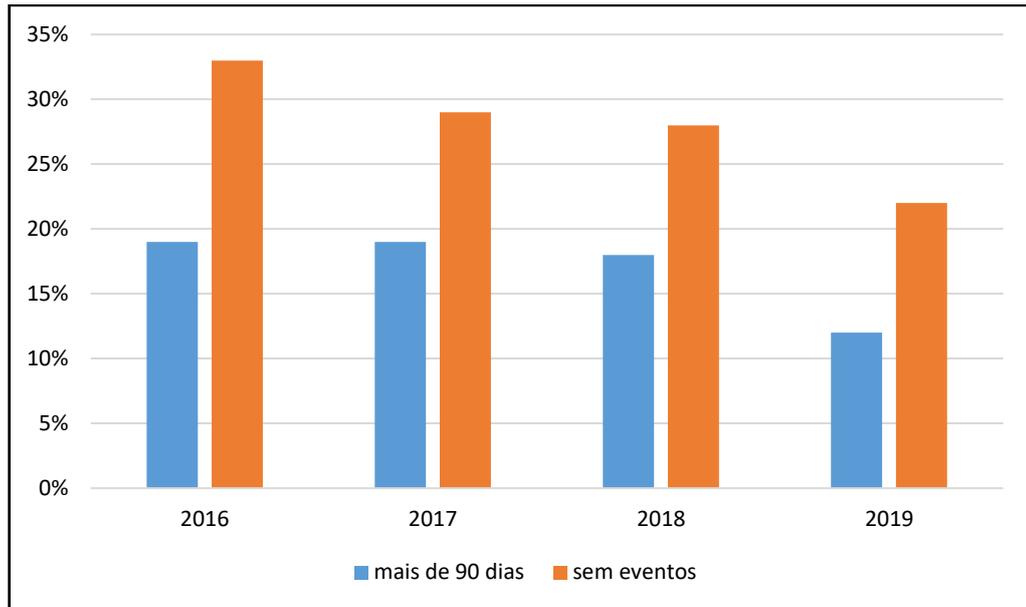
18/01/2019 18:30	24/01/2019 14:57	IMPROCEDENTE
18/01/2019 18:30	22/01/2019 11:11	IMPROCEDENTE
18/01/2019 18:30	21/01/2019 14:39	IMPROCEDENTE
18/01/2019 18:30	21/01/2019 14:39	IMPROCEDENTE
18/01/2019 18:30	21/01/2019 13:55	IMPROCEDENTE
18/01/2019 18:30	21/01/2019 13:35	IMPROCEDENTE
18/01/2019 19:30	21/01/2019 13:08	IMPROCEDENTE
18/01/2019 18:30	21/01/2019 10:55	IMPROCEDENTE
18/01/2019 19:30	21/01/2019 09:49	IMPROCEDENTE

Os dados dos transformadores com maior quantidade de solicitações, demonstraram que uma ocorrência pode resultar em vários pedidos de indenização, por mais que alguns casos apresentem as mesmas características não significa que todos serão procedentes, reforçando a importância dos laudos de oficinas serem bem elaborados e também das vistorias serem realizadas sempre que possível.

### 4.3 Casos improcedentes

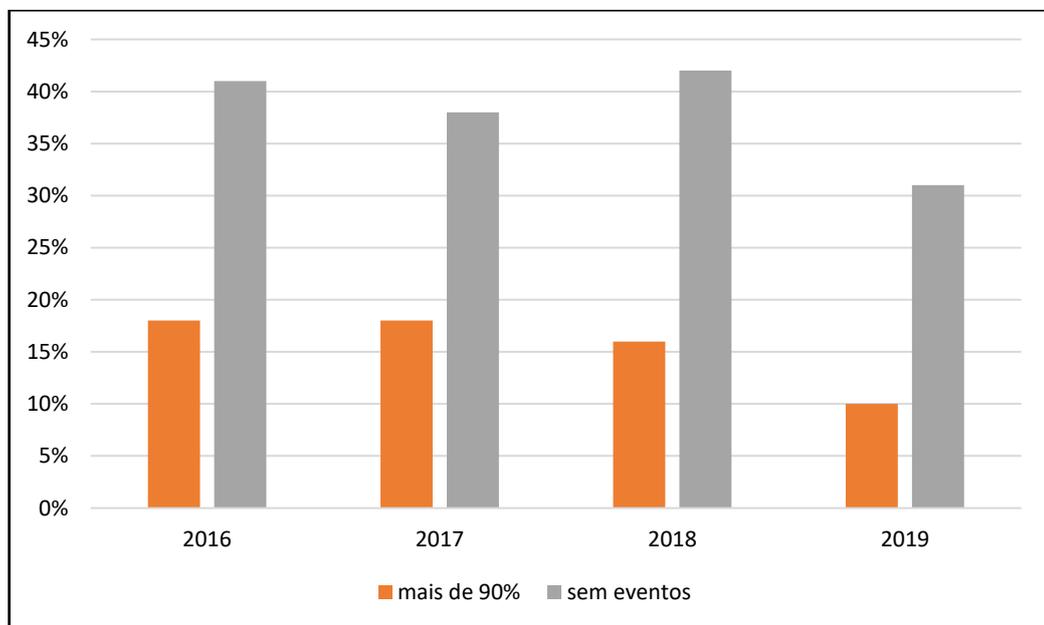
A quantidade de pedidos que são considerados improcedentes é muito maior que a quantidade de pedidos procedentes. Em uma análise dos casos improcedentes das três empresas distribuidoras verifica-se dois pontos que justificam a improcedência: pedidos solicitados fora do prazo de 90 dias e os pedidos que não apresentaram eventos na rede na data da ocorrência. Além desses dois pontos, existem os casos que por meio do laudo técnico é comprovado que não ocorreu queima ou que a queima não foi ocasionado por um evento na rede.

Para a Distribuidora A, Figura 52, observa-se em relação a porcentagem dos improcedentes sem eventos, 2016 foi o ano com mais de 30%, e 2019 o menor com pouco mais de 20%. Em relação ao descumprimento da tempestividade, os anos de 2016, 2017 e 2018 tem as porcentagem aproximadas, o ano de 2019 ocorre uma diminuição de cerca de 12%.



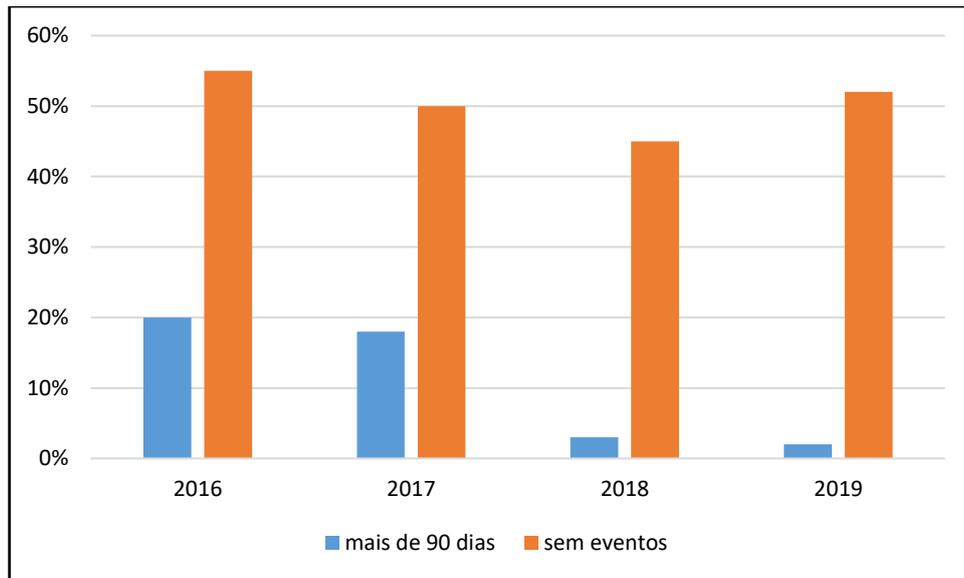
**Figura 52 - Motivos de indeferimento Distribuidora A**

Os dados para a Distribuidora B são apresentados na Figura 53, o gráfico demonstra uma similariedade nos anos de 2016, 2017 e 2018, o ano de 2019 porém já apresenta uma pequena diferença, onde os pedidos improcedentes que ultrapassaram o período de 90 dias alcança 10% e o total de casos que não ocorreram eventos chega em 30%.



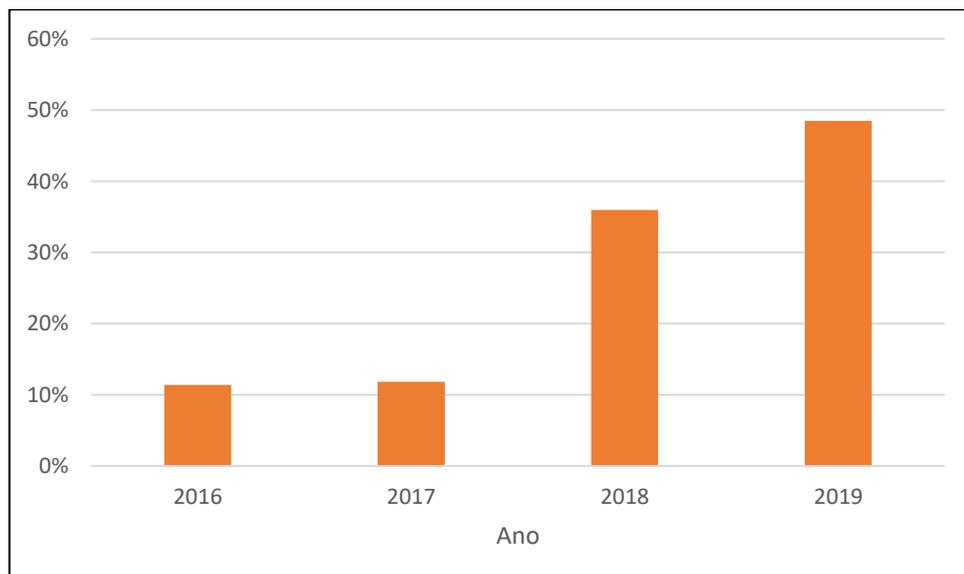
**Figura 53 - Motivos de Indeferimento Distribuidora B**

No caso da Distribuidora C, Figura 54, apenas em 2018 a falta de eventos na rede não ultrapassou 50% para os casos improcedentes, e os casos com pedidos acima do prazo máximo de 90 dias em 2018 e 2019 não chegam a 10%.

