

# TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA

## MÓDULO I



### Instalações Elétricas Prediais



(61) 3082-0505 | [CONTATO@INEPROTEC.COM.BR](mailto:CONTATO@INEPROTEC.COM.BR)  
**WWW.INEPROTEC.COM.BR**



Quadra 101, Conjunto: 02, Lote: 01 - Sobreloja  
Recanto das Emas - Brasília - DF  
CEP: 72.600-102

CNPJ nº 08.838.975/0001-03





2020 - INEPOTEC

**Diretor Pedagógico:** Edilvo de Sousa Santos

**Diagramação:** Leandro de Barros Lima

**Capa:** Carlos Gadelha Júnior

**Elaboração:** INEPOTEC

---

**Direitos Autorais:** É proibida a reprodução parcial ou total desta publicação, por qualquer forma ou meio, sem a prévia autorização do INEPOTEC, com exceção do teor das questões de concursos públicos que, por serem atos oficiais, não são protegidas como Direitos Autorais, na forma do Artigo 8º, IV, da Lei 9.610/1998. Referida vedação se estende às características gráficas da obra e sua editoração. A punição para a violação dos Direitos Autorais é crime previsto no Artigo 184 do Código Penal e as sanções civis às violações dos Direitos Autorais estão previstas nos Artigos 101 a 110 da Lei 9.610/1998.

**Atualizações:** A presente obra pode apresentar atualizações futuras. Esforçamo-nos ao máximo para entregar ao leitor uma obra com a melhor qualidade possível e sem erros técnicos ou de conteúdo. No entanto, nem sempre isso ocorre, seja por motivo de alteração de software, interpretação ou falhas de diagramação e revisão. Sendo assim, disponibilizamos em nosso site a seção mencionada (Atualizações), na qual relataremos, com a devida correção, os erros encontrados na obra e sua versão disponível. Solicitamos, outrossim, que o leitor faça a gentileza de colaborar com a perfeição da obra, comunicando eventual erro encontrado por meio de mensagem para [contato@inepotec.com.br](mailto:contato@inepotec.com.br).

**Versão 1.0 (05.2022)**

**Todos os direitos reservados à  
Inepotec - Instituto de Ensino Profissionalizante e Técnico Eireli  
Quadra 101, Conjunto: 02, Lote: 01 - Sobreloja  
Recanto das Emas CEP 72600-102 - Brasília - DF  
E-mail: [contato@inepotec.com.br](mailto:contato@inepotec.com.br)  
[www.inepotec.com.br](http://www.inepotec.com.br)**

# Sumário

<b>1 Energia segura</b>	<b>07</b>
<b>1.1 Segurança nas instalações</b>	<b>07</b>
<b>1.2 Noções básicas de segurança</b>	<b>09</b>
<b>2 Conceitos técnicos elementares</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Eletricidade</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Tensão, corrente elétrica e potência</b>	<b>16</b>
<b>2.3 Lei de Ohm</b>	<b>17</b>
<b>2.4 Potência elétrica</b>	<b>18</b>
<b>2.5 Corrente Contínua e Corrente Alternada</b>	<b>20</b>
<b>2.6 Magnetismo e Eletromagnetismo</b>	<b>21</b>
<b>2.7 Motor Elétrico de Corrente Alternada</b>	<b>22</b>
<b>2.8 Aterramento</b>	<b>23</b>
<b>2.9 Alimentação da instalação</b>	<b>29</b>
<b>2.10 Quadro de distribuição</b>	<b>30</b>
<b>2.11 Levantamento de Potências (Cargas)</b>	<b>33</b>
<b>2.12 Dispositivos de proteção</b>	<b>42</b>
<b>2.13 Circuito de distribuição</b>	<b>54</b>
<b>2.14 Dimensionamento dos condutores</b>	<b>75</b>
<b>2.15 Dimensionamento dos eletrodutos</b>	<b>87</b>
<b>2.16 Levantamento de material</b>	<b>89</b>
<b>2.17 Emendas de Condutores Elétricos</b>	<b>93</b>
<b>3 Medidas Elétricas</b>	<b>100</b>
<b>3.1 Conversão de Grandezas Elétricas</b>	<b>100</b>
<b>3.2 Multímetro</b>	<b>103</b>
<b>3.3 Erros de Medição</b>	<b>106</b>
<b>3.4 Tipos de Medidores</b>	<b>107</b>
<b>4 Motores Elétricos e Comandos Elétricos</b>	<b>109</b>
<b>4.1 Motores Elétricos</b>	<b>109</b>
<b>4.2 Comandos Elétricos</b>	<b>112</b>
<b>4.3 Conceitos de Partida Direta</b>	<b>117</b>
<b>4.4 Motobomba</b>	<b>118</b>
<b>5 Energia Sustentável</b>	<b>121</b>
<b>5.1 Uso racional da energia</b>	<b>121</b>
<b>5.2 Equipamentos para Economizar Energia</b>	<b>122</b>
<b>5.3 Gerenciamento do Consumo</b>	<b>124</b>

# Sumário

<b>5.4 Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica</b>	<b>126</b>
<b>5.5 Fundamentos da Resolução CONAMA</b>	<b>127</b>
<b>6 Normalização</b>	<b>128</b>
<b>6.1 Normas Técnicas - Introdução</b>	<b>128</b>
<b>6.2 ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas</b>	<b>129</b>
<b>6.3 Uso obrigatório do Dispositivo de proteção contra surtos</b>	<b>131</b>
<b>6.4 Aterramento e eqüipotencialização</b>	<b>133</b>
<b>6.5 Norma de Plugues e Tomadas</b>	<b>135</b>
<b>6.6 Interruptores a corrente diferencial-residual</b>	<b>137</b>
<b>6.7 Interruptores a corrente diferencial-residual</b>	<b>137</b>
<b>6.8 Fitas Isolantes de PVC</b>	<b>138</b>
<b>7 Você no mercado de trabalho</b>	<b>139</b>
<b>7.1 Postura profissional</b>	<b>139</b>
<b>7.2 Trabalhando na construção civil</b>	<b>141</b>
<b>7.3 Comércio de materiais elétricos</b>	<b>142</b>
<b>7.4 Você é o dono</b>	<b>142</b>
<b>8 Exercícios</b>	<b>150</b>
<b>Módulo I - Energia Segura</b>	<b>150</b>
<b>Módulo II - Conceitos Técnicos Elementares</b>	<b>152</b>
<b>Módulo III – Medidas Elétricas</b>	<b>158</b>
<b>Módulo IV – Motores Elétricos e Comandos Elétricos</b>	<b>159</b>
<b>Módulo V – Energia Sustentável</b>	<b>162</b>
<b>Módulo VI - Normalização</b>	<b>163</b>
<b>Módulo VII – Você no Mercado de Trabalho</b>	<b>165</b>
<b>APÊNDICES</b>	<b>166</b>
<b>Referências</b>	<b>172</b>

# Instalações Elétricas Prediais

► MÓDULO I

Técnico em  
Eletrotécnica

## 1. Energia segura

### 1.1 Segurança nas instalações

A eletricidade que trouxe tantos benefícios para a humanidade nos últimos séculos também causou graves acidentes, algumas vezes graves deixando vítimas em todo o mundo.

Na maioria das vezes esses acidentes acontecem por imprudência, falta de informação ou de habilidade para o trabalho com eletricidade. Entretanto, eles poderiam ser evitados se alguns pequenos cuidados fossem tomados. Abaixo, preparamos um resumo de algumas providências muito úteis para os profissionais da área elétrica. Procure tê-las em mente sempre que necessitar ter contato com a eletricidade.

Ao executar uma instalação elétrica, ou durante sua manutenção, procure tomar os seguintes cuidados:

- Antes de qualquer intervenção, desligue a chave geral (disjuntor ou fusível).
- Teste sempre o circuito antes de trabalhar com ele, para ter certeza de que não está energizado.
- Desconecte os plugues durante a manutenção dos equipamentos.
- Leia sempre as instruções das embalagens dos produtos que serão instalados.
- Utilize sempre ferramentas com cabo de material isolante (borracha, plástico, madeira etc.). Dessa maneira, se a ferramenta que você estiver utilizando encostar acidentalmente em uma parte energizada, será menor o risco de choque elétrico.
- Não use jóias ou objetos metálicos, tais como relógios, pulseiras e correntes, durante a execução de um trabalho de manutenção ou instalação elétrica.
- Use sempre sapatos com solado de borracha. Nunca use chinelos ou calçados do gênero – eles aumentam o risco de contato do corpo com a terra e, consequentemente, o risco de choques elétricos.
- Nunca trabalhe com as mãos ou os pés molhados.
- Utilize capacete de proteção sempre que for executar serviços em obras onde houver andaimes ou escadas.

#### Instalação de chuveiros elétricos



- Chuveiros e torneiras elétricas devem ser aterrados.
- Instale o fio terra corretamente, de acordo com a orientação do fabricante.
- Pequenos choques, fios derretidos e cheiro de queimado são sinais de problemas que precisam ser corrigidos imediatamente.
- Não mude a chave verão-inverno com o chuveiro ligado
- Nunca diminua o tamanho da resistência para aquecer mais a água. Troque o chuveiro por outro mais potente, desde que adequado à fiação existente. Não reproveite resistências queimadas.



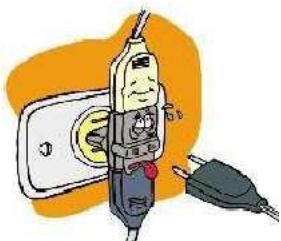
## Instalação de antenas

Instale a antena de TV longe da rede elétrica. Se a antena tocar nos fios durante a instalação, há risco de choque elétrico.



## Troca de lâmpadas

- Desligue o interruptor e o disjuntor do circuito antes de trocar a lâmpada.
- Não toque na parte metálica do bocal nem na rosca enquanto estiver fazendo a troca.
- Segure a lâmpada pelo vidro (bulbo). Não exagere na força ao rosqueá-la.
- Use escadas adequadas.
- Não use bocais de lâmpadas como tomadas e não sobrecarregue tomadas com vários aparelhos, com o uso de adaptadores "benjamins" ou "T".



## Tomadas e equipamentos

- Coloque protetores nas tomadas.
- Evite colocar campainhas e luminárias perto da cortina.
- Não trabalhe com os pés descalços ao trocar fusíveis elétricos.
- Não passe fios elétricos por baixo de tapetes. Isso pode causar incêndios.

## Instalações elétricas

- Faça periodicamente um exame completo na instalação elétrica, verificando o estado de conservação e limpeza de todos os componentes. Substitua peças defeituosas ou em más condições e verifique o funcionamento dos circuitos.
- Utilize sempre materiais de boa qualidade.
- Acréscimos de carga (instalação de novos equipamentos elétricos) podem causar aquecimento excessivo dos fios condutores e maior consumo de energia, resultando em curtos-circuitos e incêndios. Certifique-se de que os cabos e todos os componentes do circuito suportem a nova carga.
- Incêndios em aparelhos elétricos energizados ou em líquidos inflamáveis (óleos, graxas, vernizes, gases) devem ser combatidos com extintores de CO<sub>2</sub> (gás carbônico) ou pó químico.
- Incêndios em materiais de fácil combustão, como madeira, pano, papel, lixo, devem ser combatidos com extintores de água.
- Em ligações bifásicas, o desequilíbrio de fase pode causar queima de fusíveis, aquecimento de fios ou mau funcionamento dos equipamentos. Corrija o desequilíbrio transferindo alguns aparelhos da fase mais carregada para a menos carregada (item 4.2.5.6 da norma ABNT NBR5410 – “4.2.5.6 As cargas devem ser distribuídas entre as fases, de modo a obter-se o maior equilíbrio possível”).

