

# Cursos Online EDUCA

[www.CursosOnlineEDUCA.com.br](http://www.CursosOnlineEDUCA.com.br)

Acredite no seu potencial, bons estudos!

## Curso Gratuito Eletricista Residencial

Carga horária: 60 hs



## **Conteúdo Programático:**

Apresentação da Norma NBR 5410/2004

Introdução à Eletricidade

Energia Elétrica - Geração, Transmissão e Distribuição

Explicando Tensão, Corrente, Resistência e Potência Elétrica

Explicando Resistividade e Circuitos Elétricos

Explicando o Que São Condutores, Isolantes, Resistores

As Funções dos Capacitores e Transformadores

Condutores Elétricos - Tipos e Classes Utilizadas

Ferramentas Ideais para o Eletricista

Multímetro - Definição e Leitura de Medições

As Definições Corretas de Instalações e Alimentação

Elementos Que Compõem as Instalações Elétricas

Entendendo o Projeto de Uma Instalação Elétrica - Parte 01

Entendendo o Projeto de Uma Instalação Elétrica - Parte 02

Eletrodutos - Instalação e Dimensionamento

Aterramento - Tipos e Dimensionamento

Motores Elétricos Monofásicos

Funcionamento do Motor Bomba e Chave Boia

O Que São Disjuntores Termomagnéticos?

Funcionamento e Instalação de Interruptores, Dimmers e Minuteiras

Tomadas Elétricas

Lâmpadas

Como Efetuar a Correta Emenda de Fios e Condutores

Instalação de Torneiras Elétricas e Chuveiros Elétricos

Choques Elétricos - Tipos

Efeitos do Choque Elétrico - Contrações Musculares

Efeitos do Choque Elétrico - Queimaduras

Causas Determinantes de Choques Elétricos

Os Perigos do Arco Elétrico

Campos Eletromagnéticos

Causas Diretas de Acidentes com Eletricidade

Causas Indiretas de Acidentes com Eletricidade

Equipamentos de Proteção Individual (EPI)

Primeiros Socorros em Caso de Acidente com Eletricidade

Normas ABNT sobre Instalações Elétricas

Bibliografia

## **Apresentação da Norma NBR 5410/2004**

A Norma NBR 5410 estabelece as condições e padrões normatizados que devem ser seguidos nas instalações elétricas de **baixa tensão**, garantindo assim a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens.

Este padrão normativo se aplica principalmente nas instalações elétricas de edificações, residenciais, comerciais, público, industrial, etc.

A versão atual da Norma NBR 5410 entrou em vigor em 31 de março de 2005, em substituição a versão do ano de 1997 e tem como principais itens que devemos destacar:

- a atualização das disposições referentes à proteção contra choques elétricos.
- a obrigatoriedade do uso de DPS (Dispositivos contra surtos responsáveis por garantir a integridade física da pessoa e também em equipamentos e instalações elétricas na ocorrência de sobretensão na rede).
- os requisitos específicos para locais de habitação (em particular a distribuição de pontos e a divisão de circuitos).
- o dimensionamento de cabos condutores suscetíveis à presença de correntes harmônicas, especificando a instalação de eletrodutos e sua verificação.
- a inspeção da instalação antes de iniciar o uso.

## **Introdução à Eletricidade**

A eletricidade é a forma de energia mais utilizada na sociedade atual; a facilidade em ser transportada dos locais de geração para os pontos de consumo e sua transformação normalmente simples em outros tipos de energia, como mecânica, luminosa, térmica, contribui em muito para o desenvolvimento industrial.

Com características adequadas à moderna economia, facilmente disponibilizada aos consumidores, a eletricidade sob certas circunstâncias, pode comprometer a segurança e a saúde das pessoas.

A eletricidade não é vista, é um fenômeno que escapa aos nossos sentidos, só se percebem suas manifestações exteriores, como a iluminação, sistemas de calefação, entre outros.

Em consequência dessa invisibilidade, a pessoa é, muitas vezes, exposta a situações de risco ignoradas ou mesmo subestimadas. Não se trata simplesmente de atividades de treinamento, mas desenvolvimento de capacidades especiais que o habilitem a analisar o contexto da função e aplicar a melhor técnica de execução em função das características de local, de ambiente e do próprio processo de trabalho. O objetivo deste curso é permitir ao aluno o conhecimento básico dos riscos a que se expõe uma pessoa que trabalha com instalações ou equipamentos elétricos, incentivar o desenvolvimento de um espírito crítico que lhe permita medir tais riscos e apresentar de forma abrangente sistemas de proteção coletiva e individual, que deverão ser utilizados na execução de suas atividades. Desta forma, portanto, o treinamento dirigido à prevenção de acidentes em nenhuma hipótese vai substituir treinamentos voltados à execução de tarefas específicas dos eletricitistas, permitindo, isto sim, ampliar a visão do trabalhador para garantir sua segurança e saúde.

Neste curso, serão apresentados de forma sucinta, entre outros, os conceitos básicos da eletricidade, o comportamento do corpo humano quando é exposto a uma corrente elétrica, as diversas formas de interação e possíveis lesões nos pontos de contato e no interior do organismo, bem como informações sobre primeiros socorros e atendimento em emergências.

A passagem de corrente elétrica, em função do efeito (Joule), é fonte de calor que, nas proximidades de material combustível na presença do ar, pode gerar um princípio de incêndio, e informações

gerais sobre o assunto devem ser abordadas, sempre visando melhor preparar o trabalhador para analisar os possíveis riscos da sua atividade.

Os trabalhos nas áreas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica apresentam riscos diferenciados em relação ao consumidor final, e um conhecimento geral das diversas metodologias de análise de riscos é fundamental para permitir a esperada avaliação crítica das condições de trabalho, sem a qual é praticamente impossível garantir a aplicação dos meios de controle colocados à disposição dos trabalhadores.

A Segurança é um DEVER de Todos. Destacam-se que o ferramental, EPI's, EPC's, componentes para sinalização e outros citados neste trabalho são apenas alguns dos materiais/ferramentas necessárias para a execução das atividades, bem como, os exemplos de passo a passo ou procedimentos de trabalho, análise preliminar de risco e seus controles exemplificados são orientativos e não representam a única forma para a realização das atividades com eletricidade, devendo cada empresa ou entidade educacional validá-los e adapta-los de acordo com suas particularidades.

A Eletricidade mata. Esta é uma forma bastante brusca, porém verdadeira, de iniciarmos o estudo sobre segurança em eletricidade.

Sempre que trabalhar com equipamentos elétricos, ferramentas manuais ou com instalações elétricas, você estará exposto aos riscos da eletricidade. E isso ocorre no trabalho, em casa, e em qualquer outro lugar. Você está cercado por redes elétricas em todos os lugares; aliás, todos nós estamos. É claro que no trabalho os riscos são bem maiores. É no trabalho que existe uma grande concentração de máquinas, motores, painéis, quadros de distribuição, subestações transformadoras e, em alguns casos, redes aéreas e subterrâneas expostas ao tempo. Para completar, mesmo os que não trabalham diretamente com os circuitos também se expõem aos efeitos nocivos da eletricidade ao utilizar ferramentas elétricas manuais, ou ao executar tarefas simples como desligar ou ligar circuitos e equipamentos, se os dispositivos de acionamento e proteção não estiverem adequadamente projetados e mantidos.

Embora todos nós estejamos sujeitos aos riscos da eletricidade, se você trabalha diretamente com equipamentos e instalações elétricas ou próximo delas, tenha cuidado. O contato com partes energizadas da instalação pode fazer com que a corrente elétrica passe pelo seu corpo, e o resultado são o choque elétrico e as queimaduras externas e internas. As consequências dos acidentes com eletricidade são muito graves, provocam lesões físicas e traumas psicológicos, e em muitas vezes são fatais. Isso sem falar nos incêndios originados por falhas ou desgaste das instalações elétricas. Talvez pelo fato de a eletricidade estar tão presente em sua vida, nem sempre você dá a ela o tratamento necessário. Como resultado, os acidentes com eletricidade ainda são muito comuns mesmo entre profissionais qualificados.

No Brasil, ainda não temos muitas estatísticas específicas sobre acidentes cuja causa está relacionada com a eletricidade. Entretanto, é bom conhecer alguns números a esse respeito. No Brasil, se considerarmos apenas o Setor Elétrico, assim chamado aquele que reúne as empresas que atuam em geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, temos alguns números que chamam a atenção.

Em 2002, ocorreram 86 acidentes fatais nesse setor, incluídos aqueles com empregados das empreiteiras. A esse número, entretanto, somam-se 330 mortes que ocorreram nesse mesmo ano com membros da população que, de diferentes formas, tiveram contato com as instalações pertencentes ao Setor Elétrico. Como exemplo desses contatos fatais, há os casos que ocorreram em obras de construção civil, contatos com cabos energizados, ligações clandestinas, instalações de antenas de TV, entre tantas outras causas. Um relatório completo é divulgado anualmente pela Fundação COGE.

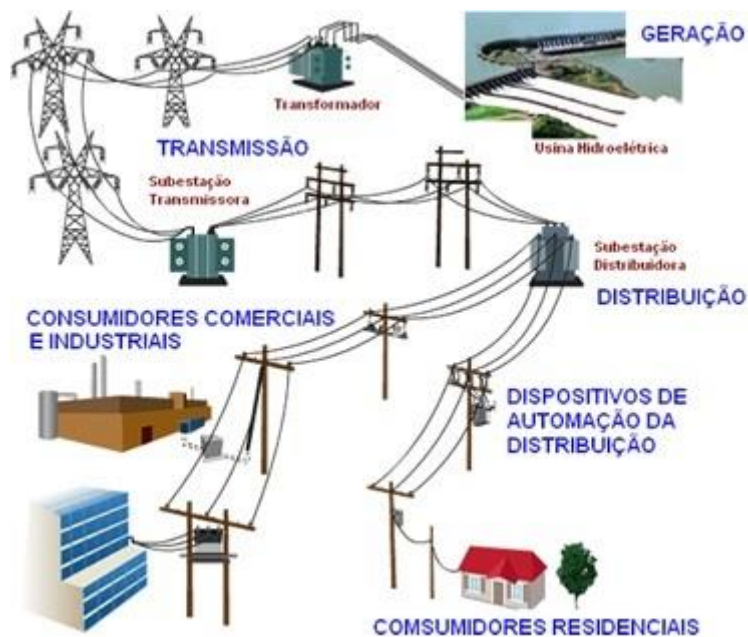
Para completar, entre 1.736 acidentes do trabalho analisados pelo Sistema Federal de Inspeção do Trabalho, no ano de 2003, a exposição à corrente elétrica encontra-se entre os primeiros fatores de morbidade/mortalidade, correspondendo a 7,84% dos acidentes analisados. Os principais riscos também serão apresentados neste curso e você irá aprender a reconhecê-los e a adotar procedimentos e medidas de controle, previstos na legislação e nas normas técnicas, para evitar acidentes.

## **Energia Elétrica - Geração, Transmissão e Distribuição**

No Brasil a energia elétrica que alimenta as indústrias, comércio e nossos lares é gerada principalmente em usinas hidrelétricas, onde a passagem da água por turbinas geradoras transformam a energia mecânica, originada pela força d'água, em energia elétrica. 80% da energia elétrica é produzida a partir de hidrelétricas, 11% por termoeletricas e o restante por outros processos como Usinas Nucleares e Eólica.

A partir da usina a energia é transformada, em subestações elétricas, e elevada a níveis de tensão (69/88/138/240/440 kV) e transportada em corrente alternada (60 Hertz) através de cabos elétricos, até as subestações rebaixadoras, delimitando a fase de Transmissão.

Já na fase de Distribuição (11,9 / 13,8 / 23 kV), nas proximidades dos centros de consumo, a energia elétrica é convertida nas subestações, com seu nível de tensão rebaixado e sua qualidade controlada, sendo transportada por redes elétricas aéreas ou subterrâneas, constituídas por estruturas (postes, torres, dutos subterrâneos e seus acessórios), cabos elétricos e transformadores para novos rebaixamentos (110 / 127 / 220 / 380 V), e finalmente entregue aos clientes industriais, comerciais, de serviços e residenciais em níveis de tensão variáveis, de acordo com a capacidade de consumo instalada de cada cliente.



Quando falamos em setor elétrico, referimo-nos normalmente ao Sistema Elétrico de Potência (SEP), definido como o conjunto de todas as instalações e equipamentos destinados à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica até a medição inclusive.

Com o objetivo de uniformizar o entendimento é importante informar que o SEP trabalha com vários níveis de tensão, classificadas em alta e baixa tensão e normalmente com corrente elétrica alternada (60 Hz).

Conforme definição dada pela ABNT através das NBR (Normas Brasileiras Regulamentadoras), considera-se baixa tensão, a tensão superior a 50 volts em corrente alternada ou 120 volts em corrente contínua e igual ou inferior a 1000 volts em corrente alternada ou 1500 volts em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra. Da mesma forma considera-se alta tensão, a tensão superior a 1000 volts em corrente alternada ou 1500 volts em corrente contínua, entre fases ou entre fase e terra.

## **Explicando Tensão, Corrente, Resistência e Potência Elétrica**



Nos condutores, existem partículas invisíveis chamadas elétrons, que estão em constante movimento de forma desordenada. Para que os elétrons se movimentem de forma ordenada é preciso que se aplique uma força, de modo que se estabeleça um fluxo ordenado de elétrons.

Assim podemos considerar que quando existir uma diferença entre as extremidades de um condutor de concentração de elétrons, existirá um potencial elétrico ou uma tensão elétrica entre esses dois pontos.

Através destes conhecimentos, definimos tensão elétrica da seguinte maneira:

**A TENSÃO ELÉTRICA:** é a força que impulsiona os elétrons livres nos fios. A tensão elétrica é também conhecida como diferença de potencial (d.d.p.).

Unidade de medida: Volt ( V )

Aparelho de medida de tensão elétrica: voltímetro

#### **Tipos De Tensão Elétrica:**

- Tensão elétrica contínua: É aquela que não varia ao longo do tempo. Possui a sua polaridade definida. Como exemplos de fontes de tensão contínua temos as pilhas e baterias.

- Tensão elétrica alternada: É aquela que troca de polaridade constantemente, provocando nos circuitos um fluxo de corrente ora em um sentido, ora em outro. A tensão elétrica disponível nas residências é do tipo alternada, razão pela qual a maior parte dos equipamentos elétricos é construído para funcionar alimentado a partir deste tipo de corrente elétrica.

**CORRENTE ELÉTRICA:** Os elétrons livres dos átomos de uma certa substância normalmente se deslocariam em todas as direções. Quando, em um condutor, o movimento de deslocamento de elétrons livres for mais intenso em um determinado sentido, diz-se que existe uma corrente elétrica ou um fluxo elétrico no condutor.

A intensidade da corrente elétrica é caracterizada pelo número de elétrons livres que atravessa uma determinada seção do condutor na unidade de tempo.

Através destas informações definimos corrente elétrica da seguinte forma :

Corrente elétrica é o movimento ordenado dos elétrons livres nos condutores, quando existe uma diferença de potencial (tensão) elétrico entre suas extremidades.

Unidade de medida: ampére (A);

Aparelho de medida de corrente elétrica: amperímetro.

#### **Tipos De Corrente Elétrica:**

- Corrente contínua (CC): Corrente Contínua é aquela cuja intensidade é constante e sempre no mesmo sentido.

Exp: pilhas comuns e baterias.

- Corrente alternada (CA): Corrente Alternada é aquela cuja intensidade varia senoidalmente com o tempo e cujo sentido inverte periodicamente.

Ex. : corrente utilizada nas residências.

**RESISTÊNCIA ELÉTRICA (R)**: É a dificuldade encontrada pela corrente elétrica ao atravessar um corpo.

- Unidade de medida: ohm (  $\Omega$  );

- Aparelho de medida de resistência elétrica: ohmmímetro;

\*Obs.: para medir a resistência de um aparelho a rede deve estar desligada, caso contrário poderá danificar o equipamento (ohmmímetro).

Todos os materiais apresentam resistência elétrica, desta forma podemos classificá-lo em 3 grupos: condutores, isolantes e resistores.

a) condutores: oferecem relativa facilidade à passagem da corrente elétrica (baixa resistência);

b) isolantes: oferecem muita dificuldade, sendo quase impossível a passagem da corrente elétrica (alta resistência);

c) resistores: permitem a passagem de corrente elétrica, mas oferecem uma certa resistência. Transformam energia elétrica em calor.

A resistência elétrica de um condutor depende ainda de quatro fatores: material, comprimento, área da seção (bitola) e temperatura, e será estudado em um tópico à parte (Resistividade) onde serão analisados cada uma destas características.

**POTÊNCIA ELÉTRICA (P)**: É definida como sendo o trabalho efetuado na unidade de tempo. Assim como a potência hidráulica é dada pelo produto do desnível energético pela vazão, a potência elétrica, para um circuito com resistência, é obtida pelo produto da tensão E pela corrente elétrica I:

$$P = E * I$$

Unidade de medida: watt (W)

Aparelho de medida de potência elétrica: wattímetro

Como vimos anteriormente a tensão (E) faz movimentar os elétrons, dando origem a corrente elétrica (I). Existindo corrente ocorrerá algum tipo de fenômeno.

Exp: circuito simples onde uma lâmpada é acesa. O que ocorre? Quais os fenômenos que são percebidos? Luz e calor.

Na introdução ao estudo da potência elétrica definimos que potência elétrica é o produto de uma tensão elétrica E por uma corrente I, onde obtemos como unidade de medida o watt (W). No entanto, este produto fornece “na realidade” uma unidade de potência expressa em volt - ampère (VA), a qual denominamos Potência Aparente.

Esta diferenciação, para fins de entendimento, existe pelo fato de trabalharmos com dois tipos de tensão elétrica (contínua e alternada).

Portanto, sempre que trabalharmos em tensão contínua deveremos nos referir a uma potência, cuja unidade de medida é

o Watt (W), e quando trabalharmos em tensão alternada (na maioria dos casos), utilizaremos o volt - ampère (VA) - potência aparente, a qual é composta de duas parcelas: potência ativa (W) e potência reativa (Var).

Potência ativa: é a parcela efetivamente transformada em outras formas de potência: potência mecânica, potência térmica e potência luminosa, ou seja é a energia que realmente produz algum tipo de trabalho. Em termos práticos é a energia que consumimos e pagamos. A unidade de medida desta forma de potência é o Watt (W).

Potência reativa: é a parcela transformada em campo magnético, necessário por exemplo ao funcionamento de motores, transformadores e reatores. Este tipo de energia não gera trabalho nenhum (desperdício).

Logo, é uma energia que não consumimos mas pagamos.

A unidade de medida da potência reativa é o volt-ampère-reativo (Var).

A relação entre a potência ativa (W) e a potência aparente (VA) nos fornece o que chamamos de fator de potência, muito importante para as indústrias e concessionárias de energia elétrica.

## **Explicando Resistividade e Circuitos Elétricos**

**RESISTIVIDADE**: Todos os materiais, em sua constituição física, facilitam, dificultam ou até mesmo impedem à passagem da corrente elétrica.

A facilidade encontrada pela corrente elétrica ao passar pelos materiais é denominada CONDUTÂNCIA (G).

Porém, em contrapartida à condutância, os materiais sempre oferecem certa oposição à passagem da corrente elétrica.

A essa dificuldade encontrada pela corrente elétrica ao percorrer um material é denominada RESISTÊNCIA ELÉTRICA (R).

Todo material condutor de corrente elétrica apresenta certo grau de condutância e de resistência. Quanto maior for a condutância do material, menor será sua resistência. Se o material oferecer grande resistência, proporcionalmente apresentará pouca condutância.

A condutância e a resistência elétrica se manifestam com maior ou menor intensidade nos diversos tipos de materiais.

Por exemplo: no cobre a condutância é maior que a resistência, já no plástico a resistência é muito maior que a condutância.

**CIRCUITOS ELÉTRICOS:** É o caminho fechado pelo qual circula a corrente elétrica. Um circuito elétrico é constituído basicamente por quatro componentes fundamentais :

a) Fontes Geradoras: Fonte geradora de energia elétrica é a que gera ou produz energia elétrica, a partir de outro tipo de energia. Ex.: pilha da lanterna, bateria do automóvel e usina hidrelétrica.

b) Consumidor da Energia: Aparelho consumidor é o elemento do circuito que emprega a energia elétrica para realizar trabalho. A função do aparelho consumidor no circuito é transformar a energia elétrica em outro tipo de energia. Ex.: furadeira, ferro de soldar, televisor, etc.

c) O Condutor Elétrico: O condutor elétrico faz a ligação entre o consumidor e a fonte geradora, permitindo a circulação da corrente.

d) O Dispositivo De Manobra: O dispositivo de manobra é um componente ou elemento que nos permite manobrar ou operar um circuito. O dispositivo de manobra permite ou impede a passagem da corrente elétrica pelo circuito. Acionando o dispositivo de manobra, ligamos ou desligamos os consumidores de energia.

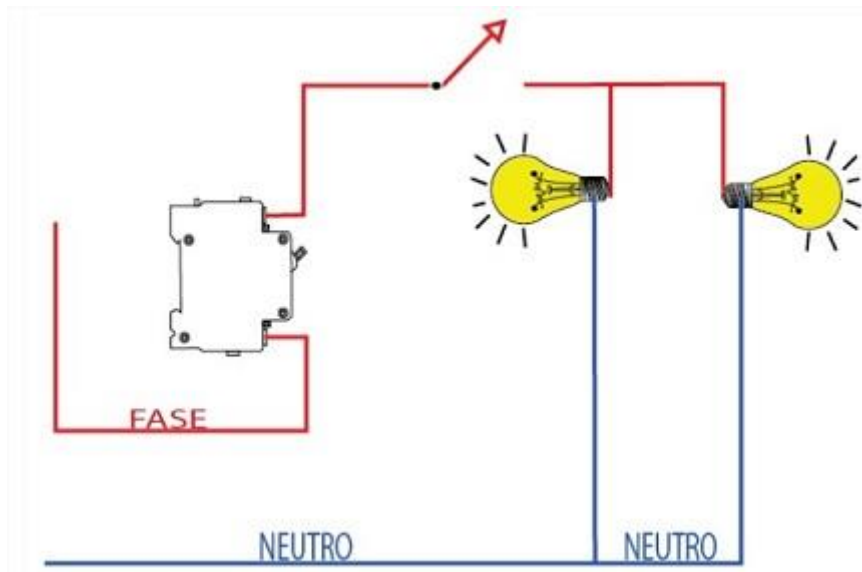
Circuito Fechado: É o circuito não interrompido; ele tem continuidade e dá passagem à corrente elétrica.

Circuito Aberto: É o circuito interrompido, que não tem continuidade, o circuito pode ter sido interrompido por um dispositivo de manobra ou , até mesmo por uma interrupção acidental.

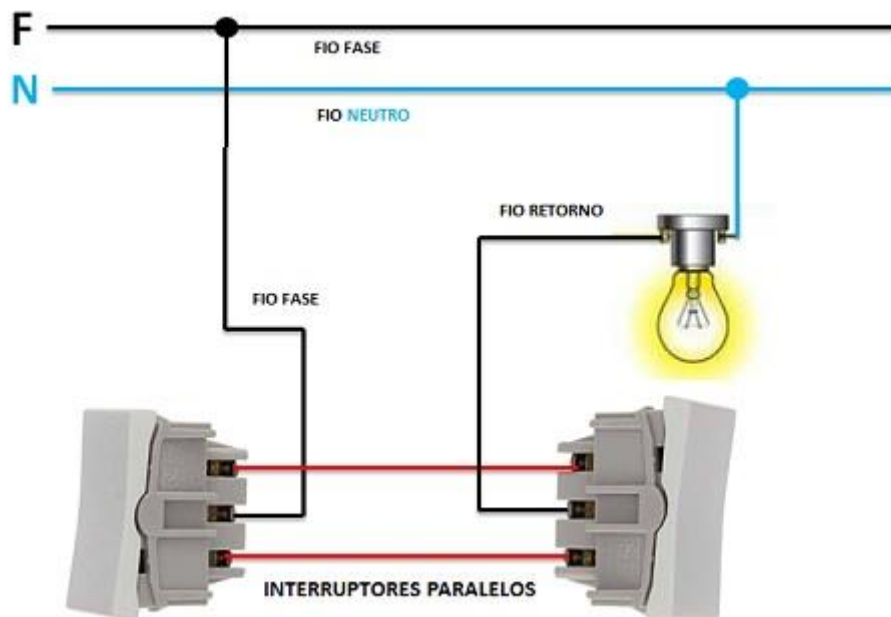
**TIPOS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS:**

Circuito em Série: É o mais simples dos circuitos, pois liga seus componentes um após o outro, desta forma a corrente que passa por todos os elementos é a mesma. A falha de um dos elementos do circuito faz com que o mesmo deixe de funcionar, isto é, ocasiona sua interrupção.

Isto significa que o circuito em série tem funcionamento dependente, ou seja, um componente só pode funcionar quando todos os outros também funcionarem.



Circuito em Paralelo: O funcionamento de um elemento independe do funcionamento dos demais, isto é, uma fonte receptora pode funcionar sem que os outros elementos estejam ligados.



Circuito Elétrico Misto: É o circuito que apresenta seus elementos ligados alguns em série e outros em paralelo sendo uma união dos dois circuitos.

Como o circuito misto é uma mistura de circuitos em série com em paralelo, terá trechos com funcionamento independente (paralelo) e trechos com funcionamento dependente (série).

## Explicando o Que São Condutores, Isolantes, Resistores

**CONDUTORES**: são materiais que devido à sua constituição atômica, possuem um grande número de elétrons, e por não sofrerem forte atração por parte do núcleo do átomo, podem ser retirados de suas órbitas com relativa facilidade.

Devido à pouca atração exercida pelo núcleo do átomo, estes materiais apresentam grande condutância e pequena resistência.

Não existe um condutor perfeito, por maior que seja a sua condutância, sempre existirá resistência.

Os materiais condutores são utilizados para transportarem ou conduzirem a corrente elétrica.

Abaixo citaremos os 4 melhores condutores:

- Ouro: é o melhor condutor elétrico, devido ao seu alto custo é pouco empregado na eletricidade;

- Prata: é considerado o 2º melhor condutor elétrico, sendo pouco empregado na eletricidade, devido ao seu alto custo. Na eletricidade a prata é utilizada em contadores, recobrindo ou mesmo confeccionando os contatos internos.

- Cobre: é o 3º melhor condutor elétrico, é o material mais empregado em eletricidade, devido ao seu custo relativamente baixo. O cobre é empregado na confecção de contatos de interruptores, receptáculos, fios, etc.

- Alumínio: é o 4º melhor condutor elétrico. É bastante empregado na confecção de condutores usados nas linhas de transmissão de energia, das usinas geradoras até as cidades.

**ISOLANTES:** São materiais que possuem grande resistência à passagem da corrente elétrica. Neste grupo de materiais os elétrons estão presos aos átomos por uma força de atração muito maior do que nos materiais condutores.

Devido a essa característica, estes materiais oferecem pequena condutância e grande resistência. Não existe isolante perfeito, por maior que seja a sua resistência, sempre existirá condutância.

Os materiais isolantes mais utilizados são: o plástico, a borracha, a baquelita, a porcelana e a mica.

- Plástico: é empregado no isolamento de condutores, corpo de tomadas, carcaça de eletrodomésticos, interruptores, plugues, etc.

- Borracha: é empregado na fabricação de isolamento de condutores.

- Baquelita: é empregada na confecção do corpo de interruptores, tomadas e na base e corpo de chaves.

- Porcelana: é empregada na fabricação de roldanas e bases de chaves.

- Mica: é empregado em locais onde serão desenvolvidas altas temperaturas, como por exemplo, entre a resistência e a carcaça do ferro de soldar, ferro de passar roupas, etc.



**RESISTORES:** São materiais que oferecem uma certa resistência à passagem da corrente elétrica. Sua função específica é transformar energia elétrica em calor.

Nestes materiais os elétrons estão presos ao núcleo do átomo por uma força de atração maior do que nos materiais condutores e menor que nos materiais isolantes.

Devido a essa característica, estes materiais oferecem média condutância e média resistência.

Dentre os materiais considerados resistores elétricos, os mais usados em eletricidade são: o tungstênio e o níquel-cromo.

- Tungstênio: é utilizado na confecção de filamentos de lâmpadas incandescentes.

- Níquel-cromo: é bastante utilizado na confecção de resistência de eletrodomésticos, tais como em chuveiros, fogão elétrico, etc.

## As Funções dos Capacitores e Transformadores

**CAPACITORES:** os capacitores têm a função de armazenar cargas elétricas, em forma de campo eletrostático. É um componente basicamente formado por duas placas metálicas, separadas por um isolante chamado de dielétrico. O material de que é feito o dielétrico (material isolante colocado para separar as placas uma da outra) é quem define o nome do capacitor.

Exp:

- Dielétrico de mica= capacitor de mica;
- Dielétrico de plástico = capacitor de poliéster.



SIMBOLO



Como qualquer componente eletrônico, os capacitores apresentam características elétricas e mecânicas, através dos quais são especificados abaixo veremos as mais importantes:

**Capacitância (C) :** A propriedade (capacidade) dos capacitores armazenarem cargas elétricas. A unidade de capacitância é o FARAD, representada pela letra F e se define como a capacitância de reter uma carga de 1 coulomb (1C), quando é aplicada a tensão de 1 volt(1V).

Para as medidas usuais dos capacitores, utiliza-se geralmente o seu submúltiplo.

Fatores que influenciam na capacitância:

- Dimensões das placas – Quanto maior a área das placas maior a capacidade de armazenamento de carga.
- Distância entre as placas – Quanto menor a distância entre as placas, ou seja, quanto menor a espessura do dielétrico maior é a capacidade de armazenamento-Capacitância.
- Material de que é feito o dielétrico – Quanto maior for a rigidez dielétrica do capacitor, maior será a capacitância.

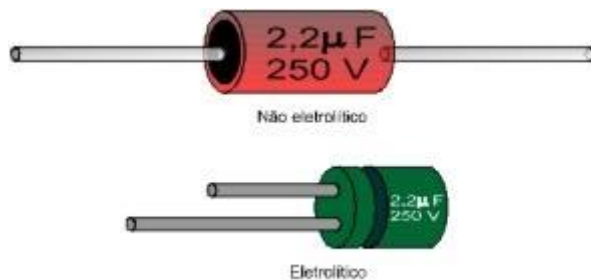
Tolerâncias: A capacitância real de um capacitor deve ficar dentro dos limites de tolerância de fabricação, que pode ser tão baixa quanto 5% (capacitores de precisão) ou tão alta quanto 30%, como acontece com os capacitores eletrolíticos.

Tensão de Isolação: É a tensão máxima que pode ser aplicada ao capacitor sem que o mesmo seja danificado.

Obs: Não se deve submeter um capacitor a uma tensão acima da recomendada pelo fabricante. Sob pena de danificar e até furar o dielétrico e provocar fuga no capacitor. Em caso de substituição de componentes, a isolação do capacitor substituto poderá ser maior que a isolação do capacitor original, nunca poderá ser menor.

**O CAPACITORES ELETROLÍTICOS:** os capacitores eletrolíticos são capacitores fixos cujo processo de fabricação permite a obtenção de altos valores de capacitância com pequeno volume.

As figuras a seguir permitem uma comparação entre as dimensões de um capacitor eletrolítico e um não eletrolítico de mesmo valor.

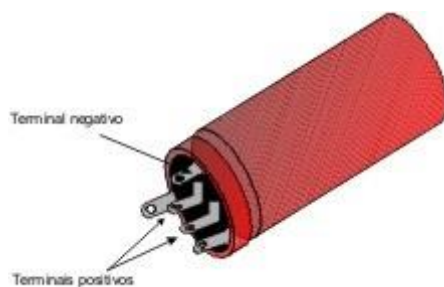


O símbolo dos capacitores eletrolíticos expressa a polaridade das armaduras.

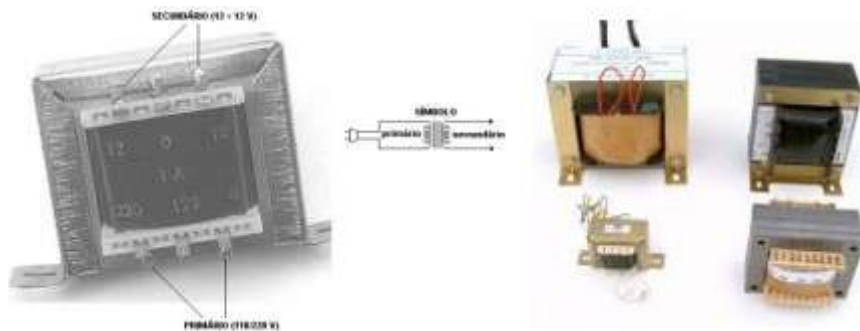


**CAPACITORES COM MULTÍPLA CAPACITÂNCIA:** existem ainda os capacitores múltiplos, que consistem em dois, três ou até mesmo quatro capacitores no mesmo invólucro. Em geral, nesses capacitores haverá um terminal comum a todos os capacitores.