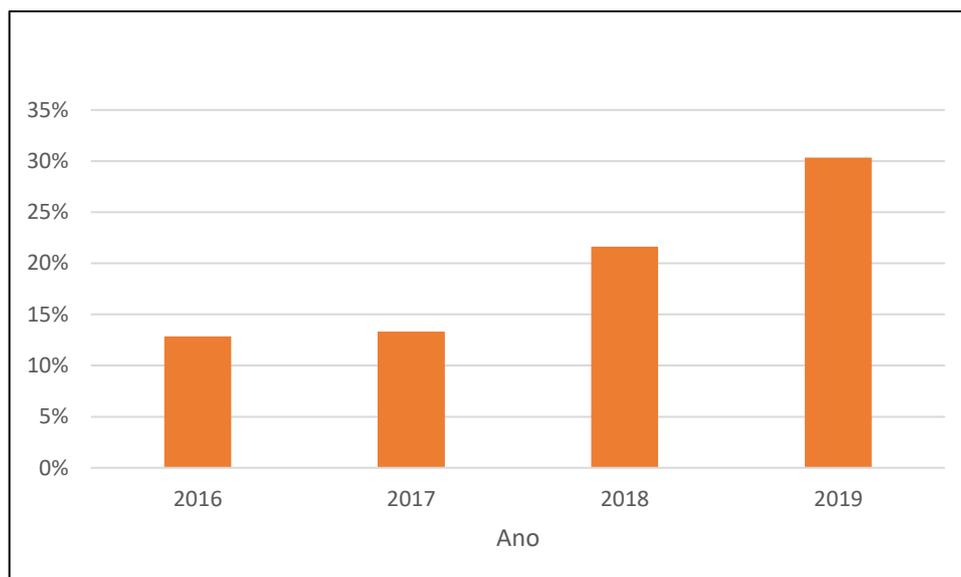


**Figura 54 - Motivos de Indeferimento Distribuidora C**

Outro fator que também influencia na comprovação da improcedência dos casos, é a realização de vistoria, onde um técnico da empresa realiza uma visita na residência do cliente. Na vistoria o técnico pode comprovar que o equipamento não se encontra com defeito e está funcionando normalmente ou que o defeito não teve causa elétrica ou que as instalações elétricas da residência são inadequadas. Assim, as Figuras 55, 56 e 57, apresentam o percentual de vistorias que a distribuidoras realizaram ao longo dos quatro anos. Para estes dados, as Distribuidoras A e B, apresentaram o mesmo comportamento de aumento ao longo dos 4 anos, podendo indicar uma preocupação de a cada ano buscar realizar mais vistorias, por exemplo, em 2019 da Distribuidora A, o percentual de vistoria foi de quase 50%.

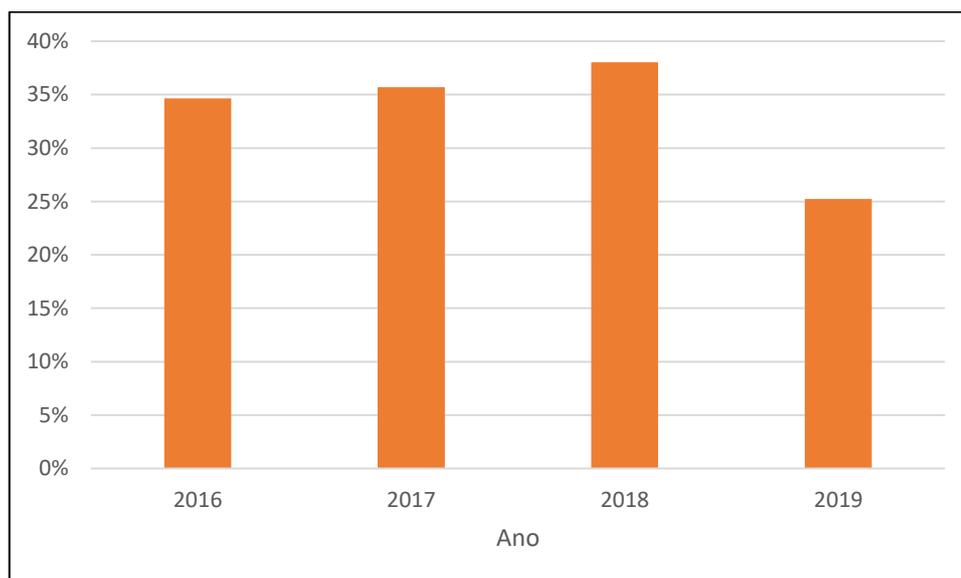


**Figura 55 - Percentuais de vistorias Distribuidora A**



**Figura 56 - Percentuais de vitórias Distribuidora B**

Os dados da Distribuidora C, já apresentam um comportamento diferente, em 2019 ao contrário das outras ocorre é uma queda de cerca de 10% quando comparado ao ano anterior.



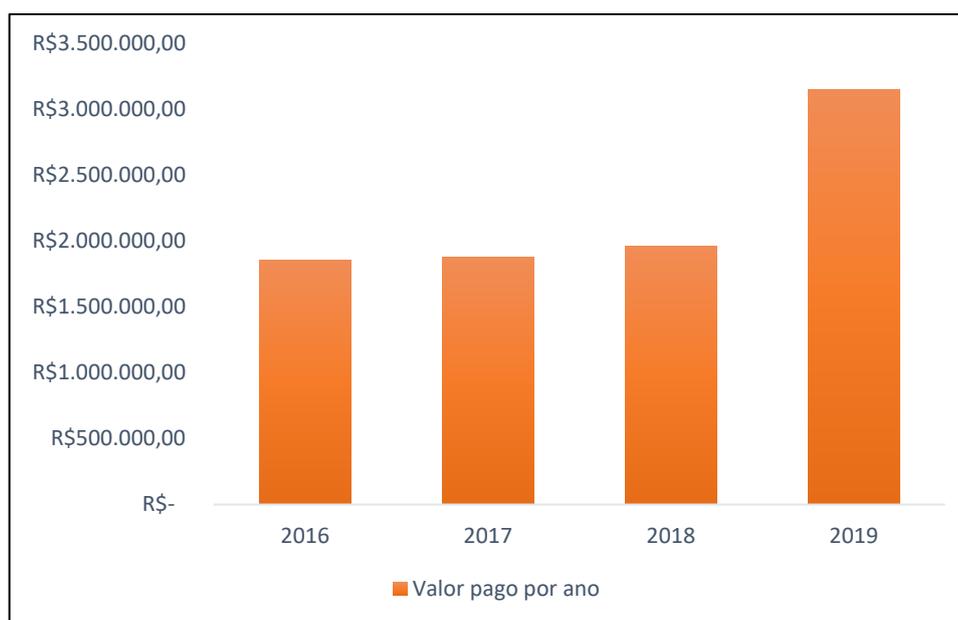
**Figura 57 - Percentuais de vitórias Distribuidora C**

As vitórias *in loco* têm um custo para a Distribuidora e possivelmente para alguns equipamentos, não compensa a realização. A vistoria é um procedimento adotado que vai de acordo com cada distribuidora, dependendo da necessidade dos casos, porém é indicado que sejam realizadas em casos de reincidência de solicitação, para que também possam ser identificados possíveis problemas na instalação elétrica do consumidor e também reforçar os cuidados que devem ser tomados para evitar danos.

## 4.4 Equipamentos ressarcidos

Os pedidos procedentes foram aqueles que tiveram seus equipamentos ressarcidos, e assim geraram custo para as distribuidoras. Assim, as Figuras de 58 a 60 apresentam o montante que as distribuidoras destinaram ao pagamento dos pedidos procedentes.

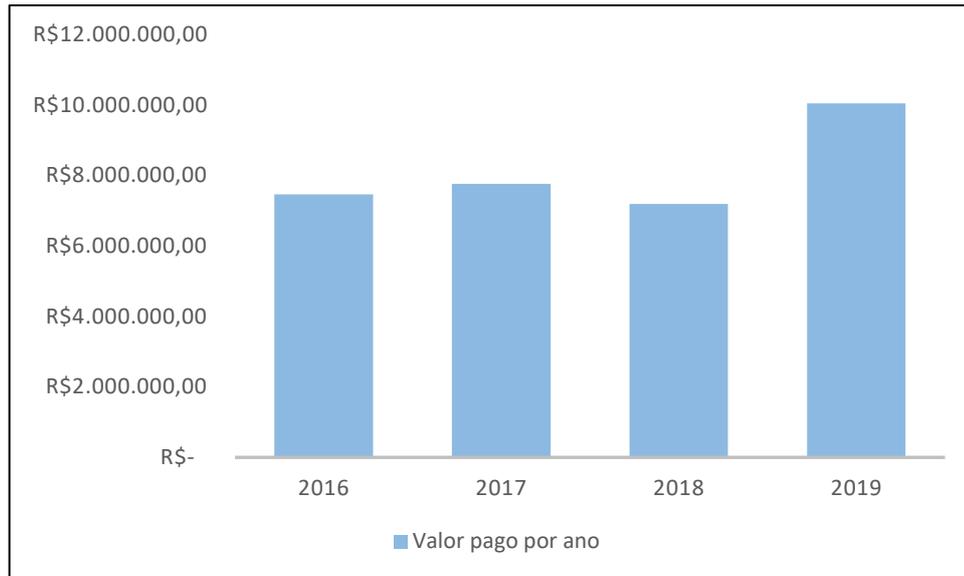
A Figura 58, apresenta os dados para a distribuidora A, com o valor pago em ressarcimento de 2016 a 2019, no ano de 2019 foi ressarcido R\$ 3.147.350,37, um total 60% maior que no ano de 2018. Um aumento bastante expressivo em relação aos anos anteriores.