- As emendas de fios devem ser bem feitas, para evitar que se aqueçam ou se soltem. Depois de emendá-los, proteja-os com fita isolante certificadas conforme norma ABNT NBR NM 60454- 3 Tipos : A B ou C, própria para fios.
- Evite fios condutores de má qualidade, pois eles prejudicam a passagem da corrente elétrica, superaquecem e provocam o envelhecimento acelerado da isolação.
- Na passagem dos fios pelos eletrodutos evite utilizar silicone, detergente, vaselina pois estes agridem o material isolante reduzindo a vida útil da isolação. Use lubrificantes de preferência a base de água que não prejudique os fios e cabos
- Confira na placa de identificação do aparelho ou no manual de instrução a tensão e a potência dos eletrodomésticos a serem instalados. Quanto maior a potência do eletrodoméstico, maior o consumo de energia.
- É recomendada a troca de fusíveis por disjuntores termomagnéticos, que são mais seguros e não precisam de substituição em caso de anormalidade no circuito.
- Não instale interruptor, fusível ou qualquer outro dispositivo no fio neutro.
- A fuga de corrente é semelhante a um vazamento de água: paga-se por uma energia desperdiçada. Ela pode acontecer por causa de emendas malfeitas, fios desencapados ou devido à isolação desgastada, aparelhos defeituosos e consertos improvisados. Utilize interruptores diferenciais residuais (DR) para evitar este tipo de problema.

## 1.2 Noções básicas de segurança em instalações e serviços em eletricidade – NR10

Normas regulamentadoras são um conjunto de regras e medidas que devem ser seguidas por um determinado grupo de pessoas na execução de alguns procedimentos, de forma segura. Isto é, uma norma estabelece padrões que garantem a segurança das pessoas.

A seguir, vamos estudar um pouco mais sobre a NR10 que estabelece regras para a segurança dos trabalhadores que exercem atividades relacionadas à energia elétrica. Os itens 10.1.1 e 10.1.2 foram extraídos da norma original.

### 1.2.1 Norma regulamentadora Nº 10 segurança em instalações e serviços em eletricidade

#### 10.1- OBJETIVO E CAMPO DE APLICAÇÃO

- 10.1.1 Esta Norma Regulamentadora – NR estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.
- 10.1.2 Esta NR se aplica às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades, observando-se as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos órgãos competentes e, na ausência ou omissão destas, as normas internacionais cabíveis.

#### 1.2.2 Técnicas de análise de riscos elétricos

A NR-10 define, como medidas de controle, no item 10.2.1, que em todas as intervenções em instalações elétricas devem ser adotadas medidas preventivas de controle do risco elétrico e de outros riscos adicionais, mediante técnicas de risco, de forma a garantir a segurança e a saúde no trabalho.

No capítulo 10.6, segurança em instalações elétricas energizadas, no item 10.6.4, é estipulado que “sempre que inovações tecnológicas forem implementadas ou para a entrada em operações de novas instalações ou equipamentos elétricos, devem ser elaboradas análises de risco, desenvolvidas com circuitos desenergizados, e respectivos procedimentos de trabalho”.

Tabela resumo dos riscos elétricos e adicionais com suas principais medidas de controle:

**Tabela 1 - Resumo dos riscos elétricos e adicionais com suas principais medidas de controle**

RISCO ELÉTRICO	PRINCIPAIS MEDIDAS DE CONTROLE
Choque elétrico	Desenergização, tensão de segurança, barreiras, invólucros, luvas, bota de segurança, capacete.
Arco elétrico	Protetor facial e vestimenta
Campos eletromagnéticos	Não possuir implantes eletrônicos no corpo e/ou próteses metálicas, blindagens.
RISCOS ADICIONAIS	PRINCIPAIS MEDIDAS DE CONTROLE
Trabalho em altura	Cinto de segurança com trava queda e linha de vida.
Ambiente confinado	Treinamento específico
Área classificada	Treinamento específico
Instalação elétrica em ambiente explosivo	Projeto e materiais certificados
Sobretensões transitórias	Dispositivos contra surtos (DPS)
Descargas atmosféricas	SPDA e interrupção dos trabalhos a céu aberto
Eletricidade estática	Eliminação a partir do uso de ionizadores, aterradores e mantas dissipadoras
Umidade	Desumidificação
Flora	Remoção, considerando os critérios de preservação do meio ambiente
Fauna	Impedimento da circulação ou entrada nas instalações elétricas e controle de pragas

### 1.2.3 Equipamentos de Proteção Coletiva – EPC

Em todos os serviços executados em instalações elétricas devem ser previstas e adotadas prioritariamente medidas de proteção coletiva para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores.

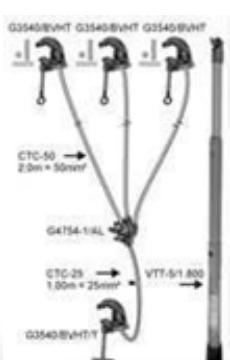
As medidas de proteção coletiva compreendem prioritariamente a desenergização elétrica, e na sua impossibilidade, o emprego de tensão de segurança, conforme estabelece a NR-10.

Essas medidas visam a proteção não só de trabalhadores envolvidos com a atividade principal que será executada e que gerou o risco, como também a proteção de outros funcionários que possam executar atividades paralelas nas redondezas ou até de passantes, cujo percurso pode levá-los à exposição ao risco existente.

A seguir serão descritos alguns equipamentos e sistemas de proteção coletiva usados nas instalações elétricas:

**Tabela 2 - Equipamentos e sistemas de proteção coletiva**

#### Conjunto de aterramento



Equipamento destinado à execução de aterramento temporário, visando à equipotencialização e proteção pessoal contra a energização indevida do circuito em intervenção.

Nota: A equipotencialização é o ato de tomar-se medidas para fazer com que dois ou mais corpos condutores de eletricidade possuam a menor diferença de potencial elétrico entre eles.<sup>5</sup>



### **Tapetes de borracha isolantes**

Acessório utilizado principalmente em subestações, sendo aplicado na execução da isolação contra contatos indiretos, minimizando assim as consequências por uma falha de isolamento nos equipamentos.



### **Fita de sinalização**

Características: fita plástica colorida em poliestileno, com listras laranja e preta intercaladas.

Utilizada interna e externamente na sinalização, interdição, balizamento ou demarcação em geral por indústrias, construtoras, transportes, órgãos públicos ou empresas que realizam trabalhos externos.

Leve, resistente, dobrável e de fácil instalação, é fornecida em rolo de 200 metros de comprimento e 70 mm de largura, podendo ser afixada em cones e tripés.

Cores: laranja/preto



### **Cone em PVC para sinalização**

Características: utilizado para sinalizar, isolar, balizar ou interditar áreas de tráfego ou serviços com extrema rapidez e eficiência.

Fornecido em poliestileno/PVC ou borracha, é altamente durável e resistente a intempéries e maus-tratos.

Cores: laranja/branco



### **Correntes para sinalização em ABS**

Correntes de sinalização e isolamento em plástico ABS de alta durabilidade, resistência mecânica e contra altas temperaturas. Excelente para uso externo, não perdendo a cor ou descascando com a ação de intempéries. Fabricadas nos tamanhos pequenos e grandes, nas cores laranja, branco, ou as duas cores mescladas. Garantia contra defeitos de fabricação de 15 anos.

Indicadas para uso na construção, decoração, isolamento e sinalização de áreas, nas mais diversas aplicações, como em docas, ancoradouros, estacionamentos, rodovias, pedágios, bancos, parques, shopping centers, supermercados, etc.



### **Placas de sinalização**

São utilizadas para sinalizar perigo (perigo de vida, etc) e situação dos equipamentos (equipamentos energizados, não manobre este equipamento sobrecarga, etc.), visando assim à proteção de pessoas que estiverem trabalhando no circuito e de pessoas que venham a manobrar os sistemas elétricos.

### **Protetores de borracha ou PVC para redes elétricas**

Anteparos destinados à proteção contra contatos acidentais em redes aéreas, são utilizados na execução de trabalhos próximos a ou em redes energizadas.

## 1.2.4 Equipamentos de proteção individual – EPI

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, em atendimento ao disposto na NR-6, a norma regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego relativa a esses equipamentos.

As vestimentas de trabalho devem ser adequadas às atividades, considerando-se, também, a condutibilidade (facilidade em conduzir eletricidade), a inflamabilidade (facilidade em pegar fogo) e as influências eletromagnéticas (força presente nos imãs).

É vedado o uso de adornos pessoais tais como anéis, brincos, colares etc. nos trabalhos com instalações elétricas ou em suas proximidades, principalmente se forem metálicos ou facilitem a condução de energia.

Todo EPI deve possuir um Certificado de Aprovação (CA) emitido pelo Ministério do Trabalho e Emprego.

O EPI deve ser usado quando:

- Não for possível eliminar o risco por outros meios;
- For necessário complementar a proteção coletiva;

**Tabela 3 - Equipamentos de proteção individual – EPI**



### Óculos de segurança

Equipamento destinado à proteção contra elementos que venham a prejudicar a visão, como, por exemplo, descargas elétricas.



### Capacetes de segurança

Equipamento destinado à proteção contra quedas de objetos e contatos acidentais com as partes energizadas da instalação. O capacete para uso em serviços com eletricidade deve ser classe B (submetido a testes de rigidez dielétrica a 20 kV).

### Luvas isolantes



Equipamento de proteção individual, de borracha natural, destinado a proteger a mão, o punho e o antebraço do usuário quando trabalhando em circuitos energizados.

Elas podem ser testadas com inflador de luvas para verificação da existência de furos, e por injeção de tensão de testes.

As luvas isolantes apresentam identificação no punho, próximo da borda, marcada de forma indelével, que contém informações importantes, como a tensão de uso, por exemplo, nas cores correspondentes a cada uma das seis classes existentes.



### Calçados (botinas, sem biqueira de aço)

Equipamento utilizado para minimizar as consequências de contatos com partes energizadas, as botinas são selecionadas conforme o nível de tensão de isolação e aplicabilidade (trabalhos em linhas energizadas ou não). Devem ser acondicionadas em local apropriado, para não perder suas características de isolação.



### Cinturão de segurança

Equipamento destinado à proteção contra queda de pessoas, sendo obrigatória sua utilização em trabalhos acima de 2 metros de altura. Pode ser basicamente de dois tipos: abdominal e de três pontos (pára-quedista).

Para o tipo pára-quedista, podem ser utilizadas travas-quadras instalados em cabos de aço ou flexíveis fixados em estruturas a serem escaladas.



### Protetores auriculares

Equipamento destinado a minimizar as consequências de ruídos prejudiciais à audição. Para trabalhos com eletricidade, devem ser utilizados protetores apropriados, sem elementos metálicos.



### Máscaras/respiradores

Equipamento destinado à utilização em áreas confinadas e sujeitas a emissão de gases e poeiras.

## Procedimentos de desenergização

Toda empresa deve elaborar, aprovar e divulgar (distribuir) o procedimento de desenergização obedecendo à seqüência indicada a seguir.

- a) seccionamento – confirmar se o circuito desligado é o alimentador do circuito onde será executada a intervenção, mediante a verificação dos diagramas elétricos, folha de procedimentos e a identificação do referido circuito em campo.
- b) Impedimento de reenergização – verificar as medidas de impedimento de reenergização aplicadas, que sejam compatíveis ao circuito em intervenção, como: abertura de seccionadoras, afastamento de disjuntores de barras, relés de bloqueio, travamento por chaves, utilização de cadeados.
- c) Constatação da ausência de tensão – É feita no próprio ambiente de trabalho através, de: instrumentos de medições dos painéis (fixo) ou instrumentos detectores de tensão (observar sempre a classe de tensão desses instrumentos). Verificar se os EPIs e EPCs necessários para o serviço estão dentro das normas vigentes e se as pessoas envolvidas estão devidamente protegidas.
- d) Instalação de aterramento temporário – verificar a instalação do aterramento temporário quanto à perfeita equipotencialização (efeito de que dois ou mais condutores de eletricidade possuam a menor diferença de potencial elétrico ou “tensão” entre eles) dos condutores do circuito ao referencial de terra, com a ligação destes a esse referencial com equipamentos apropriados.

