

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO  
TRABALHO**

**ADRIANO FERRASSO DA SILVA**

**PROCEDIMENTOS, NORMAS E EQUIPAMENTOS PARA SEGURANÇA  
EM PROJETOS ELÉTRICOS RESIDENCIAIS**

**SÃO LEOPOLDO  
2016**

Adriano Ferrasso da Silva

PROCEDIMENTOS, NORMAS E EQUIPAMENTOS PARA SEGURANÇA  
EM PROJETOS ELÉTRICOS RESIDENCIAIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO DE SEGURANÇA DO TRABALHO, pelo Curso de Especialização em ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS.

Orientação: Prof. MS Paulo Andre Souto Mayor Reis.

São Leopoldo

2016

## SUMÁRIO

<b>1 RESUMO.....</b>	<b>3</b>
<b>2 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>5</b>
<b>4 NORMAS PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS .....</b>	<b>7</b>
<b>5 MATERIAIS ELÉTRICOS UTILIZADOS EM INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS .....</b>	<b>8</b>
<b>6 PROCEDIMENTOS SEGUROS PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS.....</b>	<b>17</b>
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>21</b>

## 1 RESUMO

A instalação elétrica representa um papel determinante na segurança e funcionalidade de residências e empresas. Serviços executados de forma negligente ou a utilização de materiais de má qualidade podem causar sérios acidentes. Esse trabalho tem o intuito de demonstrar os riscos de instalações elétricas residenciais inadequadas, as Normas vigentes e a preocupação que os órgãos responsáveis devem ter com a fiscalização já no Projeto Elétrico inicial, o que em muitas vezes não acontece.

A energia elétrica é imperceptível aos olhos humanos. Desta forma não conseguimos determinar se um material está energizado ou não, e alguns casos de acidentes com essa fonte de energia, acabam sendo fatais. Por isso, uma instalação elétrica residencial precisa ser confiável e bem elaborada, desde o projeto até a sua execução.

Se por um lado existem as concessionárias de energia elétrica, que são regulamentadas pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) e que possuem a preocupação de um fornecimento contínuo e sem falhas, as instalações elétricas do ponto de conexão das residências com a concessionária, deveriam também ser regulamentadas e fiscalizadas, de modo que sejam seguras e que não tragam riscos para os habitantes dessas residências.

Este trabalho também apresenta uma breve descrição do sistema de distribuição do sistema elétrico nacional, normas, materiais e procedimentos para instalações elétricas residenciais.

## 2 INTRODUÇÃO

As formas de energia sempre estiveram presentes em nosso cotidiano, e sempre com o objetivo de realizar trabalho. Seja a energia solar, cinética, hidráulica, eólica ou qualquer outra forma de energia, sempre com esse objetivo, e não é diferente com a eletricidade. Com ela podemos movimentar máquinas nas indústrias, aquecer e resfriar alimentos em nossa residência, e iluminar diferentes ambientes, entre outras diversas aplicações.

Os sistemas de energia elétrica da forma que conhecemos, tiveram a sua origem em Nova York - EUA, com o advento da lâmpada incandescente de Thomas Alva Edison [1], em corrente contínua (c.c.) em 1880, sendo que dois anos após inicia o sistema de distribuição de energia elétrica em corrente contínua neste mesmo local. Cinco anos após o advento de Thomas Edison, George Westinghouse Jr. [2] fabrica transformadores em corrente alternada (c.a.), e teve início uma competição entre os dois fabricantes de sistemas de distribuição para se verificar qual seria o mais eficiente, e que melhor atenderia a população. A escolha pelo sistema em corrente alternada se deu devido a dois motivos; um pela forma de medição do consumo de energia que se dava pela leitura direta da energia consumida, desenvolvida pelo engenheiro chefe de Westinghouse; e a outra foi um artigo escrito por Nicola Tesla [3], que dizia ser possível construir um motor em corrente alternada. Westinghouse contrata Tesla e compra sua invenção, e em 1892 Tesla coloca em funcionamento seu primeiro motor de indução [4].

No Brasil, em 1883, inicia a operação da primeira central geradora de energia elétrica, com capacidade de 52 kW, em Campos (RJ); tratando-se de uma central termoelétrica, que alimentava 39 lâmpadas. Esse projeto iniciou a prestação de serviço público de iluminação na América do Sul.

Nos dias atuais, a distribuição de energia elétrica, é regulamentada pela ANEEL, constituída em 1996, que tem como função regular e fiscalizar a geração, a transmissão, a distribuição e a comercialização da energia elétrica em nosso país.