**Figura 58 - Valor pago em ressarcimento Distribuidora A**

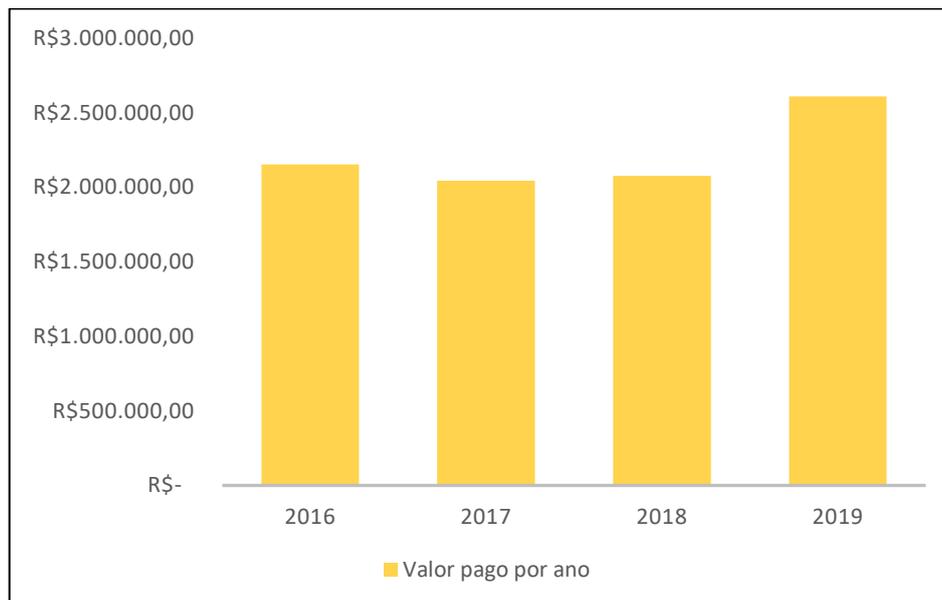
**Fonte: Adaptado de Distribuidora A**

Para a Distribuidora B, são observados na Figura 59, os valores pagos em ressarcimentos durante os 4 anos de análise, com uma pequena diferença, 2018 foi o ano com menor montante, totalizando R\$ 7.196.140,29. Em 2019, esse valor aumentou 39,5%, totalizando R\$ 10.042.159,09.



**Figura 59 - Valor pago em ressarcimento Distribuidora B**  
**Fonte: Adaptado de Distribuidora B**

A Figura 60, apresenta os valores para a Distribuidora C, comparando 2018 com 2019 a diferença foi a menor entre as três empresas, com um aumento em 2019 de 25,7% e um valor total de R\$ 2.608.909,08.



**Figura 60 - Valor pago em ressarcimento Distribuidora C**  
**Fonte: Adaptado de Distribuidora C**

Percebe-se que no ano de 2019 foi onde ocorreu os maiores valores médios gastos com equipamentos, um crescimento que vai de acordo com o aumento do valor total pago, vale ressaltar que ocorreu um crescimento gradual ao longo dos anos, o que levanta um alerta para os anos seguintes, pois os resultados apresentam uma tendência de aumento que se ao longo dos anos for confirmada, é prejudicial para as distribuidoras.

**Tabela 26 - Preço médio pago por equipamento**

Ano	Distribuidora A	Distribuidora B	Distribuidora C
2016	R\$ 586,28	R\$ 617,63	R\$ 451,96
2017	R\$ 658,62	R\$ 681,41	R\$ 520,73
2018	R\$ 878,46	R\$ 718,32	R\$ 673,88
2019	R\$ 976,23	R\$ 845,73	R\$ 722,29

Observa-se uma variedade de equipamentos ressarcidos, desde produtos como lâmpadas à refrigeradores, nas Tabelas 27, 28 e 29 são apresentados os equipamentos que mais foram ressarcidos nos quatros anos do estudo.

**Tabela 27 - Principais equipamentos pagos pela Distribuidora A**

2016		2017		2018		2019	
EQUIPAMENTOS	TOTAL	EQUIPAMENTOS	TOTAL	EQUIPAMENTOS	TOTAL	EQUIPAMENTOS	TOTAL
Televisores	1035	Televisores	1010	Televisores	838	Televisores	1290
Refrigerador	333	Refrigerador	349	Refrigerador	270	Refrigerador	427
Autoclave	161	Forno micro-ondas	108	Lavadora de roupa	94	Lavadora de roupa	131
Computadores	146	Computadores	108	Computadores	93	Computadores	89
Forno micro-ondas	113	Lavadora de roupa	101	Forno micro-ondas	76	Laudo	70
Lavadora de roupa	96	Motor de portão	93	Central de comando	38	Ar-condicionado	62
Lâmpada fluorescente	85	Autoclave	89	Forno micro-ondas	106	Frete	55
Motor de portão	85	Câmeras de segurança	58	Ar-condicionado	36	Motor de portão	44
Lâmpada fluorescente	78	Aparelho de som	47	Motor de portão	35	Home theater	43
Central de comando	75	Roteador	44	Home theater	34	Receptor de satélite	41

Fonte: Adaptado de Distribuidora A

**Tabela 28 - Principais equipamentos pagos pela Distribuidora B**

2016		2017		2018		2019	
EQUIPAMENTOS	TOTAL	EQUIPAMENTOS	TOTAL	EQUIPAMENTOS	TOTAL	EQUIPAMENTOS	TOTAL
Televisores	3398	Televisores	3001	Televisores	2786	Televisores	3364
Refrigerador	964	Refrigerador	939	Refrigerador	936	Refrigerador	1430
Motor de portão	838	Motor de portão	722	Computadores	444	Central de comando	503

Computadores	763	Computadores	581	Central de comando	423	Motor de portão	479
Autoclave	456	Câmeras de segurança	447	Motor de portão	406	Computadores	449
Câmeras de segurança	375	Autoclave	365	Forno micro-ondas	330	Forno micro-ondas	371
Forno micro-ondas	374	Forno micro-ondas	315	Receptor de satélite	270	Interfone	352
Roteador	283	Interfone	299	Interfone	262	Lavadora de roupa	337
Interfone	274	Lâmpada fluorescente	247	Lavadora de roupa	259	Receptor de satélite	307
Receptor de satélite	269	Lavadora de roupa	227	Câmeras de segurança	232	Câmeras de segurança	289

Fonte: Adaptado de Distribuidora B

Tabela 29 - Principais equipamentos da Distribuidora C

2016		2017		2018		2019	
EQUIPAMENTOS	TOTAL	EQUIPAMENTOS	TOTAL	EQUIPAMENTOS	TOTAL	EQUIPAMENTOS	TOTAL
Televisores	657	Televisores	665	Televisores	573	Televisores	668
Lâmpada fluorescente	440	Lavadora de roupa	303	Lavadora de roupa	265	Refrigerador	347
Refrigerador	295	Refrigerador	268	Refrigerador	250	Lavadora de roupa	307
Lavadora de roupa	277	Lâmpada fluorescente	187	Receptor de satélite	195	Receptor de satélite	217
Receptor de satélite	164	Forno micro-ondas	161	Forno micro-ondas	173	Ar-condicionado	181
Forno micro-ondas	160	Receptor de satélite	152	Lâmpada fluorescente	124	Forno micro-ondas	159
Autoclave	113	Ar-condicionado	89	Ar-condicionado	113	Lâmpada LED	128
Motor de portão	103	Roteador	87	Motor de portão	103	Lâmpada fluorescente	122
Computadores	99	Computadores	77	Computadores	84	Motor de portão	110
Ar-condicionado	85	Freezer	73	Roteador	75	Freezer	96

Fonte: Adaptado de Distribuidora C

Os equipamentos mais ressarcidos pelas distribuidoras A e B nos quatro anos foram televisores e refrigeradores. A distribuidora apresentou televisores e lâmpadas como os equipamentos mais ressarcidos em 2016, em 2017 e 2018 foram televisores e lavadores de roupas as lavadoras e em 2019 foram televisores e refrigeradores.

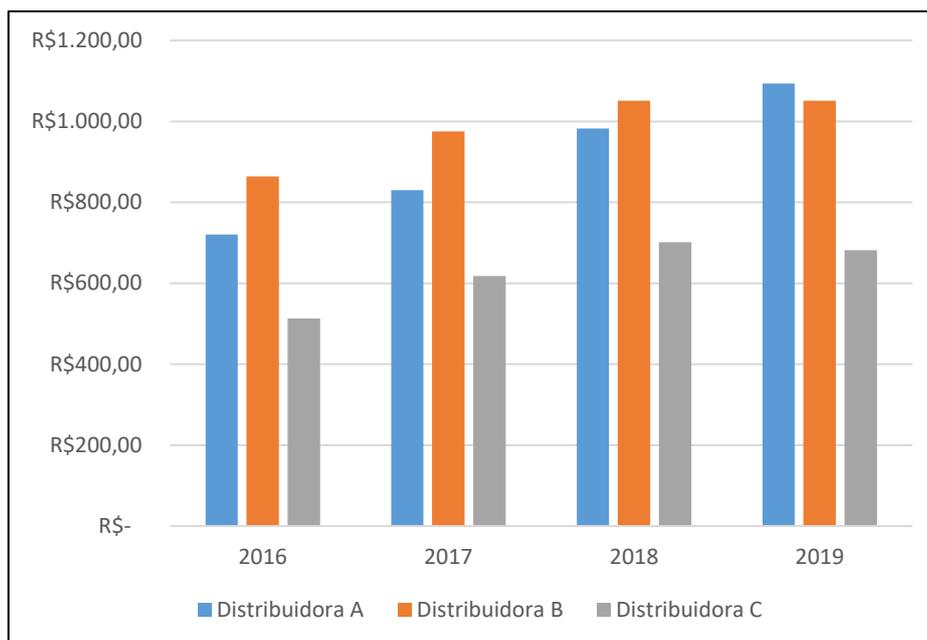
Verifica-se que em todas as empresas os televisores foram os mais ressarcidos, do total de pedidos solicitando ressarcimento de danos em televisores, em média somente 25% são pedidos improcedentes, reforçando a importância de medidas que aumentem a proteção dos televisores, além de que estes equipamentos costumam estar presentes em grande parte das residências dos brasileiros, pois, durante muito tempo foi o único meio de informação, atualmente com o avanço da tecnologia, os televisores tem outras funções, aumentando o seu valor de compra. Como demonstra os dados do PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios), na Figura 60, os resultados da pesquisa demonstraram que 96,4% dos domicílios tinham televisão e grande maioria apenas de tela fina.

