



**UNISUL**

**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA**

**EZEQUIEL SUMARIVA**

**FABIANO DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DE CONFORMIDADE DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA  
TENSÃO: SUA IMPORTÂNCIA, SEU PROCESSO DE REALIZAÇÃO E SUAS  
VANTAGENS**

**PALHOÇA/SC**

**2018**

**EZEQUIEL SUMARIVA  
FABIANO DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DE CONFORMIDADE DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA  
TENSÃO: SUA IMPORTÂNCIA, SEU PROCESSO DE REALIZAÇÃO E SUAS  
VANTAGENS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica e Telemática da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Fabiano Max da Costa, Esp.

Palhoça  
2018

**EZEQUIEL SUMARIVA**

**FABIANO DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DE CONFORMIDADE DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA  
TENSÃO: SUA IMPORTÂNCIA, SEU PROCESSO DE REALIZAÇÃO E SUAS  
VANTAGENS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Engenheiro Eletricista e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia elétrica da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 26 de junho de 2018.



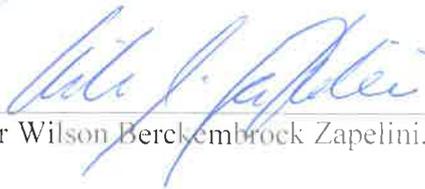
---

Professor e orientador Fabiano Max da Costa. Esp.  
Universidade do Sul de Santa Catarina



---

Professor Paulo Roberto May. Msc.  
Universidade do Sul de Santa Catarina



---

Professor Wilson Berckembrock Zapelini. Dr.

A Deus,  
A todos os familiares e amigos,  
Em especial as nossas esposas e filhos.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos familiares, que sempre nos apoiaram, nosso muito obrigado;

Ao orientador da monografia Professor Engenheiro Fabiano Max da Costa, pela orientação, atenção dedicada e incentivo no transcorrer do trabalho;

À Universidade do Sul do Estado de Santa Catarina por oferecer um ensino de qualidade e nos amparar durante toda essa longa jornada;

Aos professores de graduação que nos ajudaram, com suas orientações, apoio moral e sermões em sala de aula;

Aos colegas em geral que estiveram ao nosso lado durante toda a caminhada.

## RESUMO

O tema segurança é um dos fatores de maior relevância quando o assunto é eletricidade. Qualquer descuido no manuseio e operação da energia elétrica pode trazer consequências fatais. Alicerçado nisso, todo escopo de projetos envolvendo o meio elétrico tem permanentemente seus olhos voltados para a segurança. Desde a confecção do projeto, passando pelos diversos estágios de instalação dos componentes elétricos, até a etapa indispensável para garantir essa segurança, que é a inspeção.

Em virtude disso, todos esses processos que competem à instalação elétrica são amparados nas normas brasileiras pertinentes a cada segmento, servindo como embasamento técnico para a execução da inspeção. Sendo essa a ferramenta para assegurar a aplicação das normas, mirando na segurança e nos diversos benefícios secundários.

No Brasil, apesar da manifestação de alguns projetos de lei, a inspeção nas instalações elétricas ainda é voluntária. Diretamente ligado a isto, observa-se um aumento gradativo no número de acidentes de origem elétrica, fato esse que poderia ser revertido, se por ventura a inspeção passasse a ser compulsória, como no exemplo de outros países onde já existe a obrigatoriedade da inspeção para qualquer movimentação do imóvel, visando a segurança dos usuários.

Palavras-chave: Inspeção. Segurança. Instalação elétrica.

## **ABSTRACT**

The topic safety is one of the most relevant factors when the theme is electricity. Any carelessness in the handling and operation of electrical power can have fatal consequences. Based on this, every scope of projects involving the electrical means has its eyes constantly turned to safety. Since the project development, passing through the various installation stages of the electrical components, till the indispensable stage to ensure this safety, which is the inspection.

This way, all these processes that compete for the electrical installation are supported by the Brazilian standards pertinent to each segment, serving as a technical basis for the execution of the inspection. This is the tool to guarantee the compliance with the standards, aiming at safety and various secondary benefits.

In Brazil, although we have already demonstrated some bills, the electrical inspection on the instalations is still voluntary. Directly connected to this, we can observe a gradual increase in the number of accidents of electrical origin, a fact that could be reversed, if by chance the inspection occurred to be compulsory, as in the example of others countries where there is already mandatory inspection for any movement of the property, aiming at the safety of users.

**Keywords:** Inspection. Safety. Electrical Installation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Cabo elétrico de baixa tensão típico. ....	21
Figura 2 - Condutores elétricos .....	22
Figura 3 - Bornes para emenda de fios. ....	24
Figura 4 - Faixa de atuação dos disjuntores. ....	26
Figura 5 - Característica tempo x corrente dos fusíveis .....	29
Figura 6 - Dispositivos fusíveis NH e Diazed .....	29
Figura 7 - Ligação fusível trifásico.....	30
Figura 8- Ligação dos eletrodos .....	31
Figura 9 - Exemplo de montagem de um quadro de distribuição .....	33
Figura 10 - Temperatura máxima em serviço normal .....	40
Figura 11- Grau de proteção contra influencias externas .....	41
Figura 12 - Principais cores dos fios de uma instalação elétrica.....	42
Figura 13- Advertência quadro de distribuição .....	43
Figura 14- Resistência de isolamento .....	45
Figura 15- Tempos de acionamento dispositivo DR com conexão TN-C-S.....	47
Figura 16- Valores de tensão aplicada .....	47
Figura 17 - Acidentes no Brasil de origem elétrica, 2013 a 2017. ....	50
Figura 18 - Detalhamento dos acidentes de origem elétrica em 2017. ....	51
Figura 19- Morte através de choque elétrico por região em 2017.....	52
Figura 20 - Morte através de choque elétrico por localidade em 2017.....	52
Figura 21 - Inspeção e reinspeção visual CD 03 .....	66
Figura 22 - Inspeção e reinspeção visual CD 01 .....	67
Figura 23- Inspeção e reinspeção visual CD 03 .....	67
Figura 24 - Inspeção e reinspeção visual CD 01 .....	68
Figura 25 - Dispositivo A - EurotestAT MI 3101.....	69
Figura 26- Dispositivo B - Hipot Tester .....	69
Figura 27 - Tabela de informações do equipamento Hipot Tester .....	70
Figura 28 - Tela de parâmetro da continuidade .....	70
Figura 29 - Tela de parâmetro de resistência de isolamento.....	71
Figura 30 - Exemplo do ensaio de continuidade.....	72
Figura 31 - Tela de resultado para ensaio de continuidade.....	72
Figura 32 - Exemplo do ensaio de resistência de isolamento .....	73

Figura 33 -Tela de resultado para ensaio de resistência de isolamento .....	73
Figura 34 - Tela de conformidade para a sequência automática de ensaio .....	74
Figura 35 - Tela de não conformidade para a sequência automática de ensaio.....	74
Figura 36 - Não conformidade para teste de resistência de isolamento.....	77
Figura 37 - Relatório da não conformidade para teste de resistência de isolamento .....	78
Figura 38 - Conformidade para teste de resistência de isolamento .....	78
Figura 39 - Relatório conformidade para teste de resistência de isolamento .....	79
Figura 40 - Não conformidade para teste de continuidade .....	79
Figura 41 - Relatório da não conformidade para teste de continuidade .....	80
Figura 42 - Conformidade para teste de continuidade .....	80
Figura 43 - Relatório conformidade para teste de continuidade .....	81
Figura 44 - Conformidade para teste de tensão aplicada.....	81

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Equipe de Inspeção .....	58
Quadro 2 - Documentos de Referência .....	59
Quadro 3 - Análise documental administrativa. ....	59
Quadro 4- Reanálise documental administrativa. ....	60
Quadro 5 - Análise documental técnica. ....	60
Quadro 6 - Reanálise documental técnica. ....	62
Quadro 7 - Inspeção visual. ....	64
Quadro 8 - Reinspeção visual. ....	65
Quadro 9 - Resultados dos ensaios para o quadro geral da subestação. ....	75
Quadro 10 - Resultados dos ensaios para o CD1.....	75
Quadro 11 - Resultados dos ensaios para o CD2.....	76
Quadro 12 - Resultados dos ensaios para o CD3.....	76
Quadro 13 - Resultados dos ensaios para o CD4.....	77

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1 JUSTIFICATIVA .....	12
1.2 OBJETIVO GERAL .....	13
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.4 LIMITAÇÕES.....	13
1.5 METODOLOGIA .....	14
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>16</b>
2.1 PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	16
<b>2.1.1 Análise Inicial .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.2 Fornecimento de energia .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.3 Quantificação da instalação.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.4 Esquema básico de instalação.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.5 Dimensionamento e contagem dos componentes.....</b>	<b>18</b>
2.2 NORMAS TÉCNICAS .....	19
<b>2.2.1 Histórico .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.2 Objetivo e aplicações .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.3 Onde a Norma não se aplica .....</b>	<b>20</b>
2.3 COMPONENTES DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA.....	21
<b>2.3.1 Condutor e Isolante .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.2 Emenda de condutores .....</b>	<b>23</b>
<b>2.3.3 Eletrodutos .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.4 Dispositivos de proteção .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.5 Quadros elétricos de distribuição .....</b>	<b>32</b>
2.4 A INSPEÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS .....	34
<b>2.4.1 Análise documental.....</b>	<b>35</b>
2.4.1.1 Plantas.....	35
2.4.1.2 Diagramas unifilares e trifilares .....	36
2.4.1.3 Detalhes de montagem .....	36
2.4.1.4 Memorial descritivo .....	36
2.4.1.5 Especificações técnicas dos sistemas .....	37
2.4.1.6 Parâmetros de projeto.....	37
2.4.1.7 Estudos e desenhos de classificação de áreas.....	37

<b>2.4.2 Inspeção visual.....</b>	<b>37</b>
2.4.2.1 Inspeção da execução.....	38
2.4.2.2 Medidas de proteção contra choques elétricos .....	38
2.4.2.3 Medidas de proteção contra efeitos térmicos .....	39
2.4.2.4 Seleção e instalação de linhas elétricas.....	40
2.4.2.5 Seleção ajuste e localização dos dispositivos de proteção e seccionamento .....	41
2.4.2.6 Medidas de proteção às influências externas .....	41
2.4.2.7 Identificação dos componentes .....	42
2.4.2.8 Presença das instruções, sinalizações e advertências .....	43
2.4.2.9 Execução das conexões .....	44
2.4.2.10 Acessibilidade.....	44
<b>2.4.3 Ensaaios.....</b>	<b>45</b>
2.4.3.1 Ensaio de continuidade.....	45
2.4.3.2 Resistência de isolamento da instalação elétrica .....	45
2.4.3.3 Seccionamento automático .....	46
2.4.3.4 Ensaio de tensão aplicada.....	47
2.4.3.5 Ensaios funcionais .....	48
<b>2.5 CENÁRIO ATUAL DAS CERTIFICAÇÕES DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS .....</b>	<b>48</b>
<b>2.5.1 Cenário Brasileiro .....</b>	<b>48</b>
<b>2.5.2 Cenário Internacional.....</b>	<b>49</b>
<b>2.6 ACIDENTES COM ELETRICIDADE .....</b>	<b>50</b>
<b>2.7 AS VANTAGENS DA INSPEÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS .....</b>	<b>53</b>
<b>2.7.1 Segurança dos usuários .....</b>	<b>53</b>
<b>2.7.2 Seguro da edificação .....</b>	<b>53</b>
<b>2.7.3 Redução no retrabalho .....</b>	<b>54</b>
<b>2.7.4 Benefícios para a concessionária .....</b>	<b>54</b>
<b>2.7.5 Vida útil das instalações .....</b>	<b>54</b>
<b>3 AVALIANDO A CONFORMIDADE DE UMA INSTALAÇÃO ELÉTRICA.....</b>	<b>56</b>
3.1 ESCOPO DA AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE E DA ABRANGÊNCIA DA INSTALAÇÃO.....	56
3.2 DOCUMENTOS RECEBIDOS.....	56
3.3 MÉTODO DE INSPEÇÃO .....	57
3.4 EQUIPE DE INSPEÇÃO .....	58
3.5 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA INSPECIONADA	58

3.6	CONDIÇÕES GERAIS DA INSTALAÇÃO .....	58
3.7	FORMATO DA DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA .....	59
3.8	RESULTADOS DA ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO.....	59
3.9	RESULTADOS DA INSPEÇÃO VISUAL.....	63
3.10	REGISTRO FOTOGRÁFICO DA INSPEÇÃO VISUAL.....	65
3.11	REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS .....	68
<b>3.11.1</b>	<b>Equipamentos utilizados.....</b>	<b>69</b>
<b>3.11.2</b>	<b>Parâmetros e limites de medição .....</b>	<b>70</b>
<b>3.11.3</b>	<b>Método de ensaio .....</b>	<b>71</b>
<b>3.11.4</b>	<b>Resultados obtidos .....</b>	<b>75</b>
3.12	REGISTRO FOTOGRÁFICO DA REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS.....	77
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>82</b>
4.1	RECOMENDAÇÕES DE NOVOS TRABALHOS.....	83
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>84</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Quando pensamos no tema energia elétrica, seja ele em qualquer área de atuação, um dos fatores de maior relevância é a segurança, pois qualquer descuido no manuseio e operação da eletricidade pode trazer consequências fatais. Isso se estende de maneira universal para os usuários de energia elétrica que estão na ponta do processo, os que a utilizam diariamente, seja dentro de casa, no ambiente de trabalho ou em outros lugares.

Nestes ambientes que de alguma forma promovem a interação do usuário com a eletricidade, existe por trás um sistema de estrutura elétrica, em muitos casos complexo, constituído por fios, lâmpadas, disjuntores, interruptores e uma infinidade de itens que compõem todo esse mundo de instalação elétrica de baixa tensão.

Essa estrutura anda de mãos dadas com a construção civil, pois é em paralelo com as construções que são concebidas todas as instalações elétricas das edificações, uma vez que uma área depende da outra para ter seu desenvolvimento correto e adequado com os padrões e normas que iremos apresentar.

Para que toda essa instalação elétrica seja entregue ao usuário final de maneira segura e dentro dos padrões normatizados, se faz necessário uma inspeção técnica, sendo esse o assunto que será abordado como tema principal nesse trabalho.

A inspeção da instalação elétrica busca, através de vários procedimentos técnicos que serão expostos no decorrer do estudo, trazer mais credibilidade e segurança ao conjunto da obra e a todos os envolvidos na execução da mesma.

### 1.1 JUSTIFICATIVA

Durante muitos anos o setor elétrico teve a necessidade de estabelecer mecanismos que definissem a qualidade da instalação elétrica antes de ser colocada em uso, proporcionando maior confiabilidade e principalmente maior segurança aos seus usuários.

Por defender a necessidade de se realizar esta inspeção na instalação elétrica, que visa principalmente reduzir o número de acidentes com eletricidade e proporcionar ao usuário final destas instalações o mínimo de segurança, decidimos apresentar este tema.

A inspeção apresenta inúmeras vantagens tanto para o usuário quanto para quem entrega uma instalação certificada, tais como a diminuição do retrabalho e entraves de responsabilidade civil, a valorização do imóvel em caso de inspeção residencial, o aumento da participação no mercado ao proporcionar um poderoso argumento comercial. Para o usuário irá

proporcionar o aumento na segurança, tanto física quanto aos seus equipamentos que serão ligados a estas instalações, além de vantagens e descontos em seguros do imóvel.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Realizar a avaliação de conformidade em uma instalação elétrica de baixa tensão através dos requisitos estabelecidos pela Norma ABNT NBR 5410 (2004) e Portaria do INMETRO n° 51 de 28 de janeiro de 2014 para a avaliação de conformidade de instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de seus usuários, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a análise documental em sua fase de projeto;
- Realizar a inspeção visual durante a execução das instalações;
- Realizar e apresentar ensaios necessários para a inspeção das instalações elétricas de baixa tensão;
- Identificar os possíveis impactos destas não conformidades, seus riscos aos usuários e à instalação;
- Realizar uma comparação do cenário brasileiro com outros países;

## 1.4 LIMITAÇÕES

Este trabalho limita-se ao estudo das instalações elétricas novas, residenciais e comerciais. Não serão avaliados e/ou questionados os métodos recomendados pela norma.

O capítulo que trata a verificação final disposto na NBR5410/04 é o capítulo 7, mas adotaremos como principal referência para este trabalho a portaria do INMETRO de n° 51, de 28 de janeiro de 2014, a qual estabelece os requisitos de avaliação de conformidade para instalações elétricas de baixa tensão, requisitos estes oriundos da aprovação da consulta pública divulgada pela Portaria Inmetro n.º 305, de 26 de junho de 2013, publicada no Diário Oficial da União de 27 de junho de 2013, seção 01, página 52.

## 1.5 METODOLOGIA

Este trabalho de conclusão de curso é uma pesquisa aplicada, utilizando-se de procedimentos documentais e de estudo de caso. As técnicas utilizadas para coleta e análise de dados foram a Análise documental e a Observação Participante.

De acordo com Lakatos e Marconi (2010, p.65),

Método é o conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo, conhecimentos válidos e verdadeiros, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista.

Portanto, o embasamento teórico e metodológico existe para dar sustentação ao trabalho científico.

Conforme Marconi; Lakatos (2010, p.177), a observação participante “Consiste na participação real do pesquisador na comunidade ou grupo. Ele se incorpora ao grupo, confunde-se com ele. Fica tão próximo quanto um membro do grupo que está estudando e participa das atividades normais deste”.

De acordo com Marconi; Lakatos (2010) o objetivo da observação participante é colocar o observador e o observado no mesmo contexto, com o intuito de que o observador seja parte integrante do grupo vivenciando todos os passos do processo que os outros vivenciam.

Segundo Yin (2001) a principal intenção em estudos de caso, é atrair esclarecimentos pelo qual mostre motivos para definir quais decisões serão tomadas em um conjunto de motivos, quais resultados foram alcançados e quais decisões foram tomadas e implementadas. Ao investigarmos um fenômeno se queremos vida real dentro de um contexto, o estudo de caso é a forma ideal para se pesquisar (YIN, 1990).

De acordo com que diz Campomar (1991):

O estudo intensivo de um caso permite a descoberta de relações que não seriam encontradas de outra forma, sendo as análises e inferências em estudo de casos feitas por analogia de situações, respondendo principalmente às questões por quê? E como?

De acordo com Gil (2008, p.54) estudo de caso “Consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos já considerados”.

De acordo com Gil (2010, p.29), pesquisa bibliográfica está presente em todas as pesquisas acadêmicas que são elaboradas para dar fundamentação teórica ao trabalho. Segundo o autor, a pesquisa bibliográfica é elaborada com base em material já publicado.

Tradicionalmente, esta modalidade de pesquisa inclui material impresso, como livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anis de congressos científicos. Todavia, em virtude da disseminação de novos formatos de informação, estas pesquisas passaram a incluir outros tios de fontes, como discos, fitas magnéticas, CDs, bem como material disponibilizado pela internet.

Trata-se também de uma pesquisa Documental, que segundo Marconi; Lakatos (2010), é fundamentada em documentos, escritos ou não, estabelecendo o que se denomina de fontes primárias. Pode ser feita no momento em que o fato ou fenômeno ocorre, ou ser feita depois.

No desenvolvimento dessa pesquisa, também foram utilizados documentos de arquivos privados, que para Lakatos, et al (2010, p.157-158) são chamados de fontes primárias. Entende-se por documento qualquer objeto capaz de comprovar algum fato ou acontecimento (LAKATOS, et al, 2010, p.159).

Trata-se também de uma pesquisa aplicada, que tem como objetivo dar origem a conhecimentos e contextualizá-los com a realidade da empresa, de forma a ajudar na solução de problemas específicos.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

Projetar uma instalação elétrica para qualquer tipo de edificação ou local consiste essencialmente em, de maneira racional, selecionar, dimensionar e localizar os equipamentos e outros componentes necessários para proporcionar, de modo seguro e efetivo, a transferência de energia elétrica de uma fonte até os pontos de utilização (COTRIM, 2009).

Dessa forma, o projeto de instalações elétricas visa de maneira ampla ilustrar e apresentar todo o escopo da instalação, com especificações técnicas, desenhos e etapas de execução, para que todo o processo seja bem-sucedido.