Para a proteção de sistemas elétricos residenciais, temos os disjuntores magnéticos e termomagnéticos, e mais atualmente os disjuntores diferenciais. Os disjuntores são utilizados para seccionar circuitos elétricos, ou seja, interromper a passagem de corrente elétrica em um determinado circuito, e para proteção contra curto circuito e sobrecarga.

---

<sup>1</sup> Thomas Alva Edison, Americano (Ohio), Inventor e Empresário.

<sup>2</sup> George Westinghouse Jr., Americano (Nova Iorque), Engenheiro e Empresário.

<sup>3</sup> Nikola Tesla, Croata (VojnaKrajina), Pesquisador e Inventor.

<sup>4</sup> Motor de indução, máquina elétrica rotativa. Tem duas partes principais (Estator e Rotor) e dois campos magnéticos girantes.

Nas primeiras instalações elétricas eram utilizados fusíveis, que são componentes utilizados para interromper a passagem de corrente elétrica mais especificamente nos casos de curto circuito, mas também protegem contra sobrecarga, mas neste caso somente para correntes elétricas muito acima da nominal do fusível. A primeira patente de fusíveis que se tem dados registrados, foi solicitada por Thomas Edison em 1881, denominados "*safetyguard*", na qual eram utilizados para proteger seus circuitos de iluminação. Não se sabe ao certo quando o disjuntor teria sido inventado. Conforme o engenheiro e professor Ademaro Cotrim (2008), os disjuntores teriam sido inventados após a crise de 1929. Segundo ele, nesse período, houve um aumento significativo do número de incêndios, pois os fusíveis queimados eram substituídos por moedas e outros objetos metálicos. Nesse instante, a Westinghouse teria começado a fabricar os disjuntores a sopro. Uma forma aproximada de disjuntor foi patenteada nos Estados Unidos por Thomas Edison, em 1879, muito embora seus sistemas usassem os fusíveis. O objetivo do dispositivo patenteado era proteger a fiação dos circuitos de iluminação contra sobrecargas e curtos-circuitos acidentais. Há indicações de que os disjuntores começaram a aparecer nos Estados Unidos assim que a distribuição de energia se desenvolveu.

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

As concessionárias de energia elétrica, disponibilizam um determinado nível de tensão e corrente elétrica, exigindo dos usuários que informem a potência instalada, conforme o projeto elétrico. Mesmo equipamentos que serão instalados futuramente, devem ser informados, pois desta forma as concessionárias podem planejar aumentos de demanda na distribuição de energia elétrica.

Os níveis de tensão que são ofertados na distribuição, estão representados na tabela 1.

Tabela 1 – Tensões usuais em Sistemas de Potência

Tensão (V)		Campo de Aplicação	Área do Sistema de Potência
Padronizada	Existente		
220/127	110	Distribuição Secundária (BT)	Distribuição
380/220	230/115		
13.800	11.900	Distribuição Primária (MT)	
34.500	22.500		
34.500	88.000	Subtransmissão (AT)	
69.000			
138.000			
138.000	440.000 750.000	Transmissão	Transmissão
230.000			
345.000			
500.000			

Fonte: KAGAN, Nelson. (2005).

Conforme a ANEEL, Resolução Normativa n° 345/2012, as tensões abaixo de 1000 V são denominadas baixa tensão (BT). Já entre 1 kV e 69 kV são de média tensão (MT). As tensões entre 69 kV e 230 kV alta tensão (AT). Entre 230 kV e 750 kV extra-alta tensão (EAT). E para as tensões acima de 750 kV ultra-alta tensão (UAT).

Os dispositivos de proteção, neste caso os disjuntores, são projetados para atuarem a cada determinado nível de corrente elétrica. Este tema será tratado no capítulo 5.

A intensidade que uma corrente elétrica deve ter para que seja percebida conscientemente por uma pessoa é chamada de “limiar de percepção”. De acordo com o Engenheiro Eletricista e professor Hilton Moreno (2008), "esse limite depende de muitos fatores, como a área do corpo que está em contato com o condutor de eletricidade, a temperatura, as condições psicológicas do indivíduo, se ele está calmo ou estressado e se a pele está seca ou molhada".