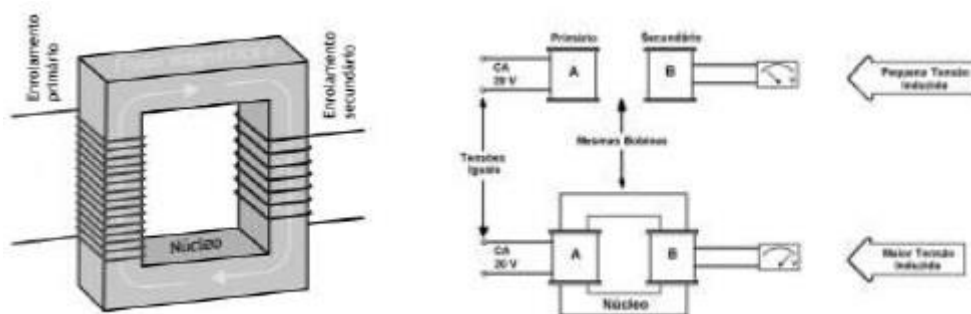
Este tipo capacitor é geralmente utilizado para a partida, e controle de velocidade para motores de ventiladores de teto.



**TRANSFORMADORES:** os transformadores são componentes capazes de aumentar ou diminuir uma tensão e uma corrente através do eletromagnetismo que flui por suas espiras quando energizadas. O transformador é um dispositivo que permite elevar ou abaixar os valores de tensão ou corrente em um circuito de CA.



Todo o fluxo magnético é conduzido pelo núcleo.



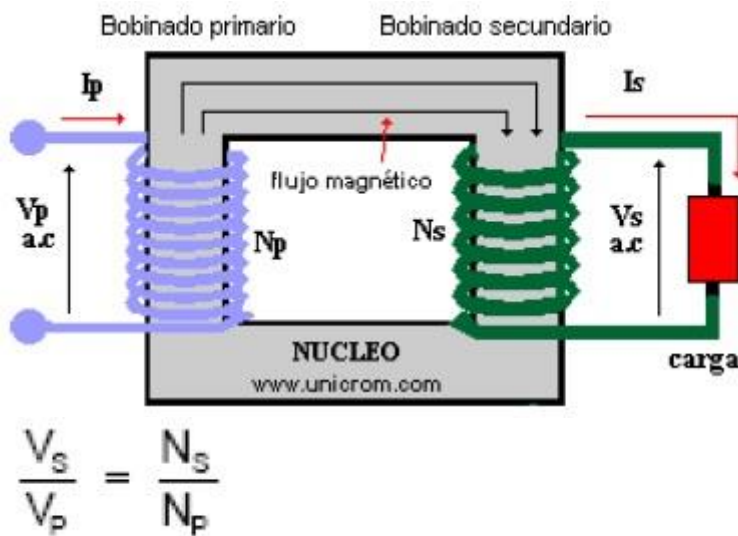
A aplicação de uma corrente variável com o tempo em uma das bobinas gera um fluxo magnético que, por sua vez, induz uma tensão na outra conforme lei de Faraday.

A bobina que recebe a corrente é denominada bobina ou enrolamento primário. Na bobina ou enrolamento secundário, está presente a tensão induzida.

Transformadores práticos costumam ter apenas um enrolamento primário, mas podem ter mais de um secundário.

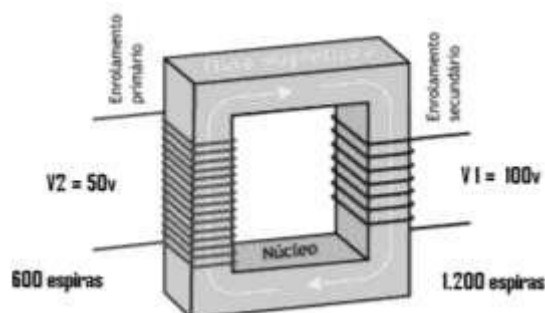
Relação do transformador: Quando aplicamos uma tensão alternada na bobina de entrada, denominada “primário”, induzirá uma tensão no secundário, cujo valor dependerá da relação entre o número de espiras das duas bobinas e do valor da tensão aplicada ao Primário. Assim, se a bobina de saída tiver o dobro do número de espiras da entrada, a tensão de saída será dobrada, Da mesma

forma, se tiver metade do número de espiras, a tensão será reduzida à metade.

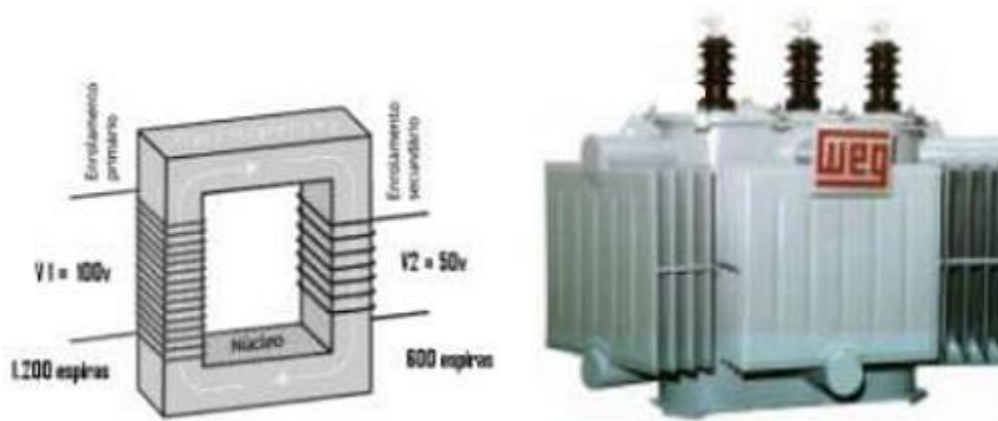


**Tipos de transformador quanto à relação de transformação:** quanto à relação de transformação os transformadores podem ser classificados em três grupos:

Transformador elevador: Denomina-se transformador elevador todo o transformador com uma relação de transformação maior que 1 ( $N_s > N_p$ ). Devido ao fato de que o número de espiras do secundário é maior que do primário a tensão do secundário será maior que a do primário ( $N_s > N_p$ , logo  $V_s > V_p$ ).



Transformador abaixador: É todo o transformador com relação de transformação menor que 1 ( $N_s < N_p$ ). Neste tipo de transformadores a tensão no secundário é menor que no primário ( $N_s < N_p$ , logo  $V_s < V_p$ ).

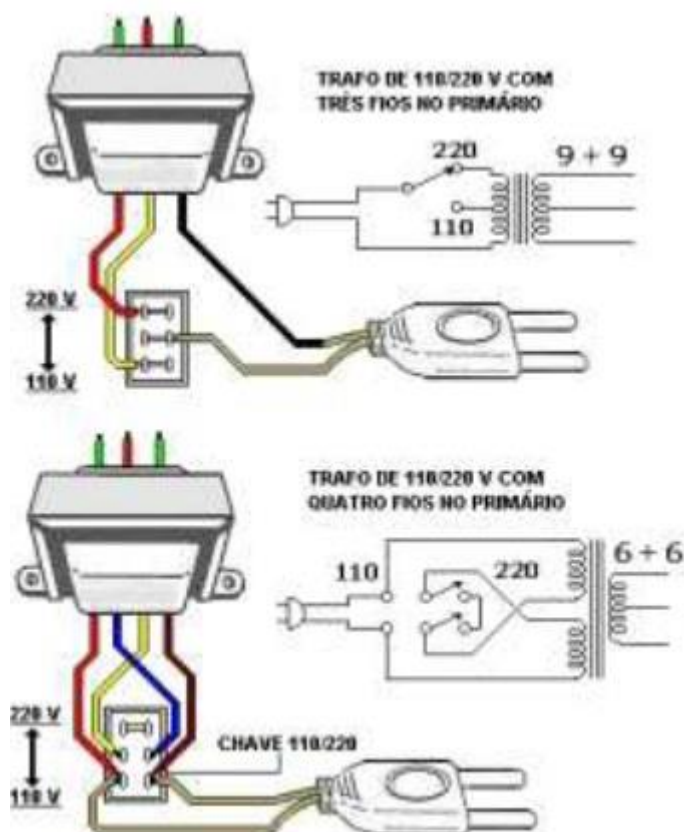


Transformador Isolador: Denomina-se de isolador o transformador que tem uma relação de transformação 1 ( $N_S = N_P$ ). Como o número de espiras do primário e secundário é igual, a tensão no secundário é igual a tensão no primário ( $N_S = N_P$  logo  $V_S = V_P$ )

Este tipo de transformador é utilizado para isolar eletricamente um aparelho da rede elétrica. Os transformadores isoladores são muito utilizados em laboratórios de eletrônica para que a tensão presente nas bancadas seja eletricamente isolada da rede, sendo também utilizado nos chamados módulo isolador com o intuito de operar o computador sem a utilização do aterramento.



Transformadores com múltiplos terminais: Estes transformadores poderão operar com tensão em 110/220v e dependendo do tipo, podem também fornecer dois ou mais valores de tensão no secundário.



## Condutores Elétricos - Tipos e Classes Utilizadas

**CONDUTORES ELÉTRICOS:** são componentes responsáveis pela condução de energia elétrica até os consumidores. Nas instalações residenciais apenas condutores de cobre exceto o condutor de proteção. Nas instalações comerciais e nas transmissões das concessionárias se permitido o uso de condutores de alumínio com secção transversal igual ou superior a 50 mm<sup>2</sup>. Podem se encontrar três tipos de condutores fase, neutro e de proteção.

Fase: Este condutor é responsável pela condução de elétrons em sua periferia e tem a utilidade de alimentar os consumidores elétricos por exemplo: lâmpadas, motores, maquinas e eletrodomésticos em geral.



símbolo utilizado


Retorno: Tem a mesma função do condutor fase com diferença de ser interrompido por um interruptor ou um disjuntor e só conduz se o dispositivo estiver em sua posição fechada ao contrario não conduz.

 símbolo utilizado

Neutro: Condutor que possui uma carga neutra ou nula e tem a utilidade de referencial no circuito com a ausência deste condutor a carga não funciona.

 símbolo utilizado

Terra: O condutor de terra é posto no circuito para proteger contra fuga de corrente provocada por uma possível falha na isolação dos consumidores ou mesmo na instalação elétrica. Este mesmo condutor é utilizado para aterrar o neutro na entrada com o medidor de energia:

 símbolo utilizado

**Padrão de cores dos condutores segundo a NBR 5410:**

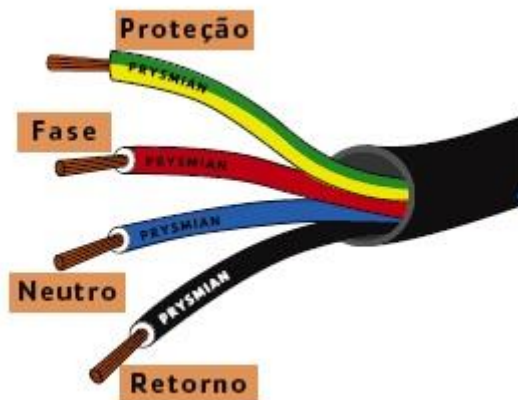
Fase: este condutor usa cores fortes como: marrom, preto, vermelho, branco e cinza.

Retorno: utiliza mesmas cores do condutor fase.

Neutro: este condutor utiliza apenas a cor azul claro.

Terra/Proteção: para o condutor de proteção a cor verde se for temporário ou verde-amarelo quando permanente.





Os condutores em geral possuem uma capacidade de condução de corrente de acordo com sua secção transversal, a seguir mostraremos uma tabela com as características de cada condutor a respeito da capacidade admissível de corrente.

mm <sup>2</sup>	Amperes
1,5	15
2,5	21
4	28
6	36
10	50
16	68
25	89
35	111
50	134
70	171
95	207
120	239
150	272
185	310
240	364
300	419
400	502
500	578

**Classe de isolamento de temperatura e tensão dos condutores:** Isolantes elétricos são aqueles materiais que tem pouco elétrons livres e que resistem ao fluxo dos mesmos. Alguns materiais desta categoria são: Plástico (resinas), Silicone, Borracha, Vidro (cerâmicas), Óleo, Água pura deionizada.

A resistência desses materiais ao fluxo de cargas é boa, e por isso são usados para encapar fios elétricos de cobre, seja em uma torre de alta tensão ou cabo de uma secadora.

São os materiais que possuem altos valores de resistência elétrica e por isso não permitem a livre circulação de cargas elétricas, por exemplo borracha, silicone, vidro, cerâmica. O que torna um material bom condutor elétrico é a grande quantidade de elétrons livres que ele apresenta à temperatura ambiente, com o material isolante acontece o contrário, ele apresenta poucos elétrons livres à temperatura ambiente.

Os isolantes elétricos são separados de acordo com a tensão que se quer fazer o isolamento. Um pedaço de madeira, por exemplo, só pode ser considerado isolante até uma determinada classe de tensão, se elevarmos essa tensão a determinados níveis, ele pode se tornar um condutor de eletricidade.

Tabela de informação quanto à secção transversal de fase e neutro.

Fase mm <sup>2</sup>	Neutro mm <sup>2</sup>
25	25
35	25
50	25
70	35
95	50

Tabela de referência quanto à secção transversal entre fase e terra.

Fase mm <sup>2</sup>	Terra mm <sup>2</sup>
16	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50

## Ferramentas Ideais para o Eletricista

Assim como qualquer profissional, o eletricista necessita de ferramentas específicas e com proteções especiais, como por exemplo, classe de isolamento contra indução eletromagnética. Por isso, apresentaremos algumas ferramentas que são empregadas nesta profissão, posto que envolve muitos riscos.

**ALICATES:** São instrumentos utilizados por vários profissionais da área tecnológica como mecânicos de auto, encanadores, mecânica de motos refrigeração. Pode ser divididos em vários grupos dependendo da funcionalidade da atividade empregada eles podem ser: do tipo universal, tipo corte, tipo bico, tipo bico chato e do tipo desencapador. A seguir comentaremos a respeito de cada uma das características individuais destas ferramentas que contribuem para o desempenho satisfatório destes profissionais.

Alicate do tipo Universal: Composto por dois cabos isolantes articulado por um eixo, tendo nas extremidades próximo a articulação, mandíbulas com pontas estriadas e cortes. Este instrumento é específico para apertar, cortar e dobrar.

O alicate universal é o mais popular de todos os alicates pois é utilizado por diversas profissões. Os usuários associam seu nome “universal” a execução de qualquer tipo de tarefa, como utilizar como martelo, batendo-o em alguma peça; usar como chave para soltar parafuso; e ainda como pé de cabra para arrancar pregos. Todas estas utilizações são incorretas pois podem provocar acidentes pessoais e causar danos ao instrumento comprometendo a sua vida útil.



Alicate de corte diagonal: O alicate de corte é uma ferramenta articulada que tem como função cortar arames e fios de cobre, alumínio e aço. Pode apresentar-se de formas diferentes, dependendo da necessidade do usuário.



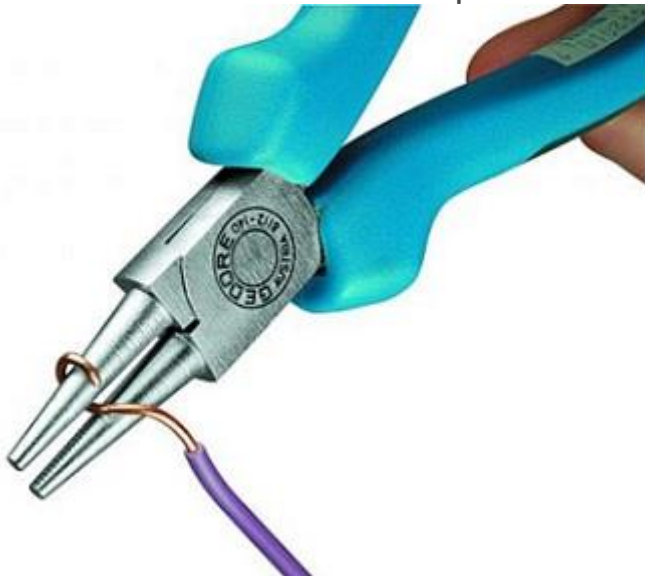
Alicate de bico chato: É composto por dois cabos isolados, articulado por um eixo, tendo nas extremidades próxima à articulação, mandíbulas com perfil, retangular e estriadas nas faces internas. É utilizado para apertar e dobrar.



Alicate desencapador: Composto por dois cabos isolados, e tem a utilidade de desencapar condutores de 0,5mm<sup>2</sup> a 6,0 mm<sup>2</sup> . Seu comando de abertura é por um parafuso de ajuste que seleciona a secção transversal do condutor que irá ser cortado.



Alicate de Bico redondo: Composto por dois cabos isolados, articulados por um eixo, tendo nas extremidades, articulação. É utilizado para fazer olhais, semelhantes a uma argola, em condutores e de acordo com o diâmetro do parafuso.



**A CHAVE DE FENDA:** é uma das ferramentas mais conhecidas no mercado. Quem nunca utilizou uma chave de fenda na vida? Como o próprio nome já diz, esta ferramenta foi desenvolvida especificamente para apertar ou desapertar parafusos que possuem fenda na cabeça. Existem no mercado diversos tipos de chaves:

- Chave de fenda simples;
- Chave de fenda cruzada (mais conhecida como chave Phillips);

Normalmente, os usuários costumam utilizar a chave de fenda de maneira incorreta como, por exemplo, para fazer alavancas ou como talhadeira. Desta forma ocorre a diminuição da vida útil da ferramenta, além da possibilidade de ocorrerem acidentes. Portanto, é necessário conscientizar os usuários sobre a função específica da chave de fenda e mostrar que, para cada tipo de atividade, existe uma ferramenta adequada. Antes de especificar a chave de fenda correta para cada aplicação, é necessário verificar algumas informações importantes:

- Tipo da fenda;
- Diâmetro do parafuso;
- Espessura da fenda;
- Comprimento da haste;
- Comprimento total (comprimento do cabo e da haste).

Cuidados básicos para aumentar a vida útil das chaves de fenda:

- Utilizar a chave de fenda somente para apertar ou desapertar parafusos;
- Não reaproveitar a ferramenta afiando-a no esmeril, pois isto pode provocar a perda de suas características técnicas como dureza e resistência, podendo ocasionar a quebra da chave ou um acidente com o usuário;
- Guardar a chave de fenda em ambientes secos, como caixas de ferramentas, carrinhos e armários;
- Sempre verificar se a ferramenta está em condições de uso, pois podem existir trincas no cabo ou o arredondamento das arestas na ponta da chave. Esse problema ocorre devido ao uso incorreto da ferramenta, provocado por impactos e/ou utilização em parafusos de diâmetro diferente do especificado para a chave. Caso isto ocorra, substituir a ferramenta por uma nova;
- Aplicar periodicamente uma fina película de óleo lubrificante na chave para proteger sua superfície.



Chave teste néon: semelhante a uma chave de fenda pequena tem como finalidade indicar a existência de potencial de fase no ponto em teste.

Funciona baseada na luminescência das lâmpadas de néon em baixíssimas correntes.



É composta por uma ponta de teste metálica em formato de cunha, lâmpada néon, resistor de carvão (alto valor ôhmico) e corpo translúcido (total ou parcial).

**TRENA:** Substitui o metro articulado. Serve para medir distâncias entre caixas de passagens, condutores, etc.



**CANIVETE:** Serve para desencapar fios, na falta de um alicate desencapador.



**FITAS ISOLANTES:** É um produto à base de PVC antichamas, de cor preta e de extrema conformabilidade às mais variadas superfícies, especialmente construído para os mais diversos tipos de isolamentos elétricos. Possui bom poder de adesão e boa conformabilidade. Destinada ao uso doméstico e para reparos em geral.

Possui embalagem que protege a fita de possíveis deformações e contaminações. Boa plasticidade e alongamento.





A fita isolante é extremamente versátil, de grande utilidade nos mais variados tipos de isolamentos e proteções elétricas em residências, eletrodomésticos, além de reparos em geral. É indicada para aplicação manual.

Instrução de uso:

1. Elimine qualquer resíduo de óleo ou graxa que houver sobre a área onde a fita será aplicada.
2. Procure cobrir a área a ser protegida sempre aplicando 50% da camada superior da fita sobre a inferior, fazendo-se assim uma sobreposição de material.
3. Mantenha-a esticada, exercendo leve pressão sobre o material já aplicado.

**Tipos de Fitas Isolantes:**

Fita isolante líquida: Com espessura de 1 mm, isola tensão de até 6.500 V, além de impermeabilizar e vedar conexões elétricas expostas a intempéries ou enterradas. Podem ser usadas também em chuveiros elétricos, locais úmidos, bombas submersas, ferramentas e ligações elétricas de alta segurança.



Fita isolante de Alta Tensão ou Auto fusão: Fita à base de borracha de etileno-propileno (EPR) com alta conformidade em qualquer tipo de superfície e formulada para fusão instantânea sem a necessidade de aquecimento (Auto fusão)



Ainda sobre a fita isolante de auto fusão, devido à sua composição, esta fita apresenta as seguintes características:

- Alto poder de isolação;
- Ótima conformabilidade;
- Excelente propriedade de vedação
- Ótima e Rápida fusão sem presença de bolhas
- Melhor Alongamento
- Espessura (mm) 0,76
- Cor Preta

### Alguns Exemplos de Uso:

- Isolação primária de cabos de potência 69 kV.
- Vedação contra a umidade, para proteger a isolação dos cabos de Potência, quando da instalação de terminações e emendas.
- Proteção contra a penetração de umidade pelas pontas dos cabos de potência.
- Como isolante elétrico nas emendas e terminações de cabos de potência que possam alcançar a temperatura de 130°C em regime de emergência.
- Proteção de cabos de ferramentas.

Fitas Isolantes Coloridas: Utilizadas Para identificação e codificação de circuitos em instalações elétricas. Fita 35 espessura 0,18mm; Fita Temflex espessura 0,10mm.



### Principais Usos:

- Identificação de sistemas - Tubulação, isolação e emendas em geral.
- Identificação de - Saídas de motores, chicotes de fios, etc.
- Identificação de instalação elétricas em geral.
- Disponíveis nas cores Vermelha, Verde, Azul, Branca, Amarela, Cinza e Violeta.

## Multímetro - Definição e Leitura de Medições

O **Multímetro** é um aparelho para testes e medição de grandezas elétricas, extremamente popular entre técnicos, eletricitistas e engenheiros eletrônicos devido à sua grande utilidade, permitindo, mesmo nos modelos mais simples, efetuar a medição de Corrente, Tensão e Resistência Elétricas, permitindo assim realizar diversos tipos de diagnósticos em circuitos elétricos. Alguns modelos mais incrementados permitem realizar medições adicionais, como Capacitância, Frequência, Temperatura, Indutância e outras.

Os multímetros também podem ser de Bancada, que geralmente possuem várias funções extras, mais alcance de escala e maior precisão, e portáteis (de mão), muito úteis para carregar em uma maleta de ferramentas ou bolsa. Vamos usar um multímetro portátil neste artigo para realizar medições.

Antes de prosseguir, recomendamos que o leitor revise seus conhecimentos sobre alguns conceitos básicos de eletricidade, tais como:

- Corrente Elétrica
- Tensão Elétrica
- Resistência Elétrica

**Partes de um Multímetro:** Um multímetro possui três partes principais:

- Display (Visor)
- Botão de Seleção (Chave Seletora)
- Bornes onde são conectadas as Pontas de Prova (Ponteiras)

O Visor é onde os resultados das medições são exibidos. Dependendo do modelo do multímetro, pode ter 3 ou mais dígitos, e um dígito adicional para representar o sinal de negativo.

O botão de seleção é um botão rotativo, de múltiplas posições, que usamos para selecionar a função que desejamos medir, e a precisão da escala de medição, e também para desligar o

multímetro quando não em uso, para economizar sua bateria, que geralmente é uma bateria de 9 V.

As ponteiras são conectadas em bornes específicos presentes no multímetro, sendo uma ponteira geralmente na cor vermelha para representar a polaridade positiva, e outra ponteira na cor preta, para representar a polaridade negativa. Comumente, um multímetro possui mais de dois bornes de conexão para as ponteiras, os quais permitem a medição de outras grandezas quando as ponteira são trocadas de conector.

Na foto abaixo podemos observar um multímetro típico (um Minipa modelo ET-2020), o qual será utilizado nas medições apresentadas a seguir:



Esse multímetro nos permite realizar medições de Tensão Alternada e Contínua, Resistência, Corrente Elétrica (contínua

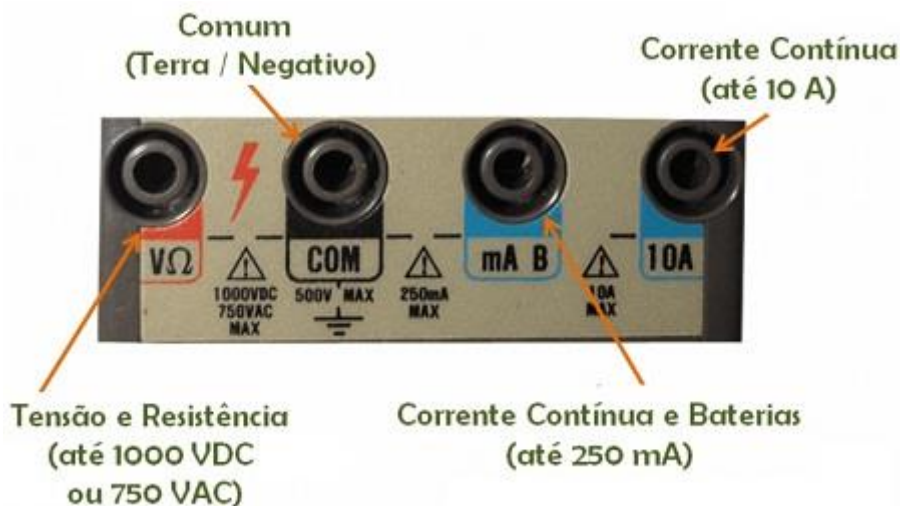
apenas), realizar teste em baterias de 1,5 V e 9 V, e testar o ganho (hFE) de transistores NPN e PNP, além de realizar teste de continuidade. A figura abaixo mostra a localização de cada uma dessas funções na escala do multímetro:

Grandezas medidas pelo multímetro e suas escalas:



Para efetuar essas medições, é necessário conectar as pontas de prova nos bornes corretos. A figura a seguir mostra as funções que são medidas em cada borne, lembrando que a ponteira preta sempre deve ser conectada ao borne COM, e a vermelha, ao demais bornes, conforme o teste que se deseja realizar:

Bornes do Multímetro e conexão das ponteiros:





**Efetuando Medições:** Para efetuarmos medições, a primeira coisa a se fazer é determinar a grandeza a ser mensurada. Vamos começar efetuando medição de Tensão Elétrica. Para isso, vamos conectar as pontas de prova nos bornes conforme segue:

- Ponteira vermelha no borne  $V\Omega$
- Ponteira preta no borne COM

Agora, precisamos determinar que tipo de tensão elétrica vamos medir: Contínua (DCV) ou Alternada (ACV). Vamos efetuar a medição de uma Bateria de 9V, que opera com Tensão Contínua. Para isso, precisamos localizar no Multímetro a escala de tensão contínua e ajustar sua precisão para acomodar o valor que pretendemos medir, que é de aproximadamente 9V. Para isso, escolhemos na escala o valor que for mais próximo e acima do valor esperado na medição, para evitar danos ao multímetro. Se estiver com dúvida com relação ao valor da tensão que será medida, coloque a chave de seleção no valor mais elevado e depois vá baixando, para aumentar a precisão, até o valor máximo ainda seguro para a medição.

No caso a seguir, o valor de escala mais próximo e acima de 9V é o de 20 DCV (tensão contínua), que permite medir valores de 0 até 19,99 V. Veja a escala selecionada na figura abaixo:



Após selecionar a escala correta no aparelho girando a chave seletora, conecte as pontas de prova aos polos da bateria, com firmeza, e verifique no visor do multímetro o valor medido. Caso

Se você inverte a polaridade das pontas, não haverá problema, pois o multímetro mede a tensão em relação ao ponto comum (COM). Neste caso, a única diferença que você verá é que o sinal aparecerá com o sinal de negativo no visor.

Veja a medição realizada na figura abaixo medindo a tensão elétrica de uma bateria de 9V com o multímetro:



Note o valor medido: 9,81 V, um pouco acima do esperado para esta bateria, que é de 9 V. Isso pode se dar por conta de ajustes de calibração do multímetro ou por conta de variações na tensão da bateria em si. Note que esse multímetro possui uma posição específica para medição de baterias, tanto de 9V quanto pilhas de 1,5V. Mas muitos multímetros não possuem essa opção, então a forma mais comum de efetuar essa medição é a que acabamos de mostrar.

**Medindo Tensão Alternada: Rede Elétrica:** Vamos medir agora a tensão da rede elétrica, em uma tomada de 110 V. Essa tensão é alternada, portanto vamos ter de alterar a posição da chave seletora para ACV, escolhendo a escala de 200 V (neste caso sabemos o valor que será medido; caso não soubéssemos se a tomada é de 110 V ou de 220 V, deveríamos colocar a chave seletora na posição 750 V para não danificar o multímetro). Veja a medição na figura a seguir:

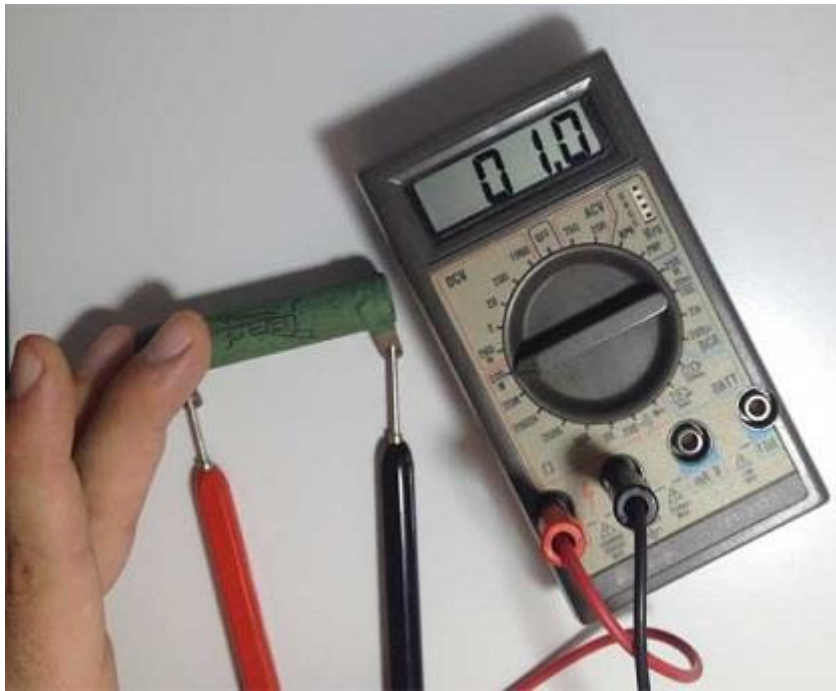




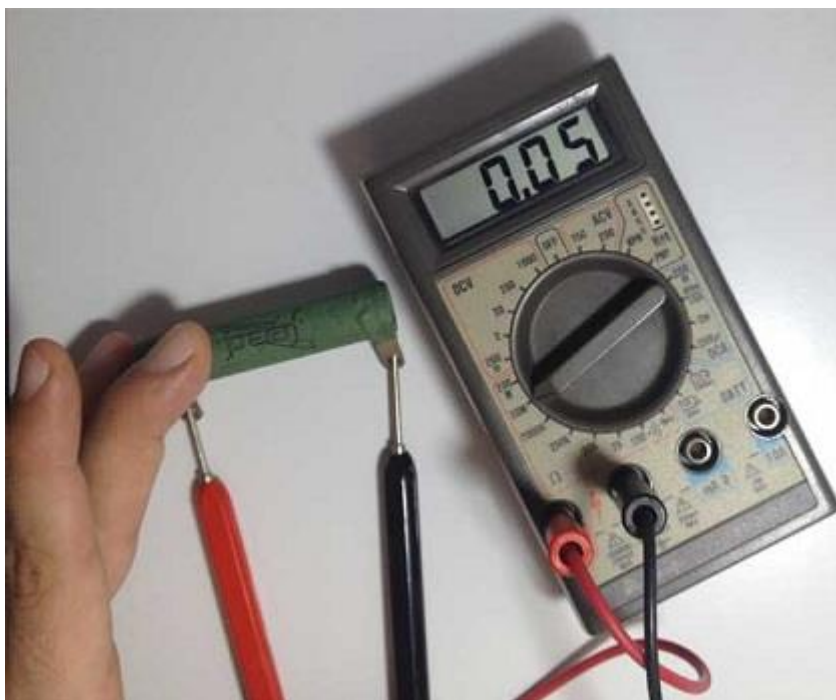
O valor medido foi de 116,3 V, dentro da normalidade para a rede elétrica convencional. Lembre-se de que se for medir uma tomada de 220 V, ou se não souber a tensão da tomada, coloque o multímetro na escala de 750 ACV (ou a mais alta que seu multímetro possuir) para evitar acidentes.