#### **2.1.1 Análise Inicial**

Essa é a etapa preparatória do projeto de instalações elétricas, nela são colhidos os dados básicos que orientarão a execução do trabalho.

Primeiramente deve-se realizar um estudo do projeto de arquitetura, composto por implantação, plantas, cortes, etc., verificando a utilização de todas as áreas do prédio de maneira a cruzar estas informações com os demais sistemas a serem instalados na obra, para não haver nenhum tipo de impedimento no momento da instalação (COTRIM, 2009).

Com as informações obtidas recomenda-se verificar todas as áreas do prédio e limitações físicas, classificando as influências externas, tendo em vista o meio ambiente, as utilizações e a construção. Assim, para fins de consulta posterior deve-se registrar eventuais restrições existentes quanto ao tipo ou uso de componentes nos vários locais.

Posteriormente determina-se onde ficarão os equipamentos de utilização previstos e suas características elétricas, o tipo de linhas elétricas que serão utilizadas, setores que necessitaram de redundância no fornecimento de energia e iluminação de segurança (COTRIM, 2009). Dessa maneira, será possível realizar uma estimativa da potência instalada e da potência de alimentação também conhecida como demanda. Ainda nessa etapa deve-se medir a resistividade do solo para fins de identificar o melhor lugar para aterramento da instalação e determinar a localização da entrada de energia que alimentará todos os quadros elétricos.

### **2.1.2 Fornecimento de energia**

Nesta etapa devem ser usados os dados obtidos na etapa anterior. E assim, determinar as condições de alimentação de energia em circunstâncias normais.

Recomenda-se estabelecer contato com a concessionária fornecedora de energia nesse estágio, uma vez que é preciso determinar o ponto e o tipo de entrada de energia, se aérea ou subterrânea, além da modalidade e tensões de fornecimento e o nível de curto-circuito no ponto de entrega da energia (COTRIM, 2009). Essas definições são baseadas pela norma NBR 5410, normas das concessionárias e condições da obra.

Ainda nesse período é definido o padrão de medição a ser utilizado, que pode variar de acordo com as condições de fornecimento e do tipo de edificação, são eles: cabine primária, subestação, cabine de barramentos, um ou mais centros de medição, entre outros. O esquema de aterramento a ser utilizado nesta situação, também é definido nessa etapa.

### **2.1.3 Quantificação da instalação**

Nessa etapa do projeto é definida a localização dos pontos de energia. Através do projeto luminotécnico em planta são definidos os pontos de luz, a localização das tomadas de uso geral e específico e demais pontos de energia, realizando a divisão da instalação em setores (COTRIM, 2009). Dessa forma, pode-se setorizar os quadros de carga e dimensionar a potência instalada de cada área, etapa crucial para o dimensionamento da bitola dos fios usados na instalação.

Deverão ser fixados também nessa fase os níveis de tensão que serão instalados no prédio, deve-se levar em consideração nesse caso o nível de tensão fornecido pela concessionária, a tensão dos equipamentos que serão instalados como por exemplo elevadores, grandes máquinas, fornos, entre outros e a distância entre o ponto de entrega da concessionária e os quadros de distribuição.

### **2.1.4 Esquema básico de instalação**

Com as definições de projeto precedentes realizadas, nessa etapa elaborase o esquema unifilar no qual serão indicados os principais componentes da instalação e suas interligações elétricas fundamentais.

Nesse esquema teremos alguns blocos que serão os quadros de distribuição, simbologias identificando cada tipo de componente, sendo interligados por linhas que representam os circuitos de cada área e/ou componente.

### **2.1.5 Dimensionamento e contagem dos componentes**

Esta etapa, é a principal do projeto. Nela deve ser feita a escolha de todos os componentes da instalação e seus respectivos dimensionamentos. Alguns destes são: entrada de energia plena com sua respectiva fiação, subestação quando necessário, linhas elétricas para os diversos circuitos de distribuição dentro do imóvel, quadros de distribuição, sistemas de proteção, aterramento, entre outros (COTRIM, 2009).

E então, pode ser feita a finalização integral dos desenhos, corrigindo possíveis interferências com outros sistemas da edificação. Neste momento pode haver algum tipo de alteração nos componentes previamente definidos em etapas anteriores. Essas alterações se fazem necessárias muitas vezes após o cálculo de curto circuito, pois os valores de corrente podem ser alterados com as mudanças de componentes básicos da instalação.

Após uma última revisão, uma contagem de todos os componentes da instalação, com as respectivas especificações completas e uma descrição sucinta deve ser realizada. Deve-se citar ainda a norma que cada um contempla, e de preferência indicar uma marca para referência.

### **2.1.6 Elaboração do documento conhecido como “*as built*”**

Após a execução da instalação elétrica em uma edificação, muitos dos detalhes de instalação previstos no projeto original, algumas vezes por motivos estruturais de compartilhamento com outros sistemas, não são realizados de maneira fidedigna. Dessa forma, em muitas edificações, se faz necessário o documento conhecido como “*as built*”, do inglês “como construído”, que consiste no ajuste do projeto original, só que agora com as alterações técnicas tal como executadas.

## 2.2 NORMAS TÉCNICAS

Normas estabelecem critérios que devem ser seguidos pelas empresas, como por exemplo, a ISO 9000, da *International Organization for Standardization* (ISO), sediada em Genebra – Suíça. Essa norma determina o padrão dos processos, segundo o conceito de qualidade de produtos e serviços nas diversas atividades da área tecnológica, e pode ser usada como uma ferramenta de gestão quanto à garantia da uniformidade de produção, nas etapas, envolvendo os meios físicos e recursos humanos (BARATA, 2005).

A norma técnica que regulamenta, principia e norteia uma inspeção em instalações elétricas de baixa tensão é a Norma Brasileira (NBR) para a execução de Instalações Elétricas de Baixa Tensão, conhecida como NBR 5410, baseada na norma internacional IEC 60364, “*Electrical Installations of Buildings*” (ABNT, 2004).

### 2.2.1 Histórico

A primeira edição na norma NBR 5410 surgiu em 1941 e teve como referência o Código de Instalações Elétricas da Inspetoria Geral de Iluminação de 1914. A norma se chamava NB-3 por ter sido a terceira norma criada da nomenclatura original da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Dentro da ABNT, a responsável pela redação da norma era a Comissão de Estudo de Instalações Elétricas de Baixa Tensão terminantemente relacionada ao Comitê Brasileiro de Eletricidade- 03 (CB-03) da época (O SETOR ELÉTRICO, 2011).

Em 1961 a NB-03 passou por uma nova revisão transformando-se em um documento de 20 páginas tendo como referência a norma americana NFPA70 – *National Electrical Code*. Já na revisão de 1980, além de passar a chamar-se NBR 5410, a norma passou por profundas alterações, tendo como base a norma internacional IEC 60364 e a norma francesa NFC-15-100.

A norma teve sua quantidade de páginas aumentada passando para 200, algo fundamental para acompanhar o crescimento tecnológico da época. Em 1997, houve uma nova revisão na qual, entre outros, foram introduzidos mais detalhes sobre o Dispositivo de Proteção contra Surto (DPS), o qual reduz a queima de aparelhos eletrônicos, sendo este cada vez mais comum nas instalações desde então (O SETOR ELÉTRICO, 2011).

No ano de 2004 houve a última revisão da norma e que está vigente até hoje. Nela tivemos uma grande sofisticação e polimento do texto, deixando as especificações mais detalhadas para os usuários.

### **2.2.2 Objetivo e aplicações**

A Norma NBR 5410 “[...] estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens” (ABNT, 2004, p. 01).

A “Norma aplica-se principalmente às instalações elétricas de edificações, qualquer que seja seu uso, podendo ser residencial, comercial, público, industrial, de serviços, agropecuário, hortigranjeiro, incluindo as pré-fabricadas” (ABNT, 2004, p. 01). Também, aplica-se às instalações elétricas “[...] em áreas descobertas das propriedades, externas às edificações, de reboques de acampamento (trailers), locais de acampamento (campings), marinas e instalações análogas, de canteiros de obra, feiras, exposições e outras instalações temporárias” (ABNT, 2004, p.01).

De modo mais amplo, a norma aplica-se “[...] aos circuitos elétricos alimentados sob tensão nominal igual ou inferior a 1000 V em corrente alternada, com frequências inferiores a 400 Hz, ou a 1500 V em corrente contínua. E, aos circuitos elétricos, que não os internos aos equipamentos, funcionando sob uma tensão superior a 1000 V e alimentados através de uma instalação de tensão igual ou inferior a 1000 V em corrente alternada” (ABNT, 2004, p.01).

A Norma aplica-se ainda às instalações novas e a reformas em instalações existentes, a toda fiação e a toda linha elétrica que não sejam cobertas pelas normas relativas, aos equipamentos de utilização, e às linhas elétricas fixas de sinal com exceção dos circuitos internos dos equipamentos (ABNT, 2004).

### **2.2.3 Onde a Norma não se aplica**

De modo geral a norma NBR 5410 não é aplicável em instalações de tração elétrica e em instalações elétricas de embarcações, aeronaves e de veículos automotores. A Norma não pode ser aplicada em instalações de iluminação pública, de cercas elétricas, instalações de proteção contra queda de raios e instalações em minas (ABNT, 2004).

As redes públicas de distribuição de energia também não serão contempladas por essa norma, bem como os equipamentos para supressão de perturbações radioelétricas. Vale

ressaltar que, mesmo se a instalação atender à norma NBR 5410, ela ainda deve respeitar os regulamentos de órgãos públicos aos quais é submetida, além de não dispensar o uso de normas complementares aplicáveis às instalações e locais exclusivos (ABNT, 2004).

## 2.3 COMPONENTES DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA

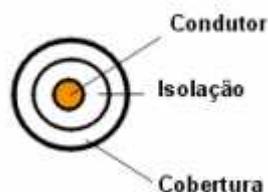
De modo simples, temos como parcela principal da instalação elétrica a parte constituída por material condutor, que é destinada a conduzir corrente elétrica, e a parte de proteção ou isolante, que poderá ser em várias camadas, desde a básica até a adicional. Dando seguimento temos ainda os dispositivos de proteção elétrica e os quadros elétricos de carga.

### 2.3.1 Condutor e Isolante

Um condutor pode ser feito de fio maciço, rígido, ou composto de diversos fios mais finos entrelaçados formando um condutor flexível. Quando temos dispostos diversos condutores não isolados entre si, teremos um cabo unipolar, que também é composto pelo condutor (vários fios) e a isolação, podendo ainda existir uma terceira camada que tem a função de proteção mecânica (SILVA FILHO, 2009).

Os principais componentes de um cabo de potência em baixa tensão são o condutor, a isolação e a cobertura, conforme indicado na Figura 1.

Figura 1 - Cabo elétrico de baixa tensão típico.



Fonte: Silva Filho (2009, p. 18).

Quando temos diversos condutores isolados entre si formaremos um cabo multipolar, que é composto por dois ou mais condutores com isolação e proteção mecânica, como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 - Condutores elétricos



Fonte: Silva Filho (2009, p. 18).

Segundo a NBR 5410 (2004), o número de condutores a considerar num circuito é o dos condutores efetivamente percorridos por corrente. Dessa forma temos:

- a) Circuito de corrente alternada:
- Trifásico sem neutro = 3 condutores carregados;
  - Trifásico com neutro = 4 condutores carregados;
  - Monofásico a 2 condutores = 2 condutores carregados;
  - Monofásico a 3 condutores = 3 condutores carregados;
  - duas Fases sem neutro = 2 condutores carregados;
  - duas Fases com neutro = 3 condutores carregados;
- b) Circuito de corrente contínua: 2 a 3 condutores.

A princípio, um condutor pode parecer algo comum e simples, apenas um meio de interligação da rede até a carga. Cabe lembrar que a escolha errada do condutor pode ocasionar graves acidentes, desde a exposição acidental a choques elétricos até incêndios, cabendo a responsabilidade ao projetista ou ao instalador.

A principal causa dos problemas em condutores está no aquecimento, quer seja no meio onde o condutor está, quer seja se opondo a passagem de corrente.

Um condutor com seção menor do que a necessária irá aquecer em excesso, assim como, a utilização de condutores com a camada isolante imprópria para a tensão especificada, também trará problemas. Por exemplo o PVC tem aplicação em baixa tensão (< 1.000 V), enquanto, o EPR pode ser utilizado em baixa tensão, média tensão (1 kV a 35 kV) ou alta tensão (> 35 kV). Dessa maneira, se for utilizado cabos com isolamento incompatível, teremos a perda da isolação, trazendo consequências graves, como o risco de choque elétrico aos envolvidos.

Os compostos isolantes mais utilizados no Brasil são o PVC (cloreto de polivinila), o EPR (borracha etileno-propileno) e o XLPE (polietileno reticulado). Em relação à isolação,

a utilização do PVC está limitada a 6000 Volts enquanto o EPR pode ser usado até 138 kV, o limite de isolamento depende da espessura da camada isolante (NASCIMENTO, 2013, P. 20).

Segundo Silva Filho (2009), os fios e cabos isolados de PVC são caracterizados por três temperaturas:

- **Temperatura em regime permanente:** máxima temperatura que o condutor pode trabalhar quando em condições normais de carga; PVC: 70 °C / EPR 90 °C;
- **Temperatura em regime de sobrecarga:** é a temperatura máxima que a isolamento pode atingir em regime de sobrecarga. Segundo as normas de fabricação, a duração desse regime não deve superar 100 horas durante doze meses consecutivos, nem superar 500 horas durante a vida do cabo; PVC: 100 °C / EPR 130 °C;
- **Temperatura em regime de curto-circuito:** é a temperatura em regime de curto-circuito. Segundo as normas de fabricação, a duração desse regime não deve superar 5 segundos durante a vida do cabo; PVC: 160 °C / EPR 250 °C;

### 2.3.2 Emenda de condutores

De acordo com a norma NBR 9513 (1986), podemos definir emenda como o acessório que possui a função de unir dois ou mais cabos através da conexão de seus condutores, de reconstituir o isolamento, dar continuidade elétrica às eventuais blindagens ou capas metálicas, proporcionando assim o controle do campo elétrico e proteção contra agentes externos.

O tipo mais comum em instalações elétricas é a emenda reta, na qual são unidos dois cabos pelas suas extremidades de modo que seus eixos de simetria coincidam, tornando um o prolongamento do outro.

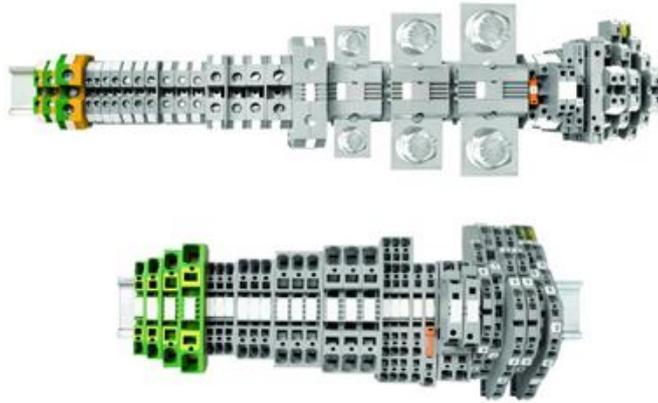
A emenda de derivação é quando através de um cabo principal é derivado um outro, geralmente de tamanho menor ou igual ao cabo principal.

Para proteger as emendas são usadas as caixas de emenda, que têm como função dar proteção mecânica contra agentes externos, podendo ser única ou em partes interligáveis com compostos de enchimento. Ainda temos os conectores de emenda que são componentes metálicos por meio dos quais se estabelece a continuidade elétrica e mecânica entre dois ou mais condutores.

Muitas emendas também são realizadas com bornes de fixação. Os bornes são dispositivos plásticos que possuem dois parafusos para fixação dos fios. Conforme pode ser

visto na Figura 3, os bornes são fixados em uma régua metálica, sendo bastante utilizados em quadros de distribuição (NBR 9513, 1986).

Figura 3 - Bornes para emenda de fios.



Fonte: WEG, 2018.

### 2.3.3 Eletrodutos

Segundo NBR 5597 (1995), eletrodutos são tubos circulares, fabricados com ou sem costura, com revestimento protetor, utilizados para proteção de condutores elétricos.

Esses eletrodutos, também chamados de conduítes, geralmente ficam escondidos dentro das paredes ou pisos, mas dependendo da especificação de projeto podem também ficar aparentes em alguns casos.

Os eletrodutos podem ser classificados quanto ao material de fabricação:

- a) Metálico: fabricado em aço galvanizado, rígido, com cobertura de esmalte. Geralmente esse modelo é especificado em projetos onde o eletroduto ficará aparente e/ou passar por ambientes externos, por oferecer mais resistência às influências externas;
- b) Isolante: fabricado de PVC com características antichamas, podendo ser rígido ou flexível, possui isolamento térmica e contra umidade. Essa categoria é usualmente a mais utilizada em instalações, pois sua classe corrugada é empregada em quase todos os projetos de instalações elétricas para uso em interior de paredes. Já o modelo rígido é especificado em projetos onde, apesar do eletroduto permanecer aparente, ele será usado em ambiente internos da instalação.

Em ambos os tipos de eletrodutos temos as formas de conexão com rosca ou soldável.

Nos eletrodutos só devem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares ou multipolares. Somente em casos exclusivos e em eletrodutos isolantes são admitidos uso de condutores nus.

Para facilitar a manutenção da instalação segundo NBR 5597 (1995), o projetista deve se atentar aos seguintes detalhes:

- a) A taxa máxima de ocupação em relação à área da seção transversal dos eletrodutos não deve ser superior a:
  - 53% no caso de um conduto ou cabo;
  - 31 % no caso de dois condutores ou cabos;
  - 40 % no caso de três ou mais condutores ou cabos.
- b) Não pode haver trechos contínuos com tamanho maior que 15m, e em trechos com curva de 90°, essa distância deve reduzir 3m para cada curva. Salve exceção onde:
  1. Em casos específicos, deve ser calculada a distância máxima permitível, levando em conta o número de curvas de 90° necessários. Para cada 6 m ou fração de aumento, deve-se utilizar eletroduto de tamanho nominal previsivelmente superior ao especificado.
- c) Em nenhum caso devem ser previstas curvas de deflexão maior que 90°.
- d) Curvas feitas diretamente nos eletrodutos não devem reduzir seu diâmetro interno.
- e) Em trechos de tubulação entre dois pontos, no máximo podem ser previstos 3 curvas de 90° ou seu equivalente até no máximo, 270°.

#### **2.3.4 Dispositivos de proteção**

Dentro de uma instalação elétrica todos os circuitos devem ser protegidos contra curto-circuito e sobrecarga, a fim de garantir a integridade física dos usuários, das instalações e equipamentos. Para isso, existem diversos dispositivos e equipamentos que podem ser utilizados para essa finalidade, tais como fusíveis, disjuntores, sistemas de aterramento, etc.

Disjuntores são dispositivos que possuem um mecanismo que interrompe o circuito, em função do aquecimento de um elemento térmico gerado pela intensidade da corrente elétrica que o está atravessando (Cotrim, 2009).

Juntamente com esse elemento térmico, ele possui um disparador magnético, sendo que sua armadura é tensionada por meio de uma mola, de tal maneira que somente acima de um valor definido de corrente, é vencida a inércia da armadura e a tensão da mola; a armadura é então magnetizada pelo núcleo, provocando por meio de conexão mecânica, a abertura dos contatos do disjuntor. Esses são chamados de disjuntores termomagnéticos, sendo os mais utilizados em instalações elétricas de baixa tensão.

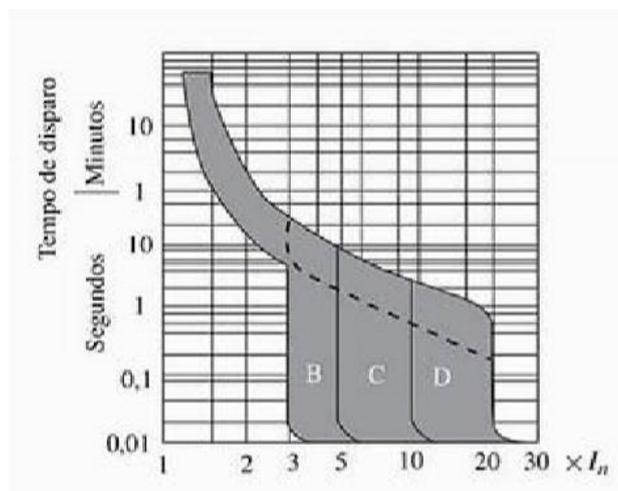
De acordo com estudos de Cotrim (2009), eles possuem 3 funções básicas:

- Promovem a proteção elétrica de um circuito e de seus condutores, por meio da detecção de sobre correntes e curto-circuito, fazendo a abertura do circuito;
- Permitem comandar, através da abertura ou fechamento, sob carga, circuitos ou equipamentos de utilização;
- Promovem o seccionamento de um circuito, na medida em que, ao abrir um circuito, asseguram uma distância de isolamento adequada.