De qualquer modo, em frequências de 50 Hz e 60 Hz, que são as mais usuais nas instalações elétricas em todo o mundo, o “limiar de percepção” ficará em torno de 0,5 mA. Há também, de acordo com Moreno, o “limite de largar”, ponto além do qual a corrente elétrica que flui pelo corpo provoca um estímulo nervoso, paralisando os músculos, fazendo uma pessoa em contato com um condutor energizado não ser mais capaz de soltá-lo, fenômeno chamado de “tetanização”. A corrente supera os

impulsos elétricos que são enviados pela mente e os anula, podendo bloquear um membro ou o corpo inteiro, ignorando totalmente a consciência do indivíduo e a sua vontade de interromper o contato. Este limiar também depende de diversos fatores, mas, em geral, fica entre 6 mA e 14 mA (média 10 mA) em mulheres e entre 9 mA e 23 mA (média de 16 mA) em homens.

#### **4 NORMAS PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS**

A Norma brasileira para projetos elétricos residenciais, é a ABNT NBR-5410.

A ABNT NBR 5410 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-03), pela Comissão de Estudo de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (CE-03:064.01).

Esta Norma estabelece as condições 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. Aplica-se principalmente às instalações elétricas de edificações, qualquer que seja seu uso (residencial, comercial, público, industrial, de serviços, agropecuário, hortigranjeiro, etc.), incluindo as pré-fabricadas.

Esta Norma aplica-se também 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.

Esta Norma aplica-se:

- Aos circuitos elétricos alimentados sob tensão nominal igual ou inferior a 1.000 V em corrente alternada, com frequências inferiores a 400 Hz, ou a 1.500 V em corrente contínua;
- Aos circuitos elétricos, que não os internos aos equipamentos, funcionando sob uma tensão superior a 1.000 V e alimentados através de uma instalação de tensão igual ou inferior a 1.000 V em corrente alternada (por exemplo, circuitos de lâmpadas a descarga, precipitadores eletrostáticos, etc.);

- A toda fiação e a toda linha elétrica que não sejam cobertas pelas normas relativas aos equipamentos de utilização;
- Às linhas elétricas fixas de sinal (com exceção dos circuitos internos dos equipamentos).

#### NOTA

A aplicação às linhas de sinal concentra-se na prevenção dos riscos decorrentes das influências mútuas entre essas linhas e as demais linhas elétricas da instalação, sobretudo sob os pontos de vista da segurança contra choques elétricos, da segurança contra incêndios e efeitos térmicos prejudiciais e da compatibilidade eletromagnética. Esta Norma aplica-se às instalações novas e a reformas em instalações existentes.

Modificações destinadas a, por exemplo, acomodar novos equipamentos elétricos, inclusive de sinal, ou substituir equipamentos existentes, não caracterizam necessariamente uma reforma geral da instalação.

## **5 MATERIAIS ELÉTRICOS UTILIZADOS EM INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS**

Toda construção residencial, juntamente com o projeto arquitetônico, deve conter também o projeto elétrico. E esse deve ser elaborada por profissional habilitado e capacitado. Esse projeto é a representação de uma instalação elétrica, com todos os detalhes, símbolos conforme Norma, localização dos pontos de luz, comandos, tomadas de energia, centro de distribuição, medidor de energia, trajeto dos condutores, divisão de circuitos, seção dos condutores, diâmetro dos eletrodutos, relação de material, entre outros detalhes.

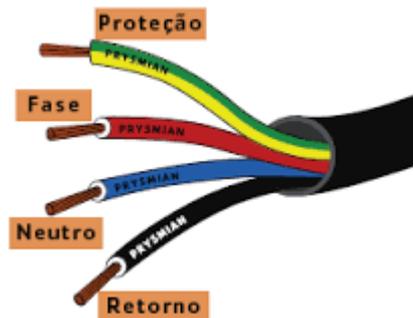
Para desenvolver o Projeto Elétrico, é necessário determinar a simbologia empregada para os materiais e equipamentos utilizados. Por se tratar de uma forma de linguagem a simbologia deve ser exata, clara e de fácil interpretação.

Basicamente a instalação elétrica de uma residência é composta por eletrodutos, condutores, disjuntores, centro de distribuição, pontos de tomadas e iluminação, sendo que esses componentes devem atender as Normas Brasileiras, para garantir aos usuários total proteção contra choque elétrico.

## Condutores.

Os condutores elétricos são materiais que possuem a propriedade de transportar a Energia Elétrica ou transmitir sinais elétricos. Os condutores de cobre e alumínio são os mais utilizados, devido a excelente propriedade elétrica e mecânica, além do baixo custo. A figura 1 mostra condutores e as cores usuais em instalações elétricas residenciais.

Figura 1 - Condutores elétricos



Fonte: Site Redes Elétricas

As cores dos condutores, devem seguir as determinações da ABNT NBR5410, conforme capítulo 6.1.5.3.