- e) Proteção dos elementos energizados existentes na zona controlada – verificar a existência de equipamentos energizados nas proximidades do circuito ou do equipamento a sofrer intervenção, verificando assim os procedimentos, materiais e EPIs necessários para a execução dos trabalhos, obedecendo à tabela de zona de risco e zona controlada. A proteção poderá ser feita por meio de obstáculos ou barreiras, de acordo com a análise de risco.
- f) Instalação da sinalização de impedimentos de energização – confirmar se foi feita a instalação da sinalização em todos os equipamentos que possam vir a energizar o circuito ou equipamento em intervenção. Na falta de sinalização de todos os equipamentos, esta deve ser providenciada.

## 2. Conceitos técnicos elementares

### 2.1 Eletricidade

#### 2.1.1 O que é Eletricidade?

Ligar um aparelho de televisão, tomar um banho com água quente, iluminar um ambiente dentro de casa e muitas ações corriqueiras tornam-se extremamente simples depois que aprendemos a manusear a Eletricidade.

Quando utilizamos o chuveiro, o ferro de passar, o forno elétrico, **estamos convertendo energia elétrica em energia térmica (calor)**. Ao ligarmos uma batedeira, o cortador de grama ou um motor na indústria, estamos convertendo **energia elétrica em energia mecânica**, realizando trabalho.

A conversão de parte da **energia elétrica em energia luminosa** se dá através da iluminação em nossas residências, vias e áreas comerciais e industriais. Mesmo sendo invisível, percebemos os efeitos da energia elétrica em muitas das coisas que nos rodeiam.

#### 2.1.2 E como é gerada a energia elétrica?

Podemos obter a energia elétrica de várias maneiras: pela força da queda d'água, no caso das usinas hidrelétricas, pela propulsão do vapor gerado na queima de combustíveis, no caso das termoelétricas, pela fricção nuclear no caso das usinas nucleares, pela força do vento no caso das usinas eólicas e pela luz do sol, na energia fotovoltaica entre outros.



Usinas termelétricas



Usinas eólicas



Usinas hidrelétricas

#### 2.1.3 Teoria Eletrônica

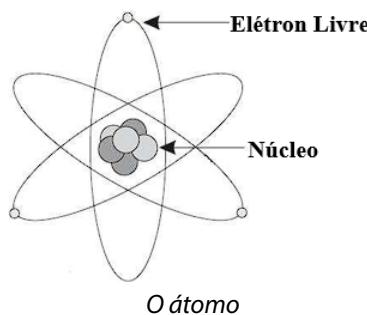
Para que possamos entender finalmente o que é eletricidade, é necessário compreender os conceitos da matéria olhando sua estrutura interna, imperceptível ao olho humano, este estudo é chamado de **eletrostática**.

### 2.1.3.1 Eletrostática

Todos os efeitos da eletricidade são consequências da existência de uma partícula minúscula chamada "elétron". Como ninguém pode realmente ver um elétron, somente os efeitos que ele produz, denominamos esse estudo de **teoria eletrônica**. Esta teoria afirma que todos os fenômenos elétricos ocorrem devido ao movimento de elétrons de um lugar para outro, seja pelo excesso ou da falta dos elétrons em um determinado lugar.

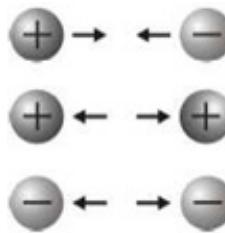
Vamos começar definindo matéria como sendo tudo aquilo que tem massa e ocupa lugar no espaço, sendo formada por pequenas partículas chamadas de **moléculas**. As moléculas são constituídas por partículas ainda menores chamadas de átomo, que, por sua vez, era tida como a menor partícula do universo e que não poderia mais se subdividir. Por isso, o nome átomo, que em grego significa "não divisível".

Os átomos são constituídos por partículas elementares, sendo as principais: os prótons, os nêutrons e os elétrons. Os prótons são as cargas positivas (+), os nêutrons não tem carga e os elétrons que são as cargas negativas (-). Os prótons e os nêutrons se encontram aglomerados na parte central do átomo, chamado de núcleo. Ao redor do núcleo, movimentam-se os elétrons.



#### Carga Elétrica

Os cientistas mostraram que as cargas positivas e negativas exercem forças umas sobre as outras. A partir de experiências científicas pode-se afirmar que: Cargas elétricas de mesmo sinal repelem-se. E cargas elétricas de sinais contrários atraem-se.



Forças atuantes em Cargas Elétricas

Na natureza, todos os átomos são eletricamente neutros. Para se originar uma carga positiva ou negativa, o **elétron terá que se movimentar**, enquanto as cargas positivas do núcleo permanecem imóveis. Este movimento dos elétrons é a base de toda a ciência que envolve a geração da eletricidade, por exemplo, nas usinas mostradas na figura acima.

### 2.1.3.2 Materiais Condutores e Isolantes

Dependendo do grau de facilidade que a matéria permite que seus elétrons se movimentem entre seus átomos, ela pode ser classificada como:

**Condutor** - seus átomos permitem facilmente o movimento dos elétrons (por isto chamados de elétrons livres) entre seus núcleos. É o caso do cobre, utilizado nos condutores elétricos.

**Isolante** - em condições normais seus átomos não permitem o movimento dos elétrons entre seus núcleos. É o caso da borracha, plástico e materiais utilizados na isolação de condutores elétricos.

## 2.2 Tensão, corrente elétrica e potência.



### 2.2.1 Tensão e corrente elétrica



Como vimos nos fios existem partículas invisíveis chamadas **elétrons livres** que estão em constante movimento de forma desordenada.

Para que estes elétrons livres passem a se movimentar de forma ordenada nos fios, é necessária uma força para empurrá-los. A esta **força é dado o nome de tensão elétrica (U)**.

Esse movimento ordenado dos elétrons livres nos fios, provocado pela ação da tensão elétrica, forma uma corrente/fluxo de elétrons. Essa **corrente de elétrons livres é chamada de corrente elétrica (I)**.

#### Tensão



É a força que impulsiona os elétrons livres nos fios. Sua unidade de medida é o Volt (V).

#### Corrente elétrica



É o movimento ordenado dos elétrons livres nos fios. Sua unidade de medida é o Ampère (A).

### 2.2.2 Resistência

O fluxo de elétrons encontra dificuldade para se movimentar pelo condutor devido às características elétricas do material, chamamos esta dificuldade de **Resistência Elétrica**. Este efeito pode ser comparado à dificuldade que um veículo encontra ao trafegar por uma rua com obstáculos e/ou buracos. Como resultado desta resistência que os elétrons encontram é gerado calor, ( como no chuveiro) ou luz ( no caso da lâmpada incandescente).

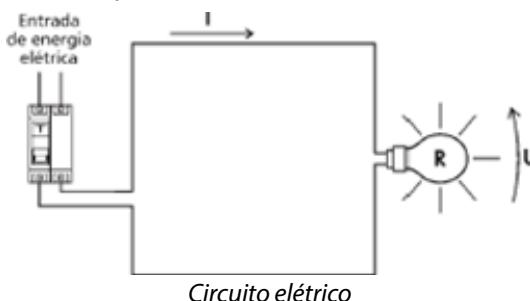
#### Corrente elétrica



É o movimento ordenado dos elétrons livres nos fios. Sua unidade de medida é o Ampère (A).

## 2.2.3 Circuito elétrico

O circuito elétrico é o caminho obrigatório pelo qual a corrente elétrica deve passar. É composto por uma fonte de energia, e um consumidor de energia, como lâmpadas por exemplo. Ao ligar a **fonte de energia**, a **tensão elétrica (U)** gerada provoca o fluxo da **corrente elétrica (I)** que ao circular pela lâmpada encontra a **resistência elétrica (R)**. Como resultado podemos perceber o acendimento de uma lâmpada.



## 2.3 Lei de Ohm

Existe uma relação matemática entre tensão, corrente e resistência, a esta relação dá-se o nome de Lei de Ohm. Por exemplo, no caso do nosso circuito observa-se que a lâmpada possui uma resistência (R) ao movimento dos elétrons. Quando a corrente (I) passa pela lâmpada (R), temos a tensão (U) como resultado da multiplicação das duas:

**U** é medida em volts (V).

**U = R x I** **I** é medida em ampères (A).

**R** é medida em ohms ( $\Omega$ ).

Através da relação  $U = R \times I$  é possível calcular as grandezas utilizando o “triângulo de Ohm” como mostra a figura abaixo.



Triângulo de Ohm

### Utilização:

A grandeza que se deseja calcular é ocultada e as demais que estão visíveis mostram a formula de cálculo. Onde:

Para calcular a **corrente I** temos:

$$\Rightarrow I = \frac{V}{R}$$

Para calcular a **corrente I** temos:

$$\Rightarrow R = \frac{V}{I}$$

Para calcular a **resistência R** temos:

$$\Rightarrow U = I \times R$$

Para calcular a **tensão U** temos:

## Exemplo numérico:

Em um circuito composto por uma resistência de  $11\Omega$ , alimentado por uma fonte de energia de 220V tem-se:

### Cálculo da Corrente

$$I = V / R = 220V / 11\Omega = 20A \Rightarrow I = 20A$$

### Cálculo da resistência

$$R = V / I = 220V / 20A = 11\Omega \Rightarrow R = 11\Omega$$

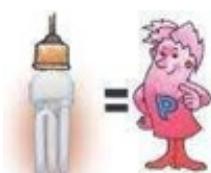
### Cálculo da tensão

Com a passagem da corrente elétrica, a lâmpada se acende e se aquece com certa intensidade.

$$V = I \times R = 20A \times 11\Omega = 220V \Rightarrow V = 220V$$

## 2.4 Potência elétrica

A **tensão elétrica** faz movimentar os elétrons de forma ordenada, dando origem à **corrente elétrica**, que por sua vez provoca o efeito desejado, por exemplo, a luz de uma lâmpada incandescente. A intensidade da luz depende diretamente do valor da tensão elétrica, assim quanto maior a tensão elétrica maior será a intensidade da luz. A este efeito damos o nome de **potência luminosa e térmica (aquecimento da lâmpada)**. Normalmente a Potência é chamada de **potência elétrica (P)**.



Com a passagem da corrente elétrica, a lâmpada se acende e se aquece com certa intensidade



Essa intensidade de luz e calor percebida por nós (efeitos), nada mais é do que a potência elétrica que foi transformada em potência luminosa (luz) e potência térmica (calor).



### É importante gravar:

Para haver potência elétrica é necessário haver tensão elétrica e corrente elétrica.

Para compreendermos melhor a definição de potência elétrica, vamos adotar como exemplo a lâmpada da figura anterior. Ao ligarmos uma lâmpada à rede elétrica, ela se acende, transformando a corrente que passa pelo seu filamento em luz e em calor. Como a resistência (R) da lâmpada é constante, a intensidade do seu brilho e do seu calor aumenta ou diminui conforme aumentamos ou diminuímos a corrente (I) ou a tensão (U).

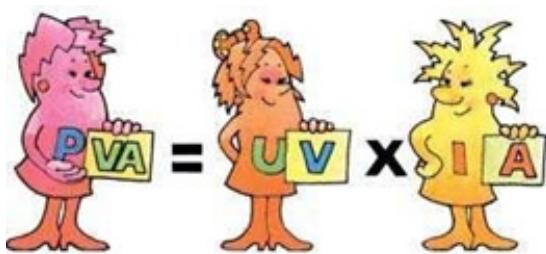
A **potência elétrica (P)** é diretamente proporcional à tensão (U) e à corrente (I):

$$P = U \times I$$

Por ser um produto da tensão e da corrente, sua unidade de medida é o volt-ampère (VA). A essa potência dá-se o nome de potência aparente.

$\Rightarrow$  A **potência aparente** é medida em **volt-ampère (VA)**.

## Unidade de medida da potência elétrica:



- a intensidade da tensão é medida em volts (V)
- a intensidade da corrente é medida em ampère (A)
- como a potência é o produto da ação da tensão e da corrente, a sua unidade de medida é o volt-ampère (VA). A essa potência dá-se o nome de **potência aparente**

A potência aparente é composta de duas parcelas:

**1- Potência ativa**, que é a parcela da potência aparente efetivamente transformada em potência mecânica, potência térmica e potência luminosa. A unidade de medida é o **watt (W)**.