Ao adquirir qualquer disjuntor, é indispensável observar os seguintes itens:

- **Tensão nominal** – Valor de tensão ao qual são referidas certas características de funcionamento, como as capacidades de interrupção e categorias de desempenho em curto-circuito.
- **Corrente nominal** – Maior valor de corrente que pode circular continuamente pelo disjuntor sem danificar seus componentes internos e externos, nem provocar seu desligamento automático.

Figura 4 - Faixa de atuação dos disjuntores.



Fonte: Cotrim (2009, p. 220).

Para atuação em curto-circuito os disjuntores são classificados em 3 faixas:

- a) Faixa B: Para correntes de disparo acima de  $3 I_n$  até  $5 I_n$ . São indicados para baixas correntes de curto circuito, não recomendado para lugares onde houver equipamentos com correntes de partida mediana ou alta;
- b) Faixa C: Para correntes de disparo acima de  $5 I_n$  até  $10 I_n$ . Utilizados para circuitos elétricos em geral, não recomendado para lugares onde houver equipamentos com correntes de partida alta;
- c) Faixa D: Para correntes de disparo acima de  $10 I_n$  até  $20 I_n$ . São indicados para proteção de circuitos com elevadas correntes de partida ou transitórias.

Onde:  $I_n$  é a corrente nominal que pode circular pelo disjuntor.

Os dispositivos a corrente diferencial-residual (DR), constituem-se no meio mais eficaz de proteção das pessoas e animais domésticos contra choques elétricos. Basicamente, o dispositivo que possui sua aparência similar à de um disjuntor, detecta a soma fatorial das correntes que compõem o circuito. Segundo a primeira Lei de Kirchof, essas somas devem ser iguais a zero. Quando ocorrem fugas de corrente e essa soma é diferente de zero o dispositivo desarma, protegendo o ser vivo ou dispositivo que ocasionou a fuga de corrente.

Segundo Cotrim (2009), os dispositivos DR podem ser classificados quanto a sua sensibilidade: quanto maior o valor da corrente diferencial-residual nominal de atuação, menor a sensibilidade.

Os dispositivos com  $I_n < 30\text{mA}$  são considerados de alta sensibilidade, oferecendo proteção contra contatos diretos e contra contatos indiretos;

Aqueles com  $I_n > 30\text{mA}$  são de baixa sensibilidade, oferecendo apenas proteção contra contatos indiretos.

O valor de 30 mA é aqui parametrizado como limiar de diferenciação, pois é cientificamente comprovado, que o ser humano começa a sofrer risco de vida quando circula em seu corpo uma corrente superior a essa.

O Dispositivo de Proteção contra surtos (DPS) segundo a NBR IEC 61643-1, é destinado a limitar as sobretensões transitórias ou a desviar correntes de surto. Dessa forma, ele tem a propriedade de mudar bruscamente o valor de sua impedância, de muito alto para praticamente zero, em função do aparecimento de um impulso de tensão em seus terminais.

Ainda segundo a NBR IEC 61643-1, os principais itens que o projetista deve analisar para especificar um DPS são:

- a) Nível de proteção de tensão: valor caracterizado pela limitação de tensão entre seus terminais;
- b) Tensão máxima de operação contínua: máxima tensão que pode ser aplicada continuamente, sem comprometer seu funcionamento;
- c) Frequência nominal: frequência que pode ser aplicada, sem comprometer seu funcionamento;
- d) Classificação de ensaio: classificado conforme o nível de corrente que melhor simule o primeiro golpe da descarga atmosférica;
- e) Corrente máxima: valor máximo de corrente que pode ser aplicada no DPS, respeitando o tempo especificado;
- f) Corrente de impulso: valor da corrente que representa fielmente o primeiro golpe da descarga atmosférica, respeitando o tempo especificado;
- g) Corrente nominal: corrente que pode ser aplicada continuamente, sem comprometer seu funcionamento.

De acordo com Mamede Filho (2007) p. 480, os fusíveis são dispositivos destinados à proteção dos circuitos elétricos e que se fundem quando percorridos por uma corrente de valor superior àquela para a qual foram projetados.

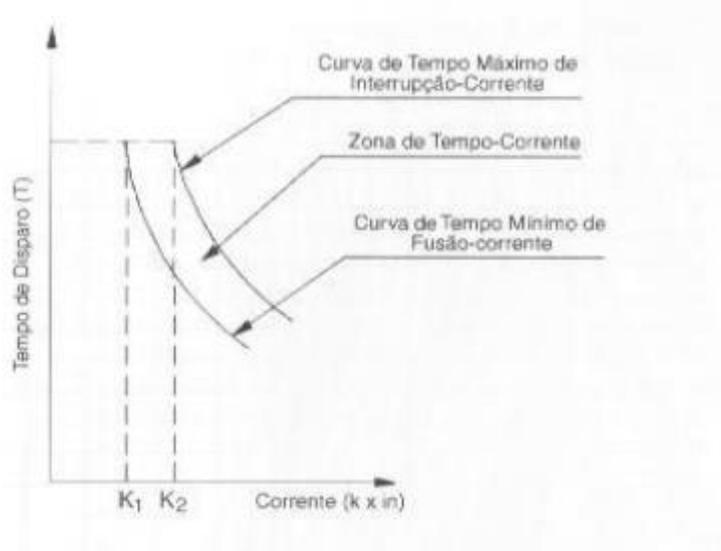
Dessa forma, se a intensidade da corrente sofrer um aumento, gerando então uma sobre corrente, o filamento do fusível começa a se aquecer devido ao efeito Joule, até que entre no estado de fusão, ocasionando a abertura do fusível, evitando que essa sobre corrente circule pelo equipamento a ponto de danificá-lo.

Como parâmetros principais dos fusíveis temos os seguintes itens:

- **Tensão nominal** – Sendo o valor da tensão ao qual o fusível poderá ser submetido sem comprometer o dispositivo e o circuito.
- **Corrente nominal** – Sendo o valor da intensidade da corrente ao qual o fusível poderá ser submetido, sem que haja a interrupção do circuito.

De acordo com Mamede Filho (2007) p. 480, temos “[...] fusíveis que atuam dentro de determinadas características de tempo de fusão x corrente fornecidas em curvas específicas de tempo inverso, de acordo com o projeto de cada fabricante”. Na Figura 5, é apresentado um exemplo destas curvas, onde  $I_n$  é a corrente nominal que pode circular pelo fusível.

Figura 5 - Característica tempo x corrente dos fusíveis

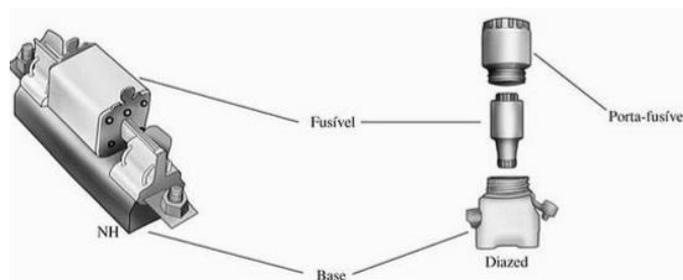


Fonte: Mamede Filho (2007, p. 481).

Como partes principais dos fusíveis temos o próprio fusível, a sua base, o porta fusível, onde se instala o mesmo e o indicador que fornece a indicação que o fusível se rompeu.

Conforme pode ser visto na Figura 6, os mais utilizados em baixa tensão são os modelos NH e Diazed.

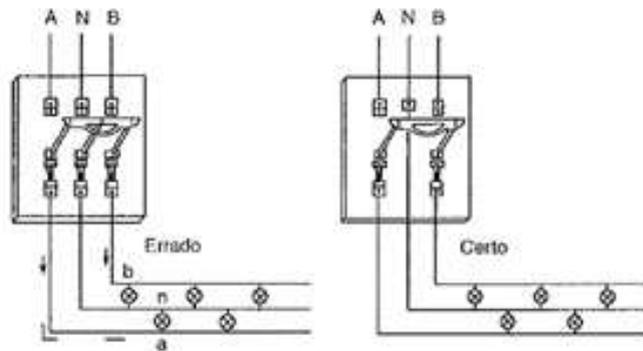
Figura 6 - Dispositivos fusíveis NH e Diazed



Fonte: Cotrim (2009, p. 190).

No caso de circuitos de duas fases e um neutro, oriundos de circuitos trifásicos, o neutro não deverá conter fusíveis, porque, no caso de queima do mesmo, a tensão aplicada às lâmpadas será dobrada (CREDER, 2007). Dessa forma, conforme Figura 7, nunca poderemos interromper o neutro de uma instalação elétrica dessa natureza.

Figura 7 - Ligação fusível trifásico



Fonte: Creder (2007, p. 106).

O termo aterramento refere-se a uma instalação na qual existe pelo menos um dos componentes ligado propositalmente à terra. Dessa forma, a terra representa um ponto de referência ou um ponto de potencial zero ao qual todas as outras tensões são referidas. Segundo Mamede Filho (2007), o aterramento visa à:

- a) Segurança de atuação da proteção;
- b) Proteção das instalações contra descargas atmosféricas;
- c) Proteção do indivíduo contra contatos a partes energizadas da instalação;
- d) Uniformização do potencial em toda área do projeto.

Nas instalações elétricas são utilizados normalmente dois tipos de aterramento, o aterramento funcional, no qual temos a ligação de um dos condutores do sistema à terra, quase sempre o neutro, tendo em vista o funcionamento correto da instalação, e o aterramento de proteção, o qual consiste na ligação à terra das massas dos elementos da instalação, visando a proteção contra choques elétricos. Dentre esses dois tipos se destacam os esquemas TN, IT e TT.

Segundo a Norma NBR 5410 (2004) chamamos de esquema TN quando possuímos um ponto da alimentação diretamente aterrado, sendo as massas ligadas a esse ponto através de condutores de proteção.

São consideradas três variantes de esquema TN, de acordo com a disposição do condutor neutro e do condutor de proteção:

- a) Esquema TN-S, no qual o condutor neutro e o condutor de proteção são distintos;

- b) Esquema TN-C-S, em parte do qual as funções de neutro e de proteção são combinadas em um único condutor;
- c) Esquema TN-C, no qual as funções de neutro e de proteção são combinadas em um único condutor, na totalidade do esquema.

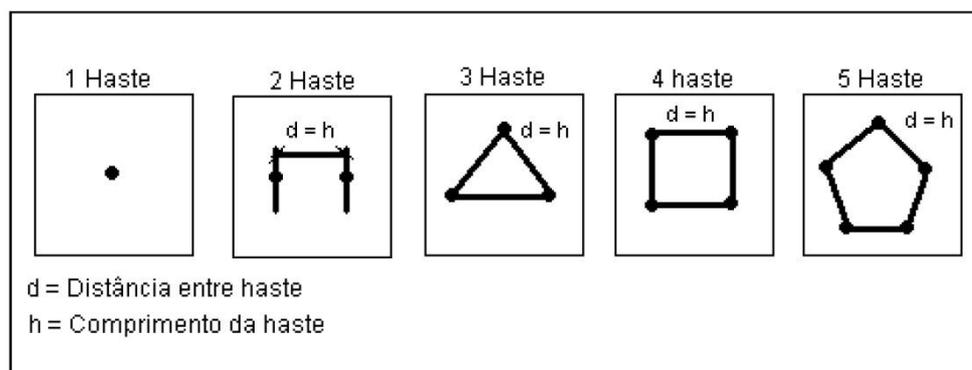
No esquema IT todas as partes vivas são isoladas da terra ou um ponto da alimentação é aterrado através de impedância. As massas da instalação são aterradas, verificando-se as seguintes possibilidades:

- a) Massas aterradas no mesmo eletrodo de aterramento da alimentação, se existente;
- b) Massas aterradas em eletrodos de aterramento próprios, seja porque não há eletrodo de aterramento da alimentação, seja porque o eletrodo de aterramento das massas é independente do eletrodo de aterramento da alimentação.

O esquema TT possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, estando as massas da instalação ligadas a eletrodos de aterramento eletricamente distintos do eletrodo de aterramento da alimentação.

Dessa maneira, como parte principal do aterramento temos os eletrodos, que, de acordo com Cotrim (2009), é formado por apenas um condutor ou um conjunto de condutores enterrados no solo. O termo se aplica tanto a uma simples haste enterrada como a várias hastes enterradas e interligadas (Figura8).

Figura 8- Ligação dos eletrodos



Fonte: SABER ELETRÔNICA, 2000.

Os eletrodos podem ser constituídos de aço galvanizado ou aço cobreado, sendo separados em dois tipos diferentes de eletrodos: os de haste comum e os de haste prolongável.

Outra maneira de realizar o aterramento de uma edificação é utilizar a própria armadura de aço das fundações da construção para interligação com a terra, esses são os eletrodos ditos naturais. A instalação destes eletrodos deve começar simultaneamente com a construção das fundações, uma vez que ficará imersa no concreto, trazendo proteção contra corrosão.

Temos ainda como parte da instalação de aterramento os conectores, que podem ser tanto aparafusados, quanto por conexão exotérmica, sendo este um processo de conexão a quente no qual se faz a fusão do elemento metálico de conexão com o condutor. Por fim, temos o condutor de proteção que fará a interligação das carcaças dos equipamentos com aos terminais de aterramento (COTRIM, 2009).

### **2.3.5 Quadros elétricos de distribuição**

De acordo com a NBR IEC 60439-3 de 2004, um quadro de distribuição pode ser definido como um conjunto de dispositivos de manobra ou de proteção podendo conter, dispositivo-fusível ou mini disjuntor, associados a um ou mais circuitos de saída, alimentados por um ou mais circuitos de entrada, juntamente com os bornes para os condutores neutro e os condutores do circuito de proteção. Pode-se incluir também, dispositivos de sinalização e outros dispositivos de controle. Os dispositivos de seccionamento podem ser incluídos no quadro de distribuição ou podem ser instalados separadamente.

As normas brasileiras sobre quadros elétricos são:

a) NBR IEC 60439-1 (2004) - Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão

Parte 1: Esta norma aplica-se aos quadros de distribuição em que a tensão nominal não exceda 1 kVca, a frequências que não excedam 1 kHz, ou 1,5 kVcc. São quadros de distribuição com ensaio de tipo totalmente testados (TTA) e quadros de distribuição com ensaio de tipo parcialmente testados (PTTA).

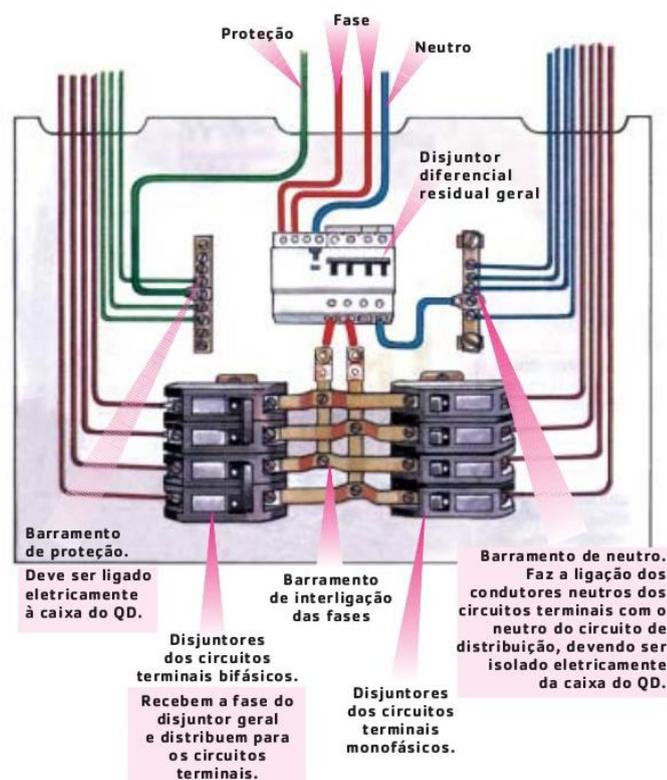
Os termos TTA e PTTA são muito conhecidos no mercado, porém seus significados muitas vezes são pouco conhecidos e usados de forma incorreta.

PTTA é um quadro de distribuição com ensaios de tipo parcialmente testado, isto é, um quadro que utiliza projeto, materiais e montagem similar ao de um quadro TTA, porém possui pequenas alterações que comprovadamente não alteram o desempenho do quadro nos ensaios de tipo. A NBR IEC 60439-1 aceita que sejam feitos cálculos que dispensam a realização de alguns ensaios de tipo, por este motivo recebem a designação de parcialmente testados.

b) NBR IEC 60439-3 (2004) - Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão - Parte 3: Esta Norma fornece requisitos adicionais para quadros de distribuição, seus invólucros, contendo dispositivos de proteção e que são destinados ao uso interno, em aplicações domésticas ou em outros locais onde pessoas não qualificadas têm acesso à sua utilização. Os dispositivos de controle e/ou sinalização também podem ser incluídos. Eles são destinados a ser usados em corrente alternada com uma tensão nominal fase-terra que não exceda 300 V.

Na Figura 9 temos um exemplo de como um quadro de distribuição elétrico pode ser montado, os quadros de distribuição podem ser classificados como de embutir ou sobrepor, podem também ser classificados conforme grau de proteção, de acordo com sua aplicação.

Figura 9 - Exemplo de montagem de um quadro de distribuição



Fonte: Catálogo Prysmian (2006, p. 31).

A corrente nominal de um quadro de distribuição é aquela indicada pelo fabricante como sendo a corrente nominal do circuito ou dos circuitos de entrada. Se houver mais de um circuito de entrada, a corrente nominal de um quadro de distribuição é a soma aritmética das correntes nominais de todos os circuitos de entrada destinados a serem utilizados simultaneamente.

Dessa forma, podemos concluir que o quadro de distribuição é um centralizador de dispositivos de comandos, proteção e sinalização.

Geralmente uma instalação vai possuir um quadro geral, onde chega a energia da concessionária, e vários outros quadros menores para controle de diversas áreas ou conjuntos de dispositivos da instalação.

## 2.4 A INSPEÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

A inspeção é uma avaliação criteriosa, realizada pela observação e julgamento, aplicada por meio de análise documental, inspeção visual e efetivação de ensaios e coleta de medidas, de forma a estabelecer, de modo científico, as condições de uso de uma instalação.

Uma das melhores formas de uma instalação elétrica ser considerada segura é através de uma verificação criteriosa feita por um profissional qualificado e sem envolvimento ou ligação com o executor das instalações. Esta verificação deve avaliar todas as etapas de sua execução, desde o projeto em sua fase de análise documental até a sua conclusão, quando realizam-se a inspeção visual, testes e ensaios.

O capítulo 7 da NBR 5410 (2004) regulamenta e formata os procedimentos para a inspeção da instalação de baixa tensão como procedimento final para qualquer instalação nova, ampliação ou reforma de instalação existente. A instalação deve ser inspecionada e ensaiada durante a execução e/ou quando concluída antes de ser colocada em serviço pelo usuário, de forma a se verificar a conformidade com as prescrições desta norma (ABNT, 2004).

Considerando a importância das instalações elétricas de baixa tensão apresentarem requisitos mínimos de segurança, a portaria nº 51, de 28 de janeiro de 2014 do INMETRO, através do programa de avaliação da conformidade para instalações elétricas de baixa tensão, apresenta os requisitos mínimos de avaliação da conformidade. Através do item 6.2 dessa mesma portaria, a verificação final divide-se nas seguintes etapas:

- Análise documental
- Inspeção visual
- Ensaios

Para realizar esta vistoria, o profissional deverá ter em mãos toda a documentação necessária, segundo item 6.1.8.1, da NBR5410/2004 (ABNT, 2004).

Dessa forma, deve-se realizar a análise documental nos seguintes documentos:

- a) Plantas;
- b) Esquemas elétricos;
- c) Detalhes de montagem;
- d) Memorial descritivo;
- e) Especificação dos componentes;
- f) Parâmetros de projeto;
- g) Manual do usuário, quando aplicável;
- h) Relatório de inspeção e ensaios, inclusive SPDA, quando houver.