Nas instalações elétricas residenciais, somente é permitido utilizar os condutores de cobre. O dimensionamento dos condutores deve atender aos seguintes critérios:

- Capacidade de condução de corrente;
- Limite de queda de tensão;
- Capacidade de corrente de curto-circuito e de sobrecarga por tempo limitado.

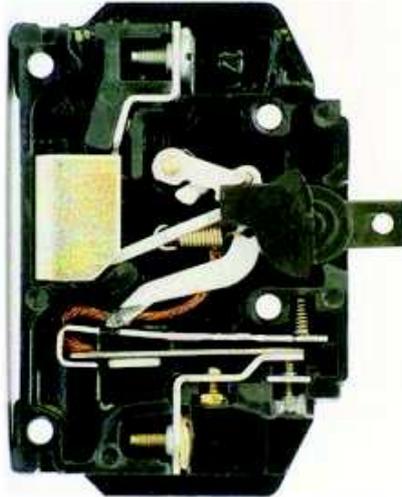
## Disjuntores

Os disjuntores são componentes de seccionamento, abertura e fechamento de circuitos, que tem a finalidade de proteger os circuitos contra sobrecarga e curto-circuito. Esses componentes, para a linha residencial, são divididos em três modelos, como segue;

## Disjuntores térmicos

Os Disjuntores térmicos são constituídos por uma lâmina bi-metálica que atua sobre o seccionamento conforme a sua deformação. A figura 2 mostra um Disjuntor térmico internamente.

Figura 2 - Disjuntor Térmico



Fonte: Site Mundo da Elétrica

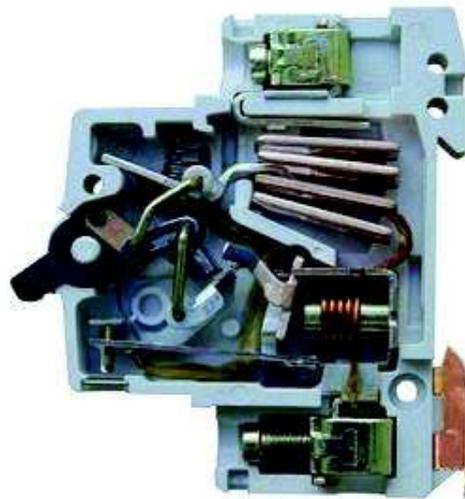
Os disjuntores térmicos funcionam através da deformação dessa lâmina bi-metálica, decorrente da passagem da corrente elétrica acima da nominal. Quando ocorre uma sobrecarga e a corrente elétrica neste disjuntor é maior que a aceitável, a lâmina bi-metálica se aquece por efeito joule e começa a se deformar, sendo que esta deformação age diretamente em um contato que em determinado nível de deformação abre o contato, seccionando (abrindo) o circuito protegido por este disjuntor.

A vantagem do disjuntor térmico é de ser um componente mecanicamente simples e robusto, desta maneira relativamente barato. Em contrapartida sua desvantagem é não possuir uma grande precisão de corrente de seccionamento e ser usada apenas para aquecimentos de longo prazo, não sendo possível o seu uso para proteção contra curto circuitos, pois esse evento exige abertura imediata do disjuntor.

## Disjuntores magnéticos.

Disjuntores Magnéticos são componentes onde uma bobina detecta a corrente acima da Nominal, seccionando um contato e abrindo o circuito. A figura 3 mostra um Disjuntor Magnético internamente.

Figura 3 - Disjuntor Magnético



Fonte: Site Mundo da Elétrica

Uma corrente elétrica que percorre um condutor elétrico gera um campo magnético, sendo que essa é a lei do eletromagnetismo, e nos permite dimensionar uma bobina que quando atingida por uma corrente elétrica, acima da nominal, desloca um contato seccionando assim um circuito. Esse é o princípio de funcionamento do disjuntor magnético, e esse efeito é instantâneo o que garante uma ótima precisão a este disjuntor.