	<b>Domicílios particulares permanentes</b>					
	Brasil (%)	Grandes Regiões				
		Norte (%)	Nordeste (%)	Sudeste (%)	Sul (%)	Centro-Oeste (%)
<b>Havia televisão</b>	96,4	92,3	94,9	97,8	97,2	95,9
<b>Somente de tela fina (LED, LCD ou plasma)</b>	64,5	59,6	56,5	68,6	66,6	69,1
<b>Somente de tubo</b>	22,1	27,3	31,9	17,4	17,7	19,8
<b>Tela fina (LED, LCD ou plasma) e de tubo</b>	9,8	5,4	6,6	11,8	13,0	7,0
<b>Não havia televisão</b>	3,6	7,7	5,1	2,2	2,8	4,1

**Tabela 30 - Porcentagem de televisores nas residências**

**Fonte: PNAD (2018).**

Verificando o custo gasto somente com o ressarcimento de televisores, tem se o gráfico da Figura 61, que apresenta a média para os quatro anos das três distribuidoras, percebe-se um leve aumento dessa média, principalmente em relação a 2016, visto também que a cada ano as televisões ficam mais modernas. A média paga por televisão ultrapassa inclusive a média geral pago por equipamento.



**Figura 61 - Média paga por televisor**

Alguns testes realizados pela Universidade de São Paulo (USP) em decorrência do projeto de P&D, demonstram como alguns equipamentos se comportam com a utilização ou não do DPS, para isso foi realizados ensaios de sobretensão transitória, que pode ser causada por descargas atmosféricas. Cada nível de tensão foi aplicado cinco vezes consecutivas com intervalos entre aplicações de 20 s.

Em um primeiro ensaio sem o uso de DPS, conforme é apresentado na Tabela 30, grande parte dos equipamentos testados sofreram queima, chama a atenção dos televisores, onde todos os modelos testados queimaram, o que também contribui para justificar o grande número de ressarcimentos relacionados com os televisores, demonstrando uma sensibilidade a esses equipamentos.

**Tabela 31 - Ensaio de sobretensões transitórias sem o uso de DPS**

Equipamento	Marca	Resultado
Roteador	Marca 1	Sem queima
Roteador	Marca 2	Sem queima
Roteador	Marca 3	Queima 6kV
Roteador	Marca 4	Queima 6kV
Smart TV 32 pol.	Marca 1	Queima 6kV
Smart TV 32 pol.	Marca 2	Queima 6kV
Smart TV 32 pol.	Marca 3	Queima 6kV
Home Theater 5.1	Marca 1	Sem queima

Console	Marca 1	Sem queima
Console	Marca 2	Queima 6kV
Notebook	Marca 1	Queima 4kV
Notebook	Marca 2	Queima 4kV
Notebook	Marca 3	Queima 4kV
Computador	Marca 1	Sem queima
Computador	Marca 2	Queima 6kV
Computador	Marca 3	Sem queima
Computador	Marca 4	Queima 2kV
Monitor 19 pol.	Marca 1	Sem queima
Monitor 19 pol.	Marca 2	Sem queima
Monitor 19 pol.	Marca 3	Queima 4kV
Monitor 19 pol.	Marca 4	Queima 6kV
Refrigerador	Marca 1	Sem queima
Refrigerador	Marca 2	Sem queima
Refrigerador	Marca 3	Sem queima
Refrigerador	Marca 4	Queima 6kV
Lavadora de roupas	Marca 1	Queima 4kV
Lavadora	Marca 2	Sem queima
Lavadora	Marca 3	Sem queima
Forno Micro-ondas	Marca 1	Sem queima
Forno Micro-ondas	Marca 2	Sem queima
Forno Micro-ondas	Marca 3	Queima 6kV
Ar-Condicionado 12000 BTUs	Marca 1	Sem queima
Ar-Condicionado 12000 BTUs	Marca 2	Queima 2kV
Ar-Condicionado 12000 BTUs	Marca 3	Sem queima
Nobreak	Marca 1	Sem queima
Nobreak	Marca 2	Queima 6kV
Nobreak	Marca 3	Queima 2kV
Motor elétrico de Portão	Marca 1	Queima 6kV
Motor elétrico de Portão	Marca 2	Queima 6kV
Motor elétrico de Portão	Marca 3	Queima 6kV
Motor elétrico de Portão	Marca 4	Queima 6kV
Câmera de Segurança	Marca 1	Queima 6kV
Câmera de Segurança	Marca 2	Queima 4kV
Câmera de Segurança	Marca 3	Sem queima
Notebook	Marca 1	Queima 6kV

Fonte: USP (2021)

Na Tabela 31, são apresentados os resultados com a utilização do DPS, onde observa-se que os equipamentos não sofreram queima para os ensaios realizados nas mesmas condições, isto reforça, que a utilização de dispositivos de proteção, pode ser um grande aliado quando ocorrem descargas atmosféricas, evitando o transtorno de danos para os clientes, garantindo mais segurança e podendo diminuir o número de pedidos recebidos pelas distribuidoras de

energia. Vale ressaltar, é preciso também uma instalação correta com a existência de um aterramento adequado. É importante também o uso de cabos de boa qualidade, como por exemplo os cabos HDMI e de rede, pois a corrente da descarga elétrica pode ser conduzida por estes cabos chegando até ao equipamento.

**Tabela 32 - Ensaio de sobretensões transitórias com o uso de DPS**

<b>Equipamento</b>	<b>Marca</b>	<b>Resultado dos ensaios</b>
Refrigerador	Marca 1	Sem queima
Refrigerador	Marca 2	Sem queima
Refrigerador	Marca 3	Sem queima
Refrigerador	Marca 4	Sem queima
Lavadora de roupas	Marca 1	Sem queima
Lavadora de roupas	Marca 2	Sem queima
Lavadora de roupas	Marca 3	Sem queima
Forno micro-ondas	Marca 1	Sem queima
Forno micro-ondas	Marca 2	Sem queima
Forno micro-ondas	Marca 3	Sem queima
Ar-Condicionado 12000 BTUs	Marca 1	Sem queima
Ar-Condicionado 12000 BTUs	Marca 2	Sem queima
Ar-Condicionado 12000 BTUs	Marca 3	Sem queima
Nobreak	Marca 1	Sem queima
Nobreak	Marca 2	Sem queima
Nobreak	Marca 3	Sem queima
Motor elétrico de Portão	Marca 1	Sem queima
Motor elétrico de Portão	Marca 2	Sem queima
Motor elétrico de Portão	Marca 3	Sem queima
Motor elétrico de Portão	Marca 4	Sem queima
Câmera de Segurança	Marca 1	Sem queima
Câmera de Segurança	Marca 2	Sem queima
Câmera de Segurança	Marca 3	Sem queima
Notebook	Marca 1	Sem queima
Roteador	Marca 1	Sem queima
Roteador	Marca 2	Sem queima
Roteador	Marca 3	Sem queima
Roteador	Marca 4	Sem queima
Smart TV 32 pol.	Marca 1	Sem queima
Smart TV 32 pol.	Marca 2	Sem queima
Smart TV 32 pol.	Marca 3	Sem queima
Home Theater 5.1	Marca 1	Sem queima
Console	Marca 1	Sem queima
Console	Marca 2	Sem queima
Notebook	Marca 1	Sem queima

Notebook	Marca 2	Sem queima
Notebook	Marca 3	Sem queima
Computador	Marca 1	Sem queima
Computador	Marca 2	Sem queima
Computador	Marca 3	Sem queima
Computador	Marca 4	Sem queima
Monitor 19 pol.	Marca 1	Sem queima
Monitor 19 pol.	Marca 2	Sem queima
Monitor 19 pol.	Marca 3	Sem queima
Monitor 19 pol.	Marca 3	Sem queima

**Fonte: USP (2021)**

Em relação aos televisores, outro teste realizado pela USP, foi a suportabilidade a tensões transitórias/impulsos, novamente todas as smart TV testadas sofreram queima. Reforçando a sensibilidade dos televisores, visto que são um dos principais equipamentos ressarcidos.

Verificando os manuais do usuário dos televisores da LG e Samsung não é encontrada nenhuma informação sobre suportabilidade do aparelho, apenas algumas recomendações de segurança, como: “durante tempestades com raios ou quando não utilizar a TV por longos períodos de tempo lembra-se, nestes casos de desligar a TV da tomada” (LG, 2021). E também sobre não sobrecarregar tomadas de parede, extensões ou adaptadores além da sua capacidade, porque pode provocar um incêndio ou choque elétrico (SAMSUNG, 2021). A garantia dos televisores também não assegura para problemas ocasionados pela rede elétrica. Nas Figuras 62 e 63 apresenta-se os manuais utilizados na pesquisa.