#### **2.4.1 Análise documental**

Para realizar a análise documental, o profissional deverá receber a documentação necessária, segundo item 6.2.1 da Portaria nº 51 de 28 de janeiro de 2014, e realizar os procedimentos de análise de acordo com as Normas ABNT NBR 5410 e para SPDA, detalhados a seguir.

##### **2.4.1.1 Plantas**

Consiste na análise das plantas de distribuição de circuitos de força, controle, automação, iluminação, tomadas, sistemas de segurança, esquema de aterramento e SPDA.

Cabe ressaltar que toda instalação elétrica deve ser executada a partir de um projeto realizado por profissional qualificado e habilitado para tal.

As plantas devem estar em escala conveniente, indicar o ponto de entrada de energia, localização de todos os quadros de força e distribuição que compõem a instalação, apresentar o tipo de esquema de aterramento adotado pelo projetista conforme item 4.2.2.2, verificar a existência de outras fontes de energia, bem como a conformidade das especificações de instalação destas fontes e sua distribuição ao longo da instalação. Essas fontes podem ser centrais de baterias, grupos geradores, sistemas de geração fotovoltaica, eólica ou ainda

hidráulica. Devem ainda apresentar a seleção dos condutores e condutos conforme item 6.2, de forma que atenda os critérios mínimos de capacidade e reserva.

#### 2.4.1.2 Diagramas unifilares e trifilares

Os diagramas unifilares e/ou multifilares correspondentes aos quadros de distribuição e de força devem apresentar dimensionamento, grau de proteção, quantidade e destino dos circuitos, corrente nominal e tensão de cada circuito, indicar as seções mínimas dos condutores de acordo com os itens 6.2.5 e 6.2.6. Os diagramas também devem apresentar os condutores de alimentação de cada quadro, os dispositivos de proteção de cada circuito conforme itens 5.3.3, 5.3.4 e 5.3.5, bem como os dispositivos de seccionamento e comando, além da capacidade de reserva de cada quadro.

#### 2.4.1.3 Detalhes de montagem

O objetivo principal dos detalhes de montagem é apresentar ao executor uma melhor visualização de determinados pontos da instalação, a fim de garantir durabilidade, segurança e eficiência das instalações. Os detalhes de montagem devem apresentar todos os cortes e especificações necessários para o entendimento da execução e montagem dos componentes, condutos, esquemas de aterramento, instalação de quadros, instalação e/ou ligação de equipamentos.

#### 2.4.1.4 Memorial descritivo

O memorial descritivo tem como principal objetivo complementar as especificações apresentadas nos demais documentos de projeto de forma breve e, sempre que necessário, usando tabelas e/ou desenhos complementares.

O memorial descritivo deve conter: memoriais de cálculos, previsão de cargas, demanda provável, dimensionamento de condutores, dispositivos e equipamentos, de acordo com os itens 6.5.4 e 6.5.5. Além de apresentar elementos orientativos para execução da obra, as principais soluções adotadas no projeto e as características e quantidades dos materiais a serem aplicados.

A leitura do memorial descritivo deve ser obrigatória por parte do executante das instalações por conter informações decisivas do projeto.

#### 2.4.1.5 Especificações técnicas dos sistemas

Na análise das especificações técnicas devem ser constatadas: a natureza da corrente, valor de tensão nominal, valor de corrente de curto-circuito presumida no ponto de suprimento, frequência do sistema elétrico, demanda de potência, especificações dos equipamentos e componentes elétricos segundo as características da rede, incluindo descrição, características nominais e normas pertinentes aos itens.

#### 2.4.1.6 Parâmetros de projeto

Nesta etapa a documentação deve apresentar os parâmetros utilizados no projeto tais como a temperatura ambiente e/ou condições climáticas, fatores de correção por agrupamento de circuitos, resistividade térmica do solo quando aplicável, limites de queda de tensão, capacidade de condução de corrente dos condutores, classe de tensão de isolamento, tensão nominal, corrente nominal e fatores de demanda considerados.

#### 2.4.1.7 Estudos e desenhos de classificação de áreas

Neste item avalia-se, quando aplicável, a correta classificação e o dimensionamento de equipamentos e componentes da instalação segundo a classificação de área, como no caso dos ambientes sujeitos à formação de atmosferas explosivas por gases, vapores inflamáveis, poeiras ou fibras combustíveis em mistura com o ar.

Para estes ambientes, o projeto deve conter os critérios de proteção que deverão ser adotados, estabelecer o grau de proteção das instalações, identificar os equipamentos de utilização e apresentar os métodos de proteção contra efeitos térmicos.

### **2.4.2 Inspeção visual**

Qualquer instalação nova, ampliação ou reforma de instalação existente deve, quando concluída, ser submetida à inspeção visual antes de ser colocada em serviço pelo usuário, de forma a se verificar a conformidade da Portaria n° 51 de 2014.

A inspeção visual é a etapa de diagnóstico que tem como principal objetivo verificar e inspecionar a execução das instalações, certificando-se de que os componentes foram selecionados e instalados corretamente e averiguando se eles não apresentam danos que possam comprometer seu funcionamento ou a segurança dos usuários.

Os itens submetidos à inspeção visual serão descritos a seguir e devem estar de acordo com a Portaria nº 51 de 2014.

#### 2.4.2.1 Inspeção da execução

A inspeção visual deve iniciar pela verificação das instalações construídas, certificando a conformidade do documento “*as-buit*”. Esta verificação é fundamental para a validação da etapa anterior, a inspeção documental. Devem ser inspecionadas as instalações elétricas nos entre forros e entre pisos, exceto quando essa inspeção provocar danos físicos à infraestrutura da edificação.

#### 2.4.2.2 Medidas de proteção contra choques elétricos

De acordo com a NBR5410 de 2004, todos os equipamentos e instalações, de forma indistinta, não devem conter partes vivas perigosas acessíveis ao usuário e todas as massas ou partes condutivas acessíveis aos usuários não devem oferecer risco, tanto em situações normais quanto em situações particulares como em falha, onde possam se tornar partes vivas.

Os conceitos e princípios da proteção contra choques elétricos adotados são de proteção básica e de proteção supletiva, que correspondem, respectivamente, aos conceitos de proteção contra contatos diretos, como em partes vivas, e de proteção contra contatos indiretos, que são as massas ou partes condutivas.

Exemplos de proteção básica:

- Isolação básica ou separação básica;
- Uso de barreira ou invólucro;
- Limitação da tensão;

Exemplos de proteção supletiva:

- Equipotencialização e seccionamento automático da alimentação;
- Isolação suplementar;
- Separação elétrica.

A regra geral da proteção contra choques elétricos é que a proteção dos usuários seja assegurada, no mínimo, pelo conjunto de proteção básica e de proteção supletiva, mediante combinação de meios independentes ou mediante aplicação de uma medida capaz de prover

ambas as proteções, simultaneamente. Podendo ser previstas exceções que indicam, respectivamente, os casos em que se admite uma proteção apenas parcial e os casos em que se omite qualquer tipo de proteção contra choques elétricos.

Existem ainda os casos que exigem proteção adicional contra choques elétricos, como os locais contendo banheiras e/ou chuveiros, onde é obrigatório o uso de proteção residual de alta sensibilidade. Nesses lugares o risco de choque elétrico aumenta devido à redução da resistência do corpo humano, em contato direto com o potencial da terra.

A principal importância de inspecionar este item está relacionada diretamente com a verificação dos níveis mínimos de segurança dos usuários, visando preservar a vida e a integridade física dos mesmos.

#### 2.4.2.3 Medidas de proteção contra efeitos térmicos

A verificação das medidas de proteção contra efeitos térmicos, de forma genérica visa a preservação da integridade de equipamentos ou materiais vizinhos às instalações elétricas, bem como animais domésticos e pessoas contra riscos de possíveis efeitos térmicos provenientes das instalações elétricas tais como, queimaduras, degradação dos materiais e/ou equipamentos, ou ainda comprometer o funcionamento dos componentes da instalação.

Conforme item 5.2 da NBR 5410 de 2004, os componentes da instalação elétrica não devem representar perigo de incêndio para os materiais adjacentes.

As partes acessíveis de componentes da instalação posicionados dentro da zona de alcance normal não devem atingir temperaturas que possam causar queimaduras em pessoas, respeitando os valores máximos indicados na norma e mostrados na Figura 10. Todas as partes da instalação que em serviço normal possam atingir, ainda que por curtos períodos, temperaturas superiores aos limites desta tabela, devem ser dispostas ou abrigadas de modo a garantir que as pessoas não corram risco de contato acidental com essas partes.

Figura 10 - Temperatura máxima em serviço normal

Partes acessíveis	Material das partes acessíveis	Temperaturas máximas °C
Alavancas, volantes ou punhos de dispositivos de manobra	Metálico	55
	Não-metálico	65
Previstas para serem tocadas, mas não empunhadas	Metálico	70
	Não-metálico	80
Não destinadas a serem tocadas em serviço normal	Metálico	80
	Não-metálico	90
<p>NOTAS</p> <p>1 Esta prescrição não se aplica a componentes cujos limites de temperatura das superfícies acessíveis sejam fixados por norma específica.</p> <p>2 A distinção entre superfícies metálicas e não-metálicas depende da condutividade térmica da superfície considerada. Camadas de tinta ou de verniz não são consideradas suficientes para modificar a condutividade térmica da superfície. Por outro lado, certos revestimentos plásticos podem reduzir sensivelmente a condutividade térmica de uma superfície metálica e permitir considerá-la como não-metálica.</p> <p>3 Admitem-se temperaturas mais elevadas, no caso de dispositivos de manobra, se a parte em questão for acessível somente após abertura do invólucro ou cobertura que a envolve, e se não for acionada freqüentemente.</p> <p>4 Sobre zona de alcance normal, ver figura 7.</p>		

Fonte: NBR 5410, 2004.

#### 2.4.2.4 Seleção e instalação de linhas elétricas

A inspeção das linhas elétricas deve ser baseada nas prescrições do item 6.2 da NBR 5410, o qual estabelece os tipos de linhas elétricas, os condutores, a seleção e instalação em função das influências externas, os requisitos que devem ser atendidos pelos condutores, assim como a isolação, os materiais aplicados como condutores e na isolação, além de suas restrições de uso. Juntamente, deve-se verificar a aplicação dos fatores de correção no dimensionamento das linhas elétricas, segundo os fatores de método de instalação, temperatura ambiente, capacidade nominal de condução, fatores de agrupamento de circuitos, número de condutores carregados, condutores em paralelo e fatores de queda de tensão. Além disso, verifica-se a seleção dos condutores de fase, neutro e proteção de cada circuito.

Por fim, inspecionam-se os eletrodutos, leitões, bandejas, canaletas, perfilados, linhas aéreas e pré-fabricadas, observando a aplicabilidade de cada caso segundo a NBR 5410, considerando os fatores de ocupação e reserva de cada caso.

2.4.2.5 Seleção ajuste e localização dos dispositivos de proteção e seccionamento

A verificação visual deste item avalia a aplicabilidade das prescrições dos itens 5.6 e 6.3 da NBR 5410, que estabelece os critérios de seleção, localização e instalação dos vários dispositivos de proteção e seccionamento, assim como a coordenação e seletividade entre vários dispositivos de proteção.

2.4.2.6 Medidas de proteção às influências externas

Todas as caixas de passagem, assim como as caixas de derivação colocadas na parte externa da construção devem ser checadas com o objetivo de assegurar que estejam com o grau de proteção correto conforme Figura 11, principalmente aquelas que estão dispostas próximas a locais molhados, como por exemplo, piscinas e saunas (LIMA JUNIOR, 2010).

Figura 11– Grau de proteção contra influencias externas

		NEMA x IEC		2º Numeral Grau de proteção contra água												
		IP20	IP22	IP54	IP55	IP66	IP67	0	1	2	3	4	5	6	7	8
NEMA		1														
NEMA		2														
NEMA		3														
NEMA		3R														
NEMA		4														
NEMA		4X														
NEMA		6														
NEMA		12														
NEMA		13														
1º Numeral Grau de proteção contra objetos sólidos	Não protegido	0	IP 00	IP 01	IP 02	IP 13										
	Protegido contra objetos sólidos com Ø maior que 50mm	1	IP 10	IP 11	IP 12	IP 13										
	Protegido contra objetos sólidos com Ø maior que 12mm	2	IP 20	IP 21	IP 22	IP 23										
	Protegido contra objetos sólidos com Ø maior que 2,5mm	3	IP 30	IP 31	IP 32	IP 33	IP 34									
	Protegido contra objetos sólidos com Ø maior que 1mm	4	IP 40	IP 41	IP 42	IP 43	IP 44	IP 45	IP 46							
	Protegido contra poeira de pressão: 200mm de coluna d'água Máxima aspiração de ar: 80 vezes o volume do invólucro	5						IP 54	IP 55	IP 56						
	Totalmente protegido contra a poeira. Mesmo procedimento de teste	6							IP 65	IP 66	IP 67	IP 68				

Fonte: DIGIMED, 2018.

#### 2.4.2.7 Identificação dos componentes

Deve-se verificar o quadro de distribuição, assim como os dispositivos de comando, manobras e proteção se estão devidamente identificados por placas, etiquetas e outros meios, permitindo identificar a finalidade de cada um. Os dispositivos de proteção devem ser identificados de modo que seja fácil reconhecer os respectivos circuitos protegidos para que o operador não tenha dúvidas em caso de emergência ou manutenção. As linhas elétricas devem ser instaladas de modo a facilitar a identificação em caso de manutenção ou instalações futuras.

Todos os condutores devem ser identificados quanto à sua função. Para os condutores de proteção conforme Figura 12, sua isolação deve ser verde-amarela ou somente verde, sendo essas cores exclusivas para identificação de condutores de proteção. Se o condutor tiver as duas funções: neutro e proteção, o chamado condutor PEN deverá ter isolação na cor azul-claro, com anilhas verde-amarelo nos pontos visíveis ou acessíveis (NBR 5410, 2004).

Figura 12 - Principais cores dos fios de uma instalação elétrica



Fonte: REDES ELÉTRICAS, 2018.

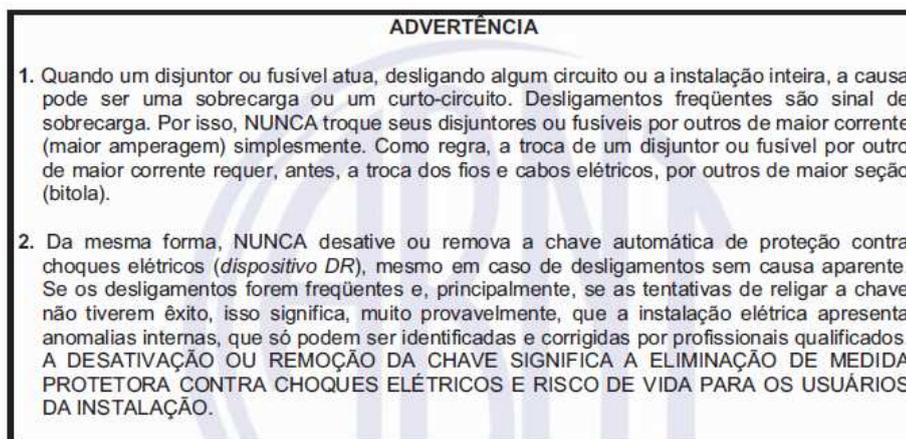
Qualquer condutor isolado, utilizado como condutor de fase deve ser identificado de acordo com essa função, quando for identificado por cor não pode adotar as cores de condutores de neutro e proteção.

#### 2.4.2.8 Presença das instruções, sinalizações e advertências

No ponto de conexão dos condutores de equipotencialização principal deve ser provida etiqueta ou plaqueta com a seguinte inscrição: “Conexão de segurança – Não remova”. A etiqueta ou plaqueta não deve ser facilmente removível.

De acordo com NBR 5410 de 2004, os quadros de distribuição destinados a instalações residenciais e análogas devem ser entregues aos usuários com a advertência ilustrada na Figura 13.

Figura 13- Advertência quadro de distribuição



Fonte: NBR 5410, 2004.

Os quadros de distribuição também devem possuir alertas sobre substituições indevidas das proteções, importância do dispositivo diferencial-residual (DR), as conexões de segurança que jamais devem ser removidas e sobre a necessidade de testes periódicos do DR. Ou seja, a inspeção deve certificar que os componentes da instalação estão claramente identificados e que as advertências sobre os riscos foram apresentadas.

#### 2.4.2.9 Execução das conexões

Deve-se fazer uma verificação do estado físico dos condutores e dos dispositivos de proteção, inspecionando todos os contatos e conexões de modo a verificar se foram devidamente apertados, evitando possíveis pontos de aquecimento provenientes de mau contato. As emendas, conexões e derivações devem estar apertadas e isoladas adequadamente e dentro de caixas, sejam de passagem ou distribuição. Com base em boas práticas de instalação, recomenda-se que ao realizar a emenda entre dois cabos, utilize-se de 5 a 7 voltas para cada lado dos condutores a serem emendados, ou a utilização de emendas ou conectores adequados e compatíveis com a bitola dos condutores.

Essa parte da instalação visa garantir uma continuidade elétrica durável, suportabilidade e proteção mecânica adequada, evitando assim possíveis pontos de aquecimento ou má isolamento, o que poderia gerar pontos ignitores de incêndio ou causar danos a componentes vizinhos. As conexões e emendas não devem ser submetidas a nenhum esforço de tração ou de torção.

De acordo com a NBR 5410 de 2004, é vedada a aplicação da solda de estanho na terminação de condutores para conectá-los a bornes ou terminais de dispositivos ou equipamentos elétricos. As conexões devem ser prensadas e realizadas por meio de ferramentas adequadas ao tipo e tamanho de conector utilizado, de acordo com as recomendações do fabricante do conector.

O isolamento de uma conexão nunca deve ser realizado dentro de eletrodutos ou qualquer outra parte da instalação que não sejam caixas de passagem ou de derivação, e devem ser tomadas precauções para evitar que partes condutoras de corrente energizem partes metálicas normalmente isoladas de partes vivas, como por exemplo, o rompimento da isolamento de um condutor na transição de caixas de passagem ou distribuição.

#### 2.4.2.10 Acessibilidade

Todas as conexões devem estar acessíveis para verificações, ensaios e manutenção. A montagem dos componentes em compartimentos ou invólucros não deve dificultar o acesso à instalação ou à operação, e deve ser disposta de forma que permita espaço para futura remoção ou substituição de algum componente. Deve-se verificar se os componentes, incluindo as linhas elétricas, foram instalados visando facilitar sua operação, inspeção, manutenção e o acesso às suas conexões.

### 2.4.3 Ensaio

Segundo Portaria 51 do INMETRO de 2014, os ensaios devem ser realizados onde forem aplicáveis e, preferencialmente, na sequência apresentada:

- a) Continuidade dos condutores de proteção e das ligações equipotenciais principal e suplementares;
- b) Resistência de isolamentos da instalação elétrica;
- c) Seccionamento automático da alimentação;
- d) Ensaio de tensão aplicada;
- e) Ensaio de funcionamento.

#### 2.4.3.1 Ensaio de continuidade

Segundo a NBR 5410 de 2004, os ensaios de continuidade devem ser realizados com fonte de tensão em vazio entre 4 e 24 V, em corrente contínua ou alternada, e com uma corrente de ensaio de no mínimo 0,2 A. Os valores obtidos para continuidade dos condutores dependem da distância entre o ponto de utilização e o quadro de distribuição. Embora não normatizado, admite-se valor máximo igual a 5 Ohms.

#### 2.4.3.2 Resistência de isolamento da instalação elétrica

Segundo a NBR 5410 (2004) a resistência de isolamento deve ser medida:

- a) Entre condutores vivos, tomados dois a dois; e
- b) Entre cada condutor vivo e terra.
- c) O isolamento é considerado satisfatório se cada circuito, sem os aparelhos de utilização, apresentar uma resistência igual ou superior à estabelecida na Figura 14.

Figura 14- Resistência de isolamento

Tensão nominal do circuito V	Tensão de ensaio (V em corrente contínua)	Resistência de isolamento M $\Omega$
SELV e extra-baixa tensão funcional, quando o circuito for alimentado por um transformador de segurança (5.1.2.5.3.2) e atender aos requisitos de 5.1.2.5.4	250	$\geq 0,25$
Até 500 V, inclusive, com exceção do caso acima	500	$\geq 0,5$
Acima de 500 V	1 000	$\geq 1,0$

Fonte: NBR 5410, 2004.