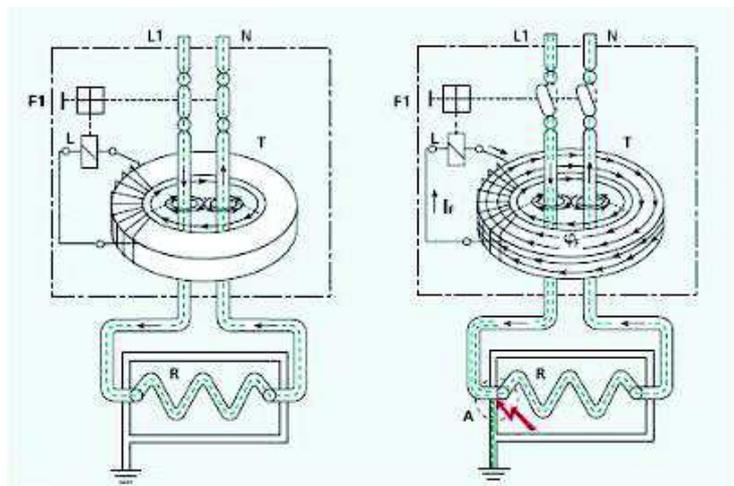
A velocidade de interrupção instantânea é o que nos permite proteção contra curto circuitos e neste caso é possível substituir um fusível.

Sua maior vantagem é a precisão e a possibilidade de proteger contra curtos circuitos, mas em contrapartida tem um preço mais elevado.

## Disjuntor DR (Diferenciais Residuais)

Os Disjuntores DR também são componentes de seccionamento, mas pela forma construtiva são altamente eficazes na proteção das pessoas contra os choques elétricos de baixa tensão, como consequência de um contato direto [5] ou indireto [6] com os condutores. Conforme a figura 4, estes dispositivos são constituídos por vários elementos, sendo: o sensor, o relé de medida e disparo e o dispositivo de seccionamento. A figura 5 mostra um Disjuntor DR monopolar.

Figura 4 - Disjuntor DR



- F1 – Dispositivo DR de proteção contra a correntes de fuga à terra
- T – Transformador diferencial toroidal
- L – Disparador eletromagnético
- R – Carga
- A – Fuga à terra por falha da isolamento
- $\phi F$  – Fluxo magnético da corrente residual
- $I_F$  – Corrente secundária residual induzida

Fonte: Site Schneider Electric

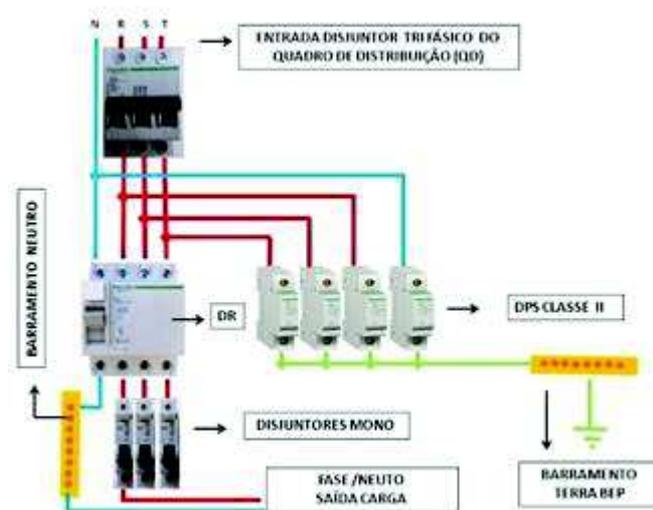
<sup>5</sup> Contato Direto se refere ao contato de uma pessoa com um condutor que normalmente está energizado.

<sup>6</sup> Contato Indireto se refere a uma pessoa que entra em contato com uma parte condutora que normalmente não está energizada, mas que se torna energizada acidentalmente devido a uma falha de isolamento ou alguma outra causa.

## Dispositivo de Proteção contra Surtos (DPS)

As descargas atmosféricas, é a causa mais frequente da queima de aparelhos eletroeletrônicos. Para proteção contra as descargas atmosféricas, é utilizado, junto ao quadro de distribuição, o DPS. Utilizado para limitar as sobretensões e descarregar a terra os surtos de corrente originários de descargas atmosféricas nas redes de energia, os dispositivos DPS são aplicados na proteção de equipamentos conectados às redes de energia. São capazes de evitar qualquer tipo de dano, descarregando para a terra os pulsos de alta-tensão causados pelos raios. A figura 5 mostra a disposição do DPS no centro de distribuição.

Figura 5 - Dispositivo DPS



Fonte: Site Portal Eletricista

## Eletrodutos rígidos e flexíveis.

São canalizações destinadas a colocação e à proteção dos condutores elétricos. Conforme a figura 6, podem ser rígidos ou flexíveis.