**Potência mecânica**



**Potência Térmica**



**Potência luminosa**



**2- Potência reativa**, que é a parcela da potência aparente transformada em campo magnético, necessário ao acionamento de dispositivos como motores, transformadores e reatores e cuja unidade de medida é o **volt-ampère reativo (VAR)**:

**Motores**



**Transformadores**



**Reatores**



## Fator de potência - FP

Nos projetos de instalações elétricas residenciais, os cálculos efetuados são baseados na potência aparente e na potência ativa. Portanto, é importante conhecer a relação entre elas para se entender o que é **Fator de Potência - FP**.

Pode-se dizer que a potência ativa representa uma porcentagem da potência aparente que é transformada em potência mecânica, térmica ou luminosa. A esta porcentagem dá-se o nome de **fator de potência**.

**Potência ativa (mecânica/luminosa/térmica) = Fator de potência x Potência aparente**

Em projetos de instalações residenciais, aplicam-se os seguintes valores de fator de potência para saber quanto da potência aparente foi transformado em potência ativa:

### Quadro 1: Fator de potência

1,00 - para iluminação incandescente

0,80 - para pontos de tomada e circuitos independentes 0,95 - para o circuito de distribuição

### Exemplo 1:

Potência de iluminação (aparente) = **660 VA**

Fator de potência a ser aplicado = **1**

Potência ativa de iluminação = **1x660 VA = 660 W**

### Exemplo 2:

Potência do circuito de tomadas = **7300 VA**

Fator de potência a ser aplicado = **0,8**

Potência ativa de pontos de tomadas =  
**0,8x7300 VA = 5840 W**

### Exemplo 3:

Potência dos pontos de tomadas e circuitos independentes = **8000 VA**

Fator de potência a ser aplicado = **0**

Potência ativa de pontos de tomadas e circuitos independentes =  
**0,8x8000 VA = 6400 W**

### Exemplo 4:

Potência do circuito de distribuição = **9500**

Fator de potência a ser aplicado = **0,95**

Potência ativa do circuito de distribuição =  
**0,95x9500 VA = 9025 W**

**Quando o fator de potência é igual a 1, significa que toda potência aparente é transformada em potência ativa. Isto acontece nos equipamentos que só possuem resistência, tais como: chuveiro elétrico, torneira elétrica, lâmpadas incandescentes, fogão elétrico.**

## 2.5 Corrente Contínua e Corrente Alternada

Dependendo do método utilizado para gerar a eletricidade, ela pode ter polaridade fixa ou variável quando a polaridade é **fixa, temos Corrente Contínua**. Quando a **polaridade é variável**, damos o nome de **Corrente alternada**

### 2.5.1 Corrente Contínua – CC ou DC

A Corrente Contínua é o fluxo ordenado de **elétrons sempre numa mesma direção**, ou seja, não há mudança de polaridade. Esse tipo de corrente é gerado por baterias, pilhas, dinâmicos, células solares e fontes de alimentação.

Normalmente são utilizadas para alimentar aparelhos eletrônicos, rede telefônica e circuitos digitais. Dizemos que o circuito CC é polarizado, pois possui um polo negativo (-) e outro positivo (+).

Simbologia usual: **CC** – Corrente Contínua (em inglês: **DC** - Direct Current)



### 2.5.2 Corrente Alternada – CA ou AC

Na corrente alternada, o fluxo de **elétrons** inverte o seu sentido várias vezes por **segundo**. A essa inversão de polaridade, damos o nome de **freqüência da CA**, que é medida em Hertz (Hz). Na corrente que dispomos em nossas residências e nas indústrias, essa troca de polaridade ocorre a uma freqüência de 60 vezes por segundo, ou seja, 60 Hz.

**Simbologia usual: CA** – Corrente Alternada (em inglês: **AC** – Alternate Current) Uma das formas de obtermos CA é diretamente da rede elétrica das concessionárias.

A rede elétrica residencial é normalmente formada por uma fase e por um neutro, conhecida como **rede elétrica monofásica**; já a rede elétrica de uso industrial é composta por três fases e um neutro, uma vez que muitos dos motores industriais são trifásicos. Esta rede é conhecida como **rede elétrica trifásica**.



Representação de Corrente Alternada

## 2.6 Magnetismo e Eletromagnetismo

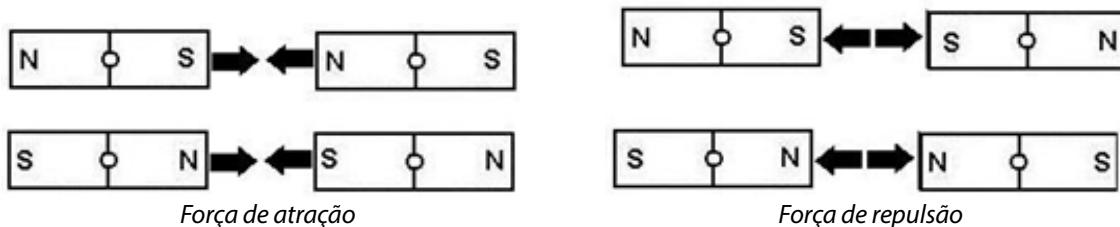
### 2.6.1 Magnetismo

É a força de atração ou repulsão que alguns materiais possuem como os imãs. A área de atuação desta força é chamada de Campo Magnético.



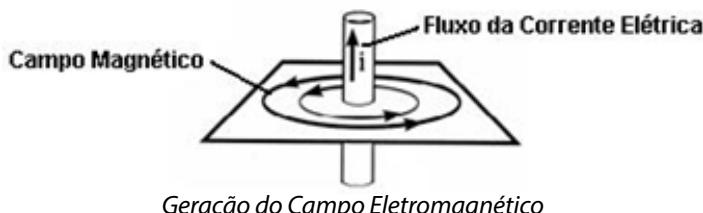
Campo Magnético do Imã

Ao aproximar dois imãs tal que sofram influência do campo magnético um do outro, pode ocorrer atração entre eles, em caso de proximidade de pólos opostos, ou repulsão em caso de proximidade de pólos iguais.



### 2.6.2 Eletromagnetismo

É o efeito magnético que a corrente elétrica provoca em torno de um condutor quando circula por ele. Este efeito é chamado de **campo magnético**. Por ser produzido pela eletricidade é chamado de **Campo Eletromagnético** o que estabelece uma relação entre a eletricidade e o magnetismo, comumente chamado de Eletromagnetismo.

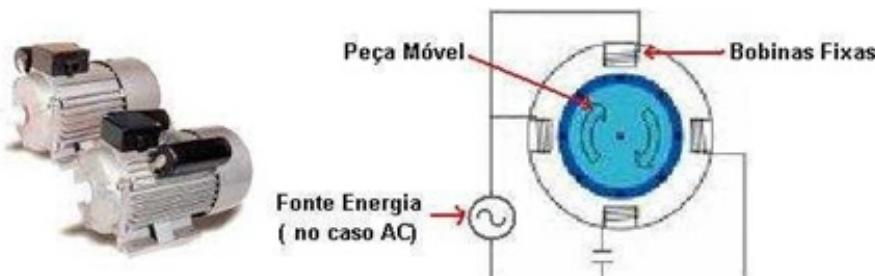


Geração do Campo Eletromagnético

O Eletromagnetismo é a base para a tecnologia dos motores elétricos, eletroimãs e qualquer equipamento elétrico que utilize o efeito magnético para funcionar.

## 2.7 Motor Elétrico de Corrente Alternada

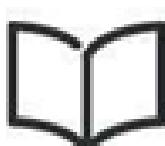
Os motores elétricos de corrente alternada utilizam o princípio do eletromagnetismo, pois possuem uma bobina alimentada por uma fonte de energia originando assim os pólos magnéticos que produzem as forças de atração ou repulsão em uma peça móvel a qual pode ter bobina ou não provocando o giro do motor.



Princípio de Funcionamento do Motor Elétrico

### Funcionamento:

Na figura acima é mostrado um motor elétrico alimentado por uma fonte de corrente alternada AC fazendo com que as bobinas fixas produzam um campo magnético que muda de polaridade segundo a freqüência da rede elétrica. Este campo magnético produz na peça móvel também um campo magnético que reage ao efeito do campo da bobina fixa, o resultado é o movimento giratório do motor.

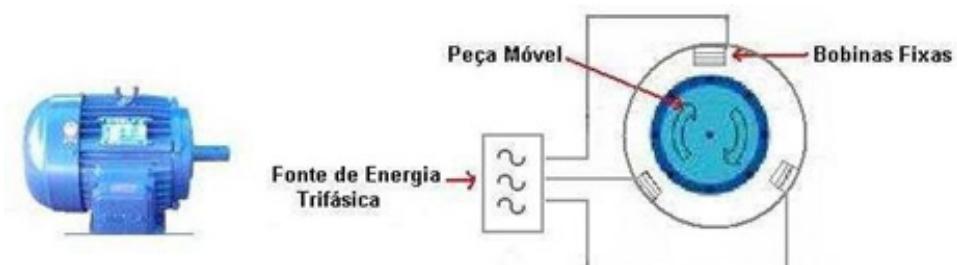


**Nota: Este tipo de motor é chamado de Motor de Indução. A parte do motor que recebe a bobina fixa é denominada de Estator e a parte móvel é denominada de Rotor. O campo magnético criado nas bobinas fixas é chamada de Campo Girante.**

Os motores elétricos de corrente alternada podem ser monofásicos (quando alimentados por uma fase) mostrado na figura, ou trifásicos (quando alimentado por três fases) como mostra a figura.

### Funcionamento:

O motor trifásico possui três grupos de bobinas no estator dispostas de forma que a seqüência de fluxo de corrente nos três grupos de bobinas produzem o campo magnético que faz girar o motor.



Princípio de Funcionamento do Motor Elétrico Trifásico

### Aplicação dos motores elétricos:

- Por possuírem baixa potência e serem alimentados por fonte de energia de baixa tensão normalmente 110/220Vac e 60HZ, os Motores Monofásicos são preferencialmente utilizados em equipamentos residenciais e eletrodomésticos. Por exemplo máquina de lavar roupa, bombas d'água, ventiladores, exaustores etc.

- Os Motores Trifásicos são preferencialmente utilizados na indústria, pois podem ser aplicados em sistemas de pequena, média e grande potência assim como serem alimentados por fonte de energia de valores elevados de tensão.

## 2.8 Aterramento

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas- ABNT, aterrarr significa colocar instalações e equipamentos no mesmo potencial, de modo que a diferença de tensão entre o aterramento e o equipamento seja zero ou bem próximo disto.

### 2.8.1 Finalidade do Aterramento

O aterramento visa reduzir as diferenças de potenciais que podem gerar corrente elétricas perigosas entre equipamentos ou partes metálicas e solo. Se estas partes com diferentes tensões forem tocadas por um ser humano surgirá uma corrente entre mãos e pés causando o choque elétrico. A este efeito chamamos tensão de toque. Se houver diferença de tensão entre duas partes metálicas por exemplo a carcaça de um equipamento e uma janela metálica e houver o contato, pode ocorrer um choque elétrico passando entre partes do corpo. Este fenômeno é conhecido por tensão de contato. E ambos os casos, pode ocorrer um faiscamento entre ambas as partes, podendo iniciar um incêndio.

O outro efeito é a tensão de passo que é gerada a partir da elevação de potencial do solo em um determinado tempo. Este efeito ocorre normalmente com descargas atmosféricas ou rompimento de condutores da rede aérea de distribuição. Neste caso o aterramento fará parte do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas – SPDA, que é também composto pelos captores e pelas descidas. Este conjunto fará a condução da descarga atmosférica (raio) para a terra.

Um bom aterramento deve garantir:

- Não irá surgir diferenças de potencial entre equipamentos ou partes de um mesmo equipamento;
- Não irá surgir no solo diferenças de potencial que causem tensões de passo perigosas às pessoas;
- Não irá surgir entre as partes metálicas e o solo diferenças de potencial que causem tensões de toque ou descargas laterais às pessoas.