**Medindo Resistência Elétrica:** Vamos efetuar agora a medição de Resistência Elétrica de um resistor. O resistor possui a marcação de sua resistência em seu corpo, mas vamos supor que não houvesse tal marcação, ou que ela fora apagada. Neste caso, vamos começar colocando a chave seletora na escala de medição de resistência ( $\Omega$ ), no valor mais alto presente no multímetro, que é a posição 200 M (200 MegaOhms). Não precisamos nos preocupar com a polaridade para esta medição, e é importante notar que o componente deve estar desconectado de qualquer circuito. Portanto, se você quiser medir um resistor que esteja soldado a uma placa, será necessário soltar (dessoldar) ao menos um de seus terminais, de modo que a medição não sofra influência dos demais componentes conectados ao circuito.

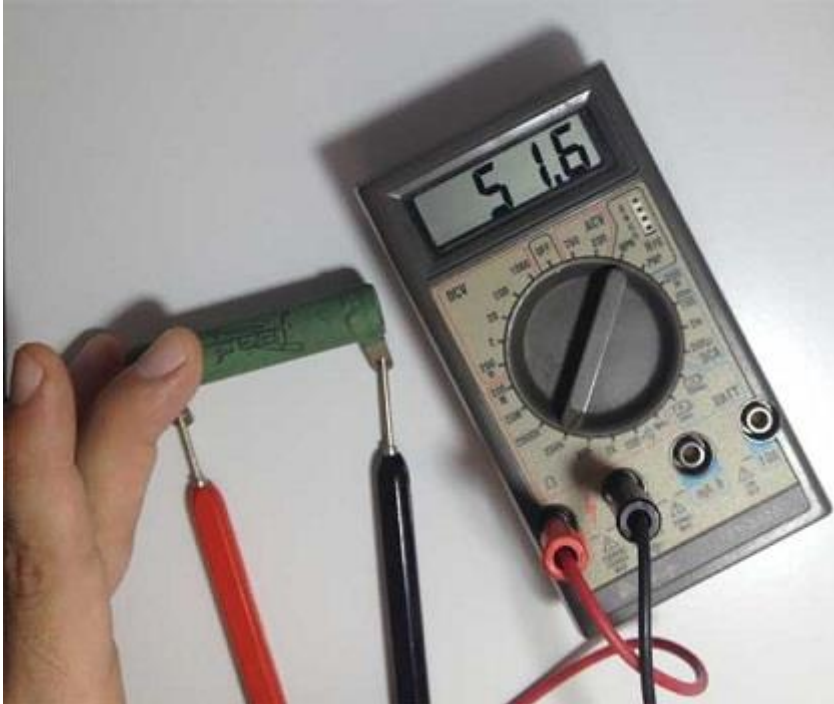
Veja a medição inicial na figura a seguir:



Na posição 200M (que mede até 200 M $\Omega$ ), o multímetro mostra o valor 01,0. A precisão do valor mostrado é muito baixa, e isso nos indica que a faixa da escala escolhida está muito elevada. Vamos alterar a posição da chave seletora para 20M para conseguirmos maior precisão nessa medição:



Na posição 2000K temos uma precisão melhor. Veja que o multímetro agora mostra o valor 051, e como a escala está em K $\Omega$ , isso indica que a resistência do resistor é de 51 K $\Omega$ . Podemos obter maior precisão nessa medição alterando novamente a escala, pois temos uma posição mais próxima de 51 K $\Omega$ , que é a posição 200K:



**Medindo a Resistência de um Fio de Cobre:** Um fio de cobre é um excelente condutor de eletricidade, e justamente por isso esperamos medir um valor de resistência muito baixa, tendendo a zero ohms. Na prática, fatores como o comprimento do fio, seu diâmetro, se é sólido ou de fios trançados, sua temperatura, etc. influenciam no valor da resistência medida. De qualquer forma, esperamos que o valor medido seja muito baixo, e por isso vamos colocar a escala do multímetro no menor valor possível, que no caso do meu aparelho é de 200  $\Omega$  (ou seja, mede até 200 ohms). Veja na figura a seguir essa medição sendo realizada:



O valor medido foi de apenas  $6,7 \, \Omega$  e, na prática, pode ser até um pouco menor, devido ao contato entre as pontas de prova e o pedaço de fio, que é imperfeito. Também usei uma garra jacaré para fixar uma das pontes ao fio, pois precisei de uma das mãos para disparar a fotografia!

Esse tipo de medição é muito útil para testar, por exemplo, cabos de força de equipamentos, que podem estar rompidos e, assim, impedir que a energia elétrica chegue ao aparelho, tornando-o inoperante. Caso a resistência medida seja maior do que alguns poucos ohms, ou se aparecer o valor “1”, então o cabo estará com problemas – provavelmente rompido.

## **As Definições Corretas de Instalações e Alimentação**

A correta definição de instalação elétrica é de um conjunto de componentes elétricos, associados e com características coordenadas entre si, criado para uma finalidade determinada que é o uso adequado da energia elétrica.

As instalações elétricas são classificadas para sua tensão nominal, usa-se a nomenclatura  $U_N$ , usada para designar o tipo de instalação, exemplos em:

- instalações de baixa tensão (BT), onde  $U_N \leq 1000 \, \text{V}$  em corrente alternada (CA), ou  $U_N \leq 1500 \, \text{V}$  em corrente contínua (CC);

- instalações de alta tensão (AT), onde  $UN > 1000 \text{ V}$  em CA, ou  $UN > 1500 \text{ V}$  em CC;
- instalações de extra baixa tensão (EBT ou ELV "*extra-low voltage*"), onde  $UN \leq 50 \text{ V}$  em CA, ou  $UN \leq 120 \text{ V}$  em CC.

As instalações de baixa tensão estão situadas total ou parcialmente no interior de edificações comerciais, industriais ou residenciais. Quando falamos em instalação predial significa que são instalações residenciais ou comerciais ou qualquer tipo de instalação contida em um “prédio”, seja ele destinado a uso residencial, comercial ou industrial.

Aconselha-se usar o termo “edificação” ao invés de “prédio”, pois é a tradução mais correta usada dos termos de *building* e *bâtiment*, utilizados pela IEC.

Quando se fala em instalação temporária é uma instalação elétrica prevista para uma duração limitada de acordo com a necessidade planejada. Instalações temporárias somente são usadas durante o período de construção, reforma, manutenção, reparo, demolição de edificações, instalação de estruturas e/ou equipamentos, etc.

Pela NBR 5410 é considerado instalação temporária em: instalação de reparos, de trabalho e semipermanente.

**Instalação de Reparos:** Uma instalação de reparos é a instalação temporária que substitui uma instalação permanente, ou também parte de uma instalação permanente que esteja com problemas. As instalações de reparos são necessárias sempre que ocorre um acidente que impeça o funcionamento de um sistema ou instalação em um setor ou área atual.

**Instalação de Trabalho:** A instalação de trabalho é uma instalação temporária para reparações ou modificações de uma instalação existente sem interromper seu funcionamento.

**Instalação Semipermanente:** É a instalação temporária destinada a atividades não-habituais ou que se repetem periodicamente. Podemos citar alguns exemplos de instalações consideradas semi permanente: construção de edificações novas; obras de reforma, modificação, ampliação ou demolição de edificações existentes, entre outros.

## Como funciona a alimentação de baixa tensão (BT)?

Para explicar melhor temos que dividir esta pergunta em três situações distintas pois podem ocorrer vários tipos de alimentação dependendo de cada caso.

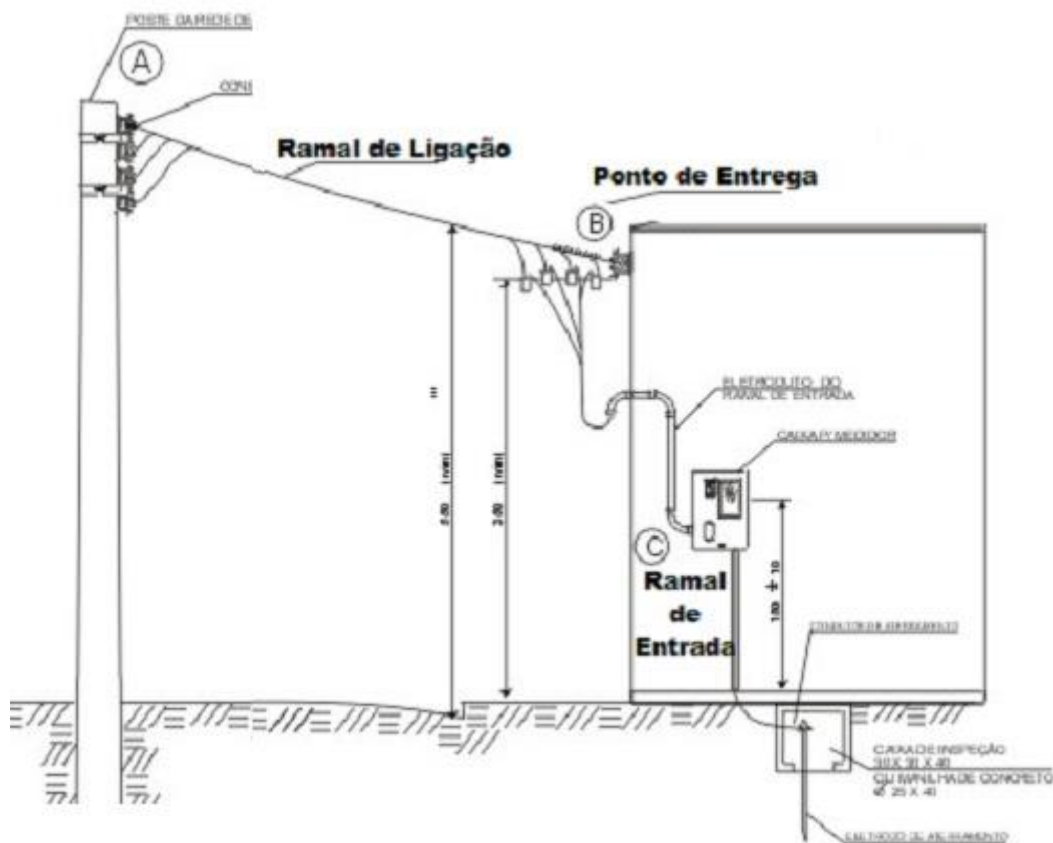
Ligação direta em baixa tensão: feita na rede pública em baixa tensão da concessionária, exemplo de pequenas edificações residenciais, comerciais e mesmo industriais. Existe também a alimentação por transformador exclusivo, da concessionária como é o caso em edificações residenciais e comerciais de maior porte (muitas vezes as unidades residenciais ou comerciais em edificações de uso coletivo são alimentadas, em baixa tensão, por sistemas de distribuição padronizados, da concessionária, internos à edificação, que partem, seja da rede pública de baixa tensão, seja de transformador exclusivo).

Ligação em alta tensão na concessionária com subestação de transformação para BT: normalmente localizado em edificações de uso industrial de médio e grande porte.

Ligação por fonte própria em baixa tensão: são os chamados sistemas de alimentação elétrica para serviços de segurança, ou mesmo de instalações em locais não servidos por concessionária, por geradores e outras fontes de geração de energia.

A chamada 'entrada de serviço' é o conjunto servido de equipamentos, condutores e acessórios instalados entre o ponto de ligação da rede (AT ou BT) da concessionária, a proteção e sua medição. O ponto de entrega é o ponto até o qual a concessionária se obriga a fornecer energia elétrica, participando dos investimentos necessários, bem como responsabilizando-se pela execução dos serviços, pela operação e pela manutenção. A entrada consumidora é o conjunto de equipamentos, condutores e acessórios instalados entre o ponto de entrega e a proteção e medição.





Os conjuntos de condutores e acessórios instalados entre o ponto de origem e o ponto de entrega, de um lado, e entre o ponto de entrega e a proteção e medição, correspondem, respectivamente, ao ramal de ligação e ao ramal de entrada.

Chamamos de unidade de consumo a instalação elétrica pertencente a um único consumidor, que recebe energia elétrica em um só ponto, com sua respectiva medição. Numa edificação de uso coletivo, sendo comercial ou residencial, cada conjunto comercial, cada loja, cada apartamento, constitui uma unidade de consumo.

## Elementos que compõem as Instalações Elétricas

Um projeto de instalações elétricas deve indicar seus elementos constitutivos. Seus principais elementos são:

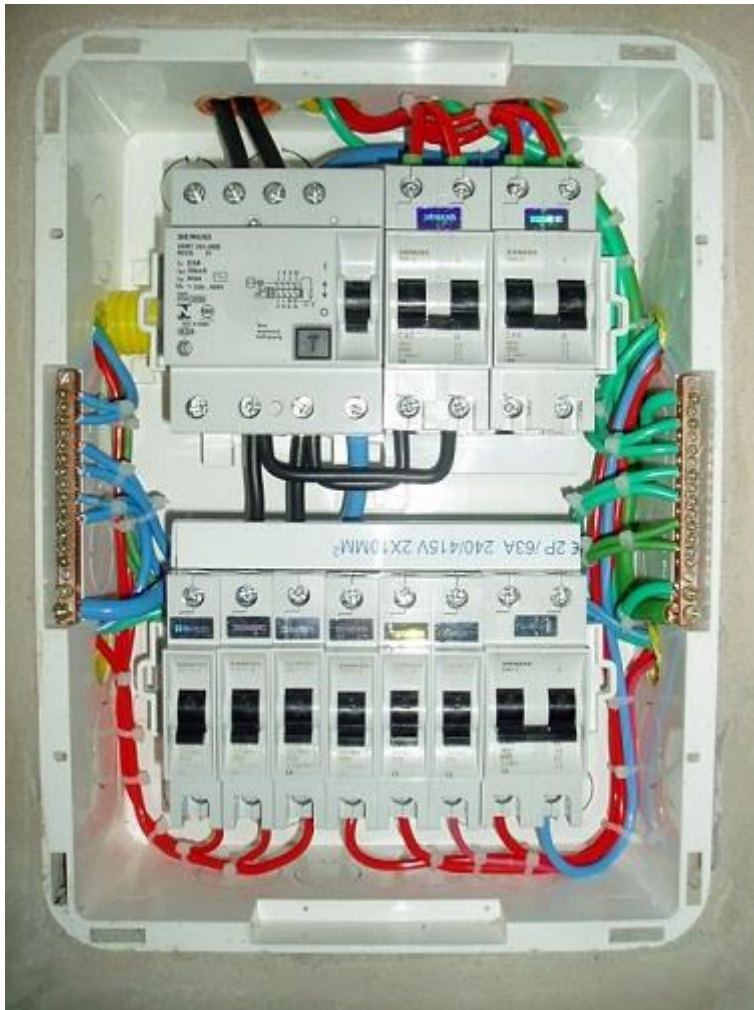
**Ponto:** indica aparelhos fixos de consumo bem como seus dispositivos de comando. Incluem tomadas, pontos de iluminação, arandelas. Uma luminária com seu interruptor constituem dois pontos. Os pontos podem de dois tipos:

Ponto ativo ou ponto útil: em que efetivamente a corrente elétrica é utilizada. Exemplo: tomada e receptáculo de lâmpada, tomada simples (nela se liga somente um aparelho), tomada dupla (liga-se dois aparelhos simultaneamente), tomada combinada (com entradas para pinos diferentes), tomada com terra (com ligação para aterramento), etc.

Ponto de comando ou ponto de manobra: é o dispositivo que comanda o ponto ativo. Exemplo: interruptor simples (comanda uma só lâmpada ou grupo de lâmpadas), dimmer (variador de tensão que permite regular a luminosidade de uma lâmpada, por exemplo), interruptor de duas seções (possibilita comandar dois conjuntos de lâmpadas), interruptor paralelo (o Three-Way, possibilita que dois pontos de comando controlar um ponto ativo), interruptor trata-se de um interruptor colocada entre interruptores paralelos que permite controlar de qualquer ponto o ponto ativo), etc.

**Quadro de distribuição:** Conforme a Norma Brasileira NBR IEC 60050 o quadro de distribuição é 'o equipamento elétrico destinado a receber energia elétrica através de uma ou mais alimentações, e distribuí-la a um ou mais circuitos, podendo também desempenhar funções de proteção, seccionamento, controle e/ou medição'. A função de proteção e controle se faz por meio da utilização de disjuntores.





Podemos entender o quadro de distribuição como o centro das instalações elétricas, pois ele distribui energia para toda a edificação e abriga os dispositivos de proteção e controle dos demais circuitos.

**Fiação:** Para que possamos realizar as ligações entre o ponto útil, o ponto de comando e a alimentação são necessários condutores de alimentação que pode ser:

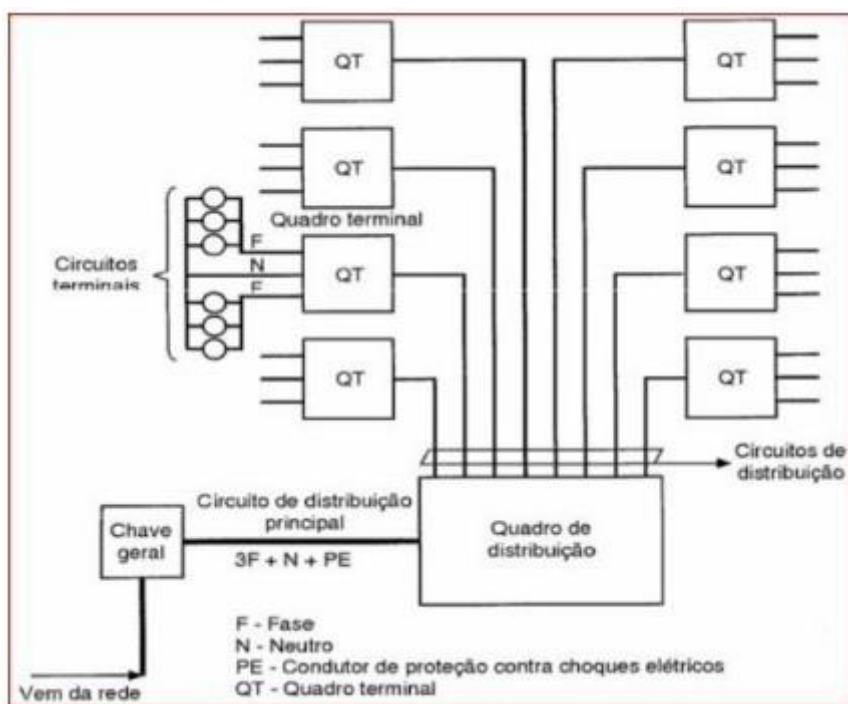
**Condutores terminais:** que saem do quadro terminal de chaves para os pontos ativos.

**Condutores de distribuição:** ligam o barramento ou chaves do quadro de distribuição geral ao quadro terminal da área consumidora (quarto, escritório, etc.).

**Condutores principais:** ligam a chave geral do prédio ao quadro de distribuição ou ao medidor.

Os condutores terminais, por sua vez, classificam-se em:

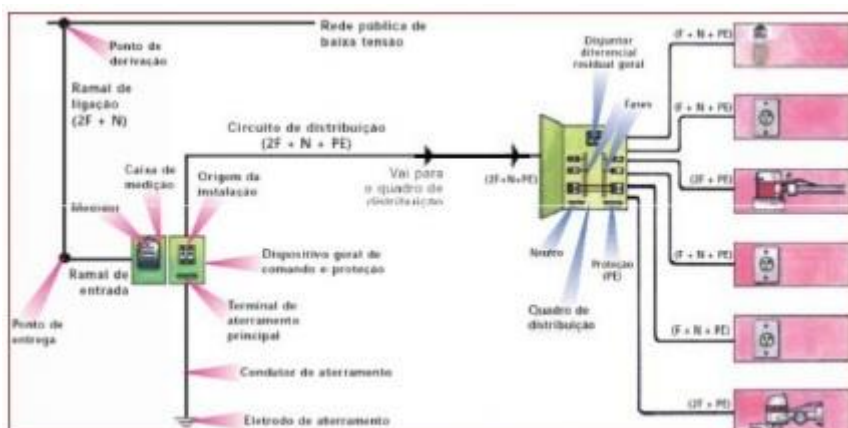
Fios diretos: são normalmente a fase e o neutro, não são interrompidos, embora possam sofrer desmembramentos ao longo de sua extensão. O fio neutro chega a todos os pontos ativos. Já a fase vai direto somente para as tomadas, pois nas luminárias ela passa antes pelos dispositivos de comando (interruptores, botoeiras, etc.).



Fio de retorno: é o fio que sai do interruptor (fase) e vai para o ponto útil.

Fios alternativos: existem apenas em comandos elaborados (three-way, four-etc.) que podem possibilitar a passagem de corrente por um interruptor paralelo (three-way) ou por um interruptor intermediário (four-way).

**Simbologia:** Ao elaborar projetos de instalações elétricas utiliza-se símbolos para representar os "pontos" e demais elementos dos circuitos elétricos. Abaixo segue uma apresentação dos símbolos mais usados conforme a NBR 5444.



Dutos e distribuição. Fonte: NBR 5444: 1989.

Símbolo	Significado	Observações
	Eletroduto embutido no teto ou parede	Para todas as dimensões em mm indicar a seção, se esta não for de 15 mm
	Eletroduto embutido no piso	
	Telefone no teto	
	Telefone no piso	
	Tubulação para campainha, som, anunciador ou outro sistema	Indicar na legenda o sistema passante
	Condutor de fase no interior do eletroduto	Cada traço representa um conduto. Indicar a seção, nº de condutores, nº do circuito e a seção dos condutores, exceto se forem de 1,5 mm²
	Condutor neutro no interior do eletroduto	
	Condutor de retorno no interior do eletroduto	
	Condutor terra no interior do eletroduto	
	Condutor positivo no interior do eletroduto	
	Condutor negativo no interior do eletroduto	
	Cordoalha de terra	Indicar a seção utilizada; em 50• significa 50 mm²
	Leito de cabos com um circuito passante composto de: três fases, cada um por dois cabos de 25 mm² mais dois cabos de neutro de seção 10 mm²	25• significa 25 mm² 10• significa 10 mm²
	Caixa de passagem no piso	Dimensões em mm
	Caixa de passagem no teto	Dimensões em mm
	Caixa de passagem na parede	Indicar a altura e se necessário fazer detalhe (dimensões em mm)

Tabela de Tomadas. NBR 5444: 1989.
























Símbolo	Significado	Observações
	Tomada de luz na parede, baixo (300 mm do piso acabado)	A potência deverá ser indicada ao lado em VA (exceto se for de 100 VA), como também o nº do circuito correspondente e a altura da tomada, se for diferente da normalizada; se a tomada for de força, indicar o nº de W ou kW
	Tomada de luz a meio a altura (1.300 mm do piso acabado)	
	Tomada de luz alta (2.000 mm do piso acabado)	
	Tomada de luz no piso	
	Saída para telefone externo na parede (rede Telebrás)	Especificar "h"
	Saída para telefone externo na parede a uma altura "h"	
	Saída para telefone interno na parede	
	Saída para telefone externo no piso	
	Saída para telefone interno no piso	
	Tomada para rádio e televisão	
	Relógio elétrico no teto	
	Relógio elétrico na parede	
	Saída de som, no teto	Indicar a altura "h"
	Saída de som, na parede	
	Cigarro	
	Campainha	
	Quadro anunciador	Dentro do círculo, indicar o número de chamadas em algarismos romanos





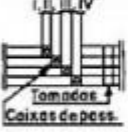



Tabela de Luminárias, refletores e lâmpadas. NBR 5444:1989.

Símbolo	Significado	Observações
	Ponto de luz incandescente no teto. Indicar o nº de lâmpadas e a potência em watts	A letra minúscula indica o ponto de comando e o número entre dois traços o circuito correspondente
	Ponto de luz incandescente na parede (arandela)	Deve-se indicar a altura da arandela
	Ponto de luz incandescente no teto (embutido)	
	Ponto de luz fluorescente no teto (indicar o nº de lâmpadas e na legenda o tipo de partida e reator)	A letra minúscula indica o ponto de comando e o número entre dois traços o circuito correspondente
	Ponto de luz fluorescente na parede	Deve-se indicar a altura da luminária
	Ponto de luz fluorescente no teto (embutido)	
	Ponto de luz incandescente no teto em circuito vigia (emergência)	
	Ponto de luz fluorescente no teto em circuito vigia (emergência)	
	Sinalização de tráfego (rampas, entradas, etc.)	
	Lâmpada de sinalização	
	Refletor	Indicar potência, tensão e tipo de lâmpadas
	Pote com duas luminárias para iluminação externa	Indicar as potências, tipo de lâmpadas
	Lâmpada obstáculo	
	Minuteria	Diâmetro igual ao do interruptor
	Ponto de luz de emergência na parede com alimentação independente	
	Exaustor	
	Motobomba para bombeamento da reserva técnica de água para combate a incêndio	

Quadros de distribuição. Fonte: NBR 5444: 1989.

Símbolo	Significado	Observações
	Quadro parcial de luz e força aparente	Indicar as cargas de luz em watts e de força em W ou kW
	Quadro parcial de luz e força embutido	
	Quadro geral de luz e força aparente	
	Quadro geral de luz e força embutido	
	Caixa de telefones	
	Caixa para medidor	

Dutos de distribuição. Fonte: NBR 5444: 1989.

	Eletroduto que sobe	
	Eletroduto que desce	
	Eletroduto que passa descendo	
	Eletroduto que passa subindo	
	Sistema de calha de piso	No desenho aparecem quatro sistemas que são habitualmente: I- Luz e força II- Telefone (TELEBRÁS) III- Telefone (P(A)BX, KS, ramais) IV- Especiais (COMUNICAÇÕES)
	Condutor seção 1,0 mm², fase para campainha	Se for de seção maior, indicá-la
	Condutor seção 1,0 mm², neutro para campainha	
	Condutor seção 1,0 mm², retorno para campainha	



Interruptores. Fonte: NBR 5444: 1989.

Símbolo	Significado	Observações
	Interruptor de uma seção	A letra minúscula indica o ponto comandado
	Interruptor de duas seções	As letras minúsculas indicam os pontos comandados
	Interruptor de três seções	As letras minúsculas indicam os pontos comandados
	Interruptor paralelo ou <i>Three-Way</i>	A letra minúscula indica o ponto comandado
	Interruptor intermediário ou <i>Four-Way</i>	A letra minúscula indica o ponto comandado
	Botão de minutaria	Nota: Os símbolos de 7.1 a 7.8 são para plantas e 7.9 a 7.16 para diagramas
	Botão de campainha na parede (ou comando à distância)	
	Botão de campainha no piso (ou comando à distância)	
	Fusível	Indicar a tensão, correntes nominais
	Chave seccionadora com fusíveis, abertura sem carga	Indicar a tensão, correntes nominais Ex.: chave tripolar
	Chave seccionadora com fusíveis, abertura em carga	Indicar a tensão, correntes nominais Ex.: chave bipolar
	Chave seccionadora abertura sem carga	Indicar a tensão, correntes nominais Ex.: chave monopolar
	Chave seccionadora abertura em carga	Indicar a tensão, correntes nominais
	Disjuntor a óleo	Indicar a tensão, corrente potência, capacidade nominal de interrupção e polaridade
	Disjuntor a seco	Indicar a tensão, corrente potência, capacidade nominal de interrupção e polaridade através de traços
	Chave reversora	

Motores e transformadores. Fonte: NBR 5444: 1989.

Símbolo	Significado	Observações
	Gerador	Indicar as características nominais
	Motor	Indicar as características nominais
	Transformador de potência	Indicar a relação de tensões e valores nominais
	Transformador de corrente (um núcleo)	Indicar a relação de espiros, classe de exatidão e nível de isolamento. A barra de primário deve ter um traço mais grosso
	Transformador de potencial	
	Transformador de corrente (dois núcleos)	
	Retificador	

## Entendendo o Projeto de uma Instalação Elétrica - Parte 01

O projeto de uma instalação elétrica de uma edificação possui algumas funções fundamentais em que podemos citar:

- Quantificar e determinar os tipos e localizar os pontos de utilização de energia elétrica;
- Dimensionar, definir o tipo e o caminhamento dos condutores e Condutos;
- Dimensionar, definir o tipo e a localização dos dispositivos de proteção, de comando, de medição de energia e demais acessórios.

Algumas definições que cada eletricista deverá saber, será explicado em detalhes mais adiante neste curso:

- Unidade consumidora: qualquer residência, apartamento, escritório, loja, sala, dependência comercial, depósito, indústria, galpão, etc., individualizado pela respectiva medição;



- Ponto de entrega de energia: ponto de conexão do sistema elétrico público com as instalações de utilização de energia elétrica do consumidor;
- Entrada de serviço de energia elétrica: Conjunto de equipamentos, condutores e acessórios instalados desde o ponto de derivação da rede de energia elétrica pública até a medição;
- Potência instalada: É a soma das potências nominais dos aparelhos, Equipamentos e dispositivos a serem utilizados na instalação consumidora. Incluir tomadas (previsão de cargas de eletrodomésticos, TV, som, etc.), Lâmpadas, chuveiros elétricos, aparelhos de ar-condicionado, motores, etc.;
- Aterramento: Ligação à terra, por intermédio de condutor elétrico, de todas as partes metálicas não energizadas, do neutro da rede de distribuição da Concessionária e do neutro da instalação elétrica da unidade consumidora.

Partes que compõem componentes de um projeto elétrico: o projeto elétrico normalmente recebe a representação escrita da instalação e deve conter no mínimo os seguintes itens:

- Plantas;
- Esquemas (unifilares e outros que se façam necessários);
- Detalhes de montagem, quando necessários;
- Memorial descritivo;
- Memória de cálculo (dimensionamento de condutores, condutos e proteções);
- ART.

É fundamental também para o eletricista ter conhecimento sobre as normas técnicas vigentes que deverão ser consultadas na elaboração de um projeto elétrico:

- ABNT (NBR 5410/97, NBR 5419 aterramento)
- Normas da concessionária elétrica local (Light/CEMIG, etc)

- Normas específicas aplicáveis

Alguns critérios a serem considerados na elaboração de projetos:

- Acessibilidade;
- Flexibilidade (para pequenas alterações) e reserva de carga (para acréscimos de cargas futuras);
- Confiabilidade (obedecer normas técnicas para seu perfeito funcionamento e segurança).

As etapas da elaboração de um projeto de instalação elétrica:

- Informações preliminares
- plantas de situação
- projeto arquitetônico
- projetos complementares
- informações obtidas do proprietário

A Quantificação do sistema: é o levantamento da previsão de cargas (quantidade e potência nominal dos pontos de utilização – tomadas, iluminação, elevadores, bombas, ar condicionado, etc.)

O desenho das plantas:

- desenho dos pontos de utilização;
- localização dos Quadros de Distribuição de Luz (QLs) localização do Quadros de Força (QFs);
- divisão das cargas em circuitos terminais;
- desenho das tubulações de circuitos terminais;
- localização das Caixas de Passagem dos pavimentos e da prumada;
- localização do Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), Centros de Medidores, Caixa Seccionadora, Ramal Alimentador e Ponto de Entrega;
- desenho das tubulações dos circuitos alimentadores;

- desenho do Esquema Vertical (prumada);
- traçado da fiação dos circuitos alimentadores.

O dimensionamento de todos os componentes do projeto, com base nos dados registrados nas etapas anteriores + normas técnicas + dados dos fabricantes:

- dimensionamento dos condutores;
- dimensionamento das tubulações;
- dimensionamento dos dispositivos de proteção;
- dimensionamento dos quadros.

Os Quadros de distribuição (quadro de disjuntores em alguns casos):

- quadros de distribuição de carga (tabelas)
- diagramas unifilares dos QLs
- diagramas de força e comando de motores (QFs)
- diagrama unifilar geral

O Memorial descritivo: descreve o projeto sucintamente, incluindo dados e documentação do projeto.

- memorial de cálculo, contendo os principais cálculos e Dimensionamentos;
- cálculo das previsões de cargas;
- determinação da demanda provável;
- dimensionamento de condutores, eletrodutos e dispositivos de proteção.

A previsão de cargas da instalação elétrica: Cada aparelho ou dispositivo elétrico (lâmpadas, aparelhos de aquecimento d'água,

eletrodomésticos, motores para máquinas diversas, etc.) solicita da rede uma determinada potência. O objetivo da previsão de cargas é a determinação de todos os pontos de utilização de energia elétrica (pontos de consumo ou cargas) que farão parte da instalação. Nesta etapa são definidas a potência, a quantidade e a localização de todos os pontos de consumo de energia elétrica da instalação.

**A previsão de cargas segundo NBR-5410/2004:** Os equipamentos de utilização de uma instalação podem ser alimentados diretamente (elevadores, motores), através de tomadas de corrente de uso específico (TUEs) ou através de tomadas de corrente de uso não específico (tomadas de uso geral, TUGs);

A carga a considerar para um equipamento de utilização é a sua potência Nominal absorvida, dada pelo fabricante ou calculada a partir de  $V \times I \times$  fator de potência (quando for o caso – motores) – nos casos em que for dada a potência nominal fornecida pelo equipamento (potência de saída), e não a absorvida, devem ser considerados o rendimento e o fator de potência.