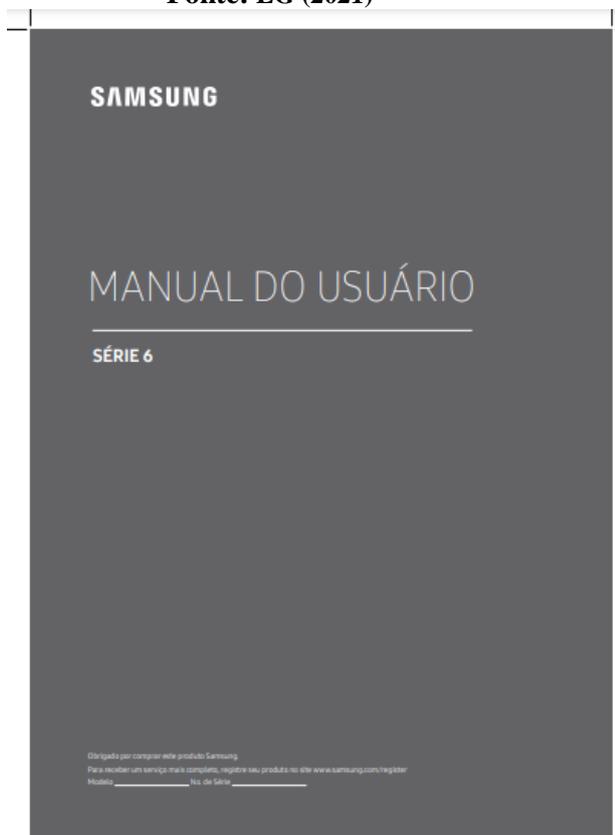
MANUAL DE INSTRUÇÕES  
Segurança e Referência

**LED TV\***

\* TV LG LED usa a melhor tecnologia de LED backlight.  
Antes de ligar seu aparelho, por favor, leia cuidadosamente este manual e mantenha-o para futuras referências.

32LM621C0SB  
43LM631C0SB

**Figura 62 - Manual usuário LG**  
Fonte: LG (2021)



**Figura 63 - Manual usuário Samsung**  
Fonte: Samsung (2021)

## 4.5 Cenários

Os tópicos a seguir apresentam os resultados para os cenários 1, em relação a tempestividade das solicitações e 2, sobre o uso de DPS.

### 4.5.1 Cenário 1

De acordo com os dados analisados, observa-se que em média as solicitações de ressarcimento ocorrem em 45 dias após a data de ocorrência, isto representa metade do tempo que atualmente a regulamentação permite que seja realizada a solicitação. A partir dessa informação foram considerados a diminuição no número de solicitações por danos teria ocorrido ao longo dos quatro anos.

Para a Distribuidora A (Figura 64), em 2016 25% dos pedidos teriam sido imediatamente indeferidos pois estariam fora do tempo de solicitação, nos outros anos esses valores foram diminuindo, assim como nas outras empresas, chegando a 14% em 2019. A Distribuidora B (Figura 65), apresenta comportamento semelhante, chegando também a diminuição de 14% em 2019. A Distribuidora C (Figura 66), em 2016 apresenta uma maior diminuição, chegando a 32%, e em 2019 o valor cai, chegando a 15% de redução no número de pedidos recebidos.

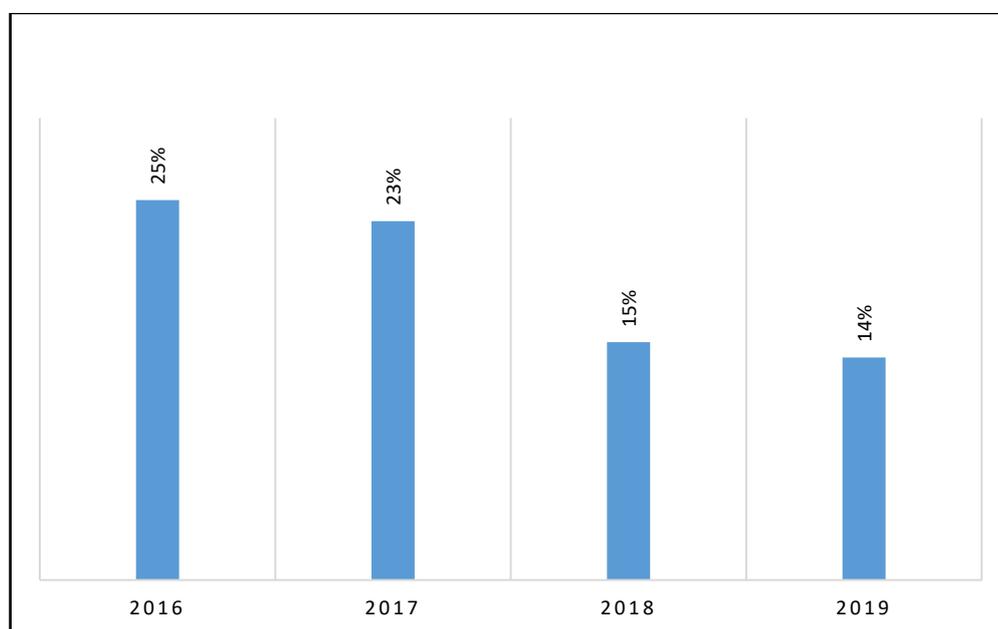
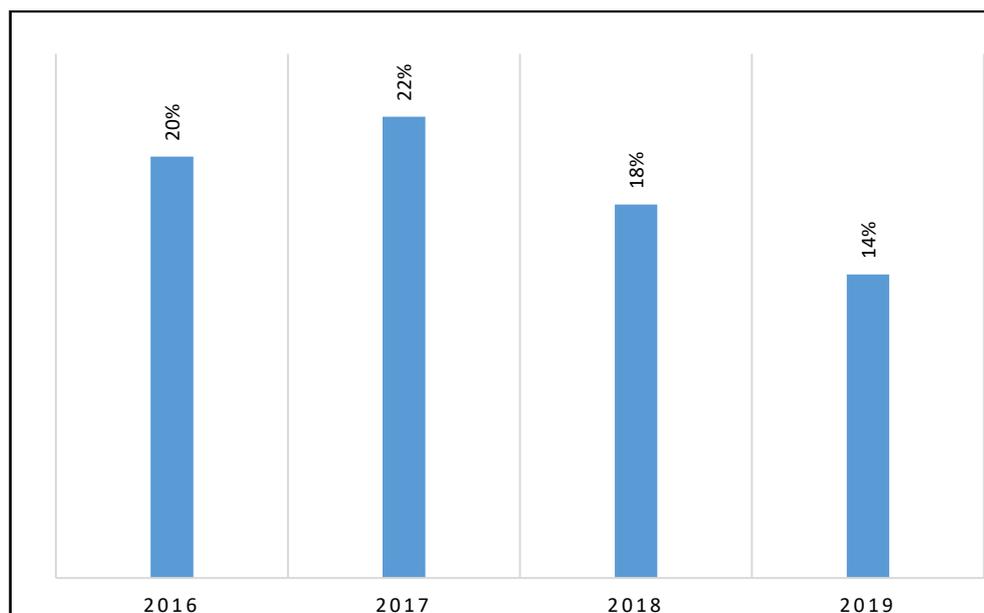
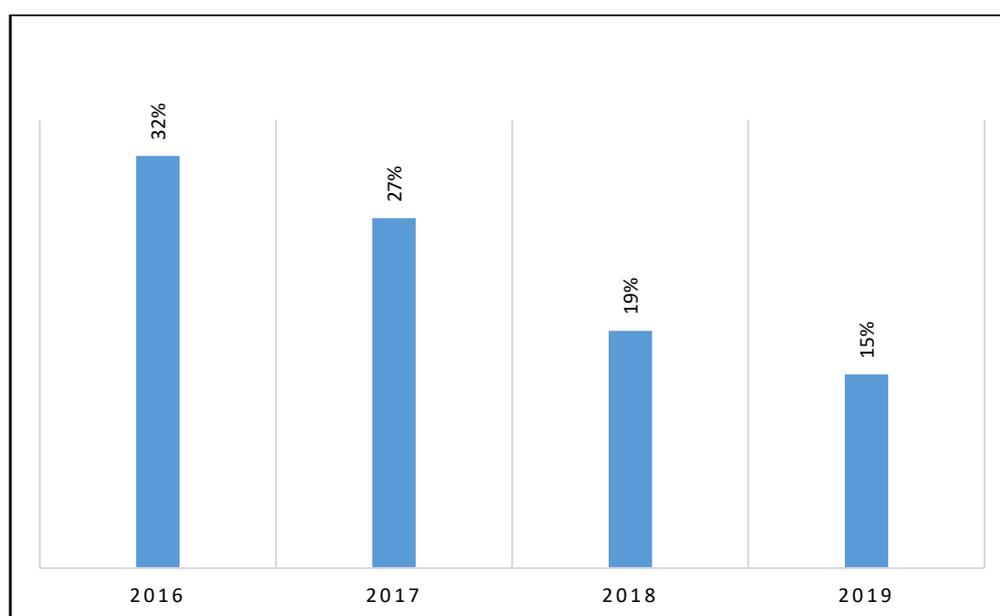


Figura 64 - Pedidos solicitados com mais de 45 dias para a Distribuidora A



**Figura 65 - Pedidos solicitados com mais de 45 dias para a Distribuidora B**



**Figura 66 - Pedidos solicitados com mais de 45 dias para a Distribuidora C**

Um ponto que pode ser levado em consideração, é o aumento do acesso à informação por parte dos clientes e assim recorrem mais rapidamente para solicitar a indenização e assim evitam o descumprimento de prazos. Porém, a redução do tempo permitido para a solicitação, daria mais agilidade no processo, e poderia também evitar que algumas pessoas agissem de má fé.