Portanto o sistema de Aterramento deve:

- Proporcionar um caminho de escoamento de descargas atmosféricas ou correntes indesejáveis devido a falhas para a terra;
- Escoar as cargas estáticas geradas nas carcaças dos equipamentos, evitando que o operador sofra um choque elétrico;
- Fazer com que os dispositivos de proteção sejam mais sensibilizados e isole rapidamente as falhas na terra.
- Manter todas as massas de uma instalação em uma tensão.

### 2.8.2 Corrente de Fuga

Chama-se de corrente de fuga a corrente elétrica que flui de um condutor para outro e/ou para a terra, quando o condutor energizado encosta na carcaça do equipamento ou em outro condutor sem isolação.

As principais causas de corrente de fuga elétrica são: emendas mal feitas nos condutores ou mal isoladas, condutores desencapados ou com isolação desgastada pelo tempo ou por choque mecânico, conexões inadequadas ou mal feitas, aparelhos defeituosos e consertos improvisados, além de erros na instalação, como avarias e danos diversos ou ainda o uso de materiais de má qualidade.

## 2.8.3 Sistema de Aterramento

É o conjunto de condutores, eletrodos de aterramento, placas e conectores interligados por elementos que dissipem para a terra as correntes de fuga. Há diversos tipos de sistemas, e a aplicação de um ou de outro vai depender da importância do sistema de energia envolvido, da resistência do solo e características da edificação.

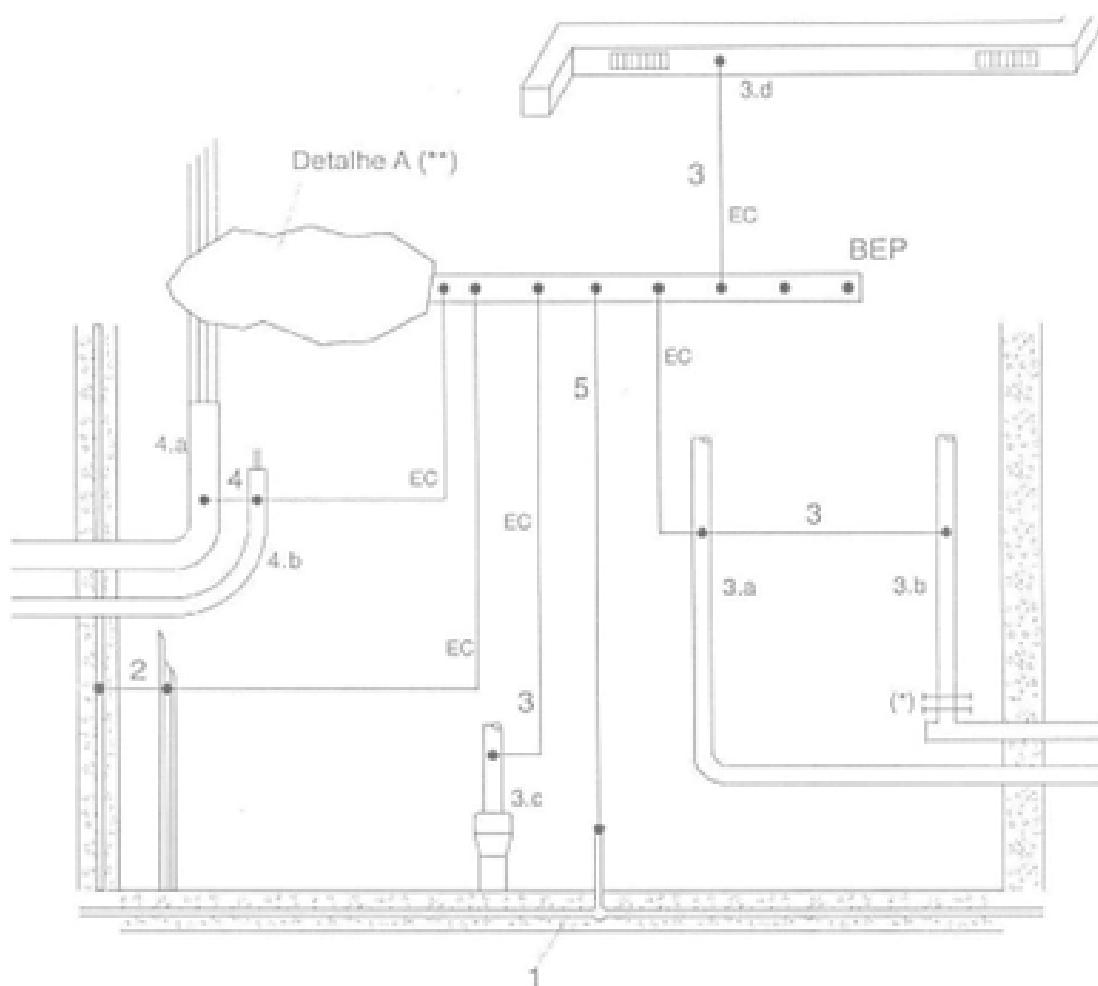
O sistema de aterramento visa a eqüipotencialização que é definida pela NBR 5410:2004 como sendo:

- **3.3.1 eqüipotencialização:** Procedimento que consiste na interligação de elementos especificados, visando obter a eqüipotencialidade necessária para os fins desejados. Por extensão, a própria rede de elementos interligados resultante.

A norma NBR 5410:2004 no capítulo 6.4.1 trata sobre aterramento no item 6.4.1.1 é tratado especificamente sobre eletrodos de aterramento.

Em linhas gerais toda edificação deve possuir infra-estrutura de aterramento que pode ser armaduras do concreto das fundações, fitas, barras ou cabos metálicos, especialmente previstos. imersos no concreto das fundações malhas metálicas enterradas, no nível das fundações, cobrindo a área da edificação e complementadas, quando necessário, por hastes verticais e/ou cabos dispostos radialmente (“pés-degalinha”).

A NBR 5410:2004 no apêndice G, exemplifica de maneira hipotética um sistema de aterramento, o qual é mostrado na figura seguinte.



## Legenda:

BEP = Barramento de equipotencialização principal EC = Condutores de equipotencialização

1 = Eletrodo de aterramento (embutido nas fundações)

2 = Armaduras de concreto armado e outras estruturas metálicas da edificação

3 = tubulações metálicas de utilidades, bem como os elementos estruturais metálicos a elas associados. Por exemplo:

3.a = Água

3.b = gás

(\*) = Luva isolante

3.c = Esgoto

3.d = ar-condicionado

4 = Condutores metálicos, blindagens, armações, coberturas e capas metálicas de cabos

4.a = Linha elétrica de energia

4.b = Linha elétrica de sinal

5 = Condutor de aterramento

### 2.8.3.1 Fatores Que Influenciam No Aterramento

São vários os fatores que devem ser analisados para execução do aterramento:

- O tipo de solo e sua resistividade;
- O material de que são feitos os elementos que constituem os eletrodos de aterramento;
- O teor de umidade apresentado pelo solo;
- A temperatura do solo;
- A compactação do terreno e pressão;
- A composição e a concentração de sais e/ou matéria orgânica, dissolvidos no solo;

### 2.8.3.2 Medindo A Resistência De Aterramento

A resistência do aterramento é realizada através do instrumento denominado terrômetro.

Existem Três Tipos de Terrômetros

- O terrômetro de três pontos para medição somente da resistência;
- O terrômetro de quatro pontos para medição não só da resistência, como também da resistividade do terreno;
- Terrômetro com garras ou tipo alicate, cujas medições são feitas diretamente na haste.



Tipos de Terrômetro

### 2.8.4 Sistemas De Aterramento Para Redes De Distribuição De Baixa Tensão

O aterramento dos sistemas de distribuição de energia em baixa tensão é denominado, conforme determina a NBR-5410.

Sistema **TN** (**TN-S**, **TN-C-S**, **TN-C**); sistema **TT** e sistema **IT**.

#### Padronização

Os diferentes esquemas de aterramento descritos caracterizam o método de aterramento do neutro da baixa tensão "BT" de um transformador que transforme alta tensão "AT" em baixa tensão "BT" e o aterramento das partes metálicas expostas da instalação suprida por ele. A escolha desses métodos orienta as medidas necessárias para proteção contra os riscos de contatos indiretos.

## A seguir são apresentados os esquemas de aterramento mais utilizados em instalações residenciais

Legenda:

N - Condutor de neutro F - Condutor de fase

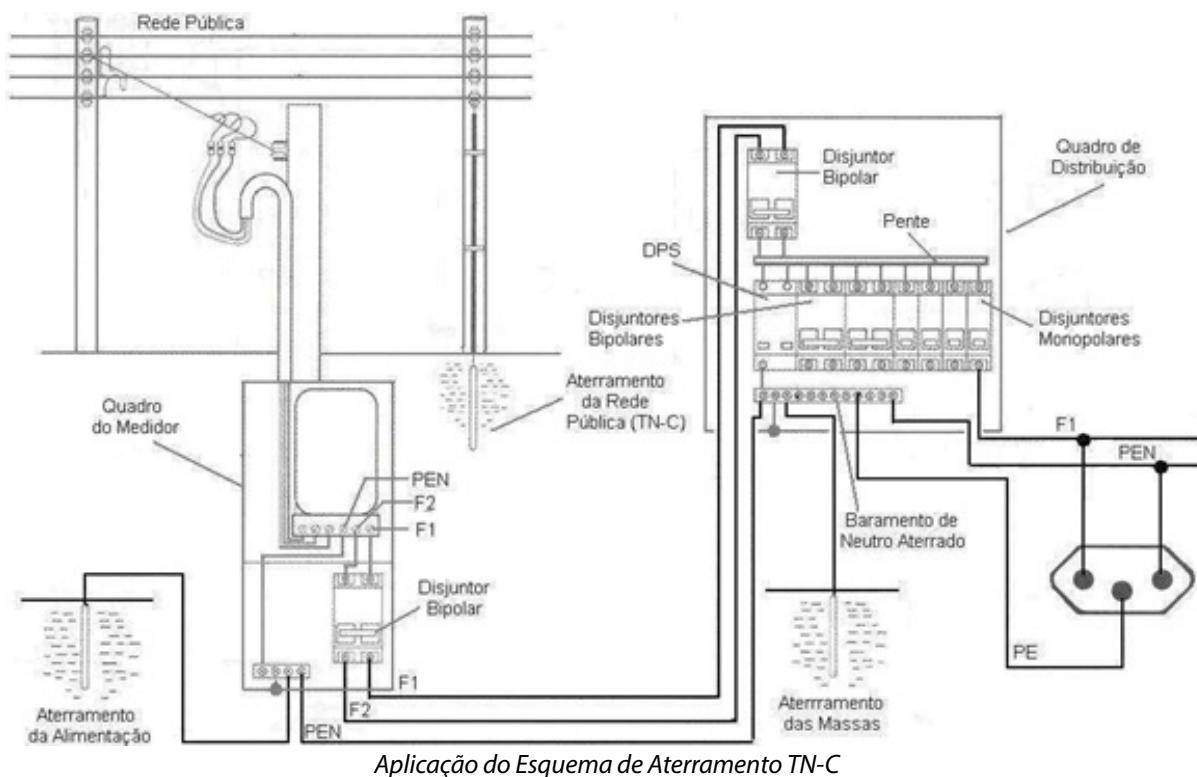
R - Condutor de retorno

PE - Condutor de proteção elétrica (terra) PEN - Condutor de neutro aterrado

### Esquema TN-C

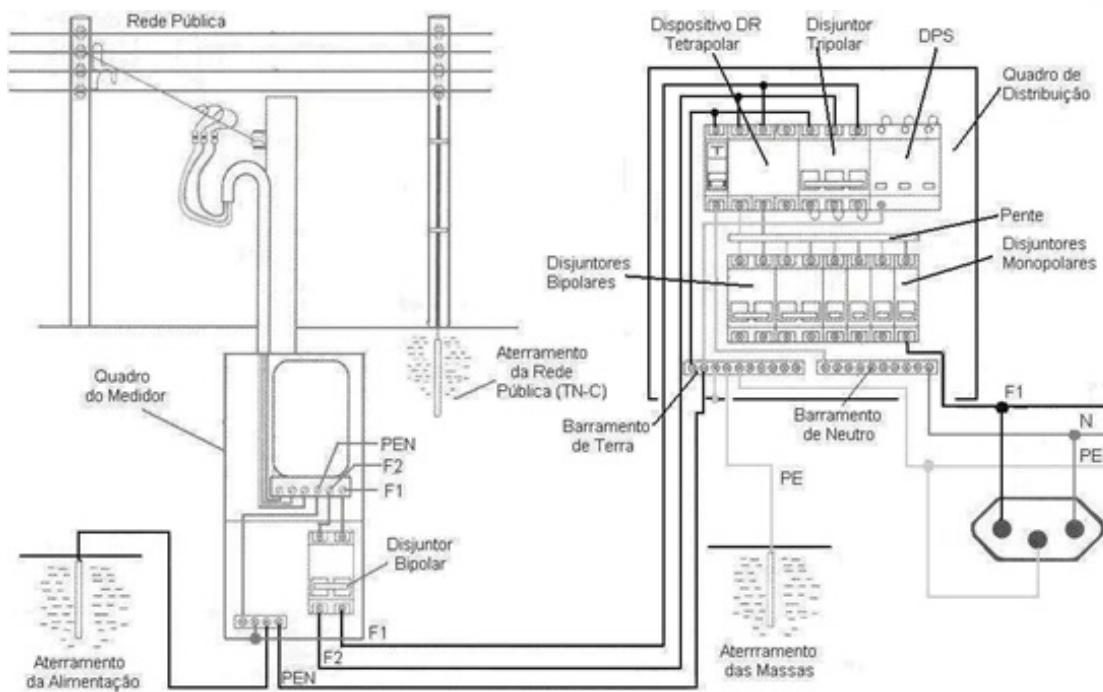
Nos esquemas do tipo TN, um ponto da alimentação é diretamente aterrado, e as massas da instalação são ligadas a esse ponto através de condutores de proteção.

No esquema TN-C, as funções de neutro e de proteção são combinadas no mesmo condutor (PEN). Esse tipo de esquema também é utilizado no aterramento da rede pública.



### Esquema TN-C-S

No esquema TN-C-S as funções de neutro e de proteção também são combinadas em um mesmo condutor (PEN), porém este se divide em um condutor de neutro e outro de proteção (PE/terra) no circuito onde são ligadas as massas.

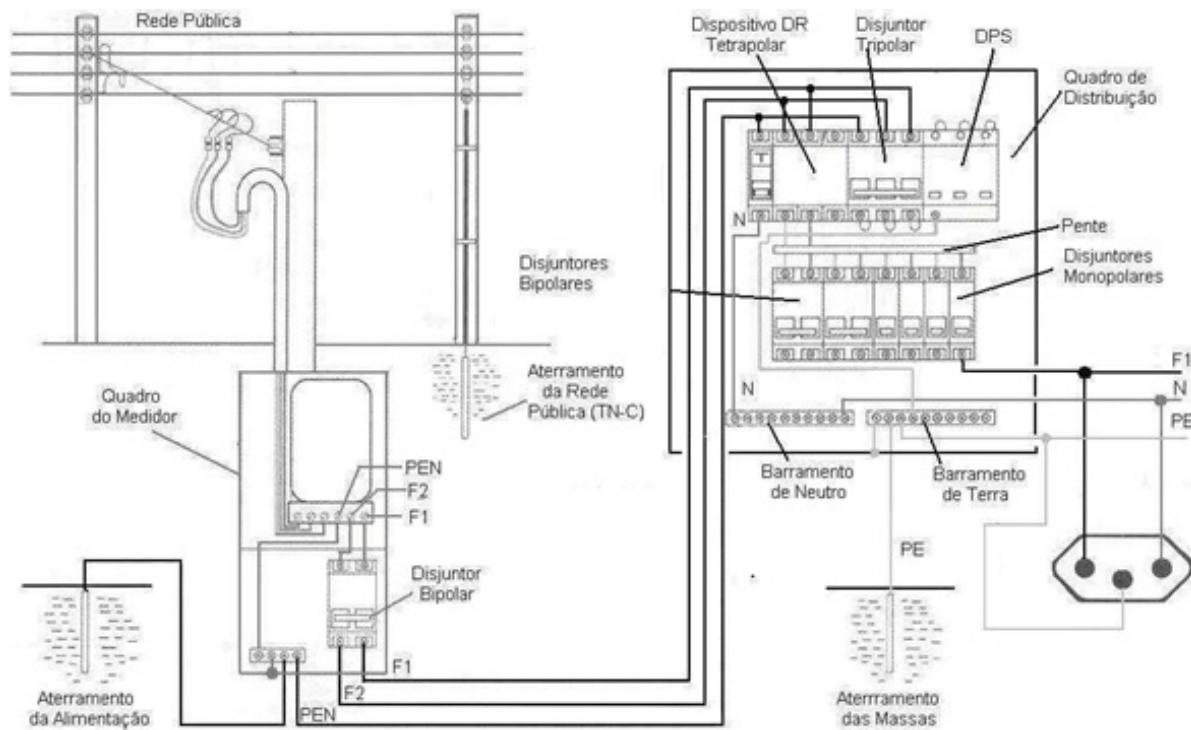


Aplicação do Sistema de Aterramento TN-C-S

## Esquema TT

Este sistema de aterramento é mais utilizado em redes públicas e privadas de baixa tensão.

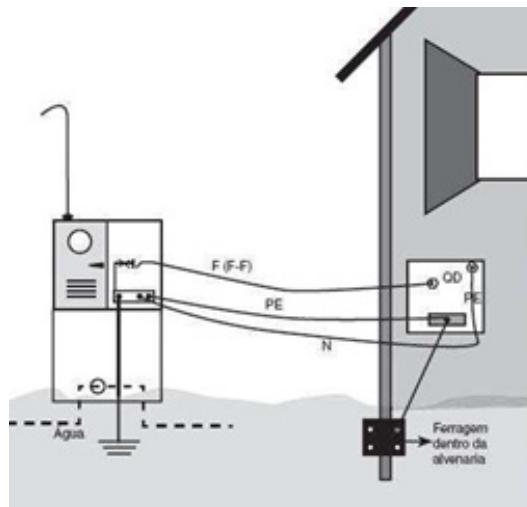
O esquema TT possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, e as massas da instalação são ligadas a eletrodos de aterramento eletricamente distintos do eletrodo de aterramento da alimentação.



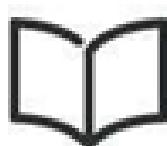
Aplicação do Esquema de Aterramento TT

O dispositivo diferencial instalado no início da instalação (pode existir outro dispositivo diferencial em outro ponto) provocará a abertura do circuito em caso de um contato direto.

Recomenda-se que os condutores de aterramento sejam conectados na estrutura de ferragens da construção, caso possua outras pontas metálicas, como tubulações (água, esgoto ou outra qualquer), ferragens estruturais em qualquer outra parte que possa ser interligada a fim de proporcionar o mesmo equipotencial para o aterramento como mostra a figura seguinte.

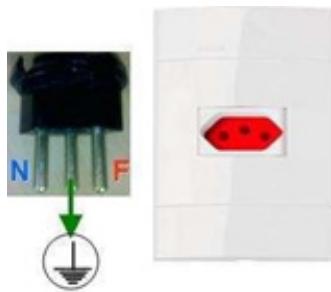


Conexão dos condutores de aterramento na estrutura de ferragens das fundações da construção

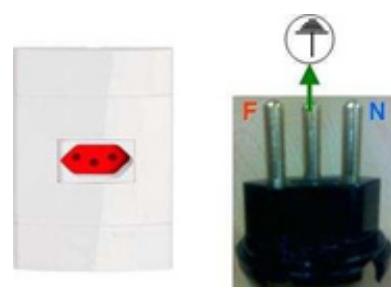


**Nota:** De acordo com o item 5.1.2.2.4.3 da norma ABNT NBR 5410:2004, no esquema TT devem ser utilizados dispositivos DR no seccionamento automático, para melhor proteção contra choques elétricos.

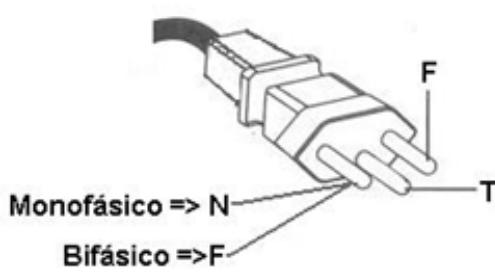
## 2.8.5 Sugestão de posição dos condutores na tomada segundo ABNT NBR14136



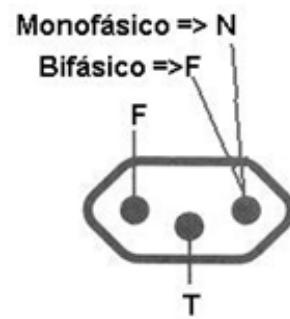
Polarização da tomada – vista 1



Polarização da tomada – vista 2



Polarização do Cabo de Força



Polarização da tomada – vista 3

## 2.9 Alimentação da instalação

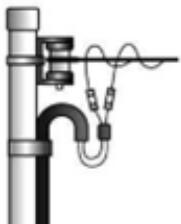
### Valores de tensão

Os valores de tensão dependem do tipo de ligação feita pela concessionária no transformador de distribuição secundária de média para baixa tensão. Dependendo da região as possíveis ligações e suas respectivas tensões podem ser:

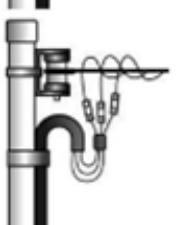
**Ligação em triângulo:** tensão entre fase e neutro de 110 V e entre fase e fase de 220 V.

**Ligação em estrela:** tensão entre fase e neutro de 127 V e entre fase e fase de 220 V.

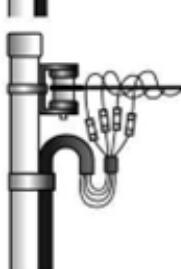
### Tipos de fornecimento de energia elétrica



**Monofásico:** Feito com dois fios: um fase e um neutro, com tensão de 110 V, 127 V ou 220 V. Normalmente, é utilizado nos casos em que a potência ativa total da instalação é inferior a 12 kW.



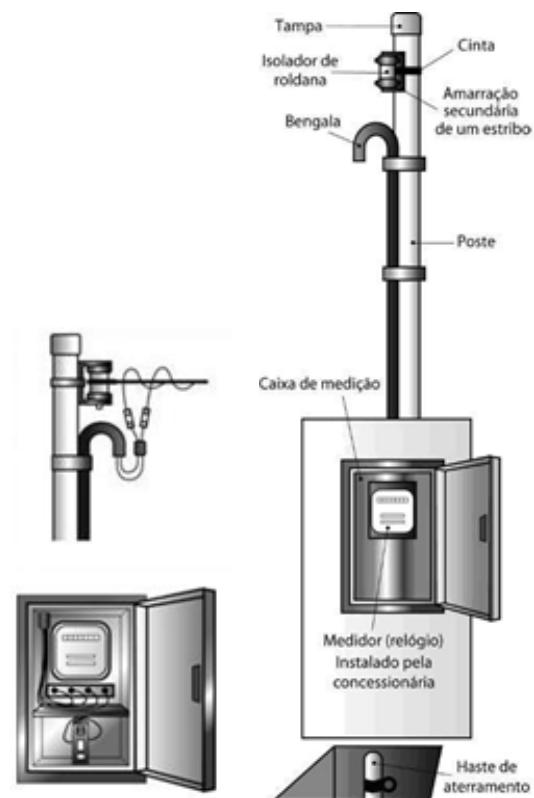
**Bifásico:** Feito com três fios: duas fases e um neutro, com tensão de 110 ou 127 V entre fase e neutro e de 220 V entre fase e fase. Normalmente, é utilizado nos casos em que a potência ativa total da instalação é maior que 12 kW e inferior a 25 kW. É o mais utilizado em instalações residenciais.