#### Iluminação:

-Critérios para a determinação da quantidade mínima de pontos de luz: > 1 ponto de luz no teto para cada recinto, comandado por interruptor de parede;

-Arandelas no banheiro devem ter distância mínima de 60cm do box;

-Critérios para a determinação da potência mínima de iluminação:

-Para recintos com área < 6m<sup>2</sup>, atribuir um mínimo de 100W;

-Para recintos com área > 6m<sup>2</sup>, atribuir um mínimo de 100W para os primeiros 6m<sup>2</sup>, acrescidos de 60W para cada aumento de 4m<sup>2</sup> inteiros;

-Para iluminação externa em residências a norma não estabelece critérios – cabe ao projetista e ao cliente a definição.

#### Tomadas:

Critérios para a determinação da quantidade mínima de TUGs:

-Recintos com área < 6m<sup>2</sup> – no mínimo 1 tomada

-Recintos com área > 6m<sup>2</sup> – no mínimo 1 tomada para cada 5m ou Fração de perímetro, espaçadas tão uniformemente quanto possível;

-Cozinhas e copas – 1 tomada para cada 3,5m ou fração de perímetro, independente da área; acima de bancadas com largura >30 cm prever no mínimo 1 tomada;

-Banheiros – no mínimo 1 tomada junto ao lavatório, a uma distância mínima de 60cm do box, independentemente da área

-Subsolos, varandas, garagens, sótãos – no mínimo 1 tomada independentemente da área.

Critérios para a determinação da potência mínima de TUGs:

-Banheiros, cozinhas, copas, áreas de serviço, lavanderias e Assemelhados – atribuir 600W por tomada, para as três primeiras Tomadas e 100W para cada uma das demais;

-Subsolos, varandas, garagens, sótãos – atribuir 1000W

Demais recintos – atribuir 100W por tomada

Critérios para a determinação da quantidade mínima de TUEs:

A quantidade de TUEs é estabelecida de acordo com o número de aparelhos de utilização, devendo ser instaladas a no máximo 1.5m do local previsto para o equipamento a ser alimentado.

Critérios para a determinação da potência de TUEs:

Atribuir para cada TUE a potência nominal do equipamento a ser alimentado

## Entendendo o Projeto de uma Instalação Elétrica - Parte 02

A previsão de cargas especiais: em edifícios será muitas vezes necessário fazer a previsão de diversas cargas especiais que atendem aos seus sistemas de utilidades, como motores de elevadores, bombas de recalque d'água, bombas para drenagem de águas pluviais e esgotos, bombas para combate a incêndios, sistemas de aquecimento central, etc. Estas cargas são normalmente de uso comum, sendo denominadas cargas de condomínio.

A determinação da potência destas cargas depende de cada caso específico,

Sendo normalmente definida pelos fornecedores dos sistemas. Como exemplos típicos podemos citar:

- Elevadores: dois motores trifásicos de 7.5CV
- Bombas de recalque d'água: 2 motores trifásicos de 3CV (um é reserva)
- Bombas de drenagem de águas pluviais: 2 motores de 1CV (um é reserva)
- Bombas para sistema de combate a incêndio: 2 motores de 5CV (um é reserva).
- Portão de garagem: 1 motor de 0.5CV.

Previsão de cargas em áreas comerciais e de escritórios:

Pavimento térreo de edifícios residenciais ou pavimentos específicos (sobrelojas) muitas vezes são utilizados para atividades comerciais. NBR 5410 não especifica critérios para previsão de cargas em instalações comerciais e industriais. LEVAR EM CONTA A UTILIZAÇÃO DO AMBIENTE E AS NECESSIDADES DO CLIENTE.

**Iluminação:** O cálculo da iluminação para estas áreas é feito de forma distinta do processo utilizado para a determinação da iluminação em áreas residenciais.

Dependendo do uso, para áreas de lojas e escritórios, vários métodos podem ser empregados para determinar o tipo e a potência da iluminação adequada – Método dos Lúmens, Método das Cavidades Zonais, Método Ponto por Ponto, etc. A norma NBR-5413 – Iluminação de Interiores, define critérios de nível de iluminamento de acordo com a utilização do recinto.

**Tomadas:** Para a previsão de TUGs em áreas comerciais e de escritórios, pode-se adotar o seguinte critério:

- Escritórios comerciais ou análogos com área < 40m<sup>2</sup> – 1 tomada para cada 3m ou fração de perímetro; ou 1 tomada para cada 4m<sup>2</sup> ou fração de área (adotar o que resultar no maior número)
- Escritórios comerciais ou análogos com área > 40m<sup>2</sup> – 10 tomadas para os primeiros 40m<sup>2</sup> e 1 tomada para cada 10m<sup>2</sup>, ou fração, da área restante
- Em lojas – 1 tomada para cada 30m<sup>2</sup> ou fração de área, não computadas as tomadas destinadas a vitrines e à demonstração de aparelhos
- A potência das TUGs em escritórios deverá ser de 200W.

**A divisão da instalação em circuitos:** **Locação dos pontos:** Após definir todos os pontos de utilização da energia elétrica da instalação, a sua locação em planta será feita utilizando a simbologia gráfica apropriada.

**Setores de uma instalação elétrica:**

- Circuito elétrico -> equipamentos e condutores ligados a um mesmo dispositivo de proteção.
- Dispositivo de proteção -> dispositivo elétrico que atua automaticamente quando o circuito elétrico ao qual está conectado é submetido a condições anormais: alta temperatura, curto-circuito.

-Quadro de distribuição -> componente fundamental da instalação elétrica, Pois recebe o RAMAL DE ALIMENTAÇÃO que vem do centro de medição, Contém os DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO e distribui os CIRCUITOS TERMINAIS para as cargas.

- Circuitos terminais -> alimentam diretamente os equipamentos de utilização e ou TUGs e TUEs -> os circuitos terminais partem dos quadros terminais ou dos quadros de distribuição (alimentadores).

- Circuitos alimentadores -> alimentam os quadros terminais e/ou de distribuição, partindo da rede pública, de um transformador ou de um gerador.

Os quadros terminais e de distribuição deverão ser localizados próximos ao CENTRO DE CARGA da instalação. O CENTRO DE CARGA é o ponto ou região onde se concentram as maiores potências (comentar aspectos estéticos, Facilidade de acesso, funcionalidade, visibilidade e segurança. Em condomínios deverá haver tantos quadros terminais quantos forem os sistemas de utilidades do prédio (iluminação, elevadores, bombas, etc.).

**A divisão da instalação em circuitos terminais:** A instalação elétrica de uma residência deverá ser dividida em circuitos Terminais possibilitando assim:

-Facilidade de operação, manutenção e redução da interferência entre pontos de utilização e limitação das consequências de uma falha, isto possibilitará também a Redução nas quedas de tensão e da corrente nominal;

-Dimensionamento de condutores e dispositivos de proteção de menor seção e capacidade nominal;

-Facilidade de enfição em obra e ligação dos fios aos terminais de (Equipamentos, interruptores, tomadas, etc.)

-Cada circuito terminal será ligado a um dispositivo de proteção (disjuntor, Termomagnético)

-Prever circuitos independentes para as tomadas de cozinhas, copas,



Áreas de serviço. Concluída a divisão de cargas em circuitos terminais, identificar na Planta, ao lado de cada ponto de luz ou tomada, o número do circuito Respetivo.

**Tensão dos circuitos:** de acordo com o número de FASES e a tensão secundária de fornecimento, valem as seguintes recomendações para os circuitos terminais:

- Instalação monofásica: todos os circuitos terminais terão ligação FASE NEUTRO, na tensão de fornecimento padronizada da concessionária local.
- Instalação bi ou trifásica: circuitos de iluminação e TUGs no menor valor de tensão (ou seja, estes circuitos serão monofásicos: ligação FASE-NEUTRO). TUEs podem ser ligadas em FASE-FASE (circuitos bifásicos, normalmente utilizados para chuveiros, ar-condicionado, etc.) ou em FASE-NEUTRO (circuitos monofásicos).

Recomendações para a representação da tubulação e da fiação: uma vez concluída a locação dos pontos na planta baixa e identificados os circuitos terminais, o próximo passo consiste em interligar os mesmos, representando o sistema de tubulação e a fiação correspondente.

-Local do Quadro de Distribuição (próximo ao centro de cargas, etc.)

-A partir do Quadro de Distribuição iniciar o traçado dos eletrodutos, procurando os caminhos mais curtos e evitando o cruzamento de tubulações (levar em conta detalhes do projeto estrutural, hidro sanitário, etc.)

-Interligar inicialmente os pontos de luz (tubulações embutidas no teto), percorrendo e interligando todos os recintos

-Interligar os interruptores e tomadas aos pontos de luz de cada recinto (tubulações embutidas nas paredes)

-Evitar que caixas embutidas no teto (octogonais 4"x4"x4" de fundo móvel, octogonais 3"x3"x2" fundo fixo) estejam interligadas a mais de 6 eletrodutos, e que as caixas retangulares 4"x4"x2" e 4"x2"x2" embutidas nas paredes se conectem com mais de 4 eletrodutos (ocupação, emendas)

-Evitar que em cada trecho de eletroduto passe quantidade elevada de circuitos (limitar em max. 5), visando minimizar bitola de eletrodutos (comentar consequências estruturais) e de fios e cabos (comentar Fator de Correção de Agrupamento). Obs: principalmente na saída dos quadros, prever quantidade apropriada de saídas de eletrodutos em função do número de circuitos existentes no projeto

-Avaliar a possibilidade de utilizar tubulação embutida no piso para o atendimento de circuitos de tomadas baixas e médias.

-Os diâmetros nominais das tubulações deverão ser indicados

-Concluído o traçado de tubulações, passar à representação da fiação, indicando o circuito ao qual pertence cada condutor e as seções nominais dos condutores, em mm<sup>2</sup>.

## **Eletrodutos - Instalação e Dimensionamento**

São tubos de metal ou PVC, rígidos ou flexíveis, utilizados com a finalidade de proteger os condutores contra umidade, ácidos, gases ou choques mecânicos.

**Suas principais funções são:**

-Proteção mecânica dos condutores;

-Proteção dos condutores contra ataques químicos da atmosfera ou ambientes agressivos;

-Proteção do meio contra os perigos de incêndio resultantes de eventuais superaquecimentos dos condutores ou arcos voltaicos;

-Proporcionar aos condutores um envoltório metálico aterrado (no caso de eletrodutos metálicos) para evitar perigos de choque elétrico.

**Os Tipos:**

Não-metálicos: PVC (rígido e flexível corrugado), plástico com fibra de vidro, polipropileno, polietileno, fibrocimento

Metálicos: Aço carbono galvanizado ou esmaltado, alumínio e flexíveis de cobre espiralado

Em instalações aparentes, o eletroduto de PVC rígido roscável é o mais utilizado, devendo as braçadeiras ser espaçadas conforme as distâncias mínimas estabelecidas pela NBR-5410/2004.

Recomendações para instalação:

-Nos eletrodutos devem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares ou multipolares, admitindo-se a utilização de condutor nu em eletroduto isolante exclusivo quando este condutor for de aterramento;

-As dimensões internas dos eletrodutos devem permitir instalar e retirar facilmente os condutores ou cabos após a instalação dos eletrodutos e acessórios.

-A taxa máxima de ocupação em relação à área da seção transversal dos eletrodutos não deverá ser superior a:

53% no caso de um condutor ou cabo;

31% no caso de dois condutores ou cabos;

40% no caso de três ou mais condutores ou cabos.

A taxa máxima de ocupação deve obedecer a tabela a seguir:

**Quantidade de condutores em um eletroduto**

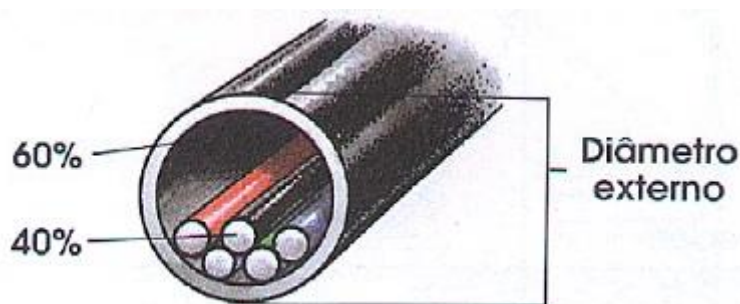
Condutor (mm <sup>2</sup> )	Eletroduto ½"	Eletroduto ¾"	Eletroduto 1"
1,5	6	9	-
2,5	4	9	-
4,0	3	9	-
6,0	3	7	9
10	2	4	6
16	-	3	4

-Não deve haver trechos contínuos (sem interposição de caixas ou equipamentos) retilíneos de tubulação maiores que 15m; em trechos com curvas essa distância deve ser reduzida a 3m para cada curva de 90° (em casos especiais, se não for possível obedecer a este critério, utilizar bitola imediatamente superior à que seria utilizada;

- Entre 2 caixas, entre extremidades, entre extremidade e caixa, no máximo 3 curvas de 90° (ou seu equivalente até no máximo 270°); sob nenhuma hipótese prever curvas com deflexão superior a 90°
- As curvas feitas diretamente nos eletrodutos não devem reduzir efetivamente seu diâmetro interno;
- Eletrodutos embutidos em concreto armado devem ser colocados de forma a evitar sua deformação durante a concretagem (redundâncias)
- Em juntas de dilatação, os eletrodutos rígidos devem ser seccionados, devendo ser mantidas as características necessárias à sua utilização; em eletrodutos metálicos a continuidade elétrica deve ser sempre mantida.

#### Dimensionamento de eletrodutos

O tamanho dos eletrodutos deve ser de um diâmetro tal que os condutores possam ser facilmente instalados ou retirados. Para tanto é obrigatório que os condutores não ocupem mais de 40% da área útil dos eletrodutos.



Para dimensionar um eletroduto em um projeto basta saber o número de condutores no eletroduto e a maior seção deles.

Exemplo: considerando um projeto em que o maior número de condutores no trecho do eletroduto é igual a 06 (seis) e a maior seção dois condutores igual a 4 mm<sup>2</sup>.

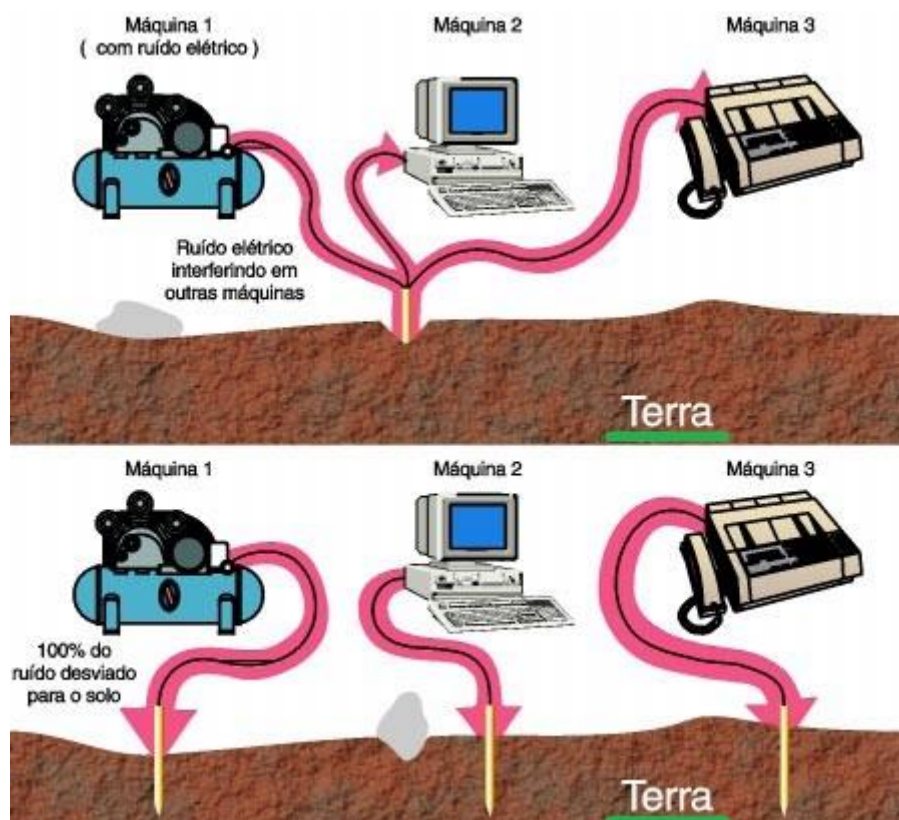
- Corte em eletrodutos
- Prenda o eletroduto em uma morsa de bancada.
- Evite que ele seja ovalizado pela morsa, o que resulta numa rosca imperfeita.

-Prepare o arco de serra a ser utilizado

A lâmina de serra possui um lado dentado com trava, que pode ser alternada ou ondulada, que permite a execução de um corte com largura maior que a espessura da lâmina.

## Aterramento - Tipos e Dimensionamento

O aterramento elétrico, com certeza, é um assunto que gera um número enorme de dúvidas quanto às normas e procedimentos no que se refere ao ambiente elétrico industrial. Muitas vezes, o desconhecimento das técnicas para realizar um aterramento eficiente, ocasiona a queima de equipamentos, ou pior, o choque elétrico nos operadores desses equipamentos.:



Mas o que é o “terra”? Qual a diferença entre terra, neutro, e massa? Quais são as normas que devo seguir para garantir um bom aterramento ?

Bem, esses são os tópicos que esta lição tentará esclarecer. É fato que o assunto "aterramento" é bastante vasto e complexo, porém, demonstraremos algumas regras básicas.

#### **Mas Para Que Serve O Aterramento Elétrico?**

O aterramento elétrico tem três funções principais :

- 1) Proteger o usuário do equipamento das descargas atmosféricas, através da viabilização de um caminho alternativo para a terra, de descargas atmosféricas.
- 2) “Descarregar” cargas estáticas acumuladas nas carcaças das máquinas ou equipamentos para a terra.
- 3) Facilitar o funcionamento dos dispositivos de proteção (fusíveis, disjuntores, etc.), através da corrente desviada para a terra.

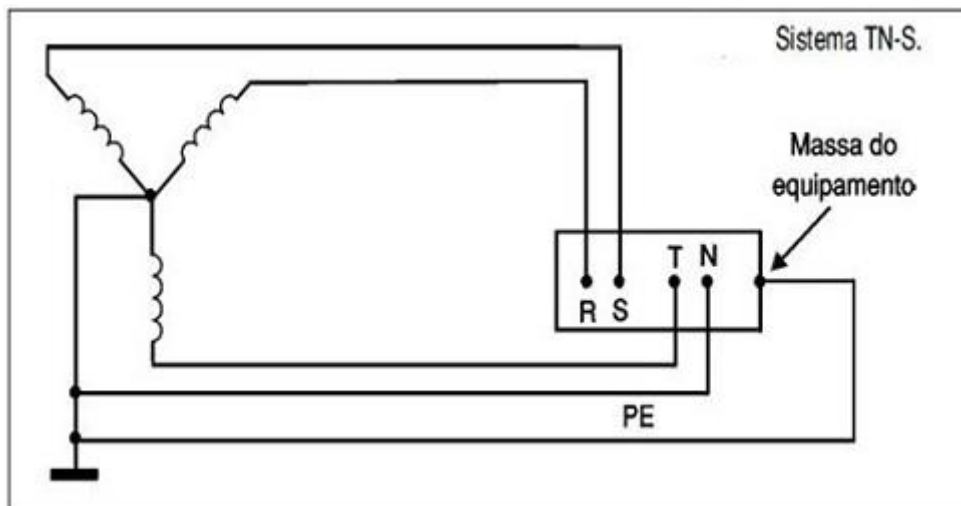
Revisando, a diferença do condutor Neutro e Terra (proteção): O neutro é um “condutor” fornecido pela concessionária de energia elétrica, pelo qual há o “retorno” da corrente elétrica.

O terra é um condutor construído através de uma haste metálica e que , em situações normais, não deve possuir corrente elétrica circulante. A grande diferença entre terra e neutro é que, pelo neutro há corrente circulando, e pelo terra, não. Quando houver alguma corrente circulando pelo terra, normalmente ela deverá ser transitória, isto é, desviar uma descarga atmosférica para a terra, por exemplo. O fio terra, por norma, vem identificado pelas letras PE, e deve ser de cor verde e amarela.

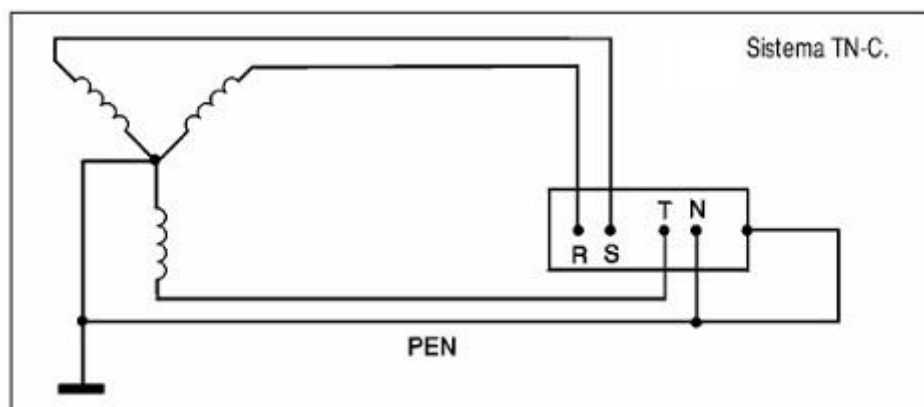
**Os Tipos De Aterramento:** A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) possui na norma que rege o campo de instalações elétricas em baixa tensão (NBR 5410/2004) as subseções: 6.3.3.1.1, 6.3.3.1.2, e 6.3.3.1.3 que se referem aos possíveis sistemas de aterramento que podem ser feitos.

Os três sistemas da NBR 5410/2004 mais utilizados na indústria são:

Sistema TN-S: Notem na figura a seguir que temos o secundário de um transformador (cabine primária trifásica) ligado em Y. O neutro é aterrado logo na entrada, e levado até a carga. Paralelamente, outro condutor identificado como PE é utilizado como fio terra, e é conectado à carcaça (massa) do equipamento.

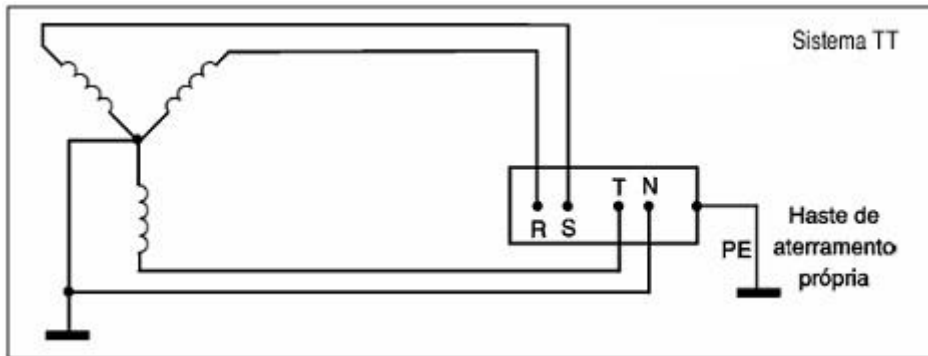


Sistema TN-C: Esse sistema, embora normalizado, não é aconselhável, pois o fio terra e o neutro são constituídos pelo mesmo condutor. Dessa vez, sua identificação é PEN (e não PE, como o anterior). Podemos notar figura a seguir que, após o neutro ser aterrado na entrada, ele próprio é ligado ao neutro e à massa do equipamento.



Sistema TT: Esse sistema é o mais eficiente de todos. Na próxima figura vemos que o neutro é aterrado logo na entrada e segue (como neutro) até a carga (equipamento). A massa do

equipamento é aterrada com uma haste própria, independente da haste de aterramento do neutro.



Geralmente, o próprio fabricante da máquina ou equipamento especifica qual sistema é melhor para sua máquina, porém, como regra geral, temos:

- Sempre que possível, optar pelo sistema TT em 1º lugar.
- Caso, por razões operacionais e estruturais do local, não seja possível o sistema TT, optar pelo sistema TN-S.
- Somente optar pelo sistema TNC em último caso, isto é, quando realmente for impossível estabelecer qualquer um dos dois sistemas anteriores.

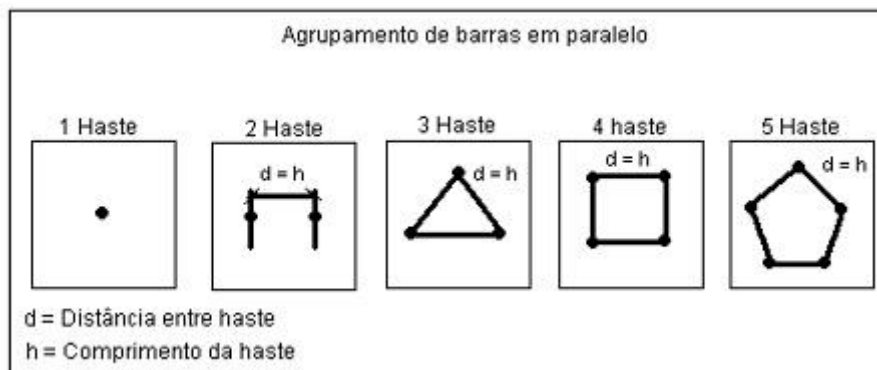
**Dimensionamento do Aterramento:** Os cálculos e variáveis para dimensionar um aterramento podemos considerar como assuntos para “pós – graduação em Engenharia Elétrica”. A resistividade e tipo do solo, geometria e constituição da haste de aterramento, formato em que as hastes são distribuídas, são alguns dos fatores que influenciam o valor da resistência do aterramento. Como o assunto é bem extenso, daremos algumas “dicas” que, com certeza, irão lhe ajudar:

- A Haste de aterramento: feita de uma alma de aço revestida de cobre. Seu comprimento pode variar de 1,5m a 4,0m. As de 2,5m são as mais utilizadas, pois diminuem o risco de atingirem dutos subterrâneos em sua instalação.

O valor ideal para um bom aterramento deve ser menor ou igual a 5. Dependendo da química do solo (quantidade de água, salinidade, alcalinidade, etc.), mais de uma haste pode se fazer necessária para nos aproximarmos desse valor. Caso isso ocorra, existem duas possibilidades: tratamento químico do solo ou o agrupamento de barras em paralelo.



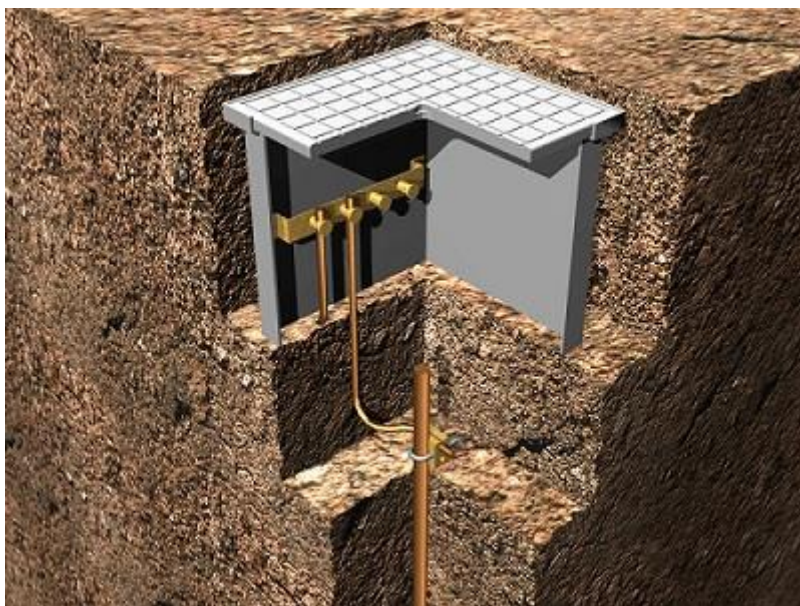
Uma boa regra para agruparem-se barras é a da formação de polígonos. A figura a seguir mostra alguns passos. Notem que, quanto maior o número de barras, mais próximo a um círculo ficamos. Outra regra no agrupamento de barras é manter sempre a distância entre elas, o mais próximo possível do comprimento de uma barra. É bom lembrar ao leitor que essas são regras práticas. Como dissemos anteriormente, o dimensionamento do aterramento é complexo, e repleto de cálculos. Para um trabalho mais preciso e científico, o leitor deve consultar uma literatura própria.



Tipos De Estruturas Para Aterramento: As características químicas do solo (teor de água, quantidade de sais, etc...) influem diretamente sobre o modo como escolhemos o eletrodo de aterramento. Os eletrodos mais utilizados na prática são: hastes de aterramento, malhas de aterramento e estruturas metálicas das fundações de concreto.

Hastes de aterramento: A haste pode ser encontrada em vários tamanhos e diâmetros. O mais comum é a haste de 2,5 m por 0,5 polegada de diâmetro. Não é raro, porém, encontrarmos hastes com 4,0 m de comprimento por 1 polegada de diâmetro. Cabe lembrar que, quanto maior a haste, mais riscos corremos de atingir dutos subterrâneos (telefonias, gás, etc...) na hora da sua instalação.

Normalmente, quando não conseguimos uma boa resistência de terra (menor que 10 W) agrupamos mais de uma barra em paralelo. Quanto à haste, podemos encontrar no mercado dois tipos básicos: Copperweld (haste com alma de aço revestida de cobre) e Cantoneira (trata-se de uma cantoneira de ferro zincada, ou de alumínio).



Malhas de aterramento: A malha de aterramento é indicada para locais cujo solo seja extremamente seco. Esse tipo de eletrodo de aterramento, normalmente, é instalado antes da montagem do contrapiso do prédio, e se estende por quase toda a área da construção. A malha de aterramento é feita de cobre, e sua “janela” interna pode variar de tamanho dependendo da aplicação, porém a mais comum está mostrada na figura abaixo.



Estruturas metálicas: Muitas instalações utilizam as ferragens da estrutura da construção como eletrodo de aterramento elétrico. Mais adiante veremos que, quando isso vier a ocorrer, deveremos tomar certos cuidados. Resumindo, qualquer que seja o eletrodo de aterramento (haste, malha, ou ferragens da estrutura), ele deve ter as seguintes características gerais:

- Ser bom condutor de eletricidade.
- Ter resistência mecânica adequada ao esforço a que está submetido.

- Não reagir (oxidar) quimicamente com o solo

Conexão Do Fio Terra: Ter uma boa haste ou um solo favorável não basta para termos um bom aterramento elétrico. As conexões da haste com os cabos de terra, bem como a bitola do cabo terra também contribuem muito para a resistência total de aterramento. No que se refere à bitola do fio terra, ela deve ser a maior possível.

Temos abaixo uma regra prática que evita desperdícios, e garante um bom aterramento.

Para:  $S_f < 35 \text{ mm}^2$  ®  $S_t = 16 \text{ mm}^2$

$S_f \geq 35 \text{ mm}^2$  ®  $S_t = 0,5 S_f$

Onde :

$S_f$  = a seção transversal dos cabos (fios) de alimentação do equipamento (fases).

$S_t$  = a seção transversal do fio terra.



Notem que para diâmetros inferiores a  $35 \text{ mm}^2$  para as fases, temos o fio terra de  $16 \text{ mm}^2$ . Já para diâmetros iguais ou acima de  $35 \text{ mm}^2$ , o fio terra deverá ter seção transversal igual à metade da seção dos cabos de alimentação. Quanto às conexões, devemos optar em 1º lugar pela fixação por solda do fio terra à haste. Isso evita o aumento da resistência do terra por oxidação de contato. Caso isso não seja possível, poderemos utilizar anéis de fixação com parafusos. Nesse caso, porém, é conveniente que a conexão fique sobre o solo, e dentro de uma caixa de inspeção.

Efeitos de um Mau Aterramento: Ao contrário do que muitos pensam, os problemas que um aterramento deficiente pode causar não se

limitam apenas aos aspectos de segurança. É bem verdade que os principais feitos de uma máquina mal aterrada são choques elétricos ao operador, e resposta lenta (ou ausente) dos sistemas de proteção (fusíveis, disjuntores, etc.)

Mas outros problemas operacionais podem ter origem no aterramento deficiente. Abaixo segue uma pequena lista do que já observamos em campo.

Caso alguém se identifique com algum desses problemas, e ainda não checkou seu aterramento, está aí a dica:

- Quebra de comunicação entre máquina e PC ( CPL, CNC, etc... ) em modo online. Principalmente se o protocolo de comunicação for RS 232;

- Excesso de EMI gerado ( interferências eletromagnéticas );

- Aquecimento anormal das etapas de potência (inversores, conversores, etc.);

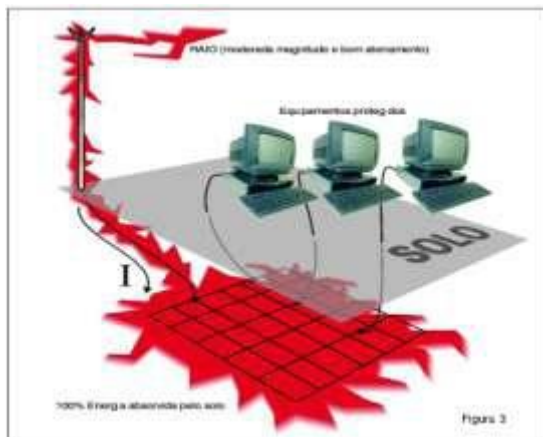
- Em caso de computadores pessoais, funcionamento irregular com constantes “travamentos”;

- Falhas intermitentes, que não seguem um padrão;

- Queima de CI's ou placas eletrônicas sem razão aparente, mesmo sendo elas novas e confiáveis.