Por outro lado, a redução do tempo máximo para a solicitação não vai evitar que o dano ocorra e também o pedido de ressarcimento pode ser feito por meio judicial, e como para as três

empresas existe uma tendência de diminuição, acredita-se que ao longo dos anos, os clientes estarão solicitando o ressarcimento cada vez em menos tempo.

#### 4.5.2 Cenário 2

Considerando que os DPS poderiam evitar danos principalmente decorrente de descargas atmosféricas, foi considerada um percentual de redução no número de pedidos de ressarcimento baseado no número de eventos ocasionados por descargas atmosféricas.

Na Tabela 33, os dados para a distribuidora A, apresentou uma média de redução de 9%, para esta situação o maior valor foi no ano de 2016 com 14%.

**Tabela 33 - Possível redução com o uso de DPS na Distribuidora A**

<b>Ano</b>	<b>Total deferido</b>	<b>Percentual de redução</b>	<b>Redução</b>
<b>2016</b>	2002	14%	283
<b>2017</b>	1969	2%	33
<b>2018</b>	1631	8%	138
<b>2019</b>	2160	12%	251

Para a Distribuidora B, os dados são apresentados na Tabela 34, os valores percentuais são próximos, em 2018 ocorreria a maior redução com 15%.

**Tabela 34 - Possível redução com o uso de DPS na Distribuidora B**

<b>Ano</b>	<b>Total deferido</b>	<b>Percentual de redução</b>	<b>Redução</b>
<b>2016</b>	7168	14%	1.025
<b>2017</b>	6623	14%	923
<b>2018</b>	5896	15%	875
<b>2019</b>	6974	12%	865

Na Tabela 35, são apresentados os dados da Distribuidora C, os anos de 2017 a 2019 representaram cerca de 12% de redução com o uso do DPS. Gerando uma média na redução de pedidos de 8,8%.

**Tabela 35 - Possível redução com o uso de DPS na Distribuidora C**

<b>Ano</b>	<b>Total deferido</b>	<b>Percentual de redução</b>	<b>Redução</b>
<b>2016</b>	2184	0,2%	5
<b>2017</b>	2082	12%	251
<b>2018</b>	1629	12%	202
<b>2019</b>	1765	11%	197

Para este cenário a média geral de redução seria de 11% no total de casos de ressarcimento por danos elétricos, o que representa um bom valor de redução, além de ser um importante dispositivo para a segurança elétrica das unidades consumidoras e seus usuários.

Considerando a média geral de redução e a média paga por equipamento ressarcido, a Tabela 36, apresenta a redução alcançada, com a utilização do DPS nas unidades consumidoras.

**Tabela 36 - Redução dos custos com ressarcimento**

<b>Ano</b>	<b>Distribuidora A</b>	<b>Distribuidora B</b>	<b>Distribuidora C</b>
<b>2016</b>	R\$129.110,58	R\$486.988,90	R\$108.578,87
<b>2017</b>	R\$142.650,51	R\$496.427,63	R\$119.257,58
<b>2018</b>	R\$157.604,51	R\$465.873,62	R\$120.752,56
<b>2019</b>	R\$231.952,25	R\$648.793,31	R\$140.232,60

Os dados demonstram que a cada ano a redução com os custos com ressarcimento é maior. Incentivando a importância de evitar a ocorrências de danos.

Considerando o cenário de redução de casos, foi calculado qual valor gasto para a instalação dos DPS pelas próprias distribuidoras. Foi considerado um custo médio de R\$150,00, incluindo o serviço para a instalação de apenas um DPS por unidade consumidora.

Nas Tabelas 37, 38 e 39 encontra-se os resultados para as três distribuidoras, também foi calculado um percentual gasto com DPS quando comparado com o valor pago com ressarcimento em cada ano.

Todos os valores gastos com a implantação do DPS se mantiveram abaixo dos valores de redução apresentados na Tabela 36.

**Tabela 37 - Custo de DPS para Distribuidora A**

<b>Ano</b>	<b>Unidade consumidora</b>	<b>Custo com DPS</b>	<b>Valor total</b>	<b>Percentual</b>
<b>2016</b>	283	R\$ 150,00	R\$ 42.450,00	26%
<b>2017</b>	33	R\$ 150,00	R\$ 4.950,00	23%
<b>2018</b>	138	R\$ 150,00	R\$ 20.700,00	17%
<b>2019</b>	251	R\$ 150,00	R\$ 37.650,00	15%

**Tabela 38 - Custo DPS para a Distribuidora B**

<b>Ano</b>	<b>Unidade consumidora</b>	<b>Custo com DPS</b>	<b>Valor total</b>	<b>Percentual</b>
<b>2016</b>	1.025	R\$ 150,00	R\$ 153.750,00	24%
<b>2017</b>	923	R\$ 150,00	R\$ 138.450,00	22%
<b>2018</b>	875	R\$ 150,00	R\$ 131.250,00	21%
<b>2019</b>	865	R\$ 150,00	R\$ 129.750,00	18%

**Tabela 39 - Custo DPS para a Distribuidora C**

<b>Ano</b>	<b>Unidade consumidora</b>	<b>Custo com DPS</b>	<b>Valor total</b>	<b>Percentual</b>
<b>2016</b>	5	R\$ 150,00	R\$ 750,00	33%
<b>2017</b>	251	R\$ 150,00	R\$ 37.650,00	29%
<b>2018</b>	202	R\$ 150,00	R\$ 30.300,00	22%
<b>2019</b>	197	R\$ 150,00	R\$ 9.550,00	21%

Vale ressaltar, não significa que a instalação do DPS impede todos os danos que possam ocorrer aos equipamentos, e nem que o uso do mesmo retira a responsabilidade da concessionária, porém é um método de proteção que traria mais segurança para as residências, além de que algumas distribuidoras já passaram a exigir a utilização de DPS para os pedidos de novas ligações. A proposta deste cálculo é incentivar que a análise seja melhor aprofundada, podendo inclusive ser criado um projeto piloto para analisar a influência da instalação do DPS instalação em locais que apresente um histórico com número elevado de pedidos de ressarcimento por danos.

O DPS também poderia ser instalado pelo próprio consumidor, visto que é um item de proteção para a residência e como foi colocado em seções anteriores, algumas distribuidoras já passaram a exigir a utilização do dispositivo em caso de novas solicitações. As próprias seguradoras também poderiam exigir a utilização do DPS pelos seus clientes, algumas seguradoras contam com o serviço de assistência que verifica a fiação elétrica, e assim, poderia também indicar que esta mesma assistência realizasse a instalação do DPS caso a residência não tivesse o dispositivo e assim atendendo a recomendação da Norma NBR 5410.

## 5. CONCLUSÕES

Pesquisas sobre ressarcimento por danos elétricos, são importantes pois envolvem os transtornos causados ao consumidor por ter um equipamento danificado e as distribuidoras, com o desembolso para pagar os ressarcimentos. O melhor para ambos é evitar que estes danos ocorram, e quando ocorrer que o processo de análise do nexo causal seja o mais eficiente possível.

Os dados apresentados no estudo, demonstram uma diminuição no número de solicitações por danos elétricos realizadas diretamente para as distribuidoras, porém, o número de análises procedentes não teve oscilações expressivas, por exemplo, uma das Distribuidoras apresentou um aumento no último ano de 8%, em relação aos valores pagos por ano em equipamentos, o cenário mudou bastante, já que no ano de 2019 todas as empresas sofreram um aumento expressivo no valor geral pago.

Em relação aos equipamentos percebe-se que em todos os anos os televisores foram os equipamentos que mais foram ressarcidos, o que pode ser justificado devido aos televisores apresentarem baixa suportabilidade e que poderia ocorrer uma diminuição nesse número com a utilização de dispositivos de proteção. Testes realizados pela USP comprovaram que a utilização do DPS protege a maioria dos equipamentos em eventos de sobretensões transitórias causadas por descargas atmosféricas.

Outro ponto relevante é a questão da suportabilidade dos equipamentos, pois não existe uma regulamentação precisa para subsidiar as empresas de energia durante o processo de análise dos pedidos de indenização por danos. A apresentação das curvas de suportabilidade nos manuais dos equipamentos pode trazer vários benefícios, além de ajudar nos processos de ressarcimento, é um meio de ajudar ao clientes na escolha dos equipamentos para a sua residência.

Os dados dos transformadores reforçaram a questão de que se um equipamento é danificado durante uma ocorrência todos as solicitações serão procedentes, contribuindo para que os laudos de oficinas sejam feitos de forma correta e eficiente.

Em relação aos laudos de oficinas um ponto que poderia ser acrescentado, seria a informação do tempo de utilização do equipamento, por mais que a regulamentação atual não permita o pagamento considerando a depreciação, essa seria uma informação importante para pesquisas futuras, pois possibilitaria correlacionar se o tempo de uso dos equipamentos poderá influenciar no número de equipamentos danificados. Também poderia ser criado um canal direto entre as oficinas técnicas e a distribuidora, onde o laudo poderia ser enviado por meio de

um aplicativo ou site, com um formado padrão e assim, também reforçando as medidas contra fraudes de laudo.

A redução da diminuição do tempo de realização da solicitação demonstrou que ao longo dos anos diminuiu o número de pedidos que entraram após 45 dias, o que indicou que os clientes enviaram suas solicitações de ressarcimento mais rapidamente. Diminuir a tempestividade não isenta a responsabilidade da distribuidora diante do dano sofrido pelo consumidor, porém faz com o processo ocorra de forma mais rápida, além de evitar fraudes por parte dos consumidores.

Em relação a proposta da distribuidora colocar por conta própria um dispositivo contra surto nas suas unidades consumidoras, é importante lembrar que cada região do país apresenta características diferentes e para implementação dessa ideia seria necessário um plano piloto em uma área de alguma concessionária que apresentasse um grande número de pedidos de ressarcimento, reforçando as pesquisas técnicas sobre a eficácia do uso do DPS. Vale ressaltar que já faz parte de requisitos exigidos por algumas distribuidoras a obrigação do uso do DPS para novas instalações.