A NBR 5410 ainda complementa que as medições devem ser realizadas com corrente contínua, sendo que o equipamento deve ser capaz de fornecer as tensões acima citadas, com corrente mínima de 1 mA.

#### 2.4.3.3 Seccionamento automático

Segundo NBR 5410 (2004), um dispositivo de proteção deve seccionar automaticamente a alimentação do circuito ou equipamento por ele protegido sempre que uma falta entre parte viva e massa ou entre parte viva e condutor de proteção no circuito ou equipamento der origem a uma tensão de contato superior ao valor pertinente da tensão de contato limite.

Dessa maneira, nesta etapa é realizada a medição no tempo de disparo dos disjuntores, sobretudo os dispositivos DR. Esses tempos são classificados através do tipo de aterramento, tensão nominal utilizada e valor da corrente de atuação.

Para fins de exemplificação será abordado o sistema de aterramento TN, conforme mostrado abaixo na Figura 15, a qual informa os tempos de acionamento do dispositivo DR em uma ligação TN-C-S, conforme a norma NBR 5410.

Figura 15- Tempos de acionamento dispositivo DR com conexão TN-C-S

$U_0$ V	Tempo de seccionamento s
115, 120, 127	0,8
220	0,4
254	0,4
277	0,4
400	0,2

NOTAS

1  $U_0$  é a tensão nominal entre fase e neutro, valor eficaz em corrente alternada.

Fonte: Adaptado pelos autores, NBR 5410:2004.

#### 2.4.3.4 Ensaio de tensão aplicada

Segundo NBR 5410, este ensaio deve ser realizado em montagens ou conjuntos executados ou modificados no local da instalação.

Os valores de tensão conforme Figura 16, devem ser aplicados durante um min. Durante o ensaio não devem ocorrer arcos e disrupções elétricas.

Figura 16- Valores de tensão aplicada

$U^{1)}$ (V eficaz)	Isolação básica	Isolação suplementar	Isolação reforçada
50	500	500	750
133	1 000	1 000	1 750
230	1 500	1 500	2 750
400	2 000	2 000	3 750
690	2 750	2 750	4 500
1 000	3 500	3 500	5 500

<sup>1)</sup> Tensão entre fase e neutro em esquemas TN e TT; tensão ente fases em esquemas IT.

Fonte: NBR 5410, 2004.

#### 2.4.3.5 Ensaios funcionais

Segundo NBR 5410, os equipamentos da instalação devem ser submetidos a um ensaio de funcionamento para verificar se o conjunto se encontra corretamente montado, ajustado e instalado.

Os dispositivos de proteção também devem ser submetidos a ensaios de funcionamento, sendo feita uma verificação completa da instalação para a sua segurança com o todo.

## 2.5 CENÁRIO ATUAL DAS CERTIFICAÇÕES DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

### 2.5.1 Cenário Brasileiro

No Brasil, ainda não existe um órgão federal para regulamentar a inspeção das instalações elétricas. Sendo que as concessionárias têm por obrigação verificar a instalação até o medidor de entrada de energia, ficando sob responsabilidade do proprietário toda parte interna da instalação. Dessa forma, ocorrem todos os anos um grande número de acidentes pois, uma vez que não há regulamentação, cada qual faz do jeito que considera melhor.

No entanto, apesar da regulamentação ainda estar longe da realidade, existem vários projetos de lei acontecendo nas esferas municipal, estadual e federal. Seguem alguns exemplos:

- *Esfera municipal:*

PL nº 623/2008 - Vereador Gilberto Natalini, Câmara Municipal de São Paulo. Institui no âmbito do município de São Paulo o Programa Edifício Seguro, que dispõe sobre inspeção obrigatória, preventiva e periódica das instalações elétricas das edificações com mais de dez anos de uso, de natureza pública ou privada, industriais, comerciais, residenciais e de serviços. Projeto foi arquivado em 2011 (ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2011)

- *Esfera estadual:*

PL nº 241/2012 – Deputado Dilmo dos Santos, Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo. Cria a exigência da inspeção previa e periódica em edificações no Estado, destinada à verificação das condições de estabilidade, segurança e manutenção. Projeto foi arquivado em 2015 (ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2015).

- *Esfera federal:*

PL nº 3370/2012 – Deputado Augusto Coutinho, Câmara dos Deputados. Dispõe sobre a obrigatoriedade de vistorias periciais e manutenções periódicas nas edificações constituídas por unidades autônomas, pública ou privadas, em todo o território nacional. Essa está aguardando retorno do Senado Federal (CAMARAS DOS DEPUTADOS, 2018).

Outro exemplo de ferramenta que tem gerado bons resultados é a Instrução Técnica Nº 41/2011 do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo. Essa estabelece parâmetros para a realização de inspeção visual nas instalações elétricas de baixa tensão das edificações e vem estimulando os proprietários a fazer a referida revisão e reparos, quando necessário. Duas pesquisas comparativas, realizadas nos anos de 2012 e 2013 em São Paulo pelo próprio corpo de Bombeiros da cidade juntamente com o Instituto Procobre, revelam que houve um aumento no número de reformas nas instalações elétricas, em virtude na influência positiva da IT-41 para o processo de melhoria das instalações.

Ainda temos a Portaria 51 do Inmetro, que instituiu em 2014 a inspeção voluntária para instalações elétricas de baixa tensão, o que representa um enorme passo para formação e consolidação da cultura da segurança nessa área no Brasil.

### **2.5.2 Cenário Internacional**

Ao contrário do Brasil, há anos diversos países adotam modelos de inspeção das instalações elétricas de baixa tensão. Nesses países, há avaliação da conformidade das instalações antes da entrega do imóvel novo, e também requisitos aplicados periodicamente, a fim de garantir os critérios de segurança de maneira contínua.

Na França há um corpo técnico de aproximadamente 300 inspetores, que realiza inspeções nas instalações unifamiliares novas e reformadas. Em edificações residenciais multifamiliares e comerciais são contratadas empresas de inspeção que não tiveram

participação nas instalações, a fim de eliminar qualquer tendenciosidade no momento da inspeção (ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DO COBRE, 2014).

Em Portugal, o país foi dividido em 3 regiões, cada uma sob a responsabilidade de um órgão inspetor que são autorizados pela Associação Certificadora de Instalações Elétricas, a Certiel Portugal. A inspeção começa pela análise do projeto em instalações acima de 15 kVA de potência instalada, seguida de inspeção visual. Somente com a liberação do certificado é que o usuário pode solicitar a ligação da energia ao governo local (ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DO COBRE, 2014).

No Japão há duas vertentes, sendo uma compulsória, que é aplicável às instalações residenciais unifamiliares e edifícios residenciais, e outra voluntária, voltada para instalações comerciais e industriais (ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DO COBRE, 2014).

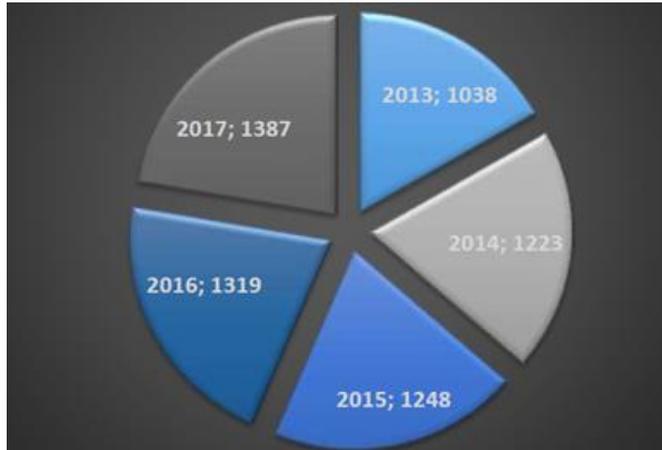
Já na Alemanha, é obrigatória a apresentação do laudo de inspeção, para comercialização de imóveis e disponibilidade para alugueis, certificando que a instalação está de acordo com a norma nacional de instalações (ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DO COBRE, 2014).

Ao analisar o cenário internacional, é evidente que se faz necessária uma regulamentação no Brasil de maneira compulsória. Uma vez que o governo forneça essa ferramenta, haverá mais assertividade nas instalações elétricas, ocasionando assim um número menor de acidentes.

## 2.6 ACIDENTES COM ELETRICIDADE

Como consequência da falta de uma regulamentação consistente, com relação às instalações elétricas no Brasil, ocorrem todos os anos um grande número de acidentes, como pode ser visto na Figura 17. Podemos observar que o número vem crescendo gradativamente todos os anos.

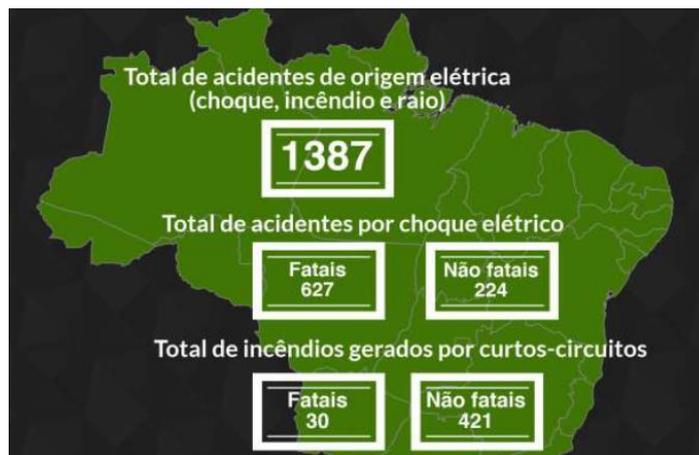
Figura 17 - Acidentes no Brasil de origem elétrica, 2013 a 2017.



Fonte: Adaptado pelos autores, ABRACOPEL, 2018.

Em muitos desses acidentes ocorrem vítimas fatais, como podemos constatar no detalhamento mostrado na Figura 18, referente ao ano de 2017.

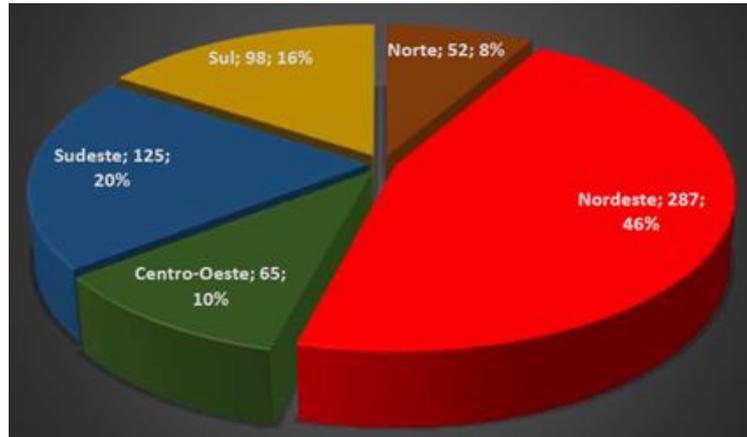
Figura 18 - Detalhamento dos acidentes de origem elétrica em 2017.



Fonte: Adaptado pelos autores, ABRACOPEL, 2018.

O grande vilão ainda é o choque elétrico, como se pode observar, gerando 851 acidentes com 627 mortes, ou seja, a cada quase 4 acidentes por choque 3 são fatais. O número de incêndios gerados por curtos-circuitos também é alarmante, são 451 incêndios ocasionando vítimas fatais em 30 desses acontecimentos. A região nordeste apesar de não ser a região com o maior número de habitantes é a campeã em número de mortes por choque elétrico, como pode ser visto na Figura 19. A falta de uma regulamentação adequada, o desconhecimento dos riscos da eletricidade e a mão de obra pouco qualificada são os grandes estimuladores desses números.

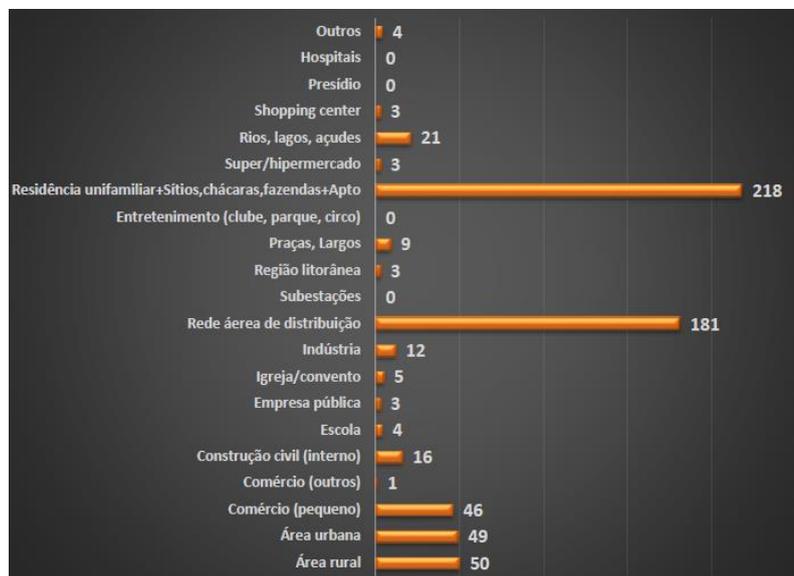
Figura 19- Morte através de choque elétrico por região em 2017.



Fonte: Adaptado pelos autores, ABRACOPEL, 2018.

O maior número de mortes por choque elétrico é preocupante em residências de modo geral, como pode ser analisado na Figura 20. Ultrapassando até mesmo a rede aérea de distribuição, em 2017 tivemos 218 acidentes com vítimas fatais em residências, sítios, chácaras, fazendas e apartamentos.

Figura 20 - Morte através de choque elétrico por localidade em 2017.



Fonte: Adaptado pelos autores, ABRACOPEL, 2018.

São notórios que 35% dos acidentes são incêndios provocados por curto circuitos, que em muitos dos casos poderiam ser evitados caso existisse uma regulamentação mais rígida quanto às instalações. Isso vale também para o choque elétrico com 57% dessa fatia, que normalmente é causado por fios desencapados ou áreas condutoras de eletricidade sem a mínima segurança adequada.

## 2.7 AS VANTAGENS DA INSPEÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

A certificação da instalação elétrica traz benefícios tanto para construtora do imóvel, diminuindo o custo de retrabalho depois da entrega da obra, quanto para o proprietário que terá seu imóvel inspecionado. O proprietário pagará um valor menor no seguro da edificação, terá um nível de segurança maior podendo ligar seus equipamentos com completa confiabilidade, e ainda terá seu imóvel com melhor valorização.

### 2.7.1 Segurança dos usuários

A principal vantagem da inspeção de uma instalação elétrica é, sem dúvida, a segurança que esse procedimento irá prover aos usuários desta instalação no dia-dia.

Com o alto índice de acidentes que ocorrem no Brasil todos os anos, ter uma edificação certificada reduzirá riscos contra os principais causadores de acidentes, como o incêndio gerado por curtos-circuitos e o temível choque elétrico. Estes acidentes a usuários, na maioria dos casos, são consequência de instalações sucateadas ou executadas por profissionais sem capacitação técnica.

### 2.7.2 Seguro da edificação

O seguro de uma edificação residencial é obrigatório em todo território nacional, previsto no artigo 13 da Lei 4.591, de 16 de dezembro de 1964 (JUSBRASIL, 2018).

No artigo 23 do decreto 61.867 de 07 de dezembro de 1967 também fica evidenciado essa obrigatoriedade (PLANALTO, 2018).

O seguro tem como objetivo o ressarcimento de prejuízos, causados por incêndio ou sinistro que cause destruição total ou parcial do edifício. O seguro deve abranger não somente as áreas comuns, mas também as aéreas autônomas dentro da edificação. Para imóveis novos o seguro deve ser realizado dentro de 120 dias, a contar da concessão da certidão expedida pela prefeitura, atestando que o imóvel está pronto para moradia. Caso isso não ocorra, o condomínio estará sujeito a multa.

O custo desse seguro é calculado pela seguradora de acordo com várias premissas de avaliação, entre elas, se a edificação possui inspeção de sua instalação elétrica.

Dessa forma, mediante análise, muitas seguradoras fornecem descontos quando o proprietário dispõe, para essa avaliação, a documentação comprovando que sua propriedade foi inspecionada e está dentro dos padrões estabelecidos em norma (CAVALCANTE, 2010).

### **2.7.3 Redução no retrabalho**

Faz parte da inspeção de uma instalação elétrica o levantamento das não conformidades, para que a construtora ou a empresa executora da instalação elétrica realize esses ajustes na instalação, conforme as normas pertinentes.

Quando essa verificação é feita dentro do processo de inspeção, o custo de retrabalho é bem menor, uma vez que a obra ainda está em fase de testes e não foi colocada em uso pelos usuários.

No momento em que a obra é entregue diretamente ao cliente sem inspeção, as não conformidades são encontradas na prática. Dessa maneira, o custo do retrabalho se torna bem mais elevado, uma vez que além de disponibilizar toda a equipe técnica novamente, com equipamentos para as verificações, ainda podem ocorrer em muitos casos queimas de dispositivos elétricos, como lâmpadas, fiação, disjuntores, etc.

### **2.7.4 Benefícios para a concessionária**

O segmento de distribuição de energia elétrica também é beneficiado com a inspeção da instalação elétrica em baixa tensão, pois, com o cumprimento da norma, haverá uma diminuição das perdas técnicas, trazendo um melhor aproveitamento da energia distribuída nas edificações.

Além disso, a tendência é que haja uma diminuição no número de indenizações por danos em dispositivos elétricos, uma vez que muitas das danificações de eletrodomésticos em residências é oriunda da péssima qualidade da própria instalação do usuário (CAVALCANTE, 2010).

### **2.7.5 Vida útil das instalações**

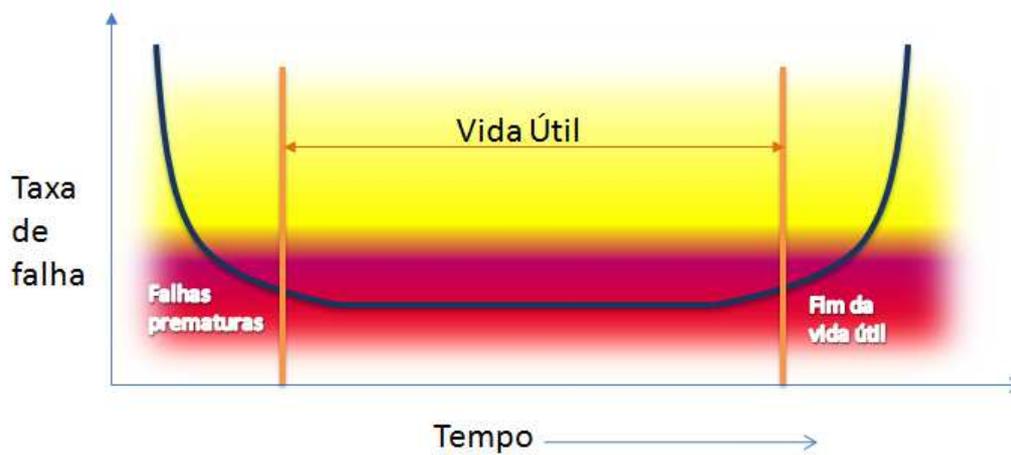
Segundo estudos dos fabricantes de componentes para instalação elétrica, a vida útil de uma instalação elétrica gira em torno de 20 a 30 anos, quando esta opera em regime normal de funcionamento dentro dos parâmetros estabelecidos pelos fabricantes.

Com a inspeção da instalação é verificado o adequado dimensionamento dos componentes da instalação, evitando que algum item do conjunto opere de maneira incorreta nas diversas situações de operação.

Dessa forma, a inspeção garante também que a vida útil dos componentes da instalação seja respeitada aproveitando-os ao máximo, diminuindo o custo de manutenções e de novos investimentos em longo prazo (CAVALCANTE, 2010).

A partir da figura 21, cujo desenho é popularmente conhecido como curva da banheira, pode-se ter uma visualização dos benefícios citados anteriormente.

Figura 21 – Curva da banheira



Fonte: PCMUSINA, 2018.