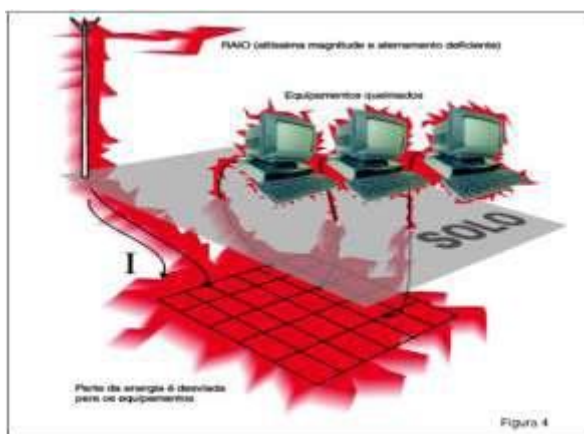
- Para equipamentos com monitores de vídeo, interferências na imagem e ondulações podem ocorrer.

Nunca ligue o aterramento do sistema junto com o aterramento de para-raios: Tanto os locais que empregam malha de aterramento ou as estruturas prediais, como terra, normalmente apresentam um inconveniente que pode ser extremamente perigoso: a conexão com o para-raios.



Notem pela figura anterior, que temos um exemplo de uma malha de terra ligada ao para-raios, e também aos demais equipamentos eletroeletrônicos. Essa é uma prática que devemos evitar ao máximo, pois nunca podemos prever a magnitude da potência que um raio pode atingir.

Dependendo das condições, o fio terra poderá não ser suficiente para absorver toda a energia, e os equipamentos que estão junto a ele podem sofrer o impacto como mostra a figura a seguir:



Portanto, nunca devemos compartilhar o fio terra de para-raios com qualquer equipamento eletroeletrônico.

Podemos concluir que antes de executar qualquer trabalho (projeto, manutenção, instalação, etc.) na área eletroeletrônica, devemos observar todas as normas técnicas envolvidas no processo. Somente assim poderemos realizar um trabalho eficiente, e sem problemas de natureza legal. Atualmente, com os

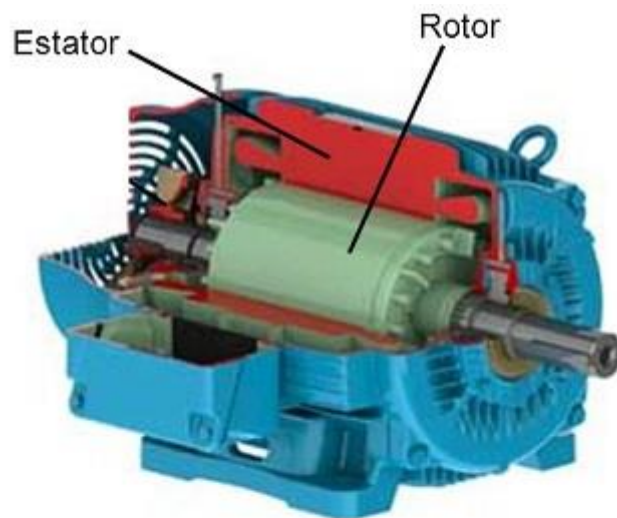
programas de qualidade das empresas, apenas um serviço bem feito não é suficiente. Laudos técnicos, e documentação adequada também são elementos integrantes do sistema.

Para quem estiver preparado, a consultoria de serviços de instalações em baixa-tensão é um mercado, no mínimo, interessante.

## **Motores Elétricos Monofásicos**

Vamos explicar nesta lição o funcionamento de um motor elétrico, que nada mais é que uma máquina destinada a transformar energia elétrica em energia mecânica, ou seja, é uma máquina de corrente alternada capaz de acionar máquinas em geral e bombas d'água a partir de uma rede elétrica, podendo ser ainda: monofásica ou trifásica.

É composto basicamente de um Estator (parte fixa) e rotor (parte móvel girante)



**O Motor Monofásico:** É composto, principalmente, de um estator com um enrolamento principal ou de trabalho e um auxiliar ou de partida; um rotor do tipo gaiola de esquilo; com eixo e enrolamentos que se encaixam nos mancais das tampas.

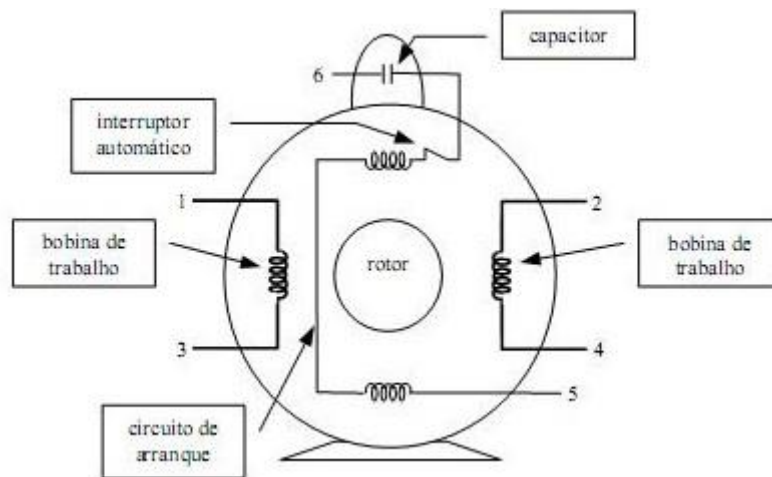




Um sistema de partida ou de arranque que é composto de mecanismo centrífugo, interruptor e capacitor, que age sobre o enrolamento auxiliar. Em algumas aplicações dos motores monofásicos, estes partem sem carga, e dependendo de sua fabricação pode ser dispensado o capacitor, cuja função é aumentar o torque de partida. Como exemplos temos os ventiladores, motor bomba, e esmerilhadora.



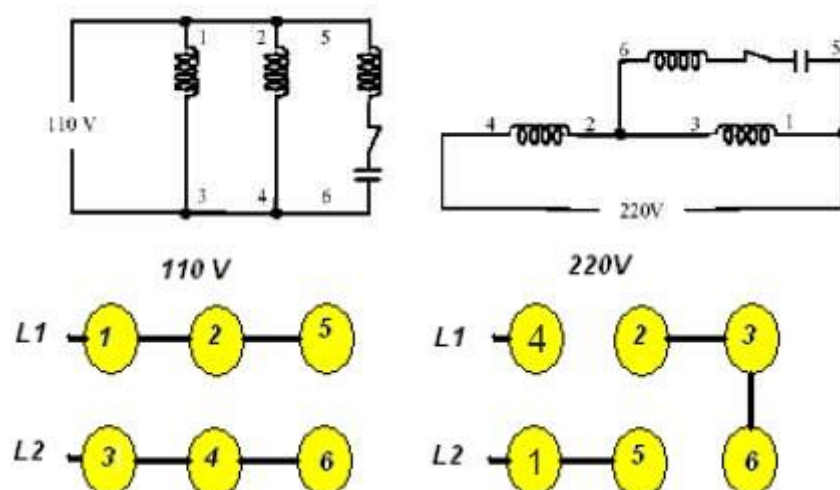
O Princípio de Funcionamento: Nos motores de partida com capacitor, durante a partida, o enrolamento auxiliar fica ligado em série com um capacitor, este circuito auxiliar abre-se assim que o motor chega a uma pré-determinada rotação. Por meio de tal artifício, conseguem-se momentos de arranque até 4 vezes maiores que o respectivo momento de plena carga.



Após a partida, quando o motor atinge cerca de 75% da velocidade nominal, um interruptor automático (interruptor centrífugo), associado a um platinado, desliga o enrolamento auxiliar juntamente com o capacitor, passando o motor a funcionar apenas com enrolamento principal.

Operação em 110v / 220v: para que possa funcionar em duas tensões diferentes (110 e 220 V), a bobina de trabalho desses motores é dividida em duas, tendo a possibilidade de as partes serem conectadas em série ou em paralelo, de acordo com a tensão da rede elétrica.

Cada parte deve receber no máximo 110 V, que corresponde à menor tensão de funcionamento do motor, veja as figuras abaixo: Diagramas de ligação (110 v e 220 v) para motor de seis terminais



## Funcionamento do Motor Bomba e Chave Boia

As Bombas hidráulicas são utilizadas nas indústrias, residências, sítios, fazendas e etc. executam a sucção (drenagem) de líquidos de um determinado reservatório para outro (exp. cisterna para caixa d água).



O conjunto motor bomba é o responsável também pela recirculação da água no sistema do filtro. O motor bomba através dos dispositivos instalados na piscina, forçando a água a fluir pelo filtro e retornar para piscina pelos dispositivos de retorno. Veja a figura a seguir:



**OBS:** A ligação elétrica do motor bomba segue o mesmo padrão como visto na lição anterior do motor monofásico, uma vez que é um motor monofásico que aciona a bomba de água acoplada.

**A Chave Boia (ou Boia Elétrica):** Tem a função de controlar o nível dos Reservatórios a fim de evitar o transbordamento em caixas d água ou operação da bomba em baixo de nível nos reservatórios inferior (cisterna).



**Vantagens:**

- boia de contato sólido
- Isenta de mercúrio: utiliza controle por princípio eletromecânico.

- Contato reversível: permite o controle de nível inferior ou superior.
- Fácil instalação.
- Cabos em diferentes medidas.

#### Especificações técnicas:

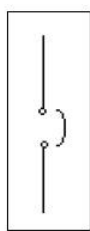
- Capacidade elétrica do interruptor: 15(4)A 250V~
- Temperatura de operação: 0° a 60°C.
- Grau de proteção: IP X8.
- Proteção contra choques elétricos: classe II.
- Tipo de interrupção: micro desconexão.
- Cabo flexível emborrachado: 3 x 1,00 mm<sup>2</sup> - 500V.

#### Recomendações:

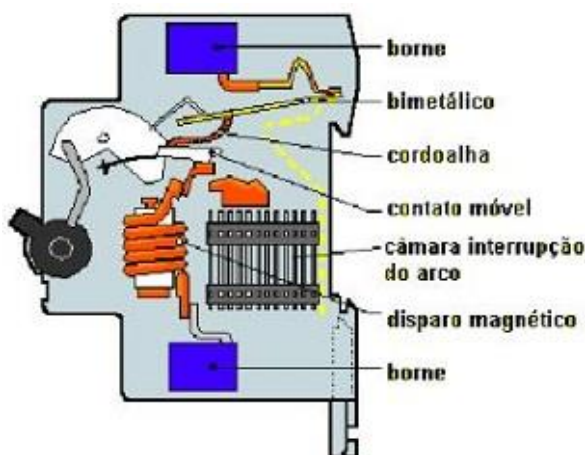
- Não devem ser feitas emendas no cabo de alimentação, que eventualmente possam entrar em contato com o líquido existente no reservatório.
- Assegurar-se que a potência do dispositivo a ser controlado é compatível com a capacidade elétrica da bóia. No caso de motores com capacidade acima da especificação, é necessária a utilização de um contator ou dispositivo de comando similar.
- As instalações elétricas devem estar de acordo com a NBR-5410 (Instalações elétricas de baixa tensão).
- Recomendamos a utilização de contadores providos de proteção (fusíveis, relés térmicos, etc.).
- O controlador de nível não é indicado para uso em líquidos inflamáveis ou corrosivos

## **O Que São Disjuntores Termomagnéticos?**

São dispositivos de manobra e proteção com capacidade de interrupção do circuito elétrico sob condições anormais provenientes de uma sobrecarga e uma sobrecorrente oriundo de um curto-circuito.



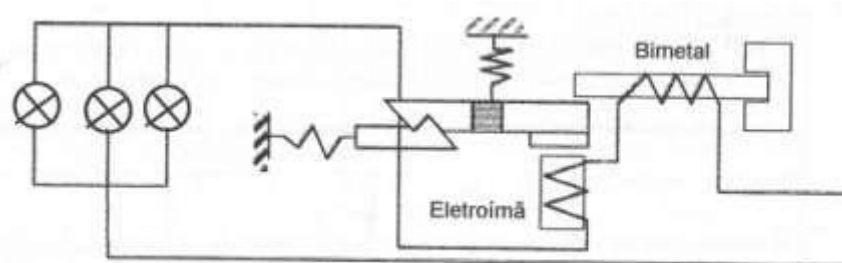
Símbolo



Os disjuntores eletromagnéticos protegem os condutores contra os efeitos das sobrecargas e curtos-circuitos. Outra função é permitir o fluxo normal da corrente sem interrupções, abrir e fechar um circuito à intensidade de corrente nominal, garantir a segurança da instalação e dos utilizadores.

**Princípio de funcionamento:** o disjuntor é inserido no circuito com um interruptor, o relé bimetálico (sobrecarga) e o relé eletromagnético (sobre corrente), são ligados em série.

Ao acionarmos a alavanca, fecha-se o circuito que é travado pelo mecanismo de disparo, e a corrente circula pelo relé térmico e pelo relé eletromecânico.



Havendo no circuito uma pequena sobrecarga de longa duração, o relé bimetálico atua sobre o mecanismo de disparo, abrindo o circuito. No caso de haver um curto-circuito, o relé eletromagnético é quem atua sobre o mecanismo de disparo, abrindo o circuito instantaneamente.

O disjuntor substitui com vantagem o fusível, pois não é danificado ao abrir um circuito em condições anormais

**Características elétricas:**

**Tensão Nominal:** A tensão em que o equipamento foi projetado para trabalhar.

**Corrente Nominal:** A corrente em que o equipamento foi projetado para trabalhar.

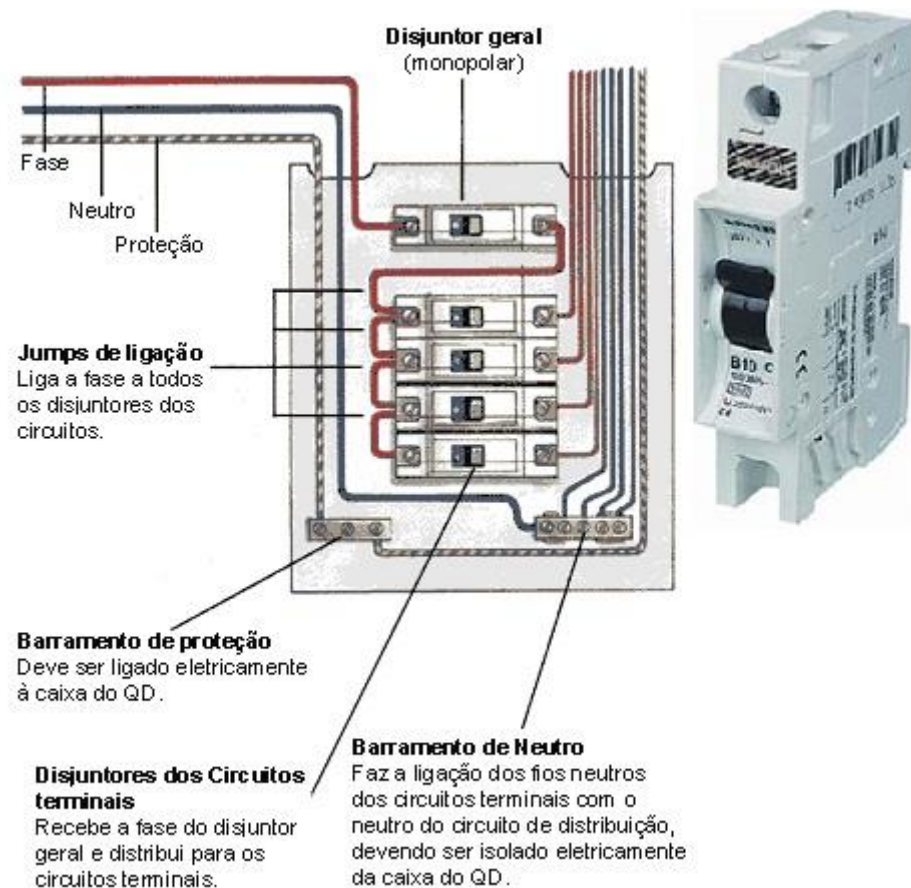
**Curva de Disparo dos disjuntores:** existe pelo menos 5 tipos de curvas de disparo, que determinam a capacidade de proteção de um disjuntor.

Curva "B": Disparo: 3 a 5 vezes a corrente nominal ( $I_n$ );  
Aplicação: Proteção de Geradores, pessoas e cabos de grande comprimento sem pico de corrente.

Curva "C": Disparo: 5 a 10 vezes a corrente nominal ( $I_n$ );  
Aplicação: Proteção de circuitos de iluminação, Tomadas de Corrente e aplicações gerais.

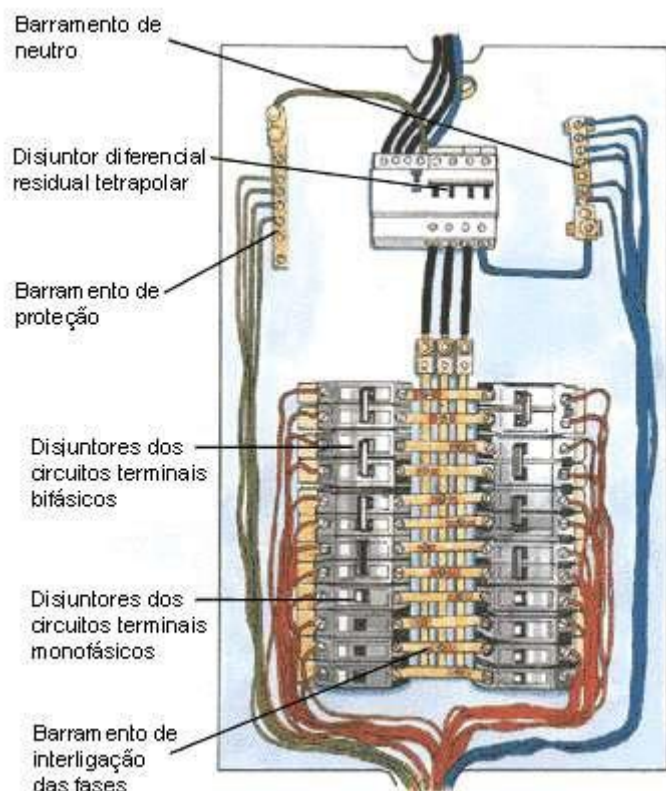
Curva "D": Disparo: 10 a 14 vezes a corrente nominal ( $I_n$ );  
Aplicação: Proteção de Circuitos com elevadas correntes de partida, transformadores e motores elétricos.

**Instalação no quadro de disjuntores sistema monofásico:** Em geral os disjuntores mais utilizados nas residências possuem faixas de corrente variando entre 0,5 A e 200 A.



**Instalação no quadro de disjuntores sistema trifásico:** Os disjuntores são alojados em um quadro onde são interligados à rede e aos circuitos parciais. Este quadro é o centro de distribuição de toda instalação elétrica recebendo os condutores que vem do centro de medição (quadro medidor) e distribuindo para os demais circuitos terminais que vão alimentar as lâmpadas, tomadas e aparelhos elétricos. O quadro de distribuição deve ser localizado em local de fácil acesso e o mais central na residência.





**Funcionamento do Disjuntor Diferencial Residual (DDR):** Os dispositivos de atuação a corrente diferencial residual, simplisicamente dispositivo DR, destina-se à proteção de pessoas e animais domésticos contra os perigos da corrente elétrica, bem como a proteção patrimonial na prevenção de incêndios de origem elétrica.



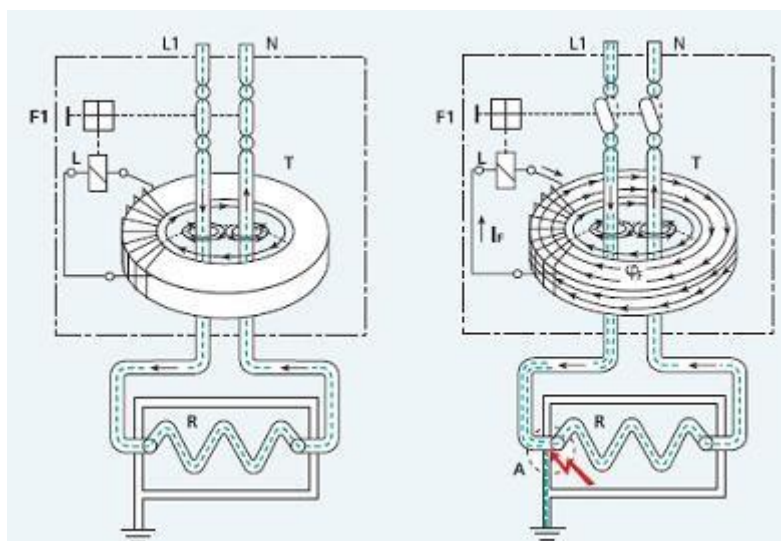
Antes de falar diretamente sobre o dispositivo DR é preciso esclarecer alguns pontos importante quanto à utilização destes dispositivos.

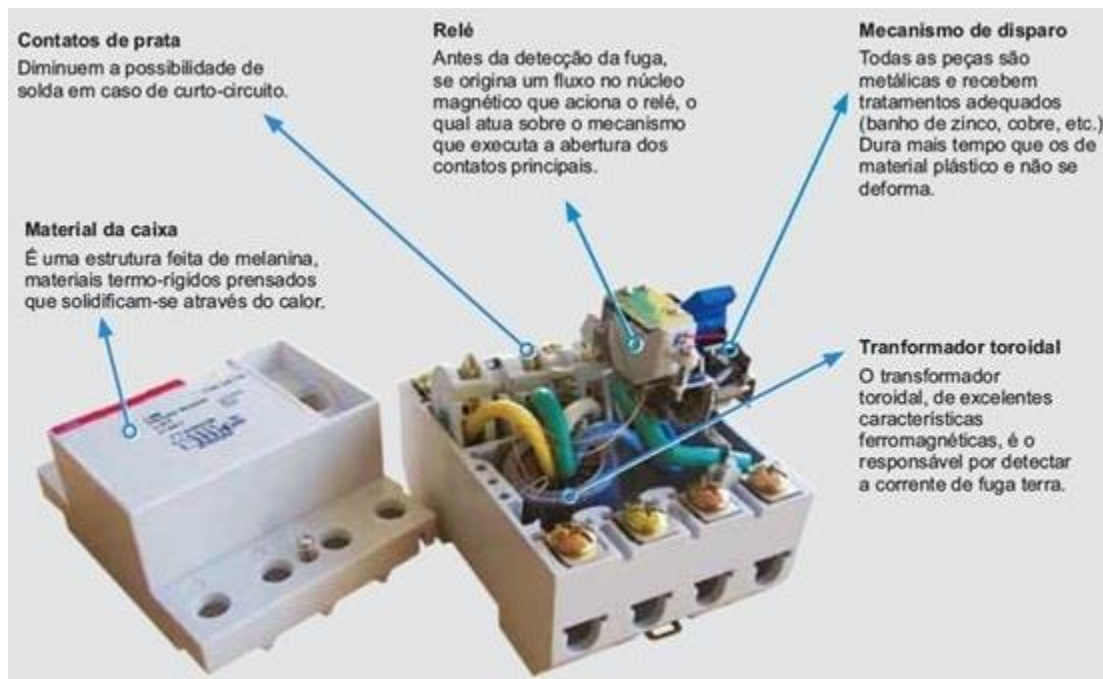


Na verdade independentemente do esquema de aterramento que está sendo usado (TN / TT / IT), o uso de proteção DR, mais particularmente de alta sensibilidade (isto é, com corrente diferencial-residual nominal igual ou inferior a 30 mA), tornou-se expressamente obrigatório nos seguintes casos:

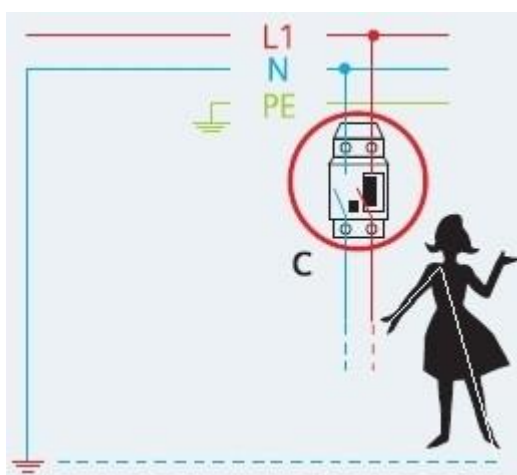
- circuitos que sirvam a pontos situados em locais contendo banheiro ou chuveiro;
- circuitos que alimentem tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação;
- circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior;
- circuitos de tomadas de corrente de cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, de todo local interno molhado em uso normal ou sujeito a lavagens.

O DR mede permanentemente a soma vetorial das correntes que percorrem os condutores. Enquanto o circuito se mantiver eletricamente igual, a soma vetorial das correntes nos seus condutores é praticamente nula. Ocorrendo a falha de isolamento em um equipamento alimentado por esse circuito, interromperá uma corrente de falta à terra, ou seja, haverá uma corrente residual para a terra. Devido a este "vazamento" de corrente para a terra, a soma vetorial das correntes nos condutores monitorados pelo DR não é mais nula e o dispositivo detecta justamente essa diferença de corrente.





Se alguma pessoa vier a tocar uma parte viva do circuito protegido: a porção de corrente que irá circular pelo corpo da pessoa provocará igualmente um desequilíbrio na soma vetorial das correntes – a diferença, então, é detectada pelo dispositivo diferencial, tal como se fosse uma corrente de falta à terra. Quando essa diferença atinge um determinado valor, é ativado o relé. Este relé irá provocar a abertura dos contatos principais do próprio dispositivo ou de um disjuntor, desligando o circuito instantaneamente.



Os dispositivos fabricados atualmente, normalmente têm capacidade de interromper o fornecimento de energia elétrica a equipamentos ou a circuitos elétricos que operem com correntes

até 160A. A sensibilidade exigida do dispositivo, para detectar correntes de fuga, dependerá das características do circuito em será instalado (relés de sobre corrente de fase e neutro, relés de alta impedância, etc.)

A sensibilidade determina se um DR pode ser aplicado à proteção contra contatos indiretos e à proteção contra contatos diretos. A aplicação do DR pode ser dividido em:

- Uso obrigatório de DR de alta sensibilidade (30 mA): Na proteção complementar contra choques elétricos em circuitos de banheiros, tomadas externas, tomadas de cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e assemelhados.
- Uso de DR de alta sensibilidade (30 mA) como alternativa: Na proteção de equipamentos situados próximos à piscinas.
- Uso previsto de DR de baixa sensibilidade (500 mA): Um dos meios prescritos para limitar as correntes de falta/fuga à terra em locais que processem ou armazenem materiais inflamáveis.

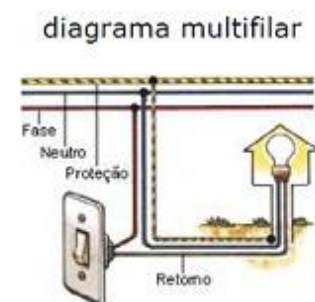
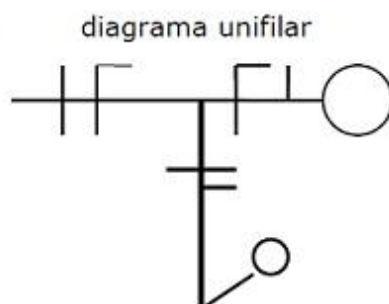
Na prática a proteção diferencial-residual pode ser realizada através de:

- interruptores diferenciais-residuais;
- disjuntores com proteção diferencial-residual incorporada;
- tomadas com interruptor DR incorporado (pouco usadas atualmente);
- blocos diferenciais acopláveis e disjuntores em caixa moldada ou a disjuntores modulares (mini disjuntores);
- peças avulsas (relé DR e transformador de corrente toroidal) que são associadas apenas a um elemento desinalização e/ou alarme, se eventualmente for apenas este, e não um desligamento, que é o objetivo da detecção diferencial-residual (normalmente usado na indústria em equipamentos com suspeita de curto ou fuga).

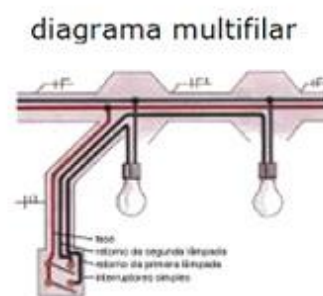
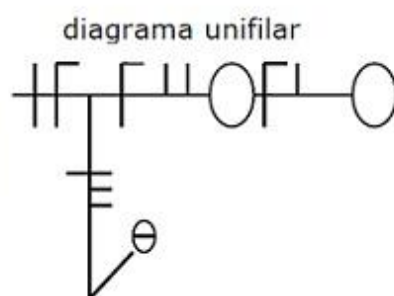
## Funcionamento e Instalação de Interruptores, Dimmers e Minuteiras

**Os Interruptores:** são dispositivos de manobra, que tem como função o acionamento de consumidores elétricos, basicamente lâmpadas. Constituem-se de duas partes principais: corpo e contatos. O corpo é confeccionado em baquelita ou plástico e serve para alojar as partes metálicas que são os contatos e o sistema de molas. A instalação dos interruptores deve ser feita próxima a entrada do cômodo podendo ser embutido ou aparente, respeitando a distância de 0,15 m do marco da porta e altura entre 1,30 e 1,50 m do piso acabado.

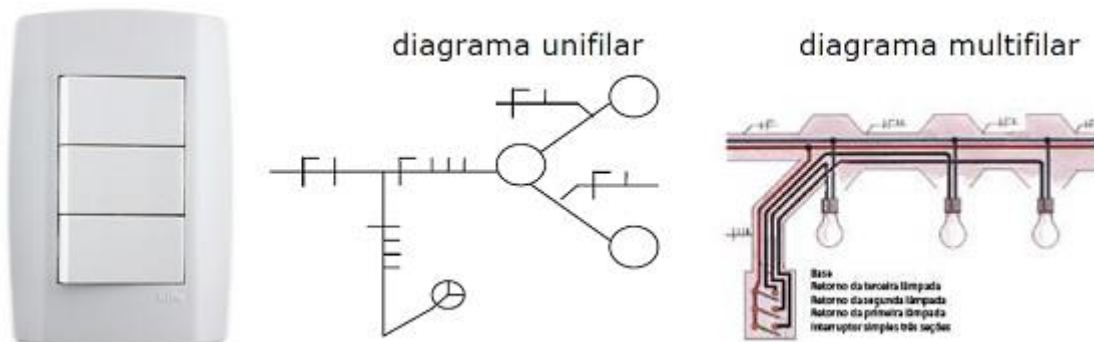
Interruptores Simples de uma Seção: Dispositivo de manobra com apenas uma tecla devendo ser utilizado para acionamento de consumidores até a sua capacidade máxima indicada pelo fabricante.



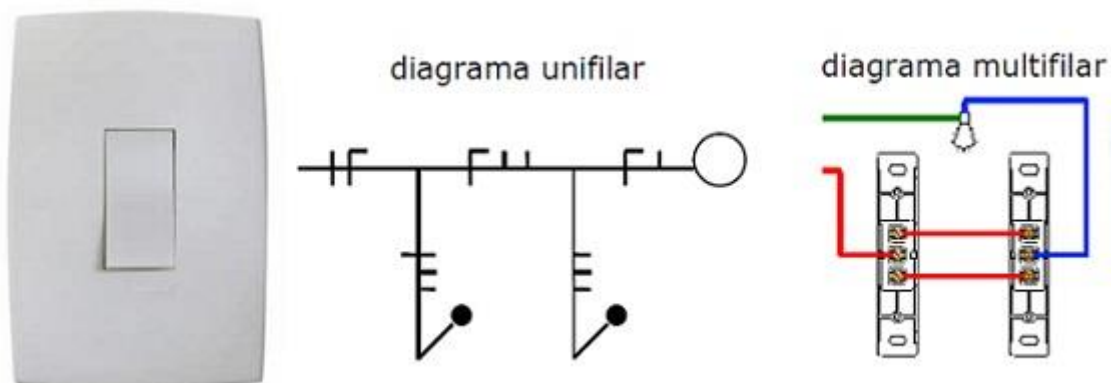
Interruptores Simples de duas Seções: Dispositivo de manobra com duas teclas separadas sendo utilizado para acionamento de mais de um consumidor tomando como referência o mesmo local.



Interruptor de três seções: Um interruptor com três seções tem a finalidade de comandar três ou mais lâmpadas e tem a mesma característica dos anteriores.



Interruptor Paralelo (Circuito three way): São dispositivos de manobra que possibilitam o acionamento de cargas através de pontos diferentes sendo, assim, bastante cômodo para os usuários. Este dispositivo em sua parte frontal assemelha-se a um interruptor simples, porém a sua parte posterior possui três bornes.