**Trifásico:** Feito com quatro fios: três fases e um neutro, com tensão de 110 ou 127V entre fase e neutro e de 220 V entre fase e fase.

Normalmente, é utilizado nos casos em que a potência ativa total da instalação é maior que 25 kW e inferior a 75 kW, ou quando houver motores trifásicos ligados à instalação, como por exemplo, em marcenaria e em pequenas indústrias.

Uma vez determinado o tipo de fornecimento, pode-se determinar também o padrão de entrada, que vem a ser o poste com isolador, a roldana, a bengala, a caixa de medição e a haste de terra, que devem ser instalados de acordo com as especificações técnicas da concessionária para o tipo de fornecimento. Com o padrão de entrada pronto e definido de acordo com as normas técnicas, é dever da concessionária fazer uma inspeção. Se a instalação estiver correta, a concessionária instala e liga o medidor e o ramal de serviço.



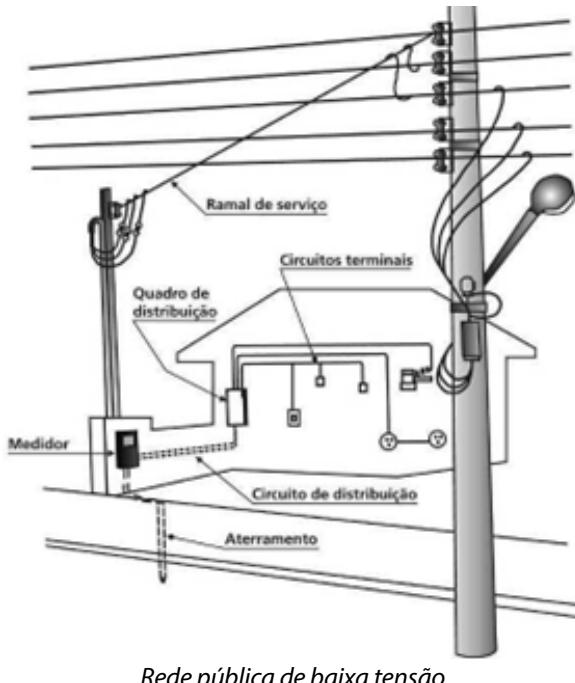


**Nota: As normas técnicas de instalação do padrão de entrada, assim como outras informações desse tipo, devem ser obtidas na agência local da companhia de eletricidade.**



**Nota: O item “4.2.7 Montagem e Instalação de Entrada Padrão” informações detalhadas de padrão de entrada.**

*Como o padrão de entrada feito, o medidor e ramal de serviços ligados, a energia elétrica fornecida pela concessionária estará disponível e poderá ser utilizada.*



**Nota: Através do circuito de distribuição, a energia é levada do medidor (ponto de entrega) até o quadro de distribuição, mais conhecido como quadro de luz.**

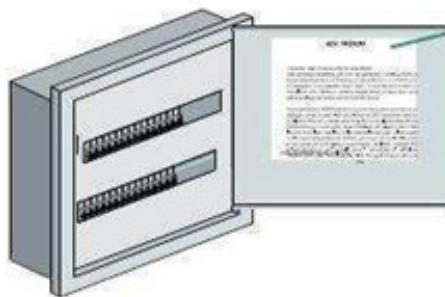


**Nota: A alimentação da instalação deve ser feita obedecendo às regras da concessionária local assim como as normas da ABNT, evitando as ligações clandestinas que colocam usuários e todo o sistema de distribuição em risco.**

## 2.10 Quadro de distribuição

Quadro de distribuição é o centro de toda a instalação elétrica de uma residência, onde se encontram os dispositivos de proteção. O quadro de distribuição é baseado em dispositivos modulares – também conhecidos como quadros padrão DIN. A fixação dos dispositivos, no trilho, se dá por simples encaixe. Ao quadro podem ser incorporados outros dispositivos modulares: disjuntores, interruptores diferenciais, dispositivos de proteção contra surtos (DPS) etc.

O quadro é o centro de distribuição, pois recebe os condutores que vêm do medidor. Segundo o item 6.5.4.10 da ABNT NBR 5410:2004, os quadros devem ser entregues com texto de advertência indicada na figura abaixo, a qual pode vir de fábrica ou ser afixada no local da obra.

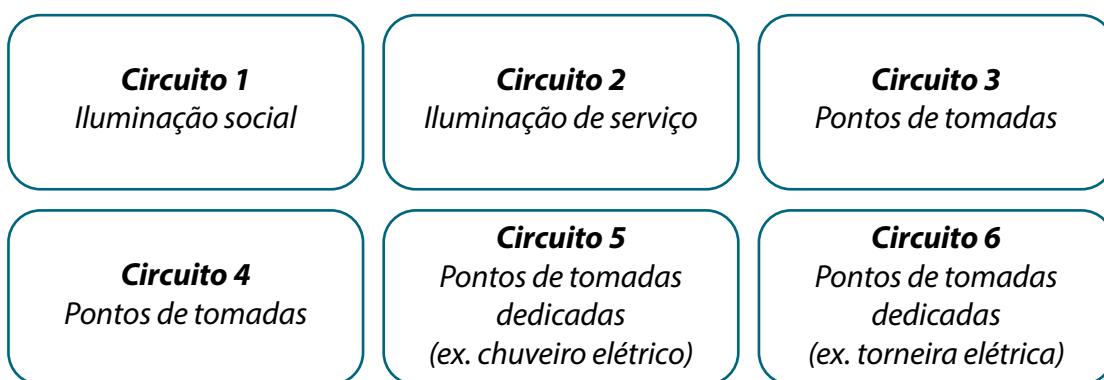


## ADVERTÊNCIA

1. Quando um disjuntor ou fusível atua, desligando algum circuito ou a instalação inteira, a causa pode ser uma sobrecarga ou um curto-círcuito. Desligamentos freqüentes são sinal de sobrecarga. Por isso, **NUNCA** troque seus disjuntores ou fusíveis por outros de maior corrente (maior amperagem), simplesmente. Como regra, a troca de um disjuntor ou fusível por outro de maior corrente requer, antes, a troca dos fios e cabos elétricos, por outros de maior seção (bitola).
2. Da mesma forma, **NUNCA** desative ou remova a chave automática de proteção contra choques elétricos (dispositivo DR), mesmo em caso de desligamentos sem causa aparente. Se os desligamentos forem freqüentes e, principalmente, se as tentativas de religar a chave não tiverem êxito, isso significa, muito provavelmente, que a instalação elétrica apresenta anomalias internas, que só podem ser identificadas e corrigidas por profissionais qualificados. A DESATIVAÇÃO OU REMOÇÃO DA CHAVE SIGNIFICA A ELIMINAÇÃO DE MEDIDA PROTETORA CONTRA CHOQUES ELÉTRICOS E RISCO DE VIDA PARA OS USUÁRIOS DA INSTALAÇÃO.

Quadro de distribuição

Do quadro de distribuição é que partem os circuitos terminais que vão alimentar diretamente as lâmpadas, pontos de tomadas e aparelhos elétricos.



Sugestão de divisão de circuitos terminais.

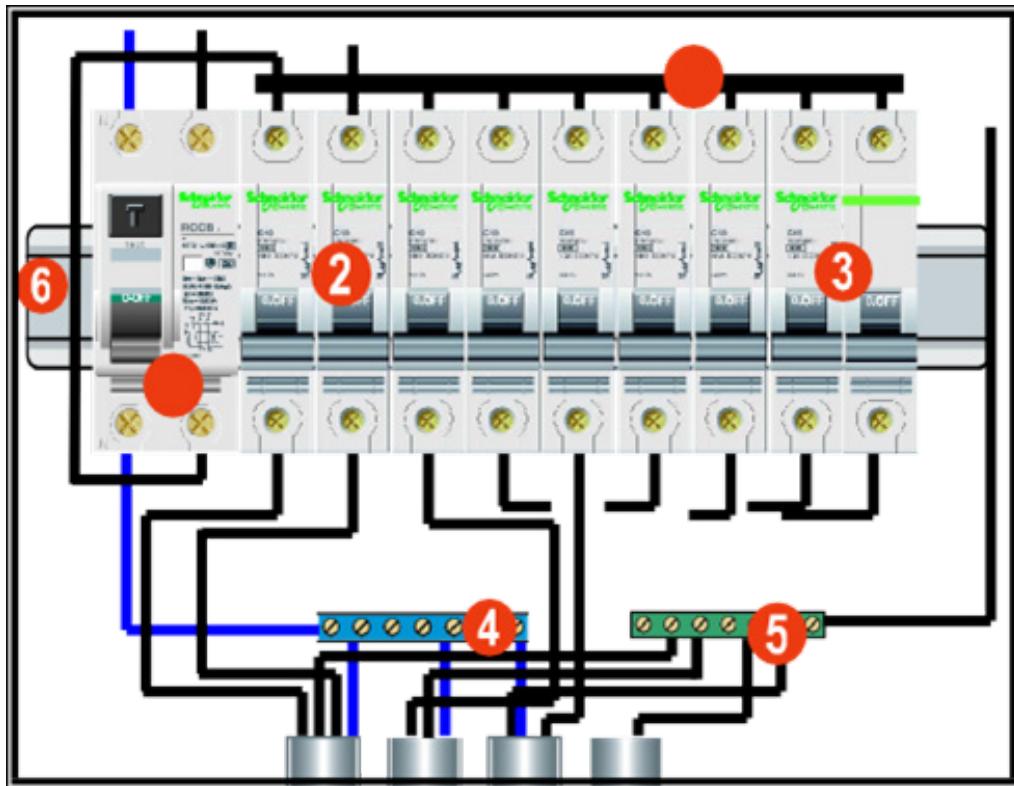
Os quadros devem ser instalados no interior da residência, dispostos o mais próximo possível do ponto de entrada da alimentação elétrica.

É importante garantir que o local seja arejado, permita livre circulação e que não haja objetos que impeçam ou dificultem o acesso ao quadro. Isto é feito para se evitar gastos desnecessários com os condutores do circuito de distribuição, que são os mais grossos de toda a instalação e, portanto, os de maior valor.

### Os quadros de distribuição não devem ser instalados:

- em banheiros,
- no interior de armários e, pela mesma razão, em espaços que possam vir a acomodar prateleiras, gabinetes, armários embutidos e móveis em geral,
- acima ou abaixo de pontos de água (pia, lavabo...),
- acima de aparelho de aquecimento,
- em áreas externas e
- em lances de escadas.

No desenho a seguir, poderemos enxergar os componentes e as ligações feitas em um quadro de distribuição.