### 3 AVALIANDO A CONFORMIDADE DE UMA INSTALAÇÃO ELÉTRICA

Toda e qualquer informação referente à identificação da edificação avaliada, será tratada como confidencial e não será disponibilizada, visando preservar a identidade do cliente e o compromisso ético assumido. A instalação elétrica avaliada, será de uma edificação comercial do ramo automotivo, com 1.055,03 m<sup>2</sup> de área construída.

#### 3.1 ESCOPO DA AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE E DA ABRANGÊNCIA DA INSTALAÇÃO

**Conformidade:** As instalações elétricas da edificação foram avaliadas conforme a Norma: ABNT NBR 5410/2004 – Instalações elétricas de baixa tensão.

**Abrangência:** A instalação elétrica da edificação é constituída por uma área de loja, uma área de oficina e área externa. As instalações elétricas destas áreas foram avaliadas no segmento de baixa tensão, a partir dos respectivos quadros gerais de distribuição, respeitando as orientações da Portaria n° 51 de 28 de janeiro de 2014 do INMETRO, que trata dos Requisitos de Avaliação da Conformidade para Instalações Elétricas de Baixa Tensão.

#### 3.2 DOCUMENTOS RECEBIDOS

Foram recebidos os seguintes documentos para o processo de inspeção:

a) Conjunto de 6 (seis) plantas, discriminadas com as seguintes referências;

- Planta 01/06: LOJA – SETOR 1
- Planta 02/06: LOJA – SETOR 2
- Planta 03/06: LOJA – SETOR 3
- Planta 04/06: DIAGRAMAS TRIFILARES CD 01 / CD 02
- Planta 05/06: DIAGRAMAS TRIFILARES CD 03 / CD 04
- Planta 06/06: DETALHES GERAIS - SITUAÇÃO

b) Memorial descritivo do Projeto de instalações elétricas, contendo os seguintes tópicos:

- Objetivo;
- Dados sumários da obra;
- Normas;
- Serviços;

- Entrada em alta tensão com o transformador em poste;
- Cálculo simplificado da corrente de curto-circuito (ICC) no secundário do Trafo;
- Quadros gerais de medição;
- Quadros gerais e de distribuição;
- Coloração dos condutores / Barramentos (NBR 5410);
- Alimentadores;
- Disjuntores;
- Proteção por seccionamento automático da alimentação através de dispositivos DR;
- Supressores de surto (varistores);
- Caixas de passagem no solo;
- Caixas de passagem nas paredes;
- Pontos de tomadas, interruptores, luminárias;
- Aterramento;
- Materiais e fabricantes;
- Considerações gerais;
- Atendimento a NR10;
- Acompanhamento técnico;
- Procedimentos junto a concessionária;
- Validade do projeto;
- Projetos na obra.

### 3.3 MÉTODO DE INSPEÇÃO

Para a realização da inspeção, foram adotados procedimentos devidamente documentados em todas as etapas previstas na ABNT NBR 5410/2004, secção 7:

- a) Análise da documentação;
- b) Inspeção visual das instalações;
- c) Ensaios.

A inspeção foi efetivada antes da entrega da edificação para o seu devido uso comercial.

Durante a realização da inspeção e dos ensaios, foram tomadas precauções para garantir a segurança das pessoas e evitar danos à propriedade e aos equipamentos instalados.

### 3.4 EQUIPE DE INSPEÇÃO

Quadro 1- Equipe de Inspeção

NOME	TITULAÇÃO
J C G S	Engenheiro Eletricista
W B Z	Engenheiro Eletricista
F S	Eletrotécnico Estudante de Engenharia Elétrica e Telemática
E S	Eletrotécnico Estudante de Engenharia Elétrica e Telemática

Fonte: Dos Autores, 2018.

### 3.5 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA INSPECIONADA

A instalação elétrica inspecionada foi um empreendimento comercial, com potência instalada de 112,5 kW e demanda estimada de 85,5 kVA.

A composição básica de quadros instalados e suas respectivas cargas correspondem

a:

- QUADRO GERAL DA SUBESTAÇÃO \_\_\_\_\_ 102,975 KW
- CD 01 \_\_\_\_\_ 26,465 KW
- CD 02 \_\_\_\_\_ 23,150 KW
- CD 03 \_\_\_\_\_ 24,160 KW
- CD 04 \_\_\_\_\_ 28,200 KW

### 3.6 CONDIÇÕES GERAIS DA INSTALAÇÃO

Para que a instalação elétrica seja considerada conforme, em sua avaliação de conformidade, sua execução deve seguir a rigor as recomendações das normas pertinentes, seus respectivos projetos, assim como seguir boas práticas de execução, como, por exemplo, preservar a integridade dos materiais usados na instalação.

Numa primeira e breve inspeção, visando orientar e esclarecer dúvidas da equipe de execução com relação às normas aplicáveis e às boas práticas de execução, foi realizada uma breve apresentação das etapas da inspeção, assim como apresentadas algumas recomendações e alertas de boas práticas de execução, visando prevenir possíveis falhas na execução da instalação que posteriormente na etapa de inspeção visual ou de ensaios seriam motivos de não conformidades, gerando retrabalhos e correções.

### 3.7 FORMATO DA DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os documentos relacionados no Quadro 2 foram apresentados e utilizados durante a inspeção, conforme detalhamento do item 3.2.

Quadro 2 - Documentos de Referência

Nº DOCUMENTO	TÍTULO	FORMATO	Nº FOLHAS
01	Loja – Setor 1	A2	01
02	Loja – Setor 2	A2	01
03	Loja – Setor 3	A2	01
04	Diagramas Trifilares CD01 / CD02	A2	01
05	Diagramas Trifilares CD03 / CD04	A2	01
06	Detalhes Gerais - Situação	A2	01
07	Memorial Descritivo do Projeto de instalações elétricas	A4	17

Fonte: Dos Autores, 2018.

### 3.8 RESULTADOS DA ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO

As tabelas a seguir identificam as Não-Conformidades (NC) detectadas durante o processo de análise da documentação do projeto, conforme prescrito na NBR 5410/2004 (secção 7.1).

Quadro 3 - Análise documental administrativa.

a) ANÁLISE ADMINISTRATIVA				
Data	18/04/2018			
ITEM/DISCRIMINAÇÃO	C	NC	NA	OBSERVAÇÃO
01. Documentação " <i>as built</i> "		X		Apresentar " <i>as Built</i> "
02. Existência de Plantas	X			
03. Existência de Memorial Descritivo	X			
04. Existência de Especificações Técnicas	X			
05. Existência de Manual do Usuário		X		Apresentar manual do usuário
06. Existência de Esquemas	X			
07. Existência de Relatório de Ensaio		X		Apresentar relatórios de ensaio

Nota: C (Conforme); NC (Não Conforme); NA (Não Aplicável). Documentação em conformidade: ( ) sim (X) não.

Fonte: Dos Autores, 2018.

#### FORAM ENCONTRADAS AS SEGUINTE PENDINGS:

01 – Deverá ser apresentada documentação que compõe o projeto de "*As Built*".

05 – Deverá ser apresentado Manual do Usuário, a ser elaborado pelo instalador ou pelo projetista.

07 – Deverá ser apresentado pelo fabricante ou fornecedor, relatório de ensaio dos quadros elétricos gerais e de distribuição.

Após a apresentação das não conformidades, os responsáveis pelo gerenciamento do projeto realizaram a correção dos documentos faltantes, e apresentaram para reanálise conforme quadro 4.

Quadro 4- Reanálise documental administrativa.

a) REANÁLISE ADMINISTRATIVA				
Data	22/05/2018			
ITEM/DISCRIMINAÇÃO	C	NC	NA	OBSERVAÇÃO
01. Documentação "as built"	X			
02. Existência de Plantas	X			
03. Existência de Memorial Descritivo	X			
04. Existência de Especificações Técnicas	X			
05. Existência de Manual do Usuário	X			
06. Existência de Esquemas	X			
07. Existência de Relatório de Ensaio	X			

Nota: C (Conforme); NC (Não Conforme); NA (Não Aplicável).

Fonte: Dos Autores, 2018.

Para a análise documental, realizamos a verificação da existência e especificação dos itens descritos no quadro 5, avaliando a conformidade de cada um.

Quadro 5 - Análise documental técnica.

b) ANÁLISE TÉCNICA				
Data	19/04/2018			
ITEM/DISCRIMINAÇÃO	Item NBR 5410	C	NC	NA
01. Esquema de aterramento (X) TN-S ( ) TN-C-S ( ) TN-C ( ) TT ( ) IT	4.2.2.2	X		
02. Sistema de segurança (fontes, circuitos, componentes)	3.5/6.6	X		
03. Quedas de tensão	6.2.7		X	
04. Seleção dos condutos	6.2	X		
05. Seleção dos condutores	6.2	X		
06. Seleção dos dispositivos de proteção	5.3.3/5.3.4/5.3.5	X		
07. Seleção dos dispositivos seccionamento e de comando	6.3.7	X		
08. Seleção dos quadros de distribuição	6.5.4	X		
09. Seleção dos demais componentes	6.5.5	X		

10. Seleção do BEP/BEL	6.4.2	X		
11. Influências externas	4.2.6/6.1.3.2		X	
<b>b) ANÁLISE TÉCNICA</b>				
Data	19/04/2018			
<b>ITEM/DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>Item NBR 5410</b>	<b>C</b>	<b>NC</b>	<b>NA</b>
12. Seção mínima dos condutores	6.2.6		X	
13. Capacidade de reserva dos QDs	6.5.4.7	X		
14. Potência de alimentação		X		
Total: 112,5 kVA				
15 Temperatura ambiente	4.2.6.1.1		X	
16 Fatores de correção	6.2.5.3/6.2.5.4/ 6.2.5.5		X	
17 Fator de demanda	4.2.1/CELESC		X	
18 Fatores de reserva	6.5.4.7	X		
18 Limites de quedas de tensão	6.2.7		X	
20 Capacidade de condução de corrente dos condutores	6.2.5/6.2.6		X	
21 Correntes de projeto/tensão dos circuitos terminais/alimentadores	4.2.3.1		X	
22 Correntes presumidas de curto-circuito ( $I_K$ )	4.2.3.1	X		
23 Impedâncias do percurso da corrente de falta ( $Z_S$ )	5.1.2.2.4	X		
24 Critérios de proteção	NR10	X		
25 Classificação das influências externas	4.3		X	
26 Grau de proteção de componentes	6.1.3.2		X	
27 Identificação dos equipamentos de utilização	6.1.5/6.5.5	X		
28 Identificação do tipo de esquema de distribuição (esquema de condutores vivos/aterramento)	4.2.2	X		
29 Frequência do sistema elétrico	4.2.3.1		X	
30. Proteção contra choques elétricos	5.1	X		
31. Proteção contra efeitos térmicos	5.2	X		
32. Proteção contra sobre correntes (sobrecarga e curto-circuito)	5.3	X		
33. Proteção contra sobre tensões	5.4	X		
34. Aterramento pontos de utilização	6.4/6.5.3.1	X		

Nota: C (Conforme); NC (Não Conforme); NA (Não Aplicável).

Fonte: Dos Autores, 2018.

### **FORAM ENCONTRADAS AS SEGUINTE PENDINGS:**

O quadro 5 apresenta as não conformidades encontradas na análise técnica documental, todos os documentos que compõem o projeto de instalações elétricas devem apresentar as informações e especificações conforme descrito no item 2.4.1 deste documento. Deverá ser apresentado memorial descritivo com a complementação das informações apresentadas inicialmente.

Após a apresentação das não conformidades, os responsáveis pelo gerenciamento do projeto, realizaram a correção dos documentos e das especificações técnicas necessárias para o atendimento ao item 2.4.1 deste documento, e reapresentaram para reanálise técnica documental conforme quadro 6.

Quadro 6 - Reanálise documental técnica.

<b>b) REANÁLISE TÉCNICA</b>				
Data	22/05/2018			
<b>ITEM/DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>Item NBR 5410</b>	<b>C</b>	<b>NC</b>	<b>NA</b>
01. Esquema de aterramento (X) TN-S ( ) TN-C-S ( ) TN-C ( ) TT ( ) IT	4.2.2.2	X		
02. Sistema de segurança (fontes, circuitos, componentes)	3.5/6.6	X		
03. Quedas de tensão	6.2.7	X		
04. Seleção dos condutos	6.2	X		
05. Seleção dos condutores	6.2	X		
06. Seleção dos dispositivos de proteção	5.3.3/5.3.4/5.3.5	X		
07. Seleção dos dispositivos seccionamento e de comando	6.3.7	X		
08. Seleção dos quadros de distribuição	6.5.4	X		
09. Seleção dos demais componentes	6.5.5	X		
10. Seleção do BEP/BEL	6.4.2	X		
11. Influências externas	4.2.6/6.1.3.2	X		
12. Seção mínima dos condutores	6.2.6	X		
13. Capacidade de reserva dos QDs	6.5.4.7	X		
14. Potência de alimentação		X		
Total: 112,5 kVA				
15 Temperatura ambiente	4.2.6.1.1	X		
16 Fatores de correção	6.2.5.3/6.2.5.4/ 6.2.5.5	X		
17 Fator de demanda	4.2.1/CELESC	X		
18 Fatores de reserva	6.5.4.7	X		
18 Limites de quedas de tensão	6.2.7	X		
20 Capacidade de condução de corrente dos condutores	6.2.5/6.2.6	X		
21 Correntes de projeto/tensão dos circuitos terminais/alimentadores	4.2.3.1	X		
22 Correntes presumidas de curto-circuito ( $I_K$ )	4.2.3.1	X		
23 Impedâncias do percurso da corrente de falta ( $Z_S$ )	5.1.2.2.4	X		
24 Critérios de proteção	NR10	X		
25 Classificação das influências externas	4.3	X		

<b>b) REANÁLISE TÉCNICA</b>				
Data	22/05/2018			
<b>ITEM/DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>Item NBR 5410</b>	<b>C</b>	<b>NC</b>	<b>NA</b>
26 Graus de proteção de componentes	6.1.3.2	X		
27 Identificação dos equipamentos de utilização	6.1.5/6.5.5	X		
28 Identificação do tipo de esquema de distribuição (esquema de condutores vivos/aterramento)	4.2.2	X		
29 Frequência do sistema elétrico	4.2.3.1	X		
30. Proteção contra choques elétricos	5.1	X		
31. Proteção contra efeitos térmicos	5.2	X		
32. Proteção contra sobre correntes (sobrecarga e curto-circuito)	5.3	X		
33. Proteção contra sobre tensões	5.4	X		
34. aterramento pontos de utilização	6.4/6.5.3.1	X		

Nota: C (Conforme); NC (Não Conforme); NA (Não Aplicável).

Fonte: Dos Autores, 2018.

As não conformidades técnicas encontradas inicialmente, foram corrigidas no memorial descritivo, e em detalhes e especificações de projeto, conforme descrito no item 2.4.1 deste documento.

### 3.9 RESULTADOS DA INSPEÇÃO VISUAL

A inspeção visual ocorreu num momento anterior à execução dos ensaios e foi realizada conforme prescrita na norma NBR 5410 (seção 7.2).

Conforme Requisitos de Avaliação da Conformidade (RAC) para instalações elétricas de baixa tensão da Portaria Inmetro nº 51 de 28 de janeiro de 2014:

- a) A inspeção visual deve preceder os ensaios e ser efetuada com a instalação desenergizada;
- b) A inspeção visual é destinada a verificar se os equipamentos, sistemas e componentes da instalação elétrica:
  - estão conforme as normas aplicáveis ou devidamente certificados, caso o objeto seja certificado compulsoriamente;
  - foram corretamente selecionados e instalados de acordo com o projeto das instalações, encaminhado na etapa de Análise Documental;
  - não apresentam danos aparentes que possam comprometer seu funcionamento adequado e a segurança.

c) Avaliar as boas práticas e a qualidade do padrão de execução das instalações, verificando o zelo do instalador nas diversas montagens executadas, e com os materiais usados;

d) Verificar se as montagens executadas foram feitas com materiais e componentes normatizados, e avaliar sua correta aplicação.

Os itens avaliações e inspecionados durante a inspeção visual são destacados no quadro 7, onde apresentamos as não conformidades encontradas.

Quadro 7 - Inspeção visual.

<b>INSPEÇÃO VISUAL</b>				
Data	24/05/18			
<b>ITEM/DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>ITEM NBR 5410</b>	<b>C</b>	<b>NC</b>	<b>NA</b>
1. Medidas de proteção contra choques elétricos	5.1		X	
2. Medidas de proteção contra efeitos térmicos	5.2	X		
3. Seleção e instalação de linhas elétricas (*)	6.2	X		
4. Seleção, ajuste e localização dos dispositivos de proteção	6.3		X	
5. Presença dos dispositivos de seccionamento e comando, sua adequação e localização	5.6 / 6.3		X	
6. Adequação dos componentes e das medidas de proteção às condições de influências externas existentes	5.2.2/6.1.3.2/6.2.4 Capítulo 9 Anexo C	X		
7. Identificação dos componentes	6.1.5		X	
8. Presença das instruções, sinalizações e advertências requeridas	6.4.2.1.5, 6.5.4.10, 6.5.4.11, 9.2.3.1.3, 5.6.3.2 e 5.6.4.2		X	
9. Execução das conexões	6.2.8		X	
10. Acessibilidade	4.1.10 e 6.1.4	X		

Nota: C (Conforme); NC (Não Conforme); NA (Não Aplicável);

Fonte: Dos Autores, 2018.

#### **FORAM ENCONTRADAS AS SEGUINTE PENDINGÊNCIAS:**

1 - Devem ser tomadas medidas para evitar que partes condutoras de corrente energizem partes metálicas normalmente isoladas, como por exemplo, o rompimento da isolamento de um condutor na transição de caixas de passagem ou distribuição. Não conformidade nos quadros de distribuição.

4 – Não padronização dos dispositivos de proteção, deverá ser adequada conforme as especificações de projeto.

5 – Não conformidade entre projeto e execução, plantas e diagramas deveram ser atualizados conforme o executado.

7 – Todos os componentes devem ser identificados conforme circuito, e sua tensão nominal (identificar todas as tomadas, interruptores e cabos). Substituir componentes usados (Em uma instalação nova, não se deve reaproveitar componentes).

8 – Os quadros de distribuição devem possuir as instruções e advertências descritas no item 2.4.2.8 deste documento.

9 – Todas as terminações de circuitos devem receber identificação e ser realizada com terminais de conexão adequados.

10 - Substituir terminais pré-isolados nos quadros de distribuição. Usar ferramenta adequada na compressão dos mesmos, sem prejudicar ou danificar a isolação.

Após a apresentação das não conformidades, os responsáveis pela execução realizaram a correção das não conformidades atendendo as prescrições normativas e o bom padrão de trabalho, após estas correções realizamos nova inspeção visual conforme quadro 8.

Quadro 8 - Reinspeção visual.

REINSPEÇÃO VISUAL				
Data	28/05/18			
ITEM/DISCRIMINAÇÃO	ITEM NBR 5410	C	NC	NA
1. Medidas de proteção contra choques elétricos	5.1	X		
2. Medidas de proteção contra efeitos térmicos	5.2	X		
3. Seleção e instalação de linhas elétricas(*)	6.2	X		
4. Seleção, ajuste e localização dos dispositivos de proteção	6.3	X		
5. Presença dos dispositivos de seccionamento e comando, sua adequação e localização	5.6 / 6.3	X		
6. Adequação dos componentes e das medidas de proteção às condições de influências externas existentes	5.2.2/6.1.3.2/6.2.4 Capítulo 9 Anexo C	X		
7. Identificação dos componentes	6.1.5	X		
8. Presença das instruções, sinalizações e advertências requeridas	6.4.2.1.5, 6.5.4.10, 6.5.4.11, 9.2.3.1.3, 5.6.3.2 e 5.6.4.2	X		
9. Execução das conexões	6.2.8	X		
10. Acessibilidade	4.1.10 e 6.1.4	X		

Nota: C (Conforme); NC (Não Conforme); NA (Não Aplicável).