Interruptor Intermediário (four way): São dispositivos de manobra que, com o auxílio dos interruptores paralelos, possibilitam o comando de cargas a partir de três pontos de comando, no mínimo.



diagrama unifilar

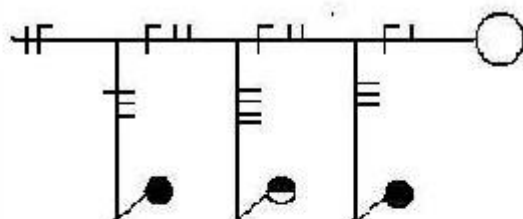
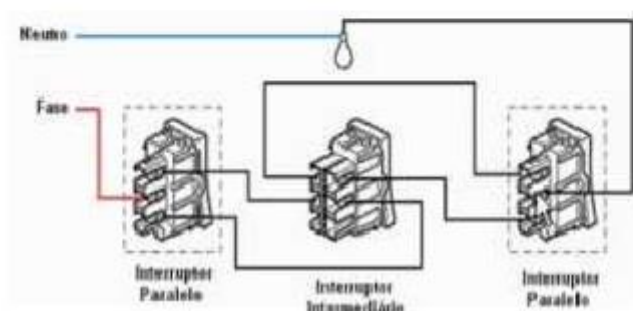


diagrama multifilar



Interruptor Pulsador: Também conhecidos por botão de campainha, os botões pulsadores externamente são semelhantes a um interruptor simples de uma seção, possuindo a particularidade de conter na sua parte de baixo da tecla uma mola possibilitando assim o seu retorno para a posição inicial após o acionamento.

Podemos utilizar o exemplo da campainha elétrica, que é um dispositivo de sinalização sonora utilizado para indicar a presença de pessoas no ambiente externo de prédios e residências. Funciona pelo princípio do eletromagnetismo, pois quando o eletroímã é energizado cria um campo magnético que atrai o martelo fazendo-o golpear o tímpano soando um ruído que pode ter a sua intensidade regulada por um parafuso preso ao centro do tímpano.



diagrama unifilar

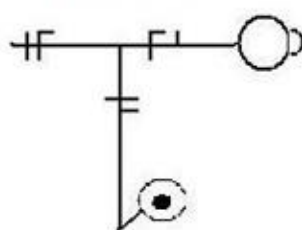
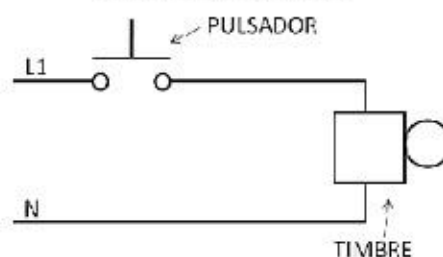


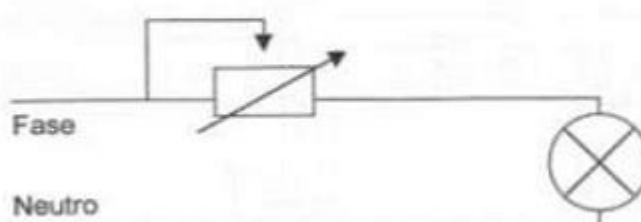
diagrama multifilar



Dimmer (Variador de Luminosidade): São dispositivos de controle do fluxo luminoso que atua diretamente nas lâmpadas incandescentes ou halógenas, variando a luminosidade através da variação de sua resistência interna instalada em série com a carga, gradua a luminosidade e proporciona uma economia de até 60%, e deixando os ambientes mais confortáveis. Ideais para utilização em salas, quartos e outros ambientes. Vale lembrar que o dimmer não surte efeito de funcionamento em lâmpadas do tipo econômicas (fluorescentes e LED).



diagrama multifilar



Minuteira: É um dispositivo eletrônico de comando para circuitos de iluminação que não necessitam de ação humana para seu desligamento, desligando-se depois de algum tempo predeterminado. Existem vários modelos de minuteiras por exemplo por acionamento de tecla, por infravermelho, sensor de movimento, etc. porém o funcionamento de todos é igual, desligando-se posteriormente conforme tempo programado da minuteira.



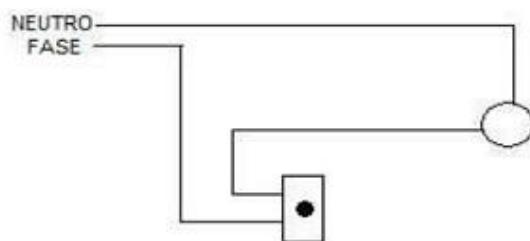


**Sensor de Presença**



**Botão de  
Acionamento**

### diagrama multifilar



## Tomadas Elétricas

São dispositivos utilizados para disponibilizar a Tensão Elétrica que vai alimentar os equipamentos elétricos, bastando para isto inserir o plug do equipamento em uma tomada cuja Tensão seja compatível com o mesmo.

Desde 2010, o NBR 14136 é o padrão oficial de tomadas no Brasil. A venda de outros tipos de tomada é proibida pelo INMETRO desde esta data. O padrão foi escolhido por ser mais seguro e por contar com o condutor terra. Há o modelo apropriado para aparelhos que necessitem de corrente de 10A e até 20A.

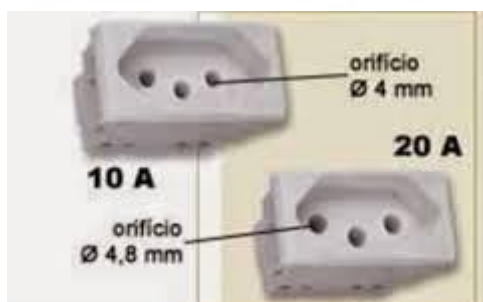
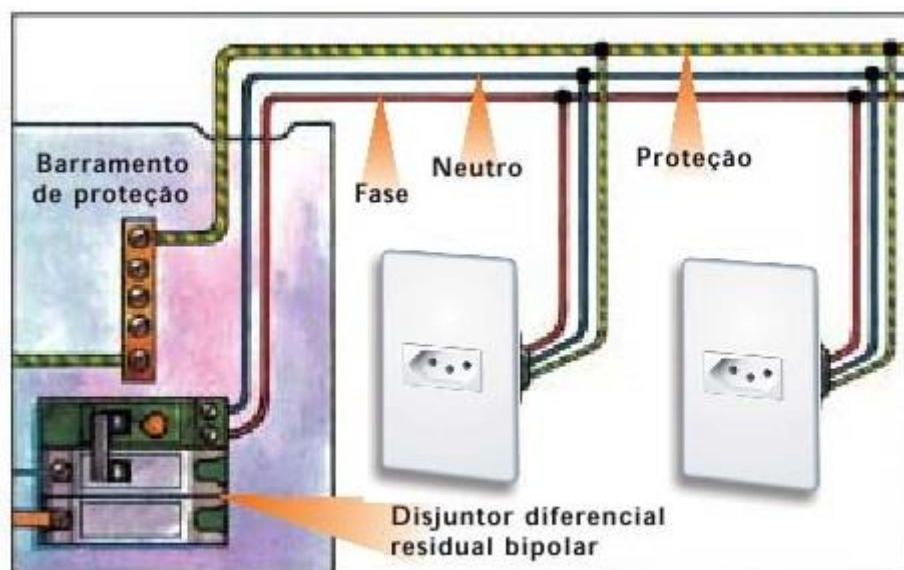
A grande mudança para as tomadas é o baixo relevo de 8 a 12 milímetros, em formato de hexágono. No caso dos plugues, a maior mudança é com relação aos aparelhos que necessitam de aterramento. Por isso, conforme as características do aparelho, o plugue poderá ter dois ou três pinos. O terceiro pino é destinado



para o fio terra. Nesses casos todos os aparelhos que exijam aterramento devem possuir este recurso. Quanto ao diâmetro, é a corrente elétrica que determina o tipo dos pinos, assim, não é possível inserir o plugue de um aparelho que demanda maior potência (20A) em uma tomada que não seja adequada (10A).

Tomadas de uso geral: Normalmente são tomadas simples que pode se apresentar isoladamente ou conjugadas com interruptores. As características elétricas são tensão e corrente máxima com a capacidade de 10A a 20A.

São destinadas à ligação de eletrodomésticos portáteis, como por exemplo, geladeiras, liquidificadores, ventiladores, rádio relógio, equipamentos de som, aspiradores de pó, ferros de passar roupa, televisores, luminárias de mesa, etc.



Quantificação das tomadas de uso geral: devemos sempre ter já os locais programados para se instalar tomadas, para isto deveria ser respeitado a quantidade de tomadas de acordo com a metragem quadrada do ambiente.

Ambientes com área igual ou inferior a 6 m<sup>2</sup>, prever no mínimo duas tomadas.

Ambientes com área superior a 6 m<sup>2</sup>, calcular o número de tomadas de acordo com o seu perímetro. Prever uma tomada a cada 4 m de perímetro ou fração (não se descontam os vãos de passagem ou de portas e não se desprezam as frações, ao contrário da iluminação). Distribuir os pontos de tomada de forma uniforme na parede.

Em cozinhas (ou copas e copa-cozinha) prever uma tomada a cada 2,5 m de perímetro ou fração, independente da área. Nesses ambientes existe uma concentração maior de eletrodomésticos, por isso a relação de perímetro é diferente e independente da área.

Em banheiros prever no mínimo uma tomada junto ao lavatório, independente da área, porém com uma distância mínima de 60 cm da área do Box.

Outros ambientes: Subsolos, varandas, garagens ou sótãos. Prever no mínimo uma ou duas tomadas, independente da área.

Tomadas de Uso Específico: são tomadas de eletrodomésticos ou equipamentos de uso específico de alto consumo de energia elétrica que são fixos ou estacionários tais como chuveiros elétricos, aparelhos de ar condicionado, torneiras elétricas, secadoras de roupa, fornos elétricos, etc. Podem ser em 127 ou 220 V.

## Lâmpadas

Vamos precisar entender também um pouco sobre como funciona cada lâmpada e qual a utilidade de cada tipo. Muitas vezes as diferenças entre elas não são tão perceptíveis para as pessoas e assim, podemos acabar instalando uma lâmpada de forma incorreta e ter um gasto desnecessário além de acabar prejudicando o meio ambiente gastando mais energia do que o aconselhável. Seguem os tipos mais comuns utilizados:

Lâmpadas Incandescentes: É o tipo de lâmpada mais antigo e utilizado até hoje em muitas residências. Emitem luz a partir de um filamento incandescente (daí que vem o nome) e, por isso, também podem

ser conhecidas como lâmpada de “luz quente” já que grande parte da energia consumida é transformada em calor. Como possuem eficiência luminosa muito baixa (por volta de 12 lm/W) seu alto consumo de energia é uma desvantagem assim como sua pequena vida útil de aproximadamente 1.000 horas. A seu favor temos que as lâmpadas incandescentes tem um baixo custo para aquisição e gera muita luz (IRC 100). Porém, as incandescentes desaparecerão nos próximos anos, assim como aconteceu com os países europeus. Na Europa a eliminação quase que total da incandescente levou três anos e encerrou-se em 2012. Em outros países a escolha foi banir essa lâmpada de uma única vez, começando por Cuba em 2005, seguido pela Austrália em 2010, Argentina em 2011 e Estados Unidos em 2014. O Brasil optou por eliminar a fabricação e comercialização das lâmpadas incandescentes de forma gradual, já que as que tinham mais de 75W de potência deixaram de ser comercializadas em 30 de junho de 2014. Já as lâmpadas de 25 a 75 watts deixaram de ser produzidas dia 30 de junho de 2015, sendo comercializadas até 30 de junho de 2016. Provavelmente não teremos muitas dessas lâmpadas no futuro, a não ser que se procure em museus.



Lâmpadas Fluorescentes: São as mais comuns hoje em termos de popularidade. Um gás ionizado que emite radiação ultravioleta que incide sobre uma camada fluorescente na superfície dos tubos de vidro, transforma-se em luz. Este tipo de lâmpada foi criado por Nikola Tesla, ex-funcionário de Thomas Edison, em 1938 e, é mais eficiente do que a incandescente porque gera menos calor, tendo

uma eficiência luminosa cinco vezes maior (70 lumen/Watt). Com cor branca, as fluorescentes foram “descobertas” no Brasil na época do “apagão energético”, no ano de 2001, por causa das pesadas multas aplicadas a quem não conseguisse diminuir sua conta de energia, as pessoas se viram obrigadas a procurar um tipo de lâmpada que fosse mais econômica que as incandescentes e ter um custo acessível. Podemos listar como uma vantagem a grande variedade de modelos encontrada no mercado podendo ser utilizadas tanto para ambientes menores quanto para grandes ambientes. Porém, apesar de mais eficiente do que as incandescentes, elas não são tão eficientes quanto as de LED. Além disso, esse tipo de lâmpada é altamente poluente por ter fósforo e mercúrio, necessitando de atenção quanto ao descarte. O ideal é que seja realizada a reciclagem por empresa especializada. Sua vida útil é de até 8.000 horas e seu IRC é de 80.

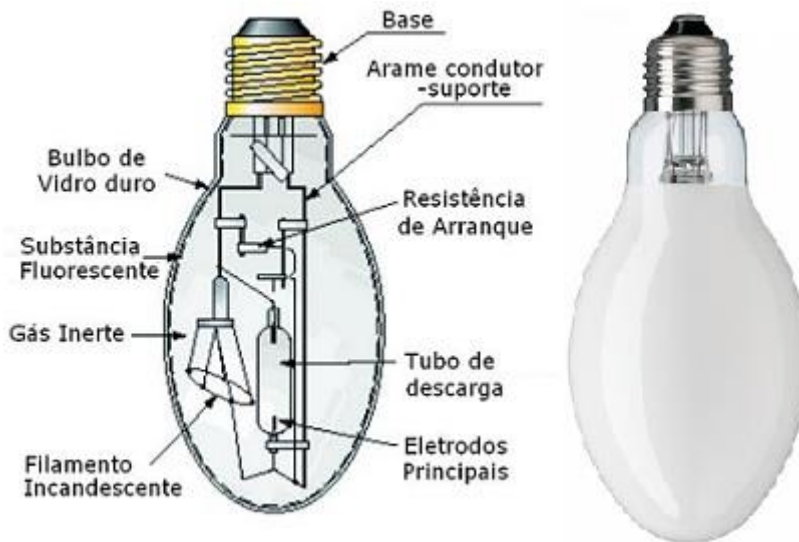


Halógenas: São lâmpadas incandescentes com filamento de tungstênio contido em um gás inerte e uma pequena quantidade de um halogênio como iodo ou bromo. Assim como a lâmpada incandescente ele também possui o filamento de tungstênio mas ele fica encaixado em um invólucro de quartzo muito menor. Se fosse de vidro esse invólucro derreteria por ser tão próximo ao filamento. Diferentemente das incandescentes o gás halógeno possuem uma propriedade muito interessante: se a temperatura for alta o suficiente, o gás halógeno se misturará com tungstênio, conforme evaporam e são novamente depositados no filamento.

Por causa disso, a lâmpada tende a durar mais, cerca de 2.000 A 4.000 horas. Além disso, agora é possível esquentar mais o filamento, o que significa que temos mais eficiência luminosa (aproximadamente 20 lm/W). De qualquer forma, ainda conseguimos bastante calor e pelo fato de o invólucro de quartzo estar tão próximo do filamento, fica extremamente quente se comparado a uma lâmpada normal. As halógenas (dicróica, PAR, AR, Palito, Mini JC, G9) têm IRC de 100. Isso significa que, em diversas aplicações em que a fidelização das cores é importante, essa característica pode fazer toda a diferença. As lâmpadas dicróicas, especificamente, possuem um brilho característico que, dependendo do efeito que se deseja fazer no ambiente, será um fator importante a ser considerado. Entretanto, muitos profissionais são receosos com as halógenas devido ao elevado consumo de energia e grande percepção de calor emitido. São muito utilizadas nos projetos de iluminação por permitirem a criação de efeitos de destaque e de valorização de objetos, texturas, materiais, etc.



Lâmpadas Mistas: As lâmpadas mistas foram desenvolvidas há muitos anos atrás com a combinação das tecnologias da lâmpada de vapor de mercúrio de alta pressão com a lâmpada incandescente. A razão desse desenvolvimento foi, na época, substituir as lâmpadas incandescentes – que são menos eficientes. Porém, há muitos anos os países desenvolvidos também já não permitem a utilização desse modelo de lâmpada pelo seu alto consumo de energia (22 lm/W). Este tipo consiste em um bulbo preenchido com gás, revestido na parede interna com fósforo, contendo um tubo de descarga ligado em série com um filamento de tungstênio. O filamento age como um reator para descarga, estabilizando assim, a corrente na lâmpada. Possuem um tempo de vida útil de 10.000 horas e IRC aproximadamente 60.



Lâmpadas Vapor Mercúrio: Formada por um tubo de quartzo, contendo vapor de mercúrio em alta pressão, capaz de suportar elevadas temperaturas, possuindo em cada extremidade um eletrodo principal e numa das extremidades outro eletrodo auxiliar. Em funcionamento, quando a tensão é aplicada à lâmpada cria-se um campo elétrico entre o eletrodo auxiliar e o principal. O arco elétrico gerado entre eles provoca um aquecimento que leva à ionização do gás e o aparecimento de vapor de mercúrio. Possuem vida útil de cerca de 24.000 horas e eficiência próxima a 45 lm/W. Seu IRC é de 45. Esse tipo de lâmpada necessita de reatores para sua ignição e funcionamento, o que pode levar até 15 minutos para o reacendimento completo, após uma oscilação de energia.





Lâmpadas Vapor Sódio: Podem ser encontradas sob duas formas distintas de operação, sendo elas: Lâmpadas de sódio de alta pressão e Lâmpadas de sódio de baixa pressão. As lâmpadas de sódio de alta pressão conseguem, devido a introdução de mercúrio, ter um espectro mais alargado, permitindo uma melhor reprodução de cores. Estas são constituídas por um tubo de descarga de óxido de alumínio, encapsulado num invólucro de vidro. O tubo é preenchido por um composto de sódio e mercúrio, além de uma mistura gasosa de néon e argon, que serve para despoletar o arranque. A principal perda em relação às congêneres de baixa pressão é o fato de terem uma menor eficiência luminosa, contudo apresentam um IRC um pouco melhor. No geral, as lâmpadas de vapor de sódio, são as mais utilizadas na iluminação pública, à característica amarelada do fluxo luminoso é especialmente úteis em locais com forte ocorrência de nevoeiro. Possuem vida média alta, entre 28.000 e 32.000 horas, com boa eficiência luminosa para altas potências (entre 80 e 150 lm/W) e IRC de 25. Assim como a Lâmpada de Vapor Mercúrio, podem levar até 15 minutos para o reacendimento completo.

Lâmpadas Vapor Metálico: Surgida há cerca de 40 anos, vem sendo aperfeiçoada e, atualmente, apresenta um conjunto de vantagens que faz dela um produto completo e interessante no mercado, sob todos os aspectos importantes na iluminação geral. Muito mais eficiente (mais de 75 lm/W), durável (15.000 horas) e gerando menos calor do que as incandescentes comuns e halógenas, oferece reprodução de cor muito superior às lâmpadas de vapor de sódio e de mercúrio (IRC de 70). Supera em brilho e intensidade a fluorescente, possibilitando direcionar melhor a luz. É amplamente utilizada na iluminação de lojas – especialmente de vitrines – e grandes áreas, como estádios de futebol, ginásios de esportes, praças, fachadas e monumentos, na iluminação de destaque e até mesmo em residências finas. Sua luz branca embeleza e enobrece o ambiente, proporcionando conforto visual e gerando baixa carga térmica.

## Mercurio | Metalico | Sódio



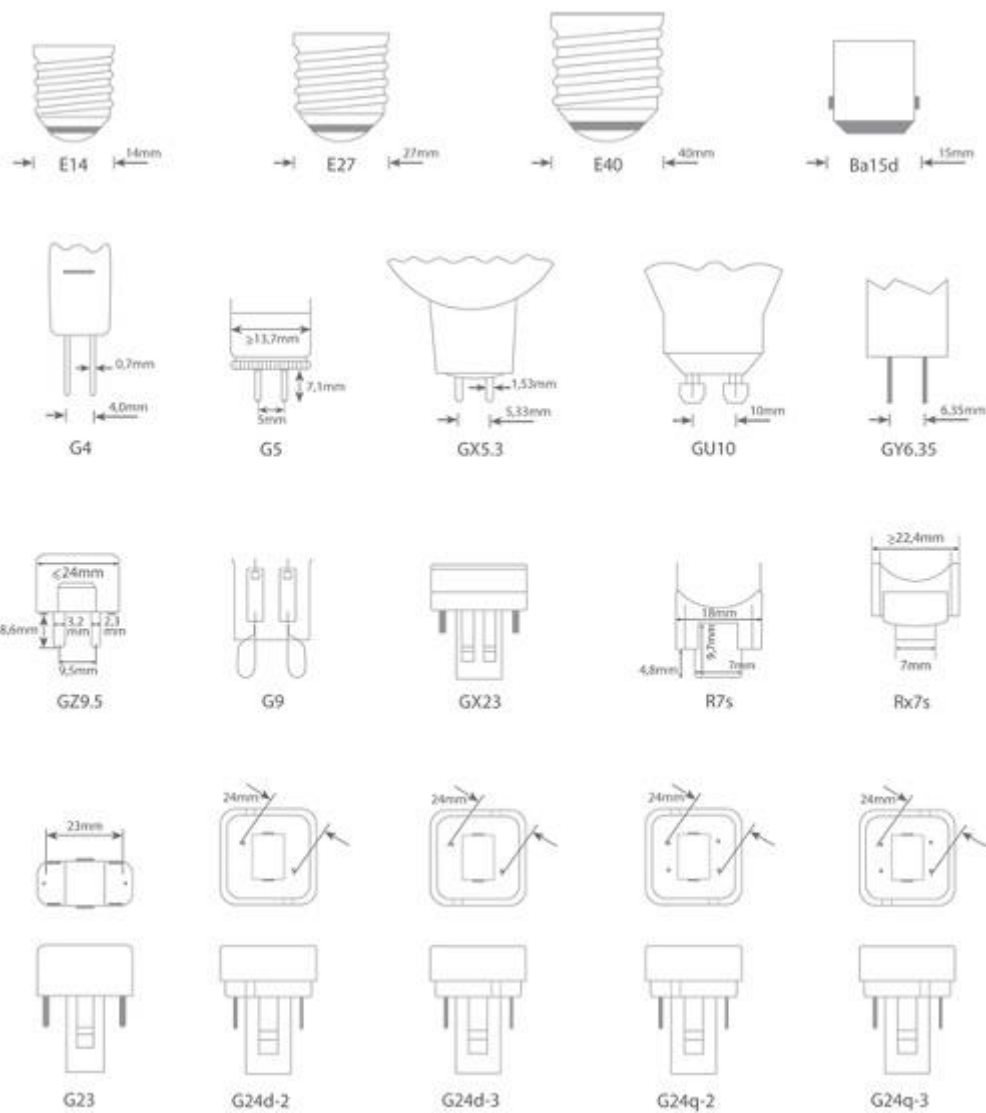
LED: O *Light Emiting Diode* (Diodo emissor de luz – Led) – como seu nome já diz – é um diodo, ou seja, um semicondutor em estado sólido que converte energia elétrica diretamente em luz. Portanto, não é uma lâmpada. Ele não veio com o objetivo de fazer substituição de lâmpadas, mas para ser mais uma opção de fonte de luz em diversas aplicações. Leds oferecem opções decorativas difíceis de serem alcançadas por outras fontes de iluminação. São ecologicamente corretos e possuem alta eficiência luminosa (entre 70 a 130 lm/W) . O que a maioria das pessoas ignora é a existência de diversas categorias de Led. O mercado já dispõe de Leds para balizamento, decorativos e de alto brilho, entre outras subcategorias.

Como os LEDs precisam de baixa tensão de rede (10v ou 24v), necessitam de transformadores para converterem a energia, o que ajuda para aumentar os custos com o produto. Sua vida útil é entre 20.000 e 32.000 horas.





Observe a seguir a ilustração com os mais diversos tipos de bases de lâmpadas vendidos no Brasil. Cada base possui um soquete específico usado para os mais diversos fins. Soquetes modelos G9, E14 e GU10 são muito utilizados em lustres e pendentives decorativos devido ao tamanho reduzido das lâmpadas.



Lâmpadas decorativas de bases especiais e de LED que estão cada vez mais substituindo as antigas lâmpadas dicroicas.



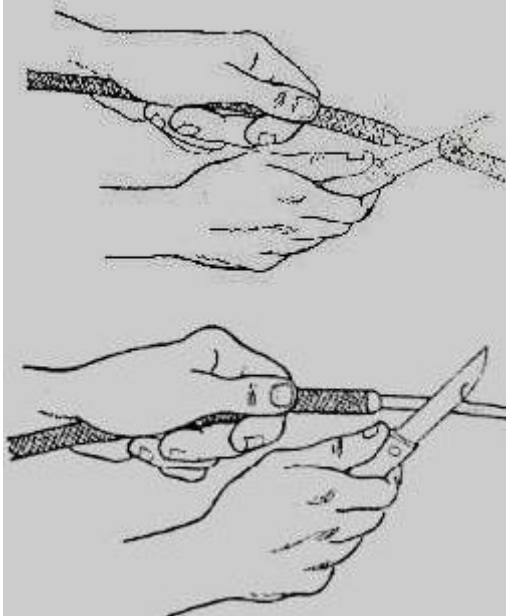
## Como Efetuar a Correta Emenda de Fios e Condutores

Normalmente o eletricista se depara com um problema: o percurso da instalação em linha é maior que o fio condutor disponível. Que fazer então? Ele deverá executar uma ou mais emendas. Essas emendas, entretanto, poderão se transformar mais tarde em fontes de mau contato, produzindo aquecimento e, portanto, perigos de incêndio ou de falhas no funcionamento da instalação, se forem mal executadas. A função de um eletricista é saber fazer, fiscalizar e identificar as possíveis falhas. Assim, estes são bons motivos para se aprender as técnicas e recomendações indicadas na execução de uma boa instalação.

Existem vários tipos de emendas, entre eles os mais conhecidos são:

**Emenda de Prolongamento:** Desencape as pontas dos condutores, retirando com um canivete ou estilete a cobertura isolante em PVC. Execute sempre cortando em direção à ponta, como se estivesse

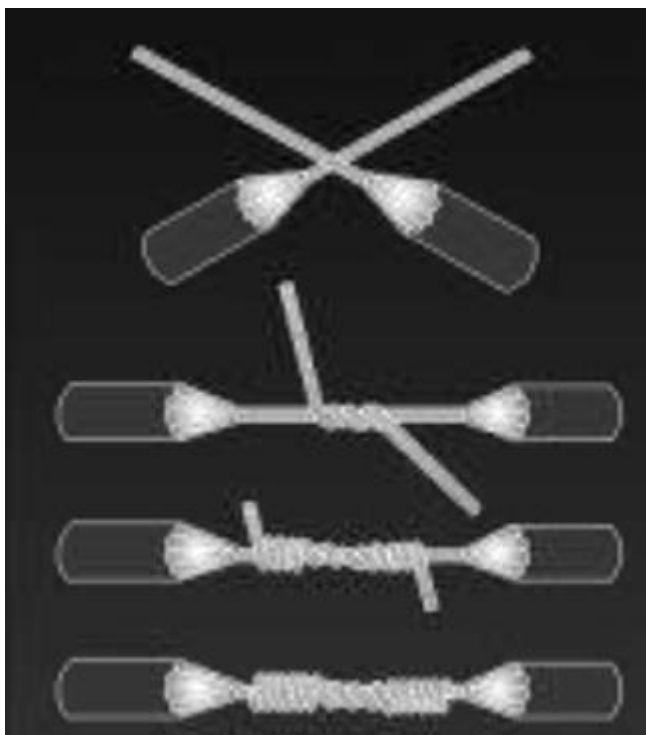
apontando um lápis, com o cuidado de não “ferir” o condutor. O procedimento correto pode ser visualizado na figura a seguir.



Obs.: o comprimento de cada ponta deve ser suficiente para aproximadamente umas 06 (seis) voltas em torno da ponta do outro condutor.

Emende os condutores, cruzando as pontas dos mesmos, conforme mostrado na Figura abaixo, e em seguida torça uma sobre a outra em sentido oposto.

Cada ponta deve dar aproximadamente seis voltas sobre o condutor, no mínimo. Complete a torção das pontas com ajuda de um alicate, como mostrado. As pontas devem ficar completamente enroladas e apertadas no condutor, evitando-se assim que estas pontas perfurem o isolamento.



Emendas aéreas

1. Descasque os fios



2. Dê 2 a 3 voltas com a mão



2 a 3 voltas

3. Dê 10 voltas bem apertadas

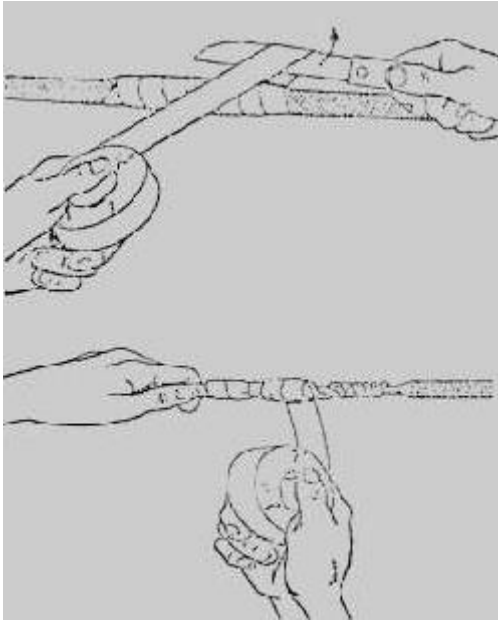


5 voltas

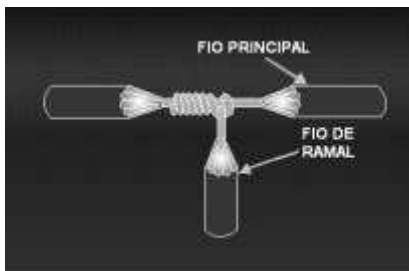
5 voltas

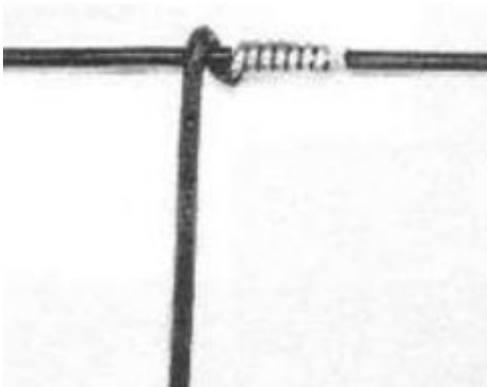
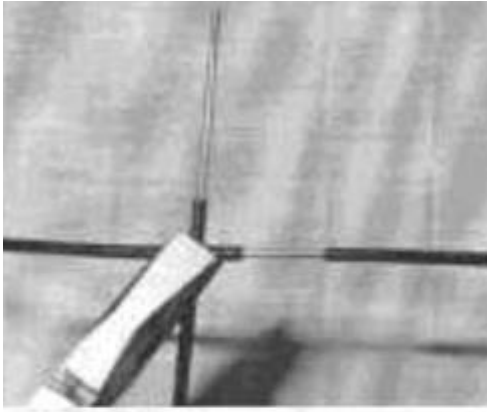
Após realizada a emenda faz-se o isolamento, que deve ser iniciado pela extremidade mais cômoda.

Prenda a ponta da fita e, em seguida, dê três ou mais voltas sobre a mesma, continue enrolando a fita, de modo que cada volta se sobreponha à anterior. Continue enrolando a fita isolante sobre a camada isolante de PVC do condutor. A execução de uma emenda bem feita deve garantir que a camada isolante do condutor seja ultrapassada por uns dois centímetros. Corte a fita isolante, seguindo o procedimento de acordo com as próximas figuras:



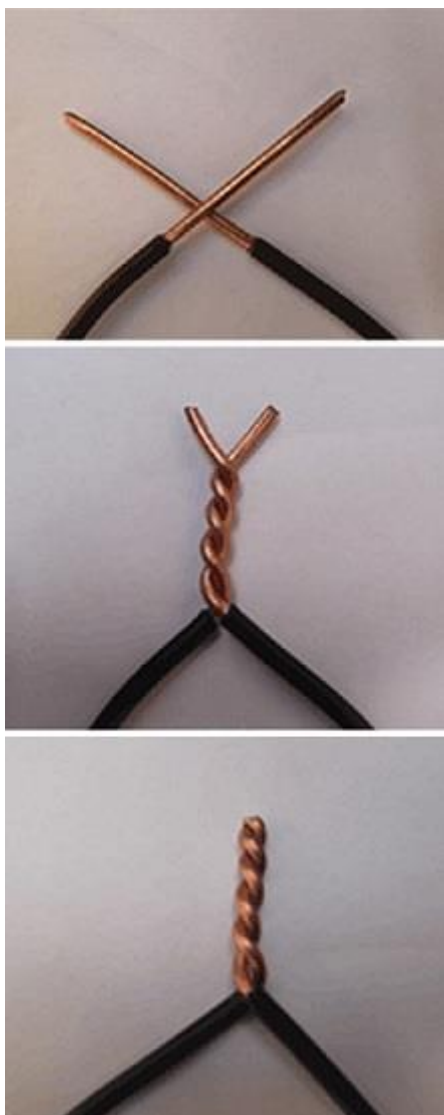
**Emenda de Derivação:** Primeiro desencape a parte isolante com um canivete ou com um alicate tendo o cuidado de não ferir o condutor, em seguida uma as partes desencapadas e dobre-as entre si com o alicate universal apoiado por um alicate de bico.