Figura 6 - Eletrodutos



Fonte: Internet Tuboline

Os eletrodutos utilizados em instalações elétricas podem ser classificados em:

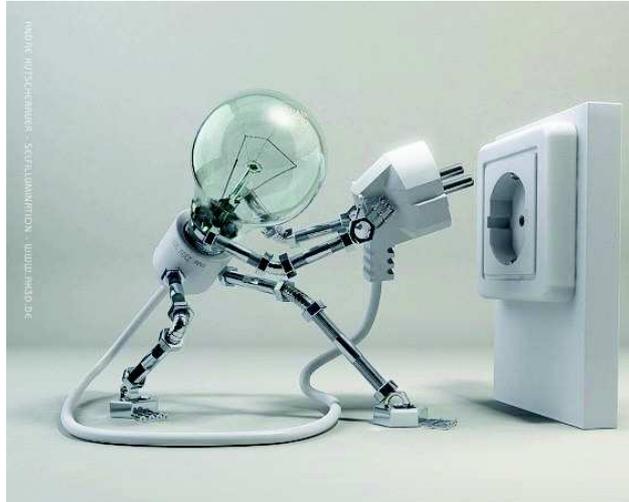
- Metálicos rígidos;
- PVC rígidos;
- Metálicos flexíveis;
- PVC flexíveis.

Nos eletrodutos só devem ser instalados condutores isolados, admitindo-se a utilização de condutor nu em eletroduto exclusivo de PVC, quando tal condutor destina-se a aterramento. Em princípio, os eletrodutos têm as seguintes funções gerais:

- Proteger os condutores contra ações mecânicas e contra corrosão;
- Proteger o meio ambiente contra perigos de incêndio, provenientes do superaquecimento ou da formação de arcos elétricos por curto-circuito.

## Tomadas.

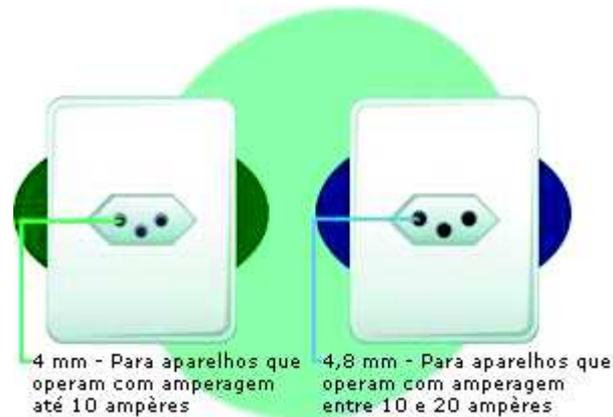
Figura 7 - Tomada



Fonte: Internet immi-canada

As tomadas são componentes que disponibilizam a energia elétrica aos aparelhos eletroeletrônicos. Em 2011 ocorreu uma padronização do modelo de tomadas, sendo que antes disso havia em torno de 12 modelos de plugues e 8 modelos de tomadas, o que tornava necessário o uso de diversos adaptadores. Em alguns casos, devido a diferenças entre o formato e a potência dos aparelhos tornavam o ato uma ameaça a segurança dos usuários. A figura 8 mostra o novo formato padronizado no Brasil, onde podemos também observar que há duas configurações para as tomadas, uma para plugues com diâmetro mais fino (4 mm), para aparelhos com corrente nominal de até 10 ampères e para plugues mais grossos (4,8 mm) , para equipamentos que operam em até 20 ampères.

Figura 8 - Tomada

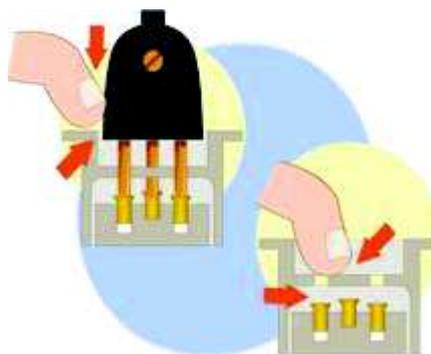


Fonte: INMETRO

Essa distinção se fez necessária para garantir a segurança dos consumidores, pois evita a ligação de equipamentos de maior potência em um ponto não projetado para suportar tal corrente elétrica.

Uma outra característica dessas tomadas é o formato em poço. Conforme nos mostra a figura 9, esse fato dificulta o contato do dedo com a corrente elétrica e impede que seja inserido somente um pino do plugue, evitando o contato acidental do usuário, tornando as tomadas mais seguras.