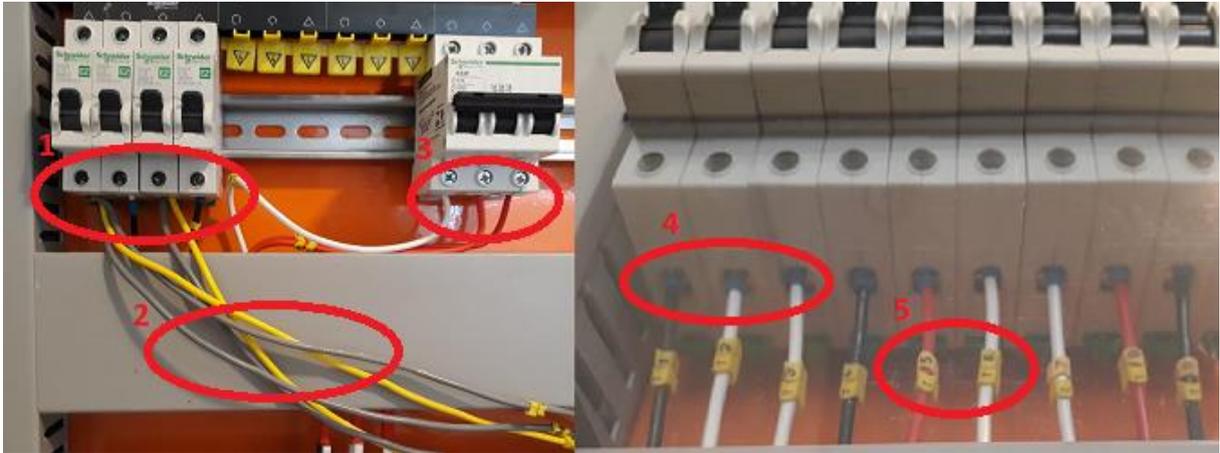
Fonte: Dos Autores, 2018.

### 3.10 REGISTRO FOTOGRÁFICO DA INSPEÇÃO VISUAL

A seguir apresentamos o registro fotográfico das não conformidades encontradas na inspeção visual, bem como o registro das medidas de correção adotadas pelo executor.

A figura 21 demonstra a não conformidade das terminações, e a não conformidade nos padrões de instalação, assim como a não identificação dos condutores. Ao lado sua devida correção.

Figura 21 - Inspeção e reinspeção visual CD 03



Fonte: Dos Autores, 2018.

#### **Inspeção:**

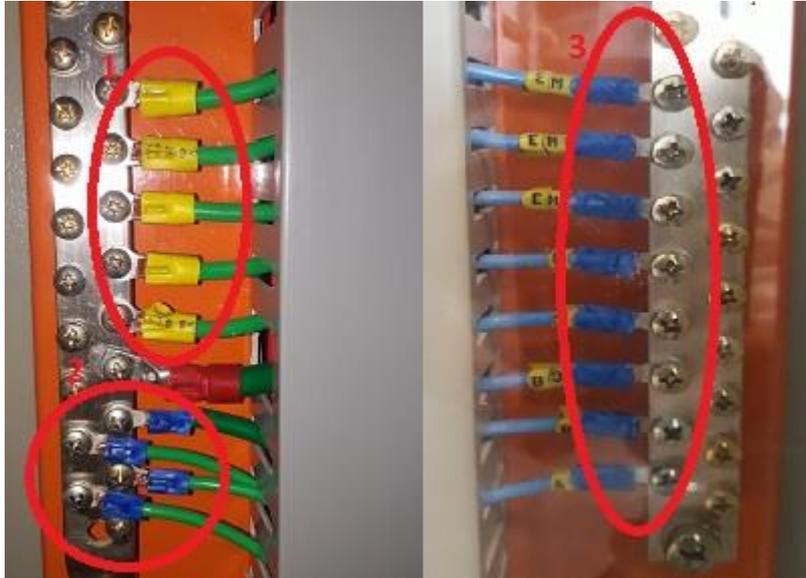
- 1- Não conformidade na identificação dos condutores. Itens 7.
- 2- Não conformidade na instalação de cabos, forma inadequada.
- 3- Não utilização de terminais adequados. Item 9.

#### **Reinspeção:**

- 4- Uso adequado de terminais.
- 5- Identificação dos condutores.

A figura 22 apresenta a não conformidade das terminações, onde o instalador utilizou ferramenta inadequada para a compressão dos terminais. Ao lado sua devida correção.

Figura 22 - Inspeção e reinspeção visual CD 01



Fonte: Dos autores, 2018.

### Inspeção:

1 e 2 – Não conformidade, uso de ferramenta inadequada para compressão dos terminais.

### Reinspeção:

3 - Conformidade na compressão dos terminais, e identificação dos condutores.

A figura 23 apresenta a não conformidade na identificação dos circuitos, bem como sua devida correção.

Figura 23- Inspeção e reinspeção visual CD 03



Fonte: Dos autores, 2018.

**Inspeção:**

1 – Não conformidade, falta identificação dos circuitos, falta proteção física das partes vivas. Itens 6 e 7.

**Reinspeção:**

2 – Identificação dos circuitos.

A figura 24 apresenta a falta de identificação do quadro de distribuição, assim como sua devida correção.

Figura 24 - Inspeção e reinspeção visual CD 01



Fonte: Dos autores, 2018.

**Inspeção:**

1 – Não conformidade, falta de informações de identificação e advertência. Item 8.

**Reinspeção:**

2 – Identificação do quadro de distribuição.

### 3.11 REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS

Para a realização dos ensaios faz-se necessário a utilização de equipamentos adequados e calibrados para cada tipo de ensaio, apresentamos a seguir os equipamentos utilizados na realização dos ensaios assim como a aplicação de cada uma destes equipamentos.

### 3.11.1 Equipamentos utilizados

A - Testador de Instalações Elétricas modelo Eurotest MIT3101BR, com calibragem aferida pela K&L Laboratórios de Metrologia,

Figura 25 - Dispositivo A - EurotestAT MI 3101



Fonte: Manual de operação EurotestAT MI 310, 2018.

O Euroteste é o equipamento utilizado para ensaios de medição de continuidade entre fase-terra, fase-neutro e resistência de isolamento fase-neutro-terra.

B- Hipot Tester de média/alta tensão Corrente Alternada modelo ITHY 5kVca, com calibragem aferida pelo fabricante.

Figura 26- Dispositivo B - Hipot Tester



Fonte: Manual de operação Hipot Tester, 2018.

O Hipot Tester é um instrumento para ensaios de tensão aplicada, de corrente alternada para testes de isolamento em cabos, painéis, transformadores, motores CA e carcaças.

Figura 27 - Tabela de informações do equipamento Hipot Tester

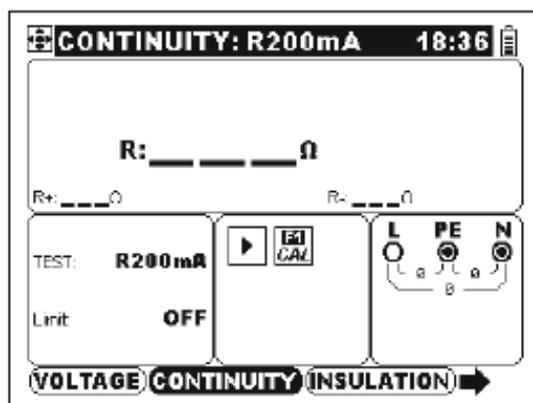
Alimentação:	230 VCA +/- 10% - 50/60 Hz.			
Consumo máximo de alimentação:	0.5 Amp			
02 fusíveis de Proteção:	2 A. / 250 Vca.			
Corrente Máxima de Teste:	5 mA			
Tensão Máxima de Teste:	10 KV DC			
Avanço de tensão:	Manual			
Potência:	50 W.			
Indicadores de corrente e tensão:	Função	Escala	Resolução	Classe
	KV - AC	0 - 5,0KV	10 V	±2% Fs
	mA - AC	0 - 5,00mA	10µA	±2% Fs
Dimensões:	160x310x380			
Peso total:	7kg			

Fonte: Manual de operação Hipot Tester, 2018.

### 3.11.2 Parâmetros e limites de medição

- a) Continuidade dos condutores: O valor obtido para a continuidade dos condutores depende da distância entre ponto de utilização e o quadro de distribuição. Admite-se valor máximo igual a 5  $\Omega$  (Ohm) para uma corrente de teste de 200 mA.

Figura 28 - Tela de parâmetro da continuidade

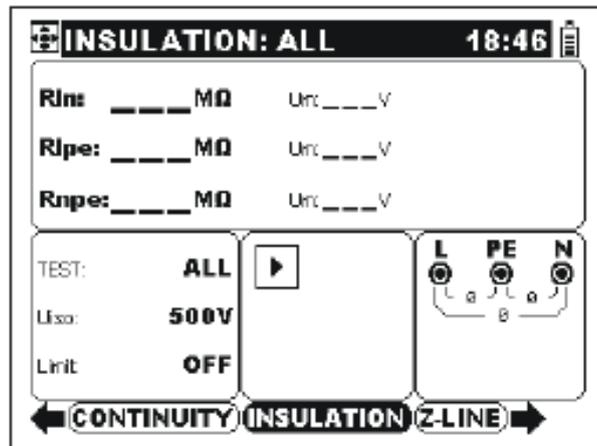


Fonte: Manual de operação Eurotest AT MI 310, 2018.

- b) Resistência de isolamento: na hipótese de haver qualquer equipamento conectado, o mesmo é devidamente desconectado da tomada.

Valor da resistência de isolamento deve ser  $\geq 0,5 \text{ M}\Omega$ , para tensão nominal do circuito até 500V, conforme tabela 60 da Norma NBR 5410.

Figura 29 - Tela de parâmetro de resistência de isolamento



Fonte: Manual de operação Eurotest AT MI 310, 2018.

- c) Tensão aplicada (Hipot tester): Para tensão eficaz de 230 V, aplica-se nos circuitos alimentadores uma tensão de ensaio de 1,5kV mantida durante um minuto, sem ocorrência de arcos e disrupções, conforme item 7.3.6.2 da NBR 5410.

### 3.11.3 Método de ensaio

#### a) Medição de continuidade

Através da opção de continuidade do equipamento A, foi dado início ao ensaio.

No quadro de disjuntores, os condutores do circuito a ser testado foram curto-circuitados (ligação entre os entre condutores fase, neutro e terra). Então uma das terminações do cabo de teste foi conectada ao equipamento de medição, enquanto que a outra terminação do cabo foi utilizada:

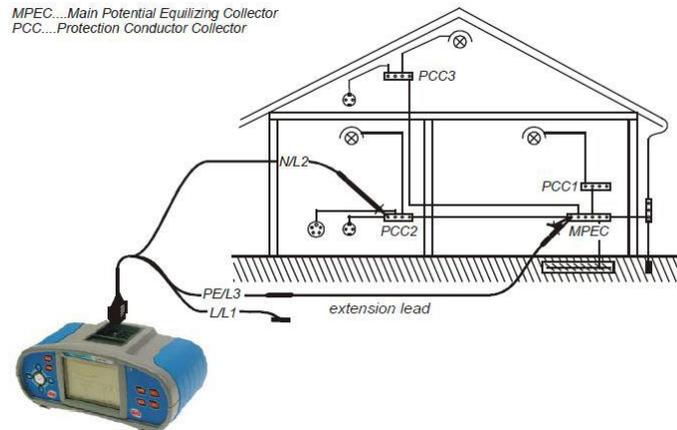
- Para tomadas: plugue padrão 2P+T;
- Para soquetes de lâmpadas: conector benjamim e cabo com ponteiros de teste;
- Para alimentadores: cabo com garras jacaré.

Importante: Para este ensaio a rede de energia deve estar desligada.

A figura 30 ilustra o método de ensaio de continuidade.

Figura 30 - Exemplo do ensaio de continuidade

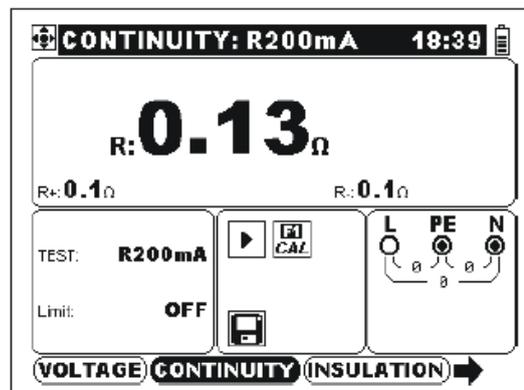
**Test circuit for Continuity R200mA measurement**



Fonte: Manual de operação EurotestAT MI 3101, 2018.

Deve-se realizar as medições de continuidade R200mA de fase-terra e neutro-terra. Uma vez estabelecido o limite de  $5,0 \Omega$  de resistência dos cabos e conexões, qualquer medida superior foi considerada como uma não-conformidade.

Figura 31 - Tela de resultado para ensaio de continuidade



Fonte: Manual de operação EurotestAT MI 3101, 2018.

b) Medição de resistência de isolamento

Através da opção de isolamento do equipamento A, foi dado início ao ensaio.

No momento do teste foi verificado se o disjuntor do circuito estava desligado e que não havia nenhum equipamento (carga) conectado ao circuito sob teste. Para circuitos trifásicos, as medições foram efetuadas, individualmente, para cada conjunto fase-neutro-terra.

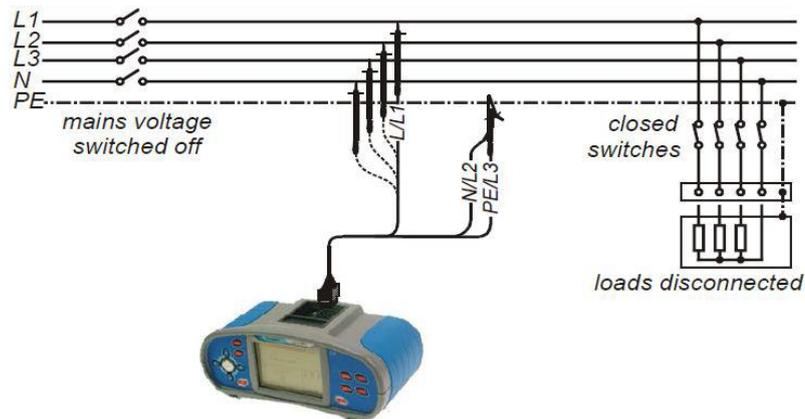
Conectou-se o cabo de teste na parte posterior do equipamento, na outra ponta do cabo, foi utilizado:

- Para tomadas: plugue padrão 2P+T;

- Para soquetes de lâmpadas: conector benjamim e cabo com ponteiros de teste;
- Para alimentadores: cabo com garras jacaré.

Importante: A rede de energia deve estar desligada.

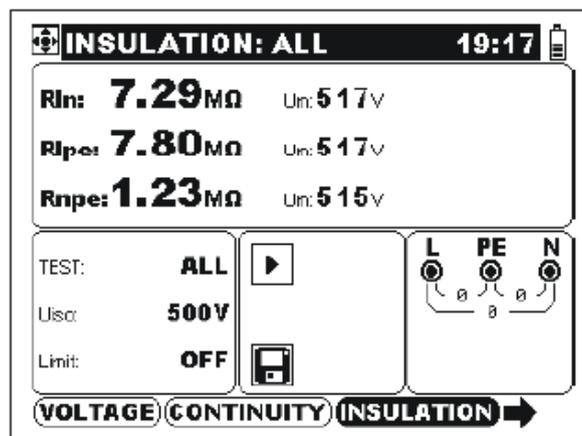
Figura 32 - Exemplo do ensaio de resistência de isolamento



Fonte: Manual de operação EurotestAT MI 3101, 2018.

Deve-se realizar as medições considerando que o valor da resistência de isolamento sendo  $\geq 0,5 \text{ M}\Omega$ , para tensão nominal do circuito até 500V, conforme tabela 60 da Norma NBR 5410. Qualquer medida inferior foi considerada como uma não-conformidade.

Figura 33 -Tela de resultado para ensaio de resistência de isolamento

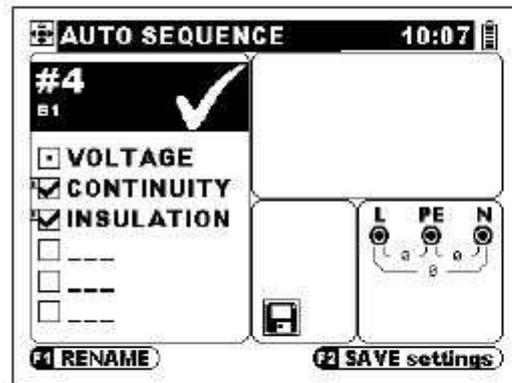


Fonte: Manual de operação EurotestAT MI 3101, 2018.

O equipamento A Eurotest permite a programação e seleção automática, para a realização automática de uma sequência pre-determinada de ensaios.

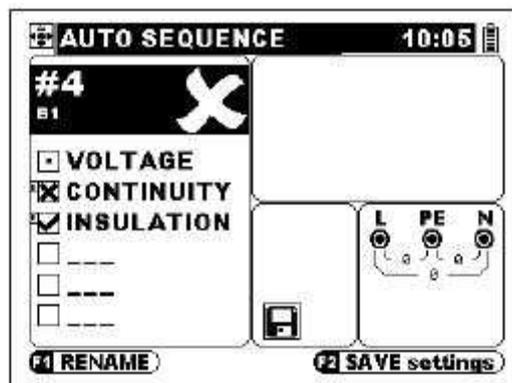
A seguir é apresentado uma ilustração da execução automática de uma sequência de ensaios, e as telas de resposta em caso de conformidade figura 34, e em caso de não conformidade figura 35.

Figura 34 - Tela de conformidade para a sequência automática de ensaio



Fonte: Manual de operação EurotestAT MI 3101, 2018

Figura 35 - Tela de não conformidade para a sequência automática de ensaio



Fonte: Manual de operação EurotestAT MI 3101, 2018.

c) Tensão aplicada

Para o ensaio de aplicada utilizamos o equipamento B - Hipot Tester.

Para tensão eficaz de 230 V, aplica-se uma tensão de ensaio de 1,5kV que foi mantida durante um minuto, na ocorrência de arcos ou falhas da isolação, considera-se como uma não-conformidade.

### 3.11.4 Resultados obtidos

Apresentamos nos quadros seguintes os resultados obtidos nos ensaios, apontando os circuitos que apresentaram algum tipo de falha e não conformidade durante a realização dos ensaios.

**QUADRO GERAL DA SUBESTAÇÃO**  
**ENSAIO: TENSÃO APLICADA, CONTINUIDADE E RESISTÊNCIA DE**  
**ISOLAMENTO**  
**DATA: 13/06/18**

Quadro 9 - Resultados dos ensaios para o quadro geral da subestação.

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	NC	NP	C	FALHA
01	CD - 01			X	
02	CD - 02			X	
03	CD - 03			X	
04	CD - 04	X			Tensão aplicada. Substituir cabo. Classe de isolamento inadequada.

Nota: NC (Não Conformidade); NP (Não Padronização); C (Conforme)  
 Fonte: Dos Autores, 2018.

**CD 01**  
**ENSAIOS: CONTINUIDADE E RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO**  
**DATA: 13/06/18**

Quadro 10 - Resultados dos ensaios para o CD1.

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	NC	NP	C	FALHA
Q.C. BOMBA	Quadro de Comando de Bombas			X	
AC1	Ar Condicionado	X			Isolamento
A	Iluminação			X	
B	Iluminação			X	
T1	Tomadas			X	
T2	Tomadas	X			Continuidade fase-terra
T3	Tomadas			X	
T4	Tomadas			X	
T5	Tomadas			X	
CH1	Chuveiro			X	
CH2	Chuveiro			X	

Nota: NC (Não Conformidade); NP (Não Padronização); C (Conforme)  
 Fonte: Dos Autores, 2018.

**CD 02****ENSAIOS: CONTINUIDADE E RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO****DATA: 13/06/18**

Quadro 11 - Resultados dos ensaios para o CD2.

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	NC	NP	C	FALHA
PS1	Plataf. Serviço 1	X			Continuidade fase-terra
PS2	Plataf. Serviço 2			X	
PE3	Portão Eletrônico			X	
PS3	Plataf. Serviço 3			X	
T10	Carregador carro elétrico	X			Isolamento
T11	Carregador carro elétrico			X	
A	Iluminação			X	
B	Iluminação			X	
C	Iluminação			X	
D	Iluminação			X	
T1	Tomadas			X	
T2	Tomadas	X			Isolamento
T3	Tomadas			X	

Nota: NC (Não Conformidade); NP (Não Padronização); C (Conforme)

Fonte: Dos Autores, 2018.

**CD 03****ENSAIOS: CONTINUIDADE E RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO****DATA: 13/06/18**

Quadro 12 - Resultados dos ensaios para o CD3.