O isolamento da emenda deve ser iniciado pela extremidade mais cômoda. Prenda a ponta da fita e, em seguida, dê três ou mais voltas sobre a mesma, continue enrolando a fita, de modo que cada volta se sobreponha à anterior.

**Emenda Trançada:** Efetue manualmente a emenda, conforme ilustração abaixo.



Conclua a emenda, apertando-a bem, e utilizando para este fim alicates universais. Terminada a emenda, isole-a, dispondo a fita isolante em camadas.

## **Instalação de Torneiras Elétricas e Chuveiros Elétricos**

**Regra fundamental:** primeiramente todos os chuveiros elétricos e torneiras elétricas devem ser aterrados. Instale o fio terra corretamente, de acordo com a orientação do fabricante, sempre, sem exceção.

**OBS:** Quando perceber pequenos choques, fios derretidos e cheiro de queimado são sinais de problemas que precisam ser corrigidos

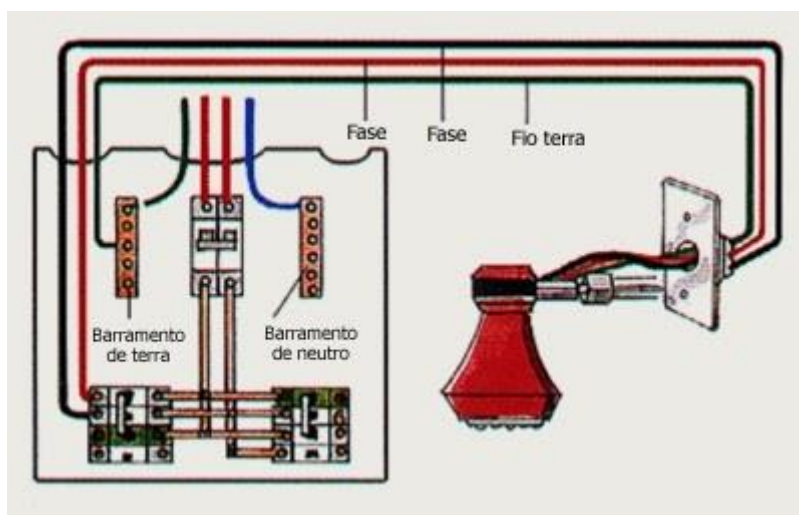


imediatamente. Nunca diminua o tamanho da resistência para aquecer mais a água e também não reutilize resistências queimadas.

Muitas pessoas vão perguntar para você, futuro eletricista residencial, por que não se pode instalar uma ducha, chuveiro ou torneira elétrica utilizando plugues ou tomadas. Bom, os plugues e tomadas de uso geral não são preparadas para resistir à corrente elétrica que circula pelos aparelhos domésticos de aquecimento, por serem estes equipamentos de alta potência elétrica. Seu uso compromete a segurança da instalação como um todo.

Em algumas regiões, os domicílios são servidos por tensões 127V e 220V, em outras regiões os domicílios recebem apenas 127V ou apenas 220V.

Por motivos históricos, a tensão de 127V é também chamada de 110V, que era uma tensão secundária utilizada antigamente pelas concessionárias de energia. Antes de comprar um chuveiro elétrico, deve-se checar a tensão elétrica disponível no ponto de energia onde ele será instalado. Ao contrário do que possa parecer, o gasto de energia elétrica depende da potência do chuveiro e não de sua tensão.



**O fio terra pode ser ligado no neutro?**

Não se deve utilizar o fio neutro como aterramento. No caso de uma sobrecarga da rede elétrica, como pode acontecer no caso de

um raio, o fio neutro pode ficar carregado e queimar os aparelhos elétricos ligados a ele no circuito da residência (quando não tiver o dispositivo DDR instalado no sistema da residência).

Para evitar riscos de choques elétricos, o fio terra (fio verde ou verde/amarelo) deve ser conectado a um sistema de aterramento, conforme norma brasileira NBR-5410/2004 e que também é explicado na lição que fala sobre aterramento/proteção.

**Mas como vou fazer a ligação de um chuveiro ou torneira elétrica?**

O mais correto é utilizar conectores de cerâmica. Os conectores de cerâmica proporcionam um bom contato elétrico entre a fiação do aparelho e da instalação do domicílio.

Uma melhor ligação elétrica significa que existe uma boa área de contato entre os dois conjuntos de fiação e que a corrente elétrica enfrenta menor resistência para circular.



Isso torna a ligação mais segura, pois evita o aquecimento do conjunto e ainda aumenta a vida útil do aparelho e da instalação. O modo correto de utilizá-los pode ser visualizado no manual de instalação do aparelho.

Vale lembrar que muitos instaladores não utilizam este conector e fazem a emenda direta dos fios. Uma emenda mal feita pode causar o derretimento por superaquecimento na emenda. Por isso quando sentir cheiro de plástico ou fio queimados provavelmente a origem será desta emenda.



Qual disjuntor e quais condutores (fiação) são adequados para cada chuveiro?

Tensão	Potência	Fiação (mm <sup>2</sup> )	Disjuntor (A)
127V	2500W	4	25
127V	3200W	4	30
127V	4000W	6	40
127V	4500W	6	40
127V	4700W	6	40
127V	5500W	10	50
220V	2500W	2,5	15
220V	3200W	2,5	20
220V	4000W	4	25
220V	4500W	4	25
220V	4700W	4	25
220V	5500W	4	30
220V	6000W	4	30
220V	6800W	6	35
220V	7500W	6	40

Importante: Para distâncias acima de 30m, utilize condutores de seção maior

Energia de funcionamento: O quadro abaixo mostra as potências e as tensões disponíveis no mercado, em cada uma das posições de temperatura. Ao providenciar a troca, certifique-se de estar utilizando a resistência apropriada para seu produto.

Tensão Nominal	Potência Nominal (W)				Disjuntor (A)	Fiação mínima para 28m (mm <sup>2</sup> )
	Morno	Frio	Quente	Super. Quente		
127 V <sub>ca</sub>	1800	0	3600	5400	50	10
220 V <sub>ca</sub>	1750	0	3650	5400	30	4

Instalação elétrica adequada: Deve ser providenciado um circuito elétrico único e direto que sirva este aparelho. Atente para as recomendações do fabricante ao efetuar as ligações e saber qual a dimensão do disjuntor que deve ter a capacidade adequada.

Mais alguns cuidados básicos:

- Verifique a tensão elétrica de sua rede e instale o produto apenas se for compatível com a mesma;
- Desligue o disjuntor antes de efetuar a devida instalação, evitando riscos como choques elétricos e outros danos;
- Utilize conectores que estabeleçam o contato adequado entre os fios do chuveiro e os condutores da instalação à qual será ligado, use sempre os de cerâmica;
- Conecte o fio terra do aparelho ao aterramento da instalação.

## Choques Elétricos – Tipos

O corpo humano, mais precisamente sua resistência orgânica à passagem da corrente, é uma impedância elétrica composta por uma resistência elétrica, associada a um componente com comportamento levemente capacitivo. Assim, o choque elétrico pode ser dividido em duas categorias:

1ª - Choque Estático: é obtido pela descarga de um capacitor ou devido à descarga eletrostática.



Descarga estática: é o efeito capacitivo presente nos mais diferentes materiais e equipamentos com os quais o homem convive. Um exemplo típico é o que acontece em veículos que se movem em climas secos. Com o movimento, o atrito com o ar gera cargas elétricas que se acumulam ao longo da estrutura externa do veículo. Portanto, entre o veículo e o solo passa a existir uma diferença de potencial. Dependendo do acúmulo das cargas, poderá haver o perigo de faiscamentos ou de choque elétrico no instante em que uma pessoa desce ou toca no veículo.

2ª - Choque Dinâmico: é o que ocorre quando se faz contato com um elemento energizado. Este choque se dá devido ao:

- toque acidental na parte viva do condutor;
- toque em partes condutoras próximas aos equipamentos e instalações, que ficaram energizadas acidentalmente por defeito, fissura ou rachadura na isolação.

Este tipo de choque é o mais perigoso, porque a rede de energia elétrica mantém a pessoa energizada, ou seja, a corrente de choque persiste continuamente. O corpo humano é um organismo resistente, que suporta bem o choque elétrico nos primeiros instantes, mas com a manutenção da corrente passando pelo corpo, os órgãos internos vão sofrendo consequências.

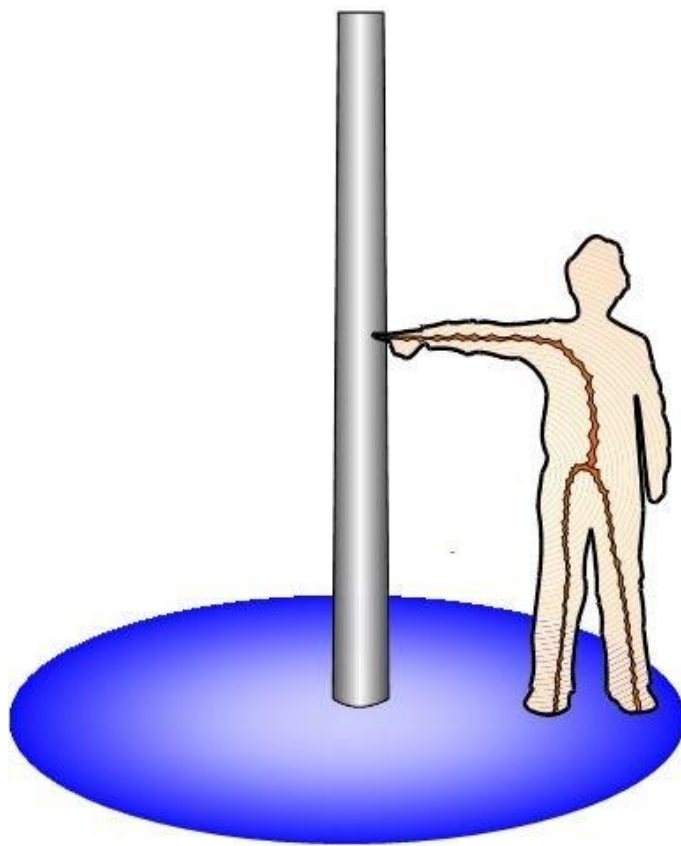
Isto se dá pelo fato de o choque elétrico produzir diversos efeitos no corpo humano, tais como:

- elevação da temperatura dos órgãos devido ao aquecimento produzido pela corrente de choque;
- tetanização (rigidez) dos músculos;
- superposição da corrente do choque com as correntes neurotransmissoras que comandam o organismo humano, criando uma pane geral;
- comprometimento do coração, quanto ao ritmo de batimento cardíaco e à possibilidade de fibrilação ventricular;
- efeito de eletrólise, mudando a qualidade do sangue;
- comprometimento da respiração;

- prolapso, isto é, deslocamento dos músculos e órgãos internos da sua devida posição;
- comprometimento de outros órgãos, como rins, cérebro, vasos, órgãos genitais e reprodutores.

Muitos órgãos aparentemente sadios só vão apresentar sintomas devido aos efeitos da corrente de choque muitos dias ou meses depois, apresentando sequelas, que muitas vezes não são relacionadas ao choque em virtude do espaço de tempo decorrido desde o acidente. Os choques dinâmicos podem ser causados pela tensão de toque ou pela tensão de passo.

Tensão de toque: é a tensão elétrica existente entre os membros superiores e inferiores do indivíduo, devido a um choque dinâmico.

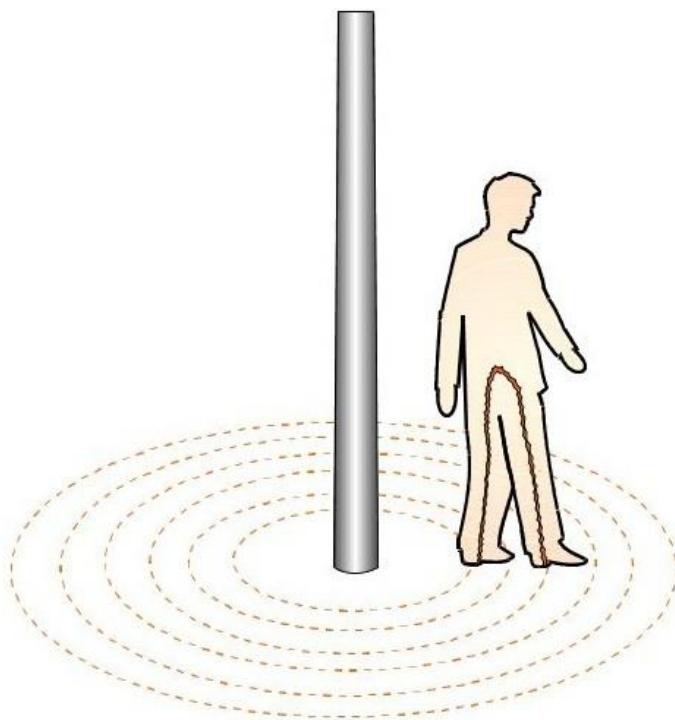


**TENSÃO DE TOQUE**

Exemplo de um defeito de ruptura na cadeia de isoladores de uma torre de transmissão (tensão de toque): O cabo condutor ao tocar na parte metálica da torre produz um curto-circuito do tipo monofásico à terra. A corrente de curto-circuito passará pela torre,

entrará na terra e percorrerá o solo até atingir a malha da subestação, retornando pelo cabo da linha de transmissão até o local do curto. No solo, a corrente de curto circuito gerará potenciais distintos desde o "pé" da torre até uma distância remota. Uma pessoa tocando na torre no momento do curto-circuito ficará submetida a um choque proveniente da tensão de toque. Entre a palma da mão e o pé haverá uma diferença de potencial chamada de tensão de toque.

**Tensão de Passo:** é a tensão elétrica entre os dois pés no instante da operação ou defeito tipo curto circuito monofásico à terra no equipamento.



**TENSÃO DE PASSO**

No caso da torre de transmissão, a pessoa receberá entre os dois pés a tensão de passo. Nos projetos de aterramento considera-se a distância entre os dois pés de 1 metro. Observe que as tensões geradas no solo pelo curto-circuito criam superfícies equipotenciais. Se a pessoa estiver com os dois pés na mesma superfície de potencial, a tensão de passo será nula, não havendo choque elétrico. A tensão de passo poderá assumir uma gama de valores que vai de zero até a máxima diferença entre duas superfícies equipotenciais separadas de 1 metro. Um agravante é que a corrente de choque devido à tensão de passo contrai os



músculos da perna e coxa, fazendo a pessoa cair e, ao tocar no solo com as mãos, a tensão se transforma em tensão de toque no solo. Nesse caso, o perigo é maior, porque o coração está contido no percurso da corrente de choque. No gado, a tensão de passo se transforma em tensão entre patas. Essa tensão é maior que a tensão de passo do homem, com o agravamento de que no gado a corrente de choque passa pelo coração.

## **Efeitos do Choque Elétrico - Contrações Musculares**

O choque elétrico pode ocasionar contrações violentas dos músculos, a fibrilação ventricular do coração, lesões térmicas e não térmicas, podendo levar a óbito como efeito indireto as quedas e batidas, etc.

A morte por asfixia ocorrerá, se a intensidade da corrente elétrica for de valor elevado, normalmente acima de 30 mA e circular por um período de tempo relativamente pequeno, normalmente por alguns minutos. Daí a necessidade de uma ação rápida, no sentido de interromper a passagem da corrente elétrica pelo corpo. A morte por asfixia advém do fato do diafragma da respiração se contrair tetanicamente, cessando assim, a respiração. Se não for aplicada a respiração artificial dentro de um intervalo de tempo inferior a três minutos, ocorrerá sérias lesões cerebrais e possível morte.

A fibrilação ventricular do coração ocorrerá se houver intensidades de corrente da ordem de 15mA que circulem por períodos de tempo superiores a um quarto de segundo. A fibrilação ventricular é a contração disritimada do coração que, não possibilitando desta forma a circulação do sangue pelo corpo, resulta na falta de oxigênio nos tecidos do corpo e no cérebro. O coração raramente se recupera por si só da fibrilação ventricular. No entanto, se aplicarmos um desfibrilador, a fibrilação pode ser interrompida e o ritmo normal do coração pode ser restabelecido. Não possuindo tal aparelho, a aplicação da massagem cardíaca permitirá que o sangue circule pelo corpo, dando tempo para que se providencie o desfibrilador, na ausência do desfibrilador deve ser aplicada a técnica de massagem cardíaca até que a vítima receba socorro especializado.



Além da ocorrência destes efeitos, podemos ter queimaduras tanto superficiais, na pele, como profundas, inclusive nos órgãos internos.

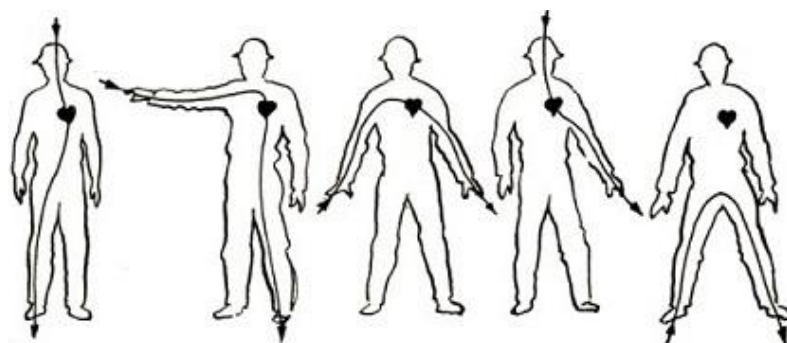
Por último, o choque elétrico poderá causar simples contrações musculares que, muito embora não acarretem de uma forma direta lesões, fatais ou não, como vimos nos parágrafos anteriores, poderão originá-las, contudo, de uma maneira indireta: a contração do músculo poderá levar a pessoa a, involuntariamente, chocar-se com alguma superfície, sofrendo, assim, contusões, ou mesmo, uma queda, quando a vítima estiver em local elevado. Uma grande parcela dos acidentes por choque elétrico conduz a lesões provenientes de batidas e quedas.

#### **Fatores determinantes da gravidade**

Analisaremos, a seguir, os seguintes fatores que determinam a gravidade do choque elétrico:

- percurso da corrente elétrica;
- características da corrente elétrica;
- resistência elétrica do corpo humano.

Percurso da corrente elétrica: tem grande influência na gravidade do choque elétrico o percurso seguido pela corrente no corpo. A figura abaixo demonstra os caminhos que podem ser percorridos pela corrente no corpo humano.



Características da corrente elétrica: outros fatores que determinam a gravidade do choque elétrico são as características da corrente

elétrica. Vale lembrar que a intensidade da corrente é um fator determinante na gravidade da lesão por choque elétrico; no entanto, observa-se que, para a Corrente Contínua (CC), as intensidades da corrente deverão ser mais elevadas para ocasionar as sensações do choque elétrico, a fibrilação ventricular e a morte. No caso da fibrilação ventricular, esta só ocorrerá se a corrente contínua for aplicada durante um instante curto e específico do ciclo cardíaco. As correntes alternadas de frequência entre 20 e 100 Hertz são as que oferecem maior risco. Especificamente as de 60 Hertz, usadas nos sistemas de fornecimento de energia elétrica, são especialmente perigosas, uma vez que elas se situam próximas à frequência na qual a possibilidade de ocorrência da fibrilação ventricular é maior. Ocorrem também diferenças nos valores da intensidade da corrente para uma determinada sensação do choque elétrico, se a vítima for do sexo feminino ou masculino. A tabela abaixo ilustra o que acabamos de

Diferenças de sensações para pessoas do sexo feminino e masculino:

Efeitos	Corrente elétrica (mA)- 60Hz	
	Homens	Mulheres
Limiar de percepção.	1,1	0,7
Choque não doloroso, sem perda do controle muscular.	1,8	1,2
Choque doloroso, limiar de largar.	16,0	10,5
Choque doloroso e grave contrações musculares, dificuldade de respiração.	23,0	15,0

Resistência elétrica do corpo humano: a intensidade da corrente que circulará pelo corpo da vítima dependerá, em muito, da resistência elétrica que esta oferecer à passagem da corrente, e também de qualquer outra resistência adicional entre a vítima e a terra. A resistência que o corpo humano oferece à passagem da corrente é quase que exclusivamente devida à camada externa da pele, a qual é constituída de células mortas. Esta resistência está situada entre 100.000 e 600.000 ohms, quando a pele encontra-se seca e não apresenta cortes, e a variação apresentada é função da sua espessura. Quando a pele encontra-se úmida, condição mais facilmente encontrada na prática, a resistência elétrica do corpo diminui. Cortes também oferecem uma baixa resistência. Pelo mesmo motivo, ambientes que contenham muita umidade fazem com que a pele não ofereça uma elevada resistência elétrica

à passagem da corrente. A pele seca, relativamente difícil de ser encontrado durante a execução do trabalho, oferece maior resistência a passagem da corrente elétrica. A resistência oferecida pela parte interna do corpo, constituída, pelo sangue músculos e demais tecidos, comparativamente à da pele é bem baixa, medindo normalmente 300 ohms em média e apresentando um valor máximo de 500 ohms. As diferenças da resistência elétrica apresentadas pela pele à passagem da corrente, ao estar seca ou molhada, podem ser grande, considerando que o contato foi feito em um ponto do circuito elétrico que apresente uma diferença de potencial de 120 volts, teremos:

$$\text{Quando Seca, } I = \frac{120V}{400.000\Omega} = 0,3mA$$

$$\text{Quando Molhada, } I = \frac{120V}{15.000\Omega} = 8mA$$

## Efeitos do Choque Elétrico – Queimaduras

A corrente elétrica atinge o organismo através do revestimento cutâneo. Por esse motivo, as vítimas de acidente com eletricidade apresentam, na maioria dos casos queimaduras.

Devido à alta resistência da pele, a passagem de corrente elétrica produz alterações estruturais conhecidas como marcas de corrente. As características, portanto, das queimaduras provocadas pela eletricidade, diferem daquelas causadas por efeitos químicos, térmicos e biológicos.

Em relação às queimaduras por efeito térmico, aquelas causadas pela eletricidade são geralmente menos dolorosas, pois a passagem da corrente poderá destruir as terminações nervosas. Não significa, porém que sejam menos perigosas, pois elas tendem a progredir em profundidade, mesmo depois de desfeito o contato elétrico ou a descarga.

A passagem de corrente elétrica através de um condutor cria o chamado efeito joule, ou seja, uma certa quantidade de energia elétrica é transformada em calor. Essa energia (Watts) varia de acordo com a resistência que o corpo oferece à passagem da

corrente elétrica, com a intensidade da corrente elétrica e com o tempo de exposição, podendo ser calculada pela expressão:

$$W = R \times I^2 \times t \quad (W = \int_{t_1}^{t_2} R \cdot I^2 dt \rightarrow \text{com } I \text{ constante})$$

onde: W-energia dissipada

R -resistência

I -intensidade da corrente

t -tempo

É importante destacar que não há necessidade de contato direto da pessoa com partes energizadas. A passagem da corrente poderá ser devida a uma descarga elétrica em caso de proximidade do indivíduo com partes eletricamente carregadas. A eletricidade pode produzir queimaduras por diversas formas, o que resulta na seguinte classificação;

- queimaduras por contato;
- queimaduras por arco voltaico;
- queimaduras por radiação (em arcos produzidos por curtos-circuitos);
- queimaduras por vapor metálico.

Queimaduras por contato: quando se toca uma superfície condutora energizada, as queimaduras podem ser locais e profundas atingindo até a parte óssea, ou por outro lado muito pequenas, deixando apenas uma pequena mancha branca na pele. Em caso de sobrevir à morte, esse último caso é bastante importante, e deve ser verificado no exame necrológico, para possibilitar a reconstrução, mais exata possível, do caminho percorrido pela corrente.

Queimaduras por arco voltaico: o arco elétrico caracteriza-se pelo fluxo de corrente elétrica através do ar, e geralmente é produzido quando da conexão e desconexão de dispositivos elétricos e também em caso de curto-circuito, provocando queimaduras de segundo ou terceiro grau. O arco elétrico possui energia suficiente para queimar as roupas e provocar incêndios, emitindo vapores de material ionizado e raios ultravioletas.

Queimaduras por vapor metálico: na fusão de um elo fusível ou condutor, há a emissão de vapores e derramamento de metais derretidos

(em alguns casos prata ou estanho) podendo atingir as pessoas localizadas nas proximidades.

Relação dos Sintomas e Efeitos da Queimadura Devido ao Choque Elétrico: como já vimos acima, quando uma corrente elétrica passa através de uma resistência elétrica é liberada uma energia térmica. Este fenômeno é denominado Efeito Joule. O calor liberado aumenta a temperatura da parte atingida do corpo humano, podendo produzir vários efeitos e sintomas, que podem ser:

- queimaduras de 1º, 2º ou 3º graus nos músculos do corpo;
- superaquecimento do sangue, com a sua consequente dilatação;
- aquecimento, podendo provocar o derretimento dos ossos e cartilagens;
- queima das terminações nervosas e sensoriais da região atingida;
- queima das camadas adiposas ao longo da derme, tornando-se gelatinosas.

Estas condições citadas não acontecem isoladamente, mas sim associadas, advindo, em consequência, outras causas e efeitos nos demais órgãos.

O choque de alta-tensão queima, danifica, fazendo buracos na pele nos pontos de entrada e saída da corrente pelo corpo humano. As vítimas do choque de alta-tensão morrem devido, principalmente, a queimaduras. E as que sobrevivem ficam com sequelas, geralmente com:

- perda de massa muscular;
- perda parcial de ossos;
- diminuição e atrofia muscular;
- perda da coordenação motora;
- cicatrizes; etc.

Choques elétricos em baixa tensão têm pouco poder térmico. O problema maior é o tempo de duração, que, se persistir, pode levar à morte, geralmente por fibrilação ventricular do coração. A

queimadura também é provocada de modo indireto, isto é, devido ao mau contato ou a falhas internas no aparelho elétrico. Neste caso, a corrente provoca aquecimentos internos, elevando a temperatura a níveis perigosos.

Proteção Contra Efeitos Térmicos: As pessoas, os componentes fixos de uma instalação elétrica, bem como os materiais fixos próximos devem ser protegidos contra os efeitos prejudiciais do calor ou irradiação térmica produzidos pelos equipamentos elétricos, particularmente quanto a:

- riscos de queimaduras;
- prejuízos no funcionamento seguro de componentes da instalação;
- combustão ou deterioração de materiais.

Proteção Contra Queimaduras: As partes acessíveis de equipamentos elétricos situados na zona de alcance normal não devem atingir temperaturas que possam causar queimaduras em pessoas e devem atender aos limites de temperaturas, ainda que por curtos períodos, determinados pela NBR14039 e devem ser protegidas contra qualquer contato acidental.

## **Causas Determinantes de Choques Elétricos**

A seguir serão especificados os meios através dos quais são criadas condições para que uma pessoa venha a sofrer um choque elétrico:

Contato com um condutor nu energizado: Uma das causas mais comuns desses acidentes é o contato com condutores aéreos energizados. Normalmente o que ocorre é que equipamentos tais como guindastes, caminhões basculantes tocam nos condutores, tornando-se parte do circuito elétrico; ao serem tocados por uma pessoa localizada fora dos mesmos, ou mesmo pelo motorista, se este, ao sair do veículo, mantiver contato simultâneo com a terra e o mesmo, causam um acidente fatal. Com frequência, pessoas sofrem choque elétrico em circuitos com banca de capacitores, os quais, embora desligados do circuito que os alimenta, conservam

por determinado intervalo de tempo sua carga elétrica. Daí a importância de se seguir as normativas referentes a estes dispositivos. Grande cuidado deve ser observado, ao desligar-se o primário de transformadores, nos quais se pretende executar algum serviço. O risco que se corre é que do lado do secundário pode ter sido ligado algum aparelho, o que poderá induzir no primário uma tensão elevadíssima. Daí a importância de, ao se desligarem os condutores do primário de um transformador, estes serem aterrados.

Falha na isolamento elétrica: Os condutores quer sejam empregados isoladamente, como nas instalações elétricas, quer como partes de equipamentos, são usualmente recobertos por uma película isolante. No entanto, a deterioração por agentes agressivos, o envelhecimento natural ou forçado ou mesmo o uso inadequado do equipamento podem comprometer a eficácia da película, como isolante elétrico.

Veremos, a seguir, os vários meios pelos quais o isolamento elétrico pode ficar comprometido:

Calor e Temperaturas Elevadas: a circulação da corrente em um condutor sempre gera calor e, por conseguinte, aumento da temperatura do mesmo. Este aumento pode causar a ruptura de alguns polímeros, de que são feitos alguns materiais isolantes, dos condutores elétricos.

Umidade: alguns materiais isolantes que revestem condutores absorvem umidade, como é o caso do nylon. Isto faz com que a resistência isolante do material diminua.

Oxidação: esta pode ser atribuída à presença de oxigênio, ozônio ou outros oxidantes na atmosfera. O ozônio torna-se um problema especial em ambientes fechados, nos quais operem motores, geradores. Estes produzem em seu funcionamento arcos elétricos, que por sua vez geram o ozônio. O ozônio é o oxigênio em sua forma mais instável e reativa. Embora esteja presente na atmosfera em um grau muito menor do que o oxigênio, por suas características, ele cria muito maior dano ao isolamento do que aquele.

Radiação: as radiações ultravioleta têm a capacidade de degradar as propriedades do isolamento, especialmente de polímeros. Os processos fotoquímicos iniciados pela radiação solar provocam a ruptura de polímeros, tais como, o cloreto de vinila, a borracha sintética e natural, a partir dos quais o cloreto de hidrogênio é produzido. Esta substância causa, então, reações e rupturas adicionais, comprometendo, desta forma, as propriedades físicas e elétricas do isolamento.

Produtos Químicos: os materiais normalmente utilizados como isolantes elétricos degradam-se na presença de substâncias como ácidos, lubrificantes e sais.

Desgaste Mecânico: as grandes causas de danos mecânicos ao isolamento elétrico são as abrasões, as cortes, as flexões e torções do recobrimento dos condutores. O corte do isolamento dá-se quando o condutor é puxado através de uma superfície cortante. A abrasão tanto pode ser devida à puxada de condutores por sobre superfícies abrasivas, por orifícios por demais pequenos, quanto à sua colocação em superfícies que vibrem, as quais consomem o isolamento do condutor. As linhas de pipas com cerol (material cortante) também agredem o isolamento dos condutores.

Fatores Biológicos: roedores e insetos podem comer os materiais orgânicos de que são constituídos os isolamentos elétricos, comprometendo a isolação dos condutores. Outra forma de degradação das características do isolamento elétrico é a presença de fungos, que se desenvolvem na presença da umidade.

Altas Tensões: altas tensões podem dar origem à arcos elétricos ou efeitos corona, os quais criam buracos na isolação ou degradação química, reduzindo, assim, a resistência elétrica do isolamento.

Pressão: o vácuo pode causar o desprendimento de materiais voláteis dos isolantes orgânicos, causando vazios internos e consequente variação nas suas dimensões, perda de peso e conseqüentemente, redução de sua resistividade.



## Os Perigos do Arco Elétrico



Toda vez que ocorre a passagem de corrente elétrica pelo ar ou outro meio isolante (óleo, por exemplo) está ocorrendo um arco elétrico. O arco elétrico (ou arco voltaico) é uma ocorrência de curtíssima duração (menor que  $\frac{1}{2}$  segundo), e muitos são tão rápidos que o olho humano não chega a perceber. Os arcos elétricos são extremamente quentes. Próximo ao "laser", eles são a mais intensa fonte de calor na Terra. Sua temperatura pode alcançar 20.000°C. Pessoas que estejam no raio de alguns metros de um arco podem sofrer severas queimaduras. Os arcos elétricos são eventos de múltipla energia. Forte explosão e energia acústica acompanham a intensa energia térmica. Em determinadas situações, uma onda de pressão também pode se formar, sendo capaz de atingir quem estiver próximo ao local da ocorrência.

Consequências de Arcos Elétricos (Queimaduras e Quedas): Se houver centelha ou arco, a temperatura deste é tão alta que destrói os tecidos do corpo. Todo cuidado é pouco para evitar a abertura de arco através do operador. Também podem desprender-se partículas incandescentes que queimam ao atingir os olhos. O arco pode ser causado por fatores relacionados a equipamentos, ao ambiente ou a pessoas. Uma falha pode ocorrer em equipamentos elétricos quando há um fluxo de corrente não intencional entre fase e terra, ou entre múltiplas fases. Isso pode ser causado por trabalhadores

que fazem movimentos bruscos ou por descuido no manejo de ferramentas ou outros materiais condutivos quando estão trabalhando em partes energizadas da instalação ou próximo a elas. Outras causas podem estar relacionadas a equipamentos, e incluem falhas em partes condutoras que integram ou não os circuitos elétricos. Causas relacionadas ao ambiente incluem a contaminação por sujeira ou água ou pela presença de insetos ou outros animais (gatos ou ratos que provocam curtos-circuitos em barramentos de painéis ou subestações).