Figura 9 - Tomada e Plugue



Fonte: Site INMETRO

## 6 PROCEDIMENTOS SEGUROS PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS

Conforme dados do DataSUS (2014), nos últimos dez anos foram registrados 13.776 internações com 379 óbitos e mais 15.418 **mortes imediatas** decorrentes de acidentes relativos à exposição a correntes elétricas em residências, escolas, asilos e locais de trabalho. Além disso, dentre os acidentados, o choque elétrico é a terceira maior causa de morte infantil. Se em empresas, onde trabalham pessoas técnicas, com conhecimento em eletricidade, mesmo assim ainda ocorrem acidentes, em residências, onde na maioria dos casos os usuários não tem o mínimo conhecimento sobre energia elétrica, o risco de acidentes é muito maior.

A NR10 (Norma Regulamentadora 10), no capítulo 10.6.1.2 diz que *as operações elementares como ligar e desligar circuitos elétricos, realizadas em baixa tensão, com materiais e equipamentos elétricos em perfeito estado de conservação, adequados para operação, podem ser realizadas por qualquer pessoa não advertida*. Mesmo essa Norma sendo específica para os trabalhadores da indústria, pode e deve ser tomada como referência para as instalações elétricas residenciais. O capítulo 10.8 da NR10 fala sobre a Qualificação e habilitação do profissional responsável pelo Projeto ou da instalação elétrica. Um Profissional Qualificado é aquele que comprova a conclusão de curso específico na área de elétrica reconhecido pelo Sistema Oficial de Ensino. Já Habilitado é o Profissional previamente Qualificado e com registro no competente conselho de classe.

Quando se deseja realizar uma instalação elétrica residencial, a primeira providência é contratar um Profissional Qualificado e Habilitado para tal função. Esse Profissional deve Anotar a Responsabilidade Técnica (ART) para o Projeto, e outra ART para a execução.

Hoje, a única fiscalização que é realizada nas obras residenciais, é referente a entrada de energia elétrica, se essa se encontra conforme o RIC (Regulamento de Instalações Consumidoras), e referente ao projeto arquitetônico, sendo que é de extrema importância verificar também se o Projeto Elétrico da residência atende a **ABNT NBR-5410**.

Na instalação elétrica das residências, alguns cuidados devem ser tomados.

Os componentes utilizados na instalação, devem ser de boa qualidade e possuírem o selo do INMETRO.

Os condutores podem ser flexíveis ou rígidos, sempre respeitando a capacidade correto de cada circuito. Para as tomadas, a bitola mínima do condutor é de 2,5 mm<sup>2</sup>, sendo que para chuveiros e condicionadores de ar devem atender a potência instalada de cada aparelho, podendo chegar a 4 ou 6 mm<sup>2</sup>, dependendo da carga. Outro ponto relevante em relação aos condutores, é verificar se os mesmos são produzidos com compostos com retardantes de chama, onde, em caso de ocorrência de incêndio o condutor tenha baixa emissão de fumaça e gases tóxicos.

Os disjuntores, sempre que possível devem ser magnéticos, para proteção contra curto circuito e sobrecarga, e para os circuitos devem ser adotados disjuntores DR, para proteção contra possíveis choques elétricos nos usuários. Os disjuntores devem ser alocados em um CD (Centro de Distribuição) onde deve ter a barra de aterramento. No CD também deve ser instalado os DPS para proteção dos equipamentos contra descargas atmosféricas.

Os eletrodutos devem ser de boa qualidade, para que não sofram deformações que impeçam a passagem dos condutores em seu interior, conforme a figura 10.

Figura 10 - Eletroduto danificado



Fonte: Site TX Elétrica

De acordo com a ABNT NBR-5410 (2004), a área útil do eletroduto e respectivos acessórios de ligação devem permitir que se possa instalar e retirar facilmente os condutores. Para viabilizar esta exigência é necessário que:

a) à taxa máxima de ocupação em relação à área da seção transversal dos eletrodutos não seja superior a:

- 53% no caso de um condutor (fio ou cabo);
- 31% no caso de dois condutores (fios ou cabos);
- 40% no caso de três ou mais condutores (fios ou cabos).

Figura 11 - Ocupação em Eletroduto com condutores



Fonte: Apostilha de Instalações Elétricas

b) não haja trechos contínuos (sem interposição de caixas ou equipamentos) retilíneos de tubulações maiores que 15 m, sendo que, nos trechos com curvas, essa distância deve ser reduzida de 3 m para cada curva de 90°. Em cada trecho de tubulação, entre duas caixas, entre extremidades, ou entre extremidade e caixa, podem ser previstas no máximo três curvas de 90° ou o seu equivalente até no máximo 270°. Em nenhuma hipótese devem ser prevista curvas com deflexão superior a de 90°.

Os demais componentes, tais como interruptores e luminárias, podem ser a critério do usuário desde que tenha o selo do INMETRO.