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	NC	NP	C	FALHA
PL	Plataf. Elevatória			X	
T10	Carregador carro elétrico			X	
T11	Carregador carro elétrico			X	
CA1	Cortina de Ar	X			Continuidade neutro-terra
CA2	Cortina de Ar			X	
PE1	Portão Eletrônico			X	
PE2	Portão Eletrônico			X	
EX1	Ilum. Externa			X	
A	Iluminação			X	
B	Iluminação			X	
C	Iluminação	X			Isolamento
D	Iluminação			X	
T1	Tomadas			X	
T2	Tomadas			X	
T3	Tomadas			X	
T4	Tomadas			X	
T5	Tomadas			X	
T6	Tomadas			X	
T7	Tomadas			X	
T8	Tomadas			X	
T9	Tomadas	X			Isolamento
EM1	Ilum. Emergência			X	

Nota: NC (Não Conformidade); NP (Não Padronização); C (Conforme)

Fonte: Dos Autores, 2018.

**CD 04**  
**ENSAIOS: CONTINUIDADE, RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO E TENSÃO APLICADA**  
**DATA: 13/06/18**

Quadro 13 - Resultados dos ensaios para o CD4.

CIRCUITO	DESCRIÇÃO	NC	NP	C	FALHA
AC1	Ar Condicionado			X	
CP	Compressor			X	
AC2	Ar Condicionado			X	
AC3	Ar Condicionado			X	
AC4	Ar Condicionado			X	

Nota: NC (Não Conformidade); NP (Não Padronização); C (Conforme)

Fonte: Dos Autores, 2018.

As não conformidades apontadas na realização dos ensaios foram apresentadas aos responsáveis pela execução, após as devidas correções foram realizados novos ensaios, em todos os circuitos que apresentaram alguma não conformidade, assim como ensaios que poderiam ser afetados pelas não conformidades.

### 3.12 REGISTRO FOTOGRÁFICO DA REALIZAÇÃO DOS ENSAIOS

A seguir apresentamos o registro fotográfico de alguns dos ensaios realizados, onde é possível observar os resultados gerados pelos equipamentos.

Figura 36 - Não conformidade para teste de resistência de isolamento



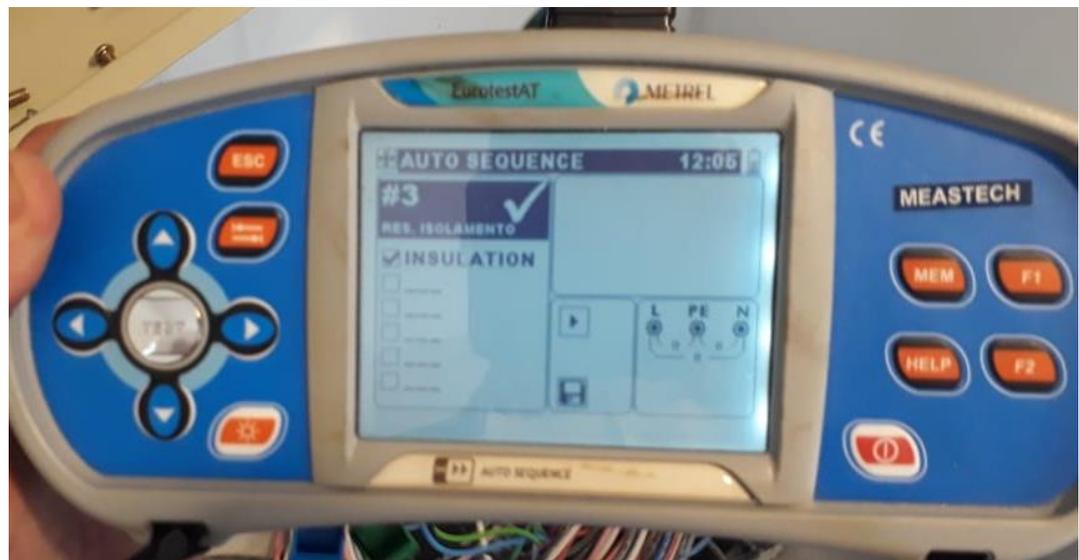
Fonte: Dos Autores, 2018.

Figura 37 - Relatório da não conformidade para teste de resistência de isolamento

TEST REPORT			
<u>Operator:</u> Fabiano da Silva		<u>Test site:</u> CD - 01 / Circuito AC1	
<u>Instrument's data</u>		<u>Report created on</u>	
<u>Type:</u> EurotestAT	<u>Ser.No.:</u> 12040234	15/06/2018	
<u>Model:</u> MI 3101	<u>Producer:</u> Metrel d.d.		
No	Results		
1	Local Pesquisa / CD 01 / AC1 13.06.2018 12:05 (FABIANO DA SIVA)		FAIL
	INSULATION: ALL Rln: 0.00MΩ Um: 1V Rlpe: 0.00MΩ Um: 1V Rnpe: 0.00MΩ Um: 0V Uiso: 500V Limit: 0.50MΩ SYS.: TN/TT		FAIL
Comments: ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO			

Fonte: Dos Autores, 2018.

Figura 38 - Conformidade para teste de resistência de isolamento



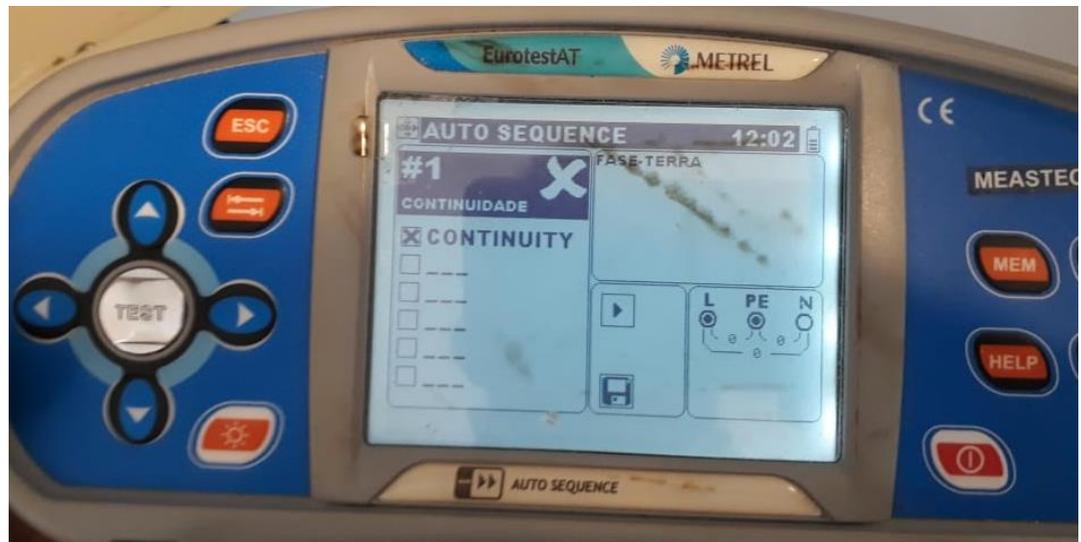
Fonte: Dos Autores, 2018.

Figura 39 - Relatório conformidade para teste de resistência de isolamento

TEST REPORT			
<b>Operator:</b> Fabiano da Silva		<b>Test site:</b> CD - 01 / QC BOMBAS	
<b>Instrument's data</b>		<b>Report created on</b>	
<b>Type:</b> EurotestAT	<b>Ser.No.:</b> 12040234	15/06/2018	
<b>Model:</b> MI 3101	<b>Producer:</b> Metrel d.d.		
No	Results		
1	Local Pesquisa / CD 01 / QC BOMBA 13.06.2018 12:04 (FABIANO DA SIVA)	FAIL	
	INSULATION: ALL Rln: >30.0MΩ Um: 537V Rlpe: >30.0MΩ Um: 542V Rnpe: >30.0MΩ Um: 544V Uiso: 500V Limit: 0.50MΩ SYS.: TN/TT	PASS	
Comments: ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO			

Fonte: Dos Autores, 2018.

Figura 40 - Não conformidade para teste de continuidade



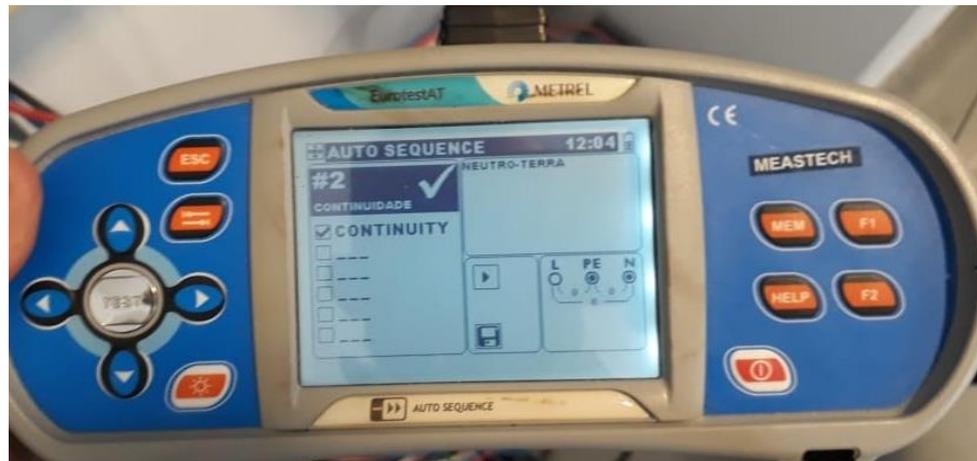
Fonte: Dos Autores, 2018.

Figura 41 - Relatório da não conformidade para teste de continuidade

TEST REPORT			
<u>Operator:</u> Ezequiel Sumariva		<u>Test site:</u> CD - 02 / PS1	
<u>Instrument's data</u>		<u>Report created on</u>	
<u>Type:</u> EurotestAT	<u>Ser.No.:</u> 12040234	15/06/2018	
<u>Model:</u> MI 3101	<u>Producer:</u> Metrel d.d.		
No	Results		
1	Local Pesquisa / CD 02 / PS1 13.06.2018 12:15 (FABIANO DA SIVA)		FAIL
	CONTINUITY: R7mA LPE R: >9999Ω Limit: 2.0Ω SYS.: TN/TT		FAIL
Comments: ENSAIO DE CONTINUIDADE FASE-TERRA			

Fonte: Dos Autores, 2018.

Figura 42 - Conformidade para teste de continuidade



Fonte: Dos Autores, 2018.

Figura 43 - Relatório conformidade para teste de continuidade

TEST REPORT		
<u>Operator:</u> Ezequiel Sumariva		<u>Test site:</u> CD - 01 / QC BOMBAS
<u>Instrument's data</u>		<u>Report created on</u>
<u>Type:</u> EurotestAT	<u>Ser.No.:</u> 12040234	15/06/2018
<u>Model:</u> MI 3101	<u>Producer:</u> Metrel d.d.	
No	Results	
1	Local Pesquisa / CD 01 / QC BOMBA 13.06.2018 12:03 (FABIANO DA SIVA)	FAIL
	CONTINUITY: R200mA NPE R: 0.19Ω R+: 0.2Ω R-: 0.2Ω Limit: 2.0Ω SYS.: TN/TT	PASS
Comments: ENSAIO DE CONTINUIDADE NEUTRO-TERRA		

Fonte: Dos Autores, 2018.

Figura 44 - Conformidade para teste de tensão aplicada



Fonte: Dos Autores, 2018.

## 4 CONCLUSÃO

A instalação elétrica de uma edificação começa na criação do projeto de instalações elétricas. Para uma obra ter boa qualidade e assertividade é recomendado que todas as normas representativas de cada mecanismo sejam respeitadas, desde a confecção do projeto até sua execução completa e ensaios funcionais.

A inspeção de uma instalação elétrica, que conta com vistoria documental e visual, apesar de não ter obrigatoriedade no Brasil, tem papel fundamental para supervisionar todos esses processos, trazendo uma série de benefícios para os envolvidos.

Durante a realização da inspeção do empreendimento, foi possível constatar alguns exemplos de não conformidades, tanto na análise documental quando na inspeção visual e na aplicação dos ensaios. São essas não conformidades que quando não corrigidas de maneira preventiva, podem trazer consequências irreversíveis para os envolvidos, como constatamos nos estudos e pesquisas que foram apresentados nos gráficos no transcorrer do tema.

O maior benefício da inspeção das instalações elétricas de baixa tensão é, sem dúvida, a segurança para os usuários, em frente ao cenário nacional desconfortável com relação ao número de acidentes. Assim, fica evidente que cada vez mais torna-se urgente a existência de uma regulamentação com relação a inspeção das instalações elétricas no país, sendo que esta já é compulsória até em países de menor representatividade econômica no exterior.

Existem casos de inspeções implementadas de forma voluntária que propiciaram e continuam propiciando melhorias substanciais, tanto na qualidade das instalações quanto na segurança dos usuários, assim como uma maior confiabilidade e um menor custo de retrabalho após a entrega ao usuário final.

Como exemplo, podem ser citados alguns casos singulares de inspeções realizadas pela Zapelini Inspeções onde foi possível observar os benefícios e vantagens da realização da inspeção das instalações elétricas de baixa tensão. Em um destes casos o empreendimento era composto por conjuntos de blocos, formando três condomínios idênticos em arquitetura, com projetos de instalações elétricas também idênticos e executados pela mesma mão de obra, porém em fases diferentes. No primeiro condomínio a inspeção das instalações elétricas não foi realizada, promovendo inúmeras falhas e problemas que vêm sendo sistematicamente apontados pelos usuários, o que demonstra a não confiabilidade das instalações. No segundo condomínio a inspeção das instalações elétricas teve início logo no começo da execução, e ainda apresentou alguns problemas, falhas e não conformidades durante o processo de avaliação, no entanto após a entrega aos usuários não houve apontamento de problemas e falhas. No terceiro

e último condomínio, onde a inspeção também teve início com a execução e já com a experiência da equipe executora das instalações, os índices de não conformidades foram ainda menores, demonstrando maior responsabilidade da equipe de execução, seguindo as recomendações e prescrições iniciais da equipe de inspeção, que tem como objetivo apresentar os pontos críticos da instalação que receberá a inspeção e ser aprovada.

Outros casos representativos do reconhecimento da importância da inspeção das instalações elétricas de baixa tensão, onde a Zapelini Inspeções realizou as inspeções, referem-se à empreendimentos que receberam a certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) localizados na grande Florianópolis certificação LEED é um sistema de certificação e orientação ambiental de edificações criado pelo U.S. Green Building Council, sendo o selo de maior reconhecimento internacional e o mais utilizado para empreendimentos sustentáveis.

Os resultados obtidos no estudo de caso demonstram com maior clareza a importância da inspeção das instalações elétricas antes da entrega ao usuário final, pois em caso onde a inspeção não é realizada, temos inúmeros problemas e falhas que serão corrigidas, e em muitos dos casos de forma paliativa ao decorrer da utilização, colocando em risco tanto o técnico responsável por estas correções como o próprio usuário final.

Outra grande observação é em relação a importância dos registros documentais da instalação, permitindo clareza no entendimento do executado, e clareza no manuseio em caso de manutenção ou emergência.

#### 4.1 RECOMENDAÇÕES DE NOVOS TRABALHOS

Para trabalhos futuros recomendamos estudos de caso mais profundos e específicos em relação às possíveis consequências falta de inspeção e a ligação direta dos acidentes com instalações elétricas não inspecionadas, apresentando comparativos diretos com empreendimentos inspecionados e outros não inspecionados.

Além disso, apresentar dados de processos de responsabilidade civil em casos de acidentes com instalações elétricas e aplicabilidade dos requisitos de conformidade das instalações elétricas por parte da perícia técnica.

## 5 REFERÊNCIAS

NASCIMENTO, R. **Eletricista Instalador, Predial, Residencial e Industrial**, SENAI SC, disponível em: <<http://www.alfredo.eng.br>>. Acesso em 12 de junho de 2018.

Art. 13 da Lei do Condomínio - Lei 4591/64, disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em 12 de junho de 2018.

**Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade – ABRACOPEL**, disponível em: <<http://www.abracopel.org.br>>, acesso em 12 de maio de 2018.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14039**: Instalações elétricas de média tensão de 1,0kV a 36,2kV. Rio de Janeiro, 2005.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5597**: Eletroduto rígido de aço-carbono e acessórios com revestimento protetor com rosca. Rio de Janeiro, 1995.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9513**: Emendas para cabos de potência isolados para tensões até 750 V. Rio de Janeiro, 1986.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR IEC 60439-3**: Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR IEC 61643-1**: Dispositivo de proteção contra surtos em baixa tensão. Rio de Janeiro, 2007.

BARATA, Antônio J. C. Os caminhos para a certificação e melhorias contínuas. **Revista Banas Qualidade**, jun. 2005.

COTRIM, Ademaro A. M. B. **Instalações elétricas**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

CREDER, Hélio. **Instalações elétricas**. 15. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

DA SILVA FILHO, Moacir Vicente. **O Uso de Cabos de Alumínio para Distribuição de Energia para Baixa Tensão**, Monografia (Curso de Engenharia elétrica) – Universidade São Francisco, USF, São Paulo, 2009.

CAVALCANTE, Marcus Vinicius Barreto. **Procedimento para Certificação de Instalações Elétricas Conforme a NBR 5410/2004, Um estudo de Caso**, Monografia (Curso de Engenharia elétrica) – Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza, 2010.

DE LIMA JR, Luiz Carlos Moreira. **Certificação em instalações elétricas de baixa tensão: Importância e aplicabilidade da norma ABNT NBR 5410/2004**. Monografia (Curso de Engenharia elétrica) – Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, 2010.

Decreto. No 61.867, de 11 de dezembro de 1967., disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em 12 de junho de 2018.

Panorama da Situação das Instalações Elétricas Prediais no Brasil 2014, disponível em: <<https://www.procobre.org>>. Acesso em 31 de maio de 2018.

Instrução técnica N°. 41/2011, do Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo, disponível em: <<http://www.ateesp.com.br>>. Acesso em 31 de maio de 2018.

MAMEDE FILHO, João. Instalações elétricas industriais. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

Manual de operação, EurotestAT MI 3101 disponível em: <<https://www.metrel.si/en/downloads>>. Acesso em 31 de maio de 2018.

Manual de operação, Hipot Tester disponível em: <<http://www.instrumbrasil.com.br>>. Acesso em 31 de maio de 2018.

Portal Procobre, disponível em: <[http://www.procobre.org/pr/aplicacoes\\_do\\_cobre/instalacoes\\_eletricas\\_2.html](http://www.procobre.org/pr/aplicacoes_do_cobre/instalacoes_eletricas_2.html)>, acesso em 13 de maio de 2018.

Portaria n.º 51 do INMETRO, de 28 de janeiro de 2014, disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002082.pdf>>, acesso em 13 de abril de 2018.

Projeto de lei N° 241/2012 da Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br>>. Acesso em 31 de maio de 2018.

Projeto de lei N° 3370/2012 da Câmara do Deputados, disponível em: <<https://www.camara.gov.br>>. Acesso em 31 de maio de 2018.

Projeto de lei N° 623/2008 da Câmara Municipal da cidade de São Paulo, disponível em: <<http://www.camara.sp.gov.br>>. Acesso em 31 de maio de 2018.

CAMPOMAR, Marcos C. **Do Uso de “Estudo de Caso” em Pesquisas para Dissertações e Teses em Administração**: Revista de Administração, São Paulo v. 26, n° 3, p. 95 – 97 Julho/Setembro 1991.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisas**. 4. ed. 11 reimpr. São Paulo – Atlas, 2008.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, EVA Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 297 p.

YIN, R. K. **Estudo de Caso – Planejamento e Método**. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001.



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA  
RIUNI- Repositório Institucional Unisul

Termo de Autorização para submissão de TCC no RIUNI

Eu, **Ezequiel Dela Bruna Sumariva** CPF **058059519-67**, autorizo **Fabiano da Silva** CPF **054.774.899-01** incluir o documento **Avaliação de Conformidade das Instalações Elétricas de Baixa Tensão: sua Importância, seu Processo de Realização e suas Vantagens** também de minha autoria no Repositório Institucional da Unisul conforme licença pública *Creative Commons* por nós estabelecida e declaro que me responsabilizo pelo conteúdo da obra objeto desta autorização, sendo também de minha responsabilidade quaisquer medidas judiciais ou extrajudiciais concernentes ao conteúdo.

Assinatura:

Palhoça, 05 de Julho de 2018 .