A quantidade de energia liberada durante um arco depende da corrente de curto-circuito e do tempo de atuação dos dispositivos de proteção contra sobrecorrentes. Altas correntes de curto-circuito e tempos longos de atuação dos dispositivos de proteção aumentam o risco do arco elétrico.



A severidade da lesão para as pessoas na área onde ocorre a falha depende da energia liberada durante a falha, da distância que separa as pessoas do local e do tipo de roupa utilizada pelas pessoas expostas ao arco.

As mais sérias queimaduras por arco voltaico envolvem a ignição da roupa da vítima pelo calor do arco elétrico. Tempos relativamente longos (30 a 60 segundos, por exemplo) de queima contínua de uma roupa comum aumentam tanto o grau da queimadura quanto a área total atingida no corpo. Isso afeta diretamente a gravidade da lesão e a própria sobrevivência da vítima.

A proteção contra o arco elétrico depende do cálculo da energia que pode ser liberada no caso de um curto-circuito. As vestimentas de proteção adequadas devem cobrir todas as áreas que possam estar expostas à ação das energias oriundas do arco elétrico. Portanto, muitas vezes, além da cobertura completa do corpo, elas devem incluir capuzes. O que agora nos parece óbvio, nem sempre foi observado, isto é, se em determinadas situações uma análise de risco nos indica a necessidade de uma vestimenta de proteção contra o arco elétrico, essa vestimenta deve incluir proteção para o rosto, pescoço, cabelos, enfim, as partes da cabeça que também possam sofrer danos se expostas a uma energia térmica muito intensa.

Veja um exemplo do risco ao usar equipamento de proteção inadequado em uma determinada situação, nesse caso o arco

elétrico foi tão forte que resultou em óbito, veja a imagem do que sobrou do capacete de proteção:



Além dos riscos de exposição aos efeitos térmicos do arco elétrico, também está presente o risco de ferimentos e quedas, decorrentes das ondas de pressão que podem se formar pela expansão do ar. Na ocorrência de um arco elétrico, uma onda de pressão pode empurrar e derrubar o trabalhador que está próximo da origem do acidente. Essa queda pode resultar em lesões mais graves se o trabalho estiver sendo realizado em uma altura superior a dois metros, o que pode ser muito comum em diversos tipos de instalações.



Proteção Contra Perigos Resultantes do Arco Elétrico: os dispositivos e equipamentos que podem gerar arcos durante a sua operação devem ser selecionados e instalados de forma a garantir a segurança das pessoas que trabalham nessas instalações. Vamos

relacionar algumas medidas para garantir a proteção contra os perigos resultantes da ignição por arco.

Utilização de um ou mais dos seguintes meios:

- dispositivos de abertura sob carga;
- chave de aterramento resistente ao curto-circuito presumido;
- sistemas de intertravamento;
- fechaduras com chave não intercambiáveis.

Corredores operacionais tão curtos, altos e largos quanto possível;

Coberturas sólidas ou barreiras ao invés de coberturas ou telas;

Equipamentos ensaiados para resistir aos arcos internos;

Emprego de dispositivos limitadores de corrente;

Seleção de tempos de interrupção muito curtos, o que pode ser obtido através de relés instantâneos ou através de dispositivos sensíveis a pressão, luz ou calor, atuando em dispositivos de interrupção rápidos.

## **Campos Eletromagnéticos**

Um campo elétrico é uma grandeza vetorial (função da posição e do tempo) que é descrita por sua intensidade. Normalmente campos elétricos são medidos em volts por metro (V/m).

Experiências demonstram que uma partícula carregada com carga  $Q$ , abandonada nas proximidades de um corpo carregado com carga, pode ser atraída ou repelida pelo mesmo sob a ação de uma força  $F$ , a qual denominamos força elétrica. A região do espaço ao redor da carga, em que isso acontece, denomina-se campo elétrico.

Denomina-se campo magnético toda região do espaço na qual uma agulha imantada fica sob ação de uma força magnética. O fato de um pedaço de ferro ser atraído por um ímã é conhecido por todos nós. A agulha da bússola é um ímã. Colocando-se uma bússola nas proximidades de um corpo imantado ou nas proximidades da Terra, a agulha da bússola sofre desvio. A



exposição aos campos eletromagnéticos pode causar danos, especialmente quando da execução de serviços na transmissão e distribuição de energia elétrica, nos quais se empregam elevados níveis de tensão. Embora não haja comprovação científica, há suspeitas de que a radiação eletromagnética possa provocar o desenvolvimento de tumores. Entretanto, é certo afirmar que essa exposição promove efeitos térmicos e endócrinos no organismo humano. Especial atenção deve ser dada aos trabalhadores expostos a essas condições que possuam próteses metálicas (pinos, encaixes, hastes), pois a radiação promove aquecimento intenso nos elementos metálicos, podendo provocar lesões. Da mesma forma, os trabalhadores que portam aparelhos e equipamentos eletrônicos (marca-passo, amplificador auditivo, dosadores de insulina, etc.) devem se precaver dessa exposição, pois a radiação interfere nos circuitos elétricos, podendo criar disfunções nos aparelhos. Uma outra preocupação é com a indução elétrica. Esse fenômeno pode ser particularmente importante quando há diferentes circuitos próximos uns dos outros.

A passagem da corrente elétrica em condutores gera um campo eletromagnético que, por sua vez, induz uma corrente elétrica em condutores próximos. Assim, pode ocorrer a passagem de corrente elétrica em um circuito desenergizado se ele estiver próximo a outro circuito energizado. Por isso é fundamental que você, além de desligar o circuito no qual vai trabalhar, confira, com equipamentos apropriados (voltímetros ou detectores de tensão), se o circuito está efetivamente sem tensão.

## **Causas Diretas de Acidentes com Eletricidade**

Os atos inseguros são, geralmente, definidos como causas de acidentes do trabalho que residem exclusivamente no fator humano, isto é, aqueles que decorrem da execução das tarefas de forma contrária às normas de segurança. É a maneira como os trabalhadores se expõem (consciente ou inconscientemente) aos riscos de acidentes.

É falsa a ideia de que não se pode prever nem controlar o comportamento humano. Na verdade, é possível analisar os

fatores relacionados com a ocorrência dos atos inseguros e controlá-los.

Descrevemos alguns fatores que podem levar os trabalhadores a praticarem atos inseguros sendo causas diretas de acidentes:

- Inadaptação entre homem e função por fatores constitucionais: exemplos; sexo, idade, tempo de reação aos estímulos, coordenação motora, agressividade, impulsividade, nível de inteligência, grau de atenção.
- Os fatores circunstanciais que influenciam no desempenho do indivíduo no momento da execução da atividade. Podem ser fatores como problemas familiares, abalos emocionais, discussão com colegas, alcoolismo, estado de fadiga, doença, etc.
- Desconhecimento dos riscos da função e/ou da forma de evitá-los: Estes fatores são na maioria das vezes causados por seleção ineficaz, falhas ou falta de treinamento.
- Desajustamento: este fator é relacionado com certas condições específicas do trabalho como: problema com a chefia, problemas com os colegas, políticas salariais impróprias, política promocional imprópria, clima de insegurança.
- Personalidade: fatores que fazem parte das características da personalidade do trabalhador e que se manifestam por comportamentos impróprios com a atividade exercida como: o desleixado, o machão, o exibicionista, o desatento, o brincalhão.

Podemos então especificar como causas diretas de acidentes elétricos as propiciadas pelo contato direto por falha de isolamento, podendo estas ainda serem classificadas quanto ao tipo de contato físico:

Contatos diretos: é o contato com partes metálicas normalmente sob tensão (partes vivas).

Contatos indiretos: é o contato com partes metálicas normalmente não energizadas (massas), mas que podem ficar energizadas devido a uma falha de isolamento. O acidente mais comum a que estão submetidas as pessoas, principalmente aquelas que trabalham em processos industriais ou desempenham tarefas de manutenção e operação de sistemas industriais, é o toque

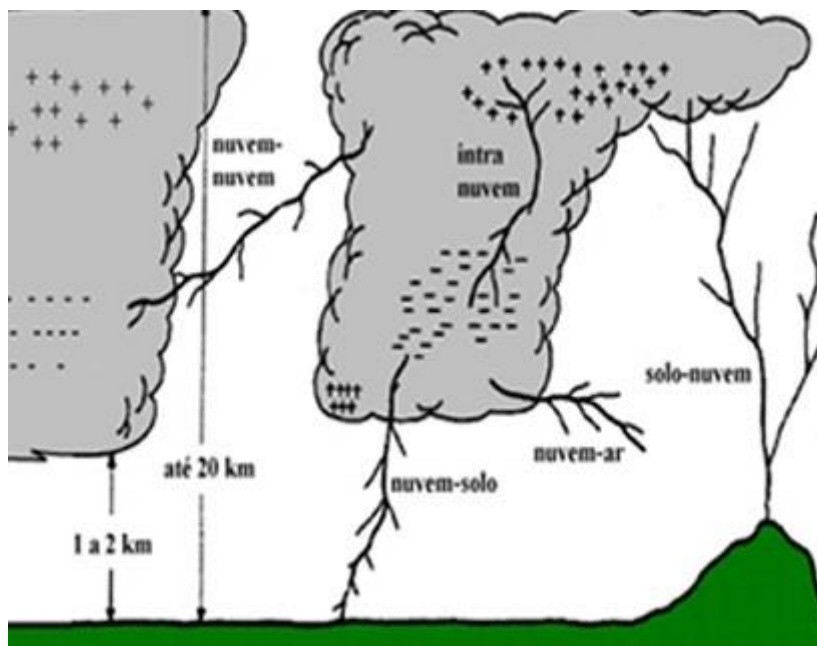
acidental em partes metálicas energizadas, ficando o corpo ligado eletricamente sob tensão entre fase e terra.

## Causas Indiretas de Acidentes com Eletricidade

No que tange às causas indiretas de acidentes com eletricidade, podemos classificar em três grandes causas: as originadas por descargas atmosféricas, originadas por tensões induzidas eletromagnéticas e originadas por tensões estáticas.

Segue uma breve descrição de cada causa:

Descargas Atmosféricas: As descargas atmosféricas induzem surtos de tensão que chegam a centenas de milhares de volts. A fricção entre as partículas de água que formam as nuvens, provocada pelos ventos ascendentes de forte intensidade, dão origem a grandes quantidades de cargas elétricas.

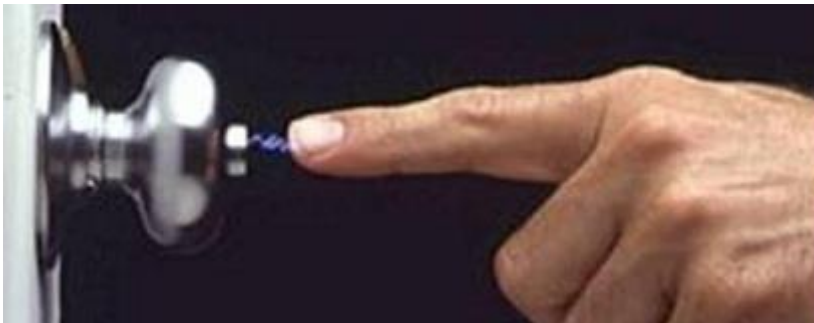


Realizando-se uma experiência observou-se que as cargas elétricas positivas ocupam a parte superior da nuvem, enquanto as cargas elétricas negativas se posicionam na parte inferior, acarretando conseqüentemente uma intensa migração de cargas positivas na superfície da terra para a área correspondente à localização da nuvem, dando dessa forma uma característica



bipolar às nuvens. A concentração de cargas elétricas positivas e negativas numa determinada região faz surgir uma diferença de potencial entre a terra e a nuvem. No entanto, o ar apresenta uma determinada rigidez dielétrica, normalmente elevada, que depende de certas condições ambientais. O aumento dessa diferença de potencial, que se denomina gradiente de tensão, poderá atingir um valor que supere a rigidez dielétrica do ar interposto entre a nuvem e a terra, fazendo com que as cargas elétricas migrem na direção da terra, num trajeto tortuoso e normalmente cheio de ramificações, cujo fenômeno é conhecido como descarga piloto (raio).

Tensão Estática: Os condutores possuem elétrons livres e, portanto, podem ser eletrizados por indução. Os isoladores, conhecidos também por dielétricos, praticamente não possuem elétrons livres. Normalmente, os centros de gravidade das massas dos elétrons e prótons de um átomo coincidem-se e localizam-se no seu centro. Quando um corpo carregado se aproxima desses átomos, há um deslocamento muito pequeno dos seus elétrons e prótons, de modo que os centros de gravidade destes não mais se coincidem, formando assim um dipolo elétrico.



Um dielétrico que possui átomos assim deformados (achatados) está eletricamente polarizado gerando o choque de tensão estática (descarga) ao tocar.

Tensões Induzidas em Linhas de Transmissões de Alta-Tensão: Devido ao atrito com o vento e com a poeira, e em condições secas, as linhas sofrem uma contínua indução que se soma às demais tensões presentes. As tensões estáticas crescem continuamente, e após um longo período de tempo podem ser relativamente elevadas. Ao aterrarmos uma linha, as correntes, devido às tensões induzidas capacitivas e às tensões estáticas ao referencial de

terra, são drenadas imediatamente. Todavia, existirão tensões de acoplamento capacitivo e eletromagnético induzidas pelos condutores energizados próximos à linha.

## **Equipamentos de Proteção Individual (EPI)**

Equipamento de proteção individual (EPI) é todo dispositivo ou produto, de uso individual, utilizado pelo trabalhador, destinado a proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.

Exemplos:

- capacete;
- óculos de proteção;
- luvas;
- calçados de segurança;
- cintos de segurança;
- máscaras de proteção respiratória;
- protetor auricular;
- vestimentas de trabalho (especiais);
- creme protetor solar;
- capa de chuva; etc.

Observamos que a norma NR-6 que trata da regulamentação do EPI, onde especifica no item 6.3 que:

A empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas seguintes circunstâncias:

a) sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho;

- b) enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas; e,
- c) para atender a situações de emergência.

E, continua, item 6.6 - Cabe ao empregador

#### 6.6.1 Cabe ao empregador quanto ao EPI:

- a) adquirir o adequado ao risco de cada atividade;
- b) exigir seu uso;
- c) fornecer ao trabalhador somente o aprovado pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;
- d) orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, guarda e conservação;
- e) substituir imediatamente, quando danificado ou extraviado;
- f) responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica; e,
- g) comunicar ao MTE qualquer irregularidade observada.

Nos trabalhos em instalações elétricas, quando as medidas de proteção coletiva forem tecnicamente inviáveis ou insuficientes para controlar os riscos, devem ser adotados equipamentos de proteção individual (EPIs) específicos e adequados às atividades desenvolvidas, de acordo com a norma NR-6. As vestimentas de trabalho devem ser adequadas às atividades, considerando-se, também, a condutibilidade, a inflamabilidade e as influências eletromagnéticas.

É vedado o uso de adornos pessoais nos trabalhos com instalações elétricas ou em suas proximidades, principalmente se forem metálicos ou que facilitem a condução de energia. Todo EPI deve possuir um Certificado de Aprovação (CA) emitido pelo Ministério do Trabalho e Emprego.

Veja agora a explicação de alguns EPIs usados com instalações elétricas:

- Capacetes: destina-se a proteção do crânio contra impactos e perfurações provenientes da queda de objetos e riscos associados a choques elétricos. Em serviços com eletricidade usa-se o capacete classe B tipo II, devido a alta resistência dielétrica.



- Óculos de segurança: proteção dos olhos do usuário contra impactos de partículas volantes multidirecionais. Quando colorido, serve além do que foi descrito anteriormente, como também filtro de luz.



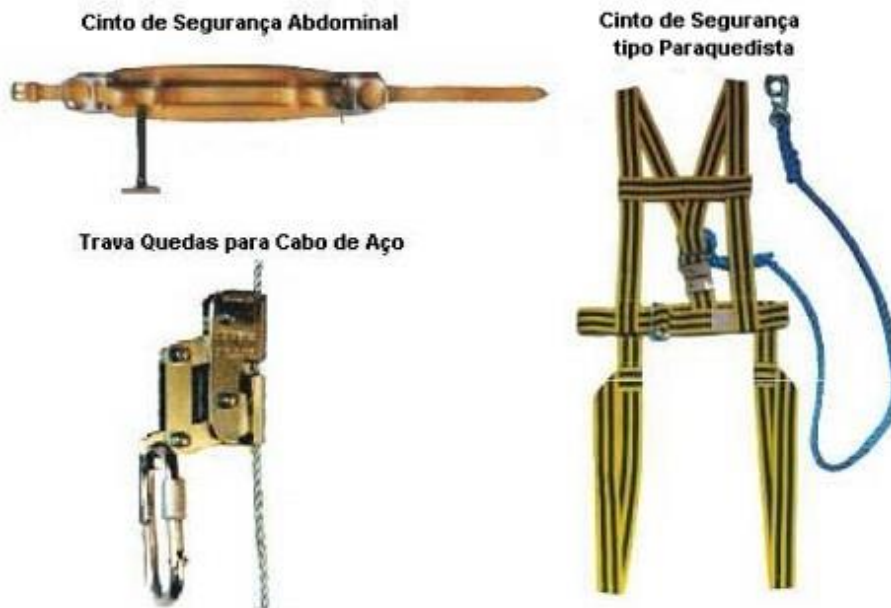
- Luvas Isolantes: as luvas isolantes apresentam identificação no punho, próximo da borda, onde informa algumas especificações como a tensão de uso, com as cores correspondentes a cada uma das seis classes existentes. Essa classificação é regulamentada pela norma ABNT/NBR10622 através do nível de tensão de trabalho e de teste:

Classes de luvas isolantes (NBR 10622/86)

Classe	Cor	Tensão de Uso (V)	Tensão de Ensaio (V)	Tensão de Perfuração (V)
00	bege	500	2.500	5.000
0	vermelha	1.000	5.000	6.000
1	branca	7.500	10.000	20.000
2	amarela	17.000	20.000	30.000
3	verde	26.500	30.000	40.000
4	laranja	36.000	40.000	50.000



- Cinturão de segurança: destinado à proteção contra queda, sendo obrigatória sua utilização em trabalhos acima de 2 metros de altura. Pode ser basicamente de dois tipos: abdominal e de três pontos (paraquedista). Para o tipo paraquedista, podem ser utilizados trava-quedas instalados em cabos de aço ou flexível fixados em estruturas a serem escaladas.



- Máscaras/Respiradores e Protetores auriculares: as máscaras são utilizadas em áreas confinadas e sujeitas a emissão de gases e poeiras. Existem vários tipos de máscaras e respiradores, cada um para uma classe específica de uso. Já nos protetores auriculares devem ser utilizados protetores apropriados, sem elementos metálicos.



**Protetor Auricular  
Tipo Concha**



**Protetor Auricular  
Descartável**

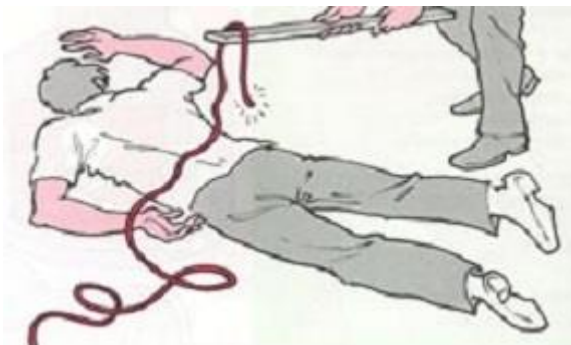


## **Primeiros Socorros em Caso de Acidente com Eletricidade**

Quando ocorrer um acidente no trabalho com eletricidade é sinal de que alguma medida de segurança descrito no MCRE não foi seguido a risca ou ignorado. Então como muitas vezes o efeito de um choque elétrico pode ser fatal quanto mais rápido for o socorro a vítimas de acidentes com eletricidade, maior serão as chances de sobrevivência da mesma. Seguem alguns pontos básicos ao prestar o socorro para a vítima:

Sequência das fases do socorro - Avaliação da cena

01 - segurança da cena (sua e das vítimas): antes de encostar na vítima, procure livrá-la da corrente elétrica, seja rápido e cauteloso, nunca utilize as mãos ou qualquer objeto metálico ou molhado para afastar um fio ou interromper um circuito.



02 - solicitação de recursos adicionais (SAMU/Bombeiros): mantenha a calma, sempre. Você deve organizar a situação. Identifique o problema e o isole quando



possível. Isole a área do acidente para que outras pessoas não tenham contato com a linha ou equipamento energizado e principalmente avalie sua própria segurança acima de tudo. Chame o SAMU (192) ou Bombeiros (193) em caso de incêndio.

#### Sequência das fases do socorro - Avaliação da Vítima:

03 - impressão geral da vítima (clínica ou trauma): não mova a vítima mais do que o necessário para sua segurança. Se você identificou desde o início que se trata de um caso de tentativa de suicídio, arrole testemunhas de que o atendimento foi recusado por parte da vítima.

04 - nível de consciência (alerta, verbaliza, doloroso ou inconsciente): após 'livrar' a vítima da corrente energizada com segurança, examine para ver se ela respira, caso ela não esteja respirando inicie a respiração artificial.

05 - abrir vias aéreas sem comprometer a coluna cervical:



06 - avaliar a respiração: ver, ouvir e sentir;





07 - avaliar circulação: presença de pulso carotídeo (pescoço);



08 - verificar e controlar possíveis hemorragias;



09 - não encostar em ferimentos por queimaduras (evitar infecção)



10 - fazer massagem cardíaca ao perceber que a vítima está com parada cardíaca respiratória: veja nas ilustrações e no vídeo abaixo como realizar a massagem cardíaca corretamente.

#### TEMPO



1 min

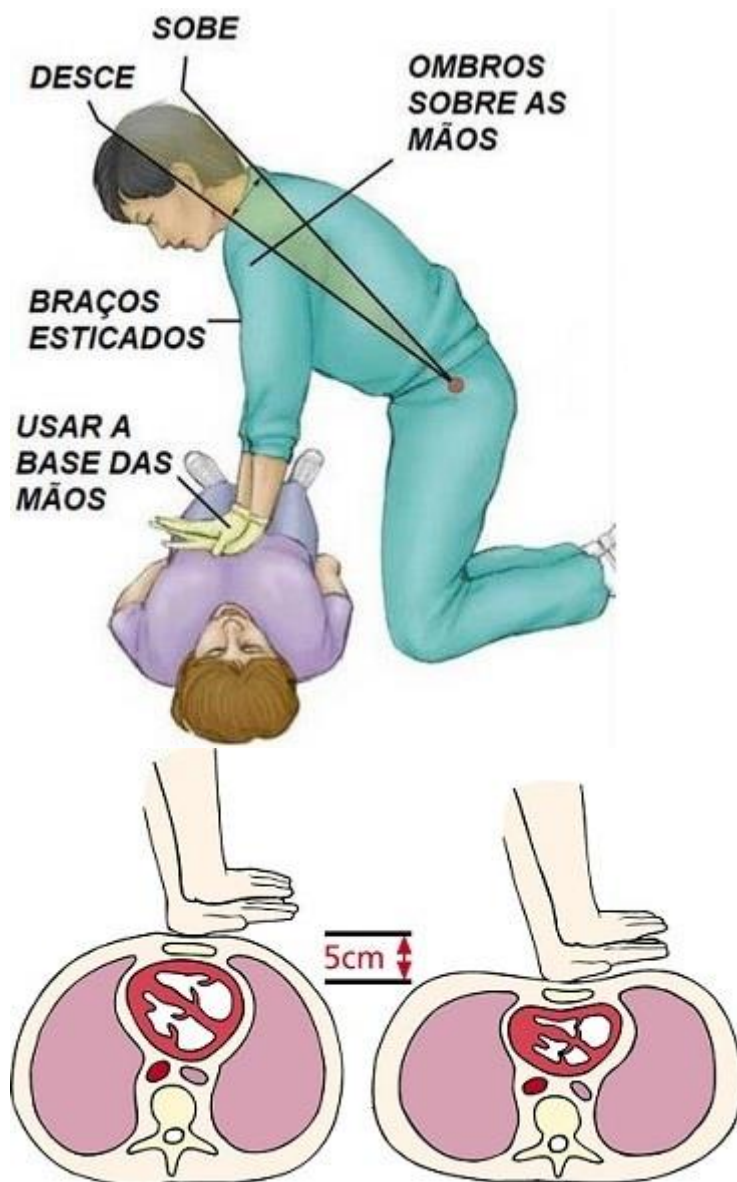
Após uma parada, cada minuto sem socorro significa 10% a mais de risco de morte

10 min

É o tempo que um indivíduo pode morrer se não tiver auxílio

50%

Quando essa cadeia funciona, a sobrevivência chega à metade. Quando há falhas, baixa para 2%



A falta de oxigênio no cérebro causa perda da consciência, que resulta em ausência ou respiração anormal. A lesão cerebral é mais provável se não for tratada a parada cardíaca por mais de cinco minutos. Para a melhor chance de sobrevivência e recuperação neurológica, o tratamento imediato e decisivo é um imperativo.

Fraturas por queda (braço/pernas): nunca tente endireitar uma fratura ou colocar o osso no lugar. Em caso de fratura exposta, em que o osso perfura a pele, cobrir o ferimento, de preferência com gaze esterilizada ou um pano limpo e aguarde a chegada do SAMU para tomar os procedimentos corretos, quanto menos mexer a vítima melhor. Ainda no caso de fratura exposta se houver um

sangramento muito intenso, fazer compressão na região antes da fraturada com panos limpos.

Suspeita de hemorragia interna por queda: os principais sintomas de hemorragia interna por queda são (quando a vítima está consciente): palidez, sonolência, suor excessivo, sede, frequência cardíaca acelerada, contusões e manchas na pele, dor na região abdominal, vômito ou evacuação com sangue. Não mexa na vítima e NUNCA dê nada para o paciente beber (esse, aliás, é um erro muito comum em qualquer tipo de socorro). Aguarde a chegada do SAMU para prestar o socorro corretamente.

Suspeita de fratura na coluna cervical: os sintomas mais comuns são dor muito intensa na coluna, ereção involuntária do pênis, perda dos movimentos, perda da sensibilidade ou formigamento em membros. Se a vítima estiver consciente, deve-se perguntar diretamente a ela o local onde sente dores, se pode mover as mãos, pés ou dedos. Evite movimentar ou mexer na vítima com suspeita de fratura de coluna, devendo esperar, sempre que possível, o socorro especializado.

Suspeita de fratura de crânio: as fraturas de crânio são sempre graves, tendo em vista a possibilidade das lesões atingirem o cérebro, e estas nem sempre são visíveis. Sintomas apresentados: dor de cabeça, perda de sangue pelo nariz, ouvidos ou boca, tontura seguida de desmaios e com possibilidade de perda da consciência, enjoo e vômitos, podendo ocorrer ainda alterações no tamanho das pupilas.

Procedimentos: mantenha a cabeça da vítima levemente levantada, se houver sangramento enfaixe a cabeça da vítima, mas tome cuidado para não apertar as áreas moles ou deprimidas. NUNCA dê comida ou bebida, mantenha atenção aos sinais vitais, tenha cuidado especial com as vias aéreas, evitando que a vítima sofra afogamento por vômito ou sangramento, aguarde a chegada do socorro especializado.

Suspeita de fratura de costela: a fratura de costela é um traumatismo na região torácica que pode determinar a fratura de uma ou mais costelas. A vítima com suspeita de fratura de costela apresenta dor intensa no local, que se agrava com os movimentos de respiração,

que perfurando os pulmões poderá apresentar golfadas de sangue vermelho vivo pela boca.

Procedimentos: Deve-se movimentar a vítima o mínimo possível; se houver golfadas de sangue pela boca, cuidado com as vias respiratórias, pois podem ser obstruídas. O caso é grave, NUNCA dê água para a vítima, aguarde a chegada do socorro especializado.

## **Normas ABNT sobre Instalações Elétricas**

As normas técnicas oficiais brasileiras são desenvolvidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e registradas no Instituto Nacional de Metrologia e Qualidade Industrial (INMETRO). Essas normas são o resultado de uma ampla discussão de profissionais e instituições, organizados em grupos de estudos, comissões e comitês. A sigla NBR que antecede o número de muitas normas significa Norma Brasileira Registrada. A ABNT é a representante brasileira no sistema internacional de normalização, composto de entidades nacionais, regionais e internacionais. Para atividades com eletricidade, há diversas normas, abrangendo quase todos os tipos de instalações e produtos, entre elas destacamos:

NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão: Esta norma estabelece as condições que as instalações elétricas de baixa tensão devem ter a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens. Esta norma aplica-se principalmente às instalações elétricas de edificação, residencial, comercial, público, industrial, de serviços, agropecuário, hortigranjeiro, etc.

Ela se aplica nas instalações elétricas de:

- áreas descobertas das propriedades, externas às edificações;
- reboques de acampamento (trailers), locais de acampamento (campings), marinas e instalações análogas;

- canteiros de obras, feiras, exposições e outras instalações temporárias.
- 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;
- 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 (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).

Ela não se aplicará em:

- instalações de tração elétrica;
- instalações elétricas de veículos automotores;
- instalações elétricas de embarcações e aeronaves;
- equipamentos para supressão de perturbações radioelétricas, na medida em que não comprometam a segurança das instalações;
- instalações de iluminação pública;
- redes públicas de distribuição de energia elétrica;
- instalações de proteção contra quedas diretas de raios. No entanto, esta Norma considera as consequências dos fenômenos atmosféricos sobre as instalações (por exemplo, seleção dos dispositivos de proteção contra sobretensões);
- instalações em minas;
- instalações de cercas eletrificadas. Os componentes da instalação são considerados apenas no que concerne à sua seleção e condições de instalação. Isto é igualmente válido para conjuntos em conformidade com as normas a eles aplicáveis.

**Veja mais algumas normas da ABNT na qual você deverá se familiarizar:**

**NBR IEC 60079-14:2009 (Versão Corrigida 2013) - Atmosferas explosivas - Parte 14: Projeto, seleção e montagem de instalações elétricas:** Esta parte da série ABNT NBR IEC 60079 contém os requisitos específicos para o projeto, seleção e montagem de instalações elétricas em áreas classificadas associadas com atmosferas explosivas.

**NBR 5419 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas:** Fixa as condições exigíveis ao projeto, instalação e manutenção de sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) de estruturas, bem como de pessoas e instalações no seu aspecto físico dentro do volume protegido. Está dividida em 4 partes: Parte 1: Princípios gerais, Parte 2: Gerenciamento de risco, Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos à vida, Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura

**NBR 13571 - Haste de aterramento aço-cobreada e acessórios:** Esta Norma fixa os requisitos mínimos exigíveis para hastes de aterramento aço-cobreadas e seus acessórios, utilizados em instalações de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, em instalações elétricas industriais, comerciais, rurais, prediais e residenciais em geral, instalações de telecomunicação e centro de processamento de dados e outros.

**NBR 5370 - Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência:** Esta Norma fixa as condições exigíveis para conectores de cobre que ligam condutores de cobre a condutores de cobre ou alumínio ou a equipamentos elétricos em sistema de potência e em instalações industriais.

**NBR 5460 - Sistemas elétricos de potência:** Esta Norma define termos relacionados com sistemas elétricos de potência, explorados por concessionários de serviços públicos de energia elétrica.

**NBR 5456 - Eletricidade geral - Terminologia:** Esta Norma define termos de matemática, aplicados ao estudo dos campos e de

circuitos, termos de física geral (não elétricos) e de química, relacionados com o estudo de fenômenos eletromagnéticos, termos fundamentais de eletricidade, magnetismo e eletromagnetismo, termos fundamentais sobre ondas, termos gerais de tecnologia elétrica.

NBR 8664 - Sinalização para identificação de linha aérea de transmissão de energia elétrica: Esta Norma estabelece os requisitos para sinalização de identificação de linha aérea de transmissão de energia elétrica, bem como, quando necessário, da sua faixa e/ou de seus acessos.

NBR 15238 - Sistema de sinalização para linhas aéreas de transmissão de energia elétrica: Esta Norma fixa os requisitos mínimos exigíveis que assegurem qualidade, funcionalidade, características óticas, fotométricas e ambientais aos sistemas de sinalização para linhas aéreas de transmissão de energia elétrica.

## **Bibliografia**

Mattos, Marcos André. Técnicas de Aterramento. Ebook Kindle. Editora: Marcos André Mattos; Edição: 2 (21 de novembro de 2014)

NR10 : 2004 - Portal do Ministério do Trabalho e Emprego  
<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR-10-atualizada-2016.pdf>

KINDERMANN, Geraldo. Choque elétrico. Editora Sagra Luzato, Edição 2, Ano 2000.

RIBEIRO, Marcelo Leandro. Norma Regulamentadora nº 10: Segurança em Instalações Elétricas. eBook Amazon Kindle. Ano 2014.

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas  
<http://www.abnt.org.br/>



Portal Eletricista

<http://www.portaleletricista.com.br/>