## 7 CONCLUSÃO

Esse trabalho tem o intuito de mostrar a importância de uma instalação elétrica segura, mas sem a fiscalização, e exigência de um profissional responsável pelo projeto e execução da instalação, por parte dos setores competentes, a triste realidade de possíveis acidentes, decorrentes da energia elétrica, ainda continuará acontecendo.

É fundamental para uma instalação elétrica residencial, segura aos usuários, os cuidados descritos nesse artigo. A contratação de profissionais, com o devido conhecimento das Normas (ABNT NBR-5410), e a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), garante ao contratante um projeto e instalação adequados, pois qualquer problema que se apresente o Profissional contratado será responsabilizado. Mas os usuários, e os órgãos fiscalizadores, que neste caso deve ser em conjunto com o CREA (Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura) e o CAU (Conselho de Arquitetura e Urbanismo), também devem tomar alguns cuidados. Os Conselhos devem fiscalizar, além do projeto arquitetônico, também o Projeto Elétrico, e se esse foi elaborado por um Profissional qualificado e habilitado. Já os usuários, que contratam o serviço, devem ser criteriosos na aquisição dos equipamentos utilizados na instalação elétrica. Materiais de baixa qualidade podem comprometer toda uma instalação, sendo necessário alterações futuras.

Os proprietários que pretendem realizar um projeto arquitetônico, devem adotar o mesmo critério para o Projeto Elétrico, afim de preservar o investimento, evitando riscos ao patrimônio, e conseqüentemente tornar o convívio dos usuários das residências mais seguros.

## REFERÊNCIAS

KAGAN, N.; OLIVEIRA, C. B.; ROBBA, E. J. **Introdução aos Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica**. 1º Edição. São Paulo: Edgar Blucher, 2005.

FILHO, J. M. **Manual de Equipamentos Elétricos**. 3º Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

MELLO, H. C. F. **Setor Elétrico Brasileiro Visão Política e Estratégia**. Disponível em [http://www.eletronbras.com/elb/data/Pages/LUMISAB255DDOPTBRIE.htm#Setor Elétrico](http://www.eletronbras.com/elb/data/Pages/LUMISAB255DDOPTBRIE.htm#Setor%20El%C3%A9trico)>. Acesso em 10 out 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Resolução Normativa nº 482**. Cartilha de Acesso ao Sistema de Distribuição. Disponível em [http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/cartilha\\_revisao\\_3.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/cartilha_revisao_3.pdf)>. Acesso em 24 out 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Resolução Normativa nº 456**. Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/cedoc/res2000456.pdf>>. Acesso em 24 out 2016.

CUSINATO, L.J. **Apostila de Instalações Elétricos**. São Leopoldo, RS, 2011.

COTRIM, A. **Instalações Elétricas**. 5º Edição. São Paulo. Makron Books, 2008.

CREDER, H. **Instalações Elétricas**. 15º Edição. Rio de Janeiro. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2007.

NBR-5410. **Instalações Elétricas de Baixa Tensão**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2004.

COMPANHIA ESTADUAL DE ENERGIA ELÉTRICA – CEEE. **RIC – Regulamento de Instalações Consumidoras**. Disponível em [http://www.ceee.com.br/pportal/ceee/Archives/Upload/RIC\\_BT\\_2012\\_Vers%C3%A3o\\_1.4%20J\\_correto\\_27355.pdf](http://www.ceee.com.br/pportal/ceee/Archives/Upload/RIC_BT_2012_Vers%C3%A3o_1.4%20J_correto_27355.pdf)>. Acesso em 26 out 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E METROLOGIA – INMETRO. **Cartilha**. Disponível em <http://www.inmetro.gov.br/qualidade/pluguestomadas/cartilha.asp>>. Acesso em 29 out 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 10: Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Brasília, DF, 1978. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR-10-atualizada-2016.pdf>>. Acesso em 31 out. 2016.

COLEÇÃO ELÉTRICA. Volume 3. São Paulo. Atitude Editorial, 2008.

DATASUS. **Departamento de Informática do SUS**. Estatística. Disponível em: <[http://www.viass-eguras.com/os\\_acidentes/estatisticas/estatisticas\\_nacionais/estatisticas\\_do\\_ministerio\\_da\\_saude/acesso\\_as\\_estatisticas\\_datusus](http://www.viass-eguras.com/os_acidentes/estatisticas/estatisticas_nacionais/estatisticas_do_ministerio_da_saude/acesso_as_estatisticas_datusus)>. Acesso em 21 nov 2016.