Esta pesquisa fez parte de um projeto de pesquisa e desenvolvimento (P&D), o que permitiu agregar informações reais neste estudo, pesquisas nessa área são importantes tanto para as distribuidoras como também para os consumidores, pois é um tema que está diretamente ligado a relação das distribuidoras com os seus clientes, e garantir um bom atendimento, além de evitar desgastes na relação de consumo, podendo chegar até as vias judiciais, reduzindo também gastos.

Sugere-se que em trabalhos futuros, seja expandido os dados para outras distribuidoras, afim de verificar o comportamento do número de pedidos de ressarcimento procedentes ao longo dos anos, também poderia ser feito um levantamento dos eventos por regiões do País, analisando os principais eventos de cada lugar.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Módulo 8 do PRODIST – Qualidade da Energia Elétrica.** 2021. em:<  
<[https://www.aneel.gov.br/documents/656827/14866914/M%C3%B3dulo\\_8-Revis%C3%A3o\\_12/342ff02a-8eab-2480-a135-e31ed2d7db47;](https://www.aneel.gov.br/documents/656827/14866914/M%C3%B3dulo_8-Revis%C3%A3o_12/342ff02a-8eab-2480-a135-e31ed2d7db47;)> Acesso em: 02 de março de 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Módulo 9 do PRODIST – Ressarcimento de Danos elétricos.** 2012. em:  
<[http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Modulo9\\_Revisao\\_0.pdf](http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/Modulo9_Revisao_0.pdf)>. Acesso em: 02 de outubro de 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Ranking 2019.** Disponível em: <  
<https://www.aneel.gov.br/ranking-2019>>. Acesso em: 02 de maio de 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Ouvidoria Setorial em Números (OSN).** Relatório da Ouvidoria Setorial em Números 2019. 2019. Disponível em:  
<[https://www.aneel.gov.br/documents/655804/18647393/WEB\\_OS\\_N\\_2019\\_12-04-2019.pdf/45d7b0d6-23fb-b2ac-7fac-bcc5393c67ef](https://www.aneel.gov.br/documents/655804/18647393/WEB_OS_N_2019_12-04-2019.pdf/45d7b0d6-23fb-b2ac-7fac-bcc5393c67ef)>. Acesso em: 20 de maio de 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Portaria n° 3.533 de 5 de maio de 2015.** Trata da utilização de simulações computacionais de eventos na rede para afastar o nexo de causalidade na análise de pedidos de ressarcimento de danos elétricos. Brasília: ANEEL, 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução ANEEL n° 414, de 9 de setembro de 2010.** Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada. Brasília: ANEEL, 2010.

ALMEIDA JUNIOR, A. B. de. **Contribuições aos estudos computacionais de ressarcimento por danos elétricos devido a descargas atmosféricas diretas e indiretas.** Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

ASSIS, J. R. P. **Acompanhamento das atividades de ressarcimento de danos elétricos e qualidade do produto na distribuidora de energia elétrica - Energisa Paraíba.** Relatório de Estágio. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma Brasileira - Instalações Elétricas de Baixa Tensão NBR 5410:2004**. versão corrigida, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma Brasileira – Proteção Contra Descargas Atmosféricas NBR 5410:2015**. 2015.

ÁVILA, C. J. **Curvas de suportabilidade dielétrica e térmica para televisores integradas ao APR e ao banco de dados da CEMIG Distribuição S.A.** 186 f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia - MG. 2011.

BRAGA, D. Análise das Componentes de Risco de Descargas Atmosféricas. **Eletrizados**. 2020. Disponível em: < <https://eletrizados.com.br/analise-das-componentes-de-risco-de-descargas-atmosfericas/>>. Acesso: 28 de março de 2021.

BRASIL. **Lei nº. 8.078, de 11 de setembro de 1990**. Código de Defesa do Consumidor. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L8078.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8078.htm)>. Acesso: 28 de março de 2021.

CANNABRAVA, A. C. A.; FERREIRA, B. E. M.; PASQUA, L. P. Aterramento de redes de distribuição com a utilização de postes autoaterrados – desenvolvimento e implantação. **O Setor elétrico**. Jul, 2017. Disponível em: < <https://www.osetoelettrico.com.br/aterramento-de-redes-de-distribuicao-com-utilizacao-de-postes-autoaterrados-desenvolvimento-e-implantacao/>>. Acesso em: 24 de abril de 2021.

CARDOSO JR, G.; ROLIM, J. G.; ZÜRN, H. H. Diagnóstico de faltas em sistemas de potência: definição do problema e abordagens via inteligência artificial. **Sba: Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automática**, v. 15, n. 2, p. 215-229, 2004.

CARDOSO, J. A. F. S. C. **Ensaio de Suportabilidade Dielétrica de Diferentes Eletrodos e Espaçamentos ao Ar Livre e Dentro de Painel Metálico sob Impulso Atmosférico e Tensão Alternada**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

CEMIG DISTRIBUIÇÃO S. A. **Proteção de Sobrecorrentes do Sistema de Distribuição de Média Tensão da Cemig (Norma de Distribuição)**. 2017. Disponível em: <

[https://www.cemig.com.br/wp-content/uploads/2020/07/nd\\_4\\_15\\_000001p.pdf](https://www.cemig.com.br/wp-content/uploads/2020/07/nd_4_15_000001p.pdf)>. Acesso: 28 de março de 2021.

CHINA. **Decreto nº 7 de 21 de agosto de 1996**. Ministério Indústria da Energia Elétrica. Disponível em: <<http://222.212.254.67/html/main/col64/2012-05/15/201205151547364801598141.html>>. Acesso em: 16 de abril de 2020.

COPEL - COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. **Arborização de vias públicas**. Disponível em: <[https://www.copel.com/hpcopel/guia\\_arb/depois\\_de\\_plantar2.html](https://www.copel.com/hpcopel/guia_arb/depois_de_plantar2.html)>. Acesso em: 08 de março de 2020.

COPEL - COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. **Modelo de Laudo e orçamento**. Disponível em: <[https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/modelo\\_de\\_laudo\\_e\\_orcamento.pdf/\\$FILE/Modelo%20de%20Laudo%20e%20Or%C3%A7amento.pdf](https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/modelo_de_laudo_e_orcamento.pdf/$FILE/Modelo%20de%20Laudo%20e%20Or%C3%A7amento.pdf)>. Acesso em: 24 de abril de 2021.

COPEL - COMPANHIA PARANAENSE DE ENERGIA. **Fiscalização de Obras de Distribuição**, módulo: Aterramento de Redes de Distribuição. 2019. Disponível: <[https://www.copel.com/hpcopel/root/pagcopel2.nsf/0/47bed5e72df4efa2032574f1005c8fd3/\\$FILE/MIT%20163104%20-%20Aterramento%20de%20Redes%20de%20Distribui%C3%A7%C3%A3o\\_08-11-2018.pdf](https://www.copel.com/hpcopel/root/pagcopel2.nsf/0/47bed5e72df4efa2032574f1005c8fd3/$FILE/MIT%20163104%20-%20Aterramento%20de%20Redes%20de%20Distribui%C3%A7%C3%A3o_08-11-2018.pdf)>. Acesso em: 24 de março de 2021.

COSTA, A., TAVARES, C. E., OLIVEIRA, J. C., REZENDE, P. H., NOGUEIRA, I. Obtenção das Curvas de Suportabilidade Dielétrica e Térmica de Aparelhos condicionadores de Ar para Análise de Ressarcimento de Danos a Consumidores. **Horizonte Científico**, v. 8, n. 1, 2014.

COSTA, V. A. U.; REZENDE, D. R.; MANTOVANI, D. M.. Importância do uso de dispositivos de proteção contra correntes residuais em instalações elétricas residenciais. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 9, n. 2, p. 855-857, 2018.

DECKMANN, S. M.; POMILIO, J. A. **Avaliação da qualidade da energia elétrica**. 2017. Disponível em:<[http://www.dsce.fee.unicamp.br/~antenor/pdf/files /qualidade/a1. pdf](http://www.dsce.fee.unicamp.br/~antenor/pdf/files/qualidade/a1.pdf)>. Acesso em: 07 de outubro de 2019.

DU, Y.; LI, B.; CHEN, M. Surges induced in building electrical systems during a lightning strike. **Electric Power Systems Research**, v. 139, p. 68-74, 2016.

ELEKTRO. **Importância da poda de árvores.** Disponível em: <<https://www.elektro.com.br/sua-casa/importancia-da-poda-de-arvores>>. Acesso em: 20 de março de 2020.

ENERGISA. **Projetos de Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas em Subestações de Distribuição.** 2018. Disponível em: <<https://www.energisa.com.br/Documents/Normas%20t%C3%A9cnicas/NTU%20014%20-%20Projetos%20de%20SPDA%20em%20Subesta%C3%A7%C3%B5es%20de%20Distribui%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso: 28 de março de 2021.

FARIA, N. Proteção Contra Danos. **Lumière Electric: Instalações e materiais elétricos.** n. 139. Nov. 2009.

FINDER. **Guia para aplicação de Dispositivos de Proteção contra Surtos – DPS.** 2012. Disponível em: <<http://www.instalacoeseltricas.com/Findernet/download/section/PDFs/guia-dps.pdf>>. Acesso em: 20 de março de 2020.

FOURIER. Qualidade de energia. Disponível em: <<http://www.fourier.com.br/qualidade-de-energia.html>>. Acesso: 28 de março de 2021.

FRANDOLI, F. Proteção contra sobretensões transitórias. **Programa Eletricista Consciente.** Disponível em: <<http://www.eletricistaconsciente.com.br/pontue/fasciculos/guia-nbr-5410-fasciculo-15/protacao-contra-sobretensoes-transitorias/>>. Acesso em: 28 de junho de 2020.

FRITZEN, P. C. **Proteção de Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica.** Disponível em: <[http://paginapessoal.utfpr.edu.br/pcfritzen/protacao-de-sistemas-de-distribuicao-de-energia-eletrica-et7el/aula\\_1\\_introducao/Aula\\_4\\_PROTECAO\\_ALIMENTADORES\\_Prot\\_Sist\\_Distr.pdf](http://paginapessoal.utfpr.edu.br/pcfritzen/protacao-de-sistemas-de-distribuicao-de-energia-eletrica-et7el/aula_1_introducao/Aula_4_PROTECAO_ALIMENTADORES_Prot_Sist_Distr.pdf)>. Acesso em: 24 de abril de 2021.

GONDIM, I. N., TAVARES, C., BARBOSA, J. J., DELAIBA, A., OLIVEIRA, J., & MENDONÇA, M. Uma Estratégia para Obtenção dos Limites de Suportabilidade Dielétrica e Térmica de Equipamentos com Foco aos Pedidos de Indenização por Danos. **Eletrônica de Potência**, Campo Grande, v. 17, n. 3, p. 651-659, 2012. Disponível em: <<https://sobraep.org.br/site/uploads/2018/09/rvol17no3p19.pdf>>. Acesso em: 24 de abril de 2021.

GONDIM, I. N.; MENDONCA, M. V. B.; TAVARES, C. E.; OLIVEIRA, J. C.; GADENZ, F.; SILVA, O. A.; QUADRADO JUNIOR, J. N.. Aplicativo Computacional para Análise da Consistência de Solicitações de Ressarcimento por Danos Elétricos A Relevância dos Aterramentos. **In: Internacional Conference on Industry Applications - INDUSCON, 2010, São Paulo.**

INSTITUTO ACENDE BRASIL. **Qualidade no Fornecimento de Energia Elétrica: Confiabilidade, Conformidade e Presteza.** White Paper 14, São Paulo, 36 p. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Incidência de Descargas no País.** Disponível em: <<http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/infor/incidencia.de.descargas.no.pais.php>>. Acesso: 25 de junho de 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Sistema Elétrico.** Disponível em: <<http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/infor/relampagos.e.efeitos/sistema.eletrico.php>>. Acesso em: 06 de Novembro 2019.

KAGAN, N.; MATSUO, N. M.; JESUS, N. C.; TAKAUTI, E. H.; SILVA, M. H. I.; DOMINGUES, I. T. Análise de Eventos do Sistema Elétrico Quanto à Possibilidade de Danos de Equipamentos de Baixa Tensão. In: XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica - SENDI, 2008. **Anais do XVIII Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica.** Olinda, 2008. Disponível em: <<https://www.cgti.org.br/publicacoes/wp-content/uploads/2016/01/Ana%CC%81lise-de-Eventos-do-Sistema-Ele%CC%81trico-Quanto-a%CC%80-Possibilidade-de-Danos-de-Equipamentos-de-Baixa-Tensa%CC%83o.pdf>>. Acesso em: 27 de março de 2021.

KISIELEWICZ, T.; PIPARO, G.B Lo; MAZZETTI, C. Surge protective devices efficiency for apparatus protection in front of direct flashes to overhead low voltage lines. **Electric Power Systems Research**, v. 134, p. 88-96, 2016.

LG. **Manual LG.** Disponível em:<<https://www.bztech.com.br/arquivos/manual-lg-32lm621c.pdf>>. Acesso em: 10 de abril de 2021.

LOPEZ, R. A.. **Qualidade na Energia Elétrica: Efeitos dos distúrbios, diagnósticos e soluções.** 2 ed. São Paulo: Artliber Editora, 2013.

MAMEDE FILHO, J. **Proteção de Equipamentos eletrônicos sensíveis: Aterramento**. 2 ed. São Paulo: Érica, 2010.

MAMEDE, D. R., **Proteção de Sistemas Elétricos de Potência**. GEN/LTC. 2013.

MARTINHO, E. **Distúrbios da Energia Elétrica**. 3 ed. rev. São Paulo: Érica, 2013.

MEDEIROS, C. J. **Análise do Impacto de Religamentos nos Pedidos de Ressarcimento por Danos Elétricos**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

MENDONÇA, M. V. B. **Contribuições ao Processo Computacional para Análise de Pedidos de Indenização por Danos em Equipamentos Elétricos**. Tese (Doutor em ciências). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia-MG, 2010.

OLIVEIRA, H. C.. **Condicionadores de Ar Inverter: Modelagem Computacional e Curvas de Suportabilidade para Estudos de Pedidos de Ressarcimento por Danos Elétricos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

OLIVEIRA. H. H. R. **Análise da taxa de falha de transformadores queimados/avariados de uma empresa de distribuição de energia elétrica da região de Cataguases-MG**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

PIPARO, G.B Lo; KISIELEWICZ, T.; MAZZETTI, C.; POMPONI, R. Assessment of probability of damage of an apparatus protected by a surge protective devices system. **International Journal of Electrical Power & Energy Systems**, v. 75, p. 38-49, 2016.

PORTO SEGURO. **Seguros Residenciais**. Disponível em: <<https://www.portoseguro.com.br/beneficios/servicos-a-residencia>>. Acesso em: 27 outubro 2020.

PNAD - PESQUISA NACIONAL POR AMOSTRA DE DOMICÍLIOS CONTÍNUA. Downloads. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9171-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-mensal.html?=&t=downloads>>.

Acesso em: 20 de novembro de 2020.

RAVAGLIO, M. A.; TOLEDO, L. F. R. B.; BACCA, I. A.; CABUSSÚ, M. S.; SALLES, R. N.; CERQUEIRA, D. P. Metodologia para Gestão e Avaliação de Danos Elétricos. XIX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica – SENDI, 2010. **Anais ....** São Paulo, 2012.

REZENDE, P. H. O. ; ALMEIDA JUNIOR, A. B. ; GONDIM, I. N. ; OLIVEIRA, J. C. . A Proposal for the Time Domain Modeling of Split Air Conditioners for Consumer Reimbursement Studies. **International Journal of Emerging Electric Power Systems**, v. 17, p. 1, 2015.

RIBEIRO, O. **Responsabilidade das concessionárias de energia elétrica causados aos usuários pelos danos causados ao usuário.** Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Direito), Universidade Tuiuti Do Paraná, Curitiba, 2014.

RODRIGUES, L. Brasil é um dos países onde mais se morre por raios, aponta Inpe. **Revista Galileu.** Mai, 2020. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Sociedade/noticia/2020/05/brasil-e-um-dos-paises-onde-mais-se-morre-por-raios-aponta-inpe.html>>. Acesso em: 20 de junho de 2020.

ROTT, E. C.; KOTLINSKI, E.; SANTOS, M. M.; ABAIDE, A. R; CANHA, L. N., MALAQUIAS; L., MILKE; T.; BOCK, S. A.; SANTOS, L. C. Nexo de Causalidade Entre Transitórios Eletromagnéticos e Danos a Equipamentos Elétricos–Estudo de Caso. IV Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos – SBSE, 2012. **Anais ....** Goiânia, 2012. Disponível: <<http://www.swge.inf.br/anais/sbse2012/PDFS/ARTIGOS/95779.PDF>>. Acesso em: 27 de março de 2021.

SAMSUNG. **Manual do usuário.** Disponível em: <[https://conteudoproduto.magazineluiza.com.br/manual/19/193413900/un58mu6120-manual-do-usuariopdf\\_20171005145945.pdf](https://conteudoproduto.magazineluiza.com.br/manual/19/193413900/un58mu6120-manual-do-usuariopdf_20171005145945.pdf)>. Acesso em: 10 de abril de 2021.

SANTANDER. **Seguros Residenciais.** Disponível em: <<https://www.santander.com.br/seguros/seguro-imoveis/seguro-residencial> > Acesso em: 12 outubro de 2020.

SEKIOKA, S.; AIBA, K.; MIYAZAKI, T.; OKABE, S. Lightning Overvoltages in Low-Voltage Circuit for Various Lightning Striking Points. **IEEE Transactions on Power Delivery**, 2010.

SIEMENS. **Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS) - 5SD7**. 2017. Disponível em: <<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:8699385a-9e3e-4bc0-8f67-e68bf80939d2/catalogo-dps-set17.pdf>>. Acesso em: 20 de março de 2020.

SILVA, O. A. **Metodologia para subsidiar a análise de solicitações de ressarcimento por danos, utilizando-se dispositivos de proteção contra surtos**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia–MG, 2010.

SOUZA, A. N.; RODRIGUES, J. E.; BORELLI, R.; BARROS, B. F. **SPDA – Sistemas de Proteção contra Descargas Atmosféricas: Teoria, prática e legislação**. 1ed. São Paulo: Érica, 2012.

TAVARES, C. E.. **Uma estratégia computacional para a análise técnica de pedidos de ressarcimento de danos a consumidores**. Tese (Doutorado em Engenharias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2008.

USP – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Modelagem, atualização tecnológica e da informação necessárias aos processos de ressarcimento de danos em equipamentos, com análise de nexos causal, responsabilidade das distribuidoras e implicações regulamentares e de normatização**: Relatório técnico. São Paulo, 2021. No prelo.

VIANA, F. E. **Sistema Especialista para cálculo de sobretensões induzidas em sistemas de distribuição frente às descargas atmosféricas indiretas**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos–SP, 2019.

VISACRO FILHO, S. **Descargas Atmosféricas uma Abordagem de Engenharia**. São Paulo: Artliber Editora, 2005.

VISACRO FILHO, S.; DUARTE, J. V. P.; CONTI, A. R. Proteção de Redes Elétricas de Baixa Tensão Contra Descargas atmosféricas Parte I: Sobretensões Transferidas. In: Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica - CITENEL, 2001. **Anais do Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica - CITENEL**. Brasília: ANEEL, 2001. Disponível em:<<http://www2.aneel.gov.br/biblioteca/Citenel2001 /trabalhos/57.pdf>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2020.