Exemplo de quadro de distribuição

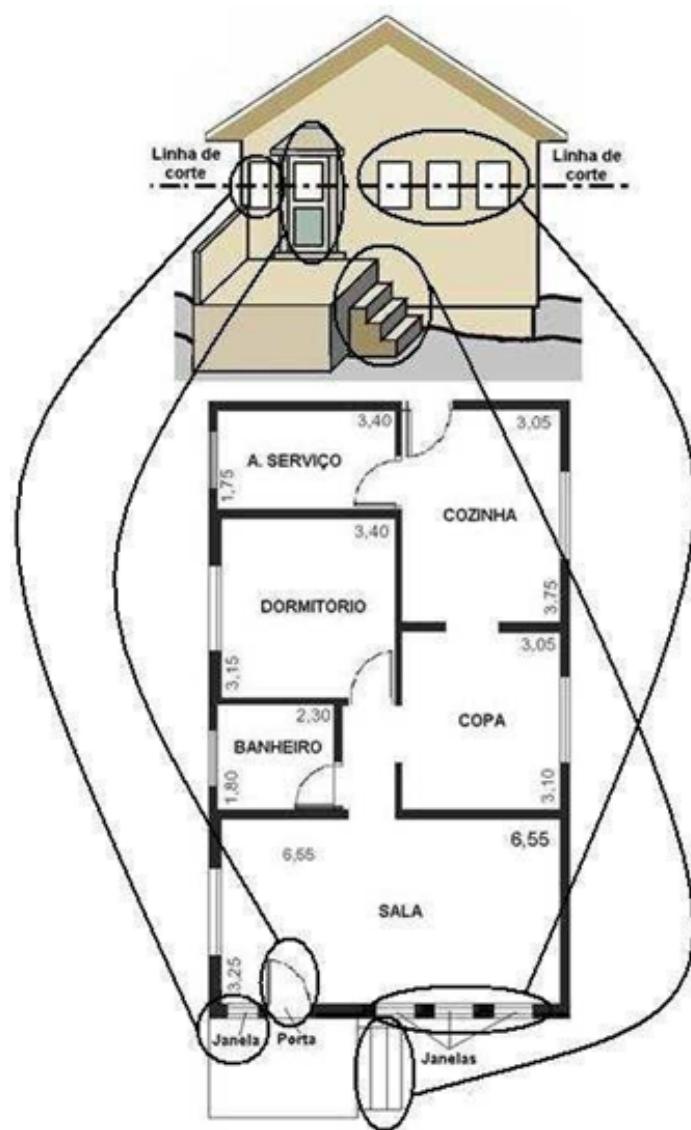
Onde:

1. Interruptor diferencial
2. Disjuntores dos circuitos terminais monofásicos
3. Disjuntores dos circuitos terminais bifásicos. Recebem a fase do disjuntor geral e distribuem para os circuitos terminais.
4. Barramento de neutro. Faz a ligação dos condutores neutros dos circuitos terminais com o neutro do circuito de distribuição, devendo ser isolado eletricamente da caixa do quadro geral.
5. **Barramento do condutor de proteção (fio terra) PE. Deve ser ligado eletricamente à caixa do quadro geral.**
6. Trilho DIN para montagem de dispositivos modulares.
7. Pente de conexão bipolar

## 2.11 Levantamento de Potências (Cargas)

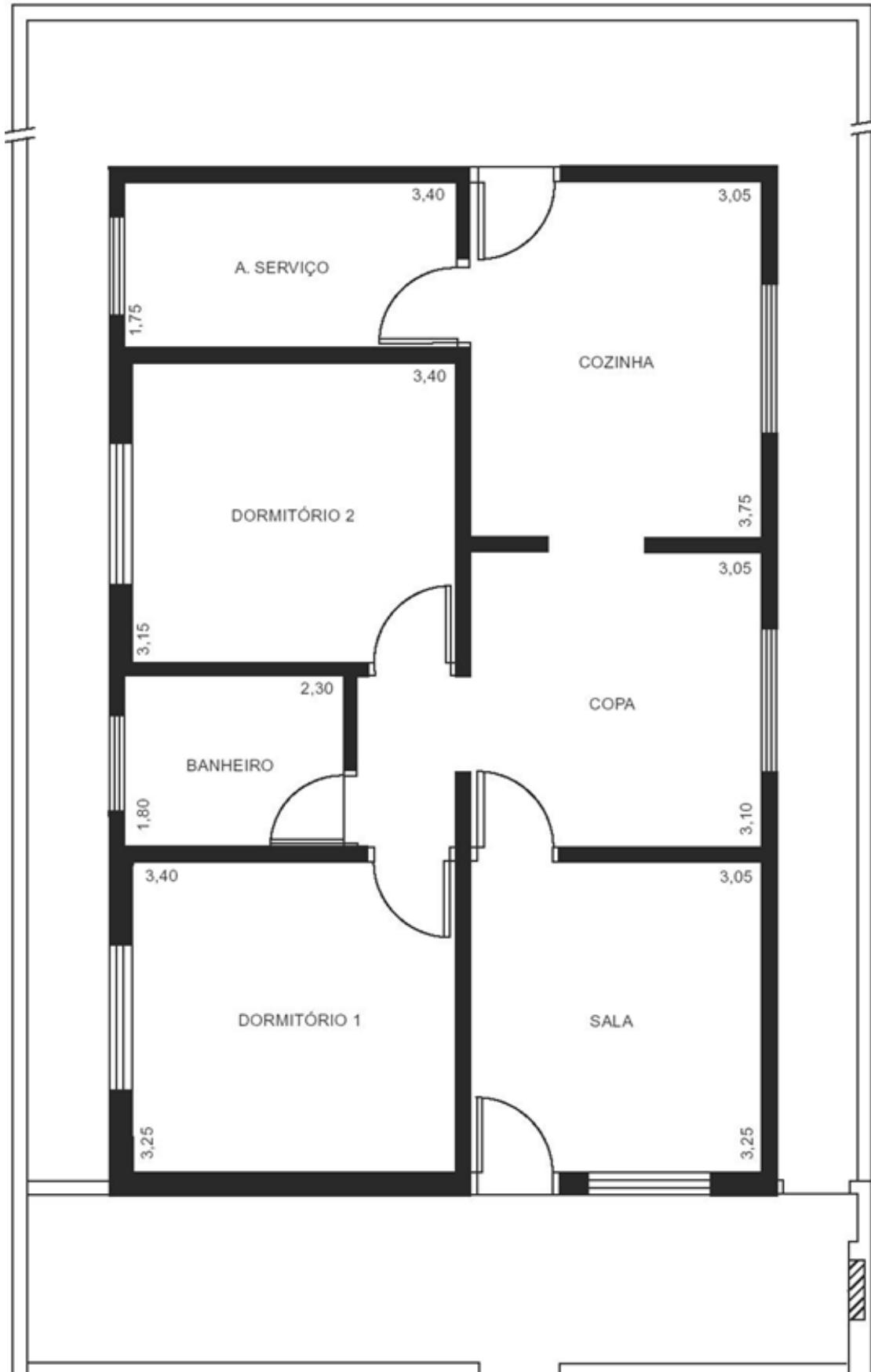
O levantamento das potências é feito mediante uma previsão das cargas mínimas de iluminação e tomadas a serem instaladas, possibilitando, assim, determinar a potência total prevista para a instalação elétrica residencial.

Em projetos de instalação elétrica utiliza-se um recurso da arquitetura que é chamado de planta baixa, ou simplesmente planta, que nada mais é do que a vista de cima de uma casa/edificação mostrando detalhes de paredes, portas, janelas e medidas principais.



*Criação de uma planta*

A planta a seguir servirá de exemplo para o levantamento das potências.

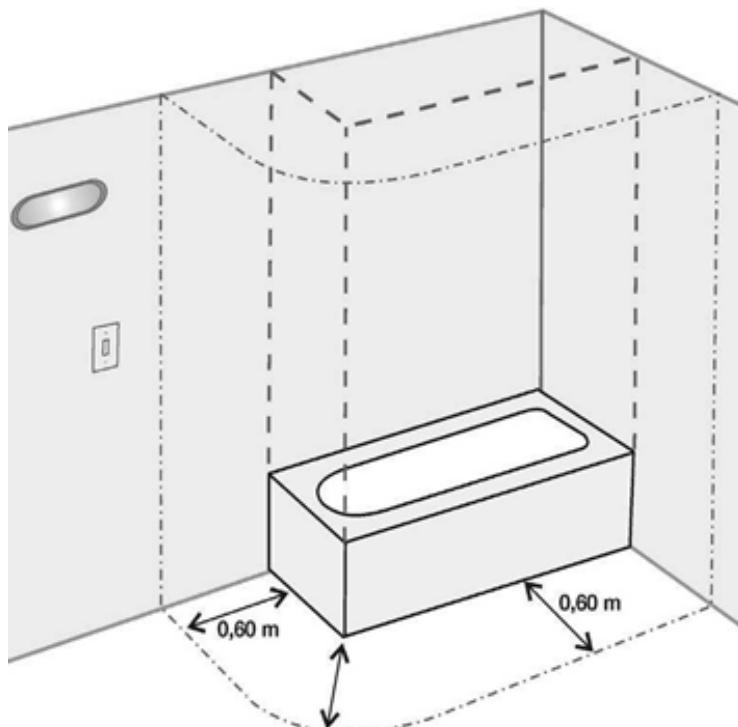


*Planta exemplo para o levantamento das potências*

## Recomendações da norma ABNT NBR 5410:2004 (para mais detalhes no Módulo VI- Normalização) para levantamento da carga de iluminação

- Prever pelo menos um ponto de luz no teto, comandado por um interruptor de parede;
- Nas áreas externas, a determinação da quantidade de pontos de luz fica a critério do instalador;
- Arandelas no banheiro devem estar distantes, no mínimo, 60 cm do limite do box ou da banheira, para evitar o risco de acidentes com choques elétricos.

### 1. Condições para estabelecer a quantidade mínima de pontos de luz:



*Distância a ser respeitada para a instalação de tomadas, interruptores e pontos de luz*

### 2. Condições para estabelecer a potência mínima de iluminação

A carga de iluminação é feita em função da área do cômodo da residência.

Para área igual ou inferior a 6 m<sup>2</sup>

Atribuir um mínimo de 100VA

Para área superior a 6 m<sup>2</sup>

Atribuir um mínimo de 100VA para os primeiros 6m<sup>2</sup>, acrescido de 60VA para cada aumento de 4m<sup>2</sup> inteiros

A carga de iluminação é feita em função da área do cômodo da residência.

Dependências	Área (m2)	Potência de iluminação (VA)	
<b>sala</b>	$A = 3,25 \times 3,05 = 9,91$	9,91 m2 > 6 m2 + 3,91 m2 (Menor que 4m2, não considerar) 100 VA	100 VA
<b>copa</b>	$A = 3,10 \times 3,05 = 9,45$	9,45 m2 = 6 m2 + 3,45 m2 (Menor que 4m2, não considerar) 100 VA	100 VA
<b>cozinha</b>	$A = 3,75 \times 3,05 = 11,43$	11,43 m2 = 6 m2 + 4 m2 + 1,43 m2 (Menor que 4m2, não considerar) 100 VA + 60 VA	160 VA
<b>dormitório 1</b>	$A = 3,25 \times 3,40 = 11,05$	11,05 m2 = 6 m2 + 4 m2 + 1,05 m2 (Menor que 4m2, não considerar) 100 VA + 60 VA	160 VA
<b>dormitório 2</b>	$A = 3,15 \times 3,40 = 10,71$	10,71 m2 = 6 m2 + 4 m2 + 0,71 m2 (Menor que 4m2, não considerar) 100 VA + 60 VA	160 VA
<b>banheiro</b>	$A = 1,80 \times 2,30 = 4,14$	4,14 m2 > 100 VA	100 VA
<b>área de serviço</b>	$A = 1,75 \times 3,40 = 5,95$	5,95 m2 > 100 VA	100 VA
<b>hall</b>	$A = 1,80 \times 1,00 = 1,80$	1,80 m2 > 100 VA	100 VA
<b>área externa</b>	-	-	100 VA

Tabela 1- Potência mínima de iluminação

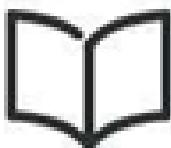
Recomendações da norma ABNT NBR 5410:2004 para levantamento da carga de pontos de tomadas e circuitos independentes

#### Condições para estabelecer a quantidade mínima de pontos de tomadas.

Ponto de tomada é o ponto onde a conexão do equipamento à instalação elétrica é feita. Um ponto pode ter uma ou mais tomadas.

Local	Quantidade mínima	Potência mínima (VA)	Observações
Banheiros (local com banheira e/ou chuveiro)	1 ponto junto ao lavatório	600	A uma distância de no mínimo 60 cm da banheira ou do box. Se houver mais de uma tomada, a potência mínima será de 600 VA por tomada.
Cozinha, copa, copa-cozinha, área de serviço, lavanderia e locais similares	1 ponto para cada 3,5m, ou fração de perímetro independente da área	600 VA por ponto de tomada, até 3 pontos, e 100 VA por ponto adicional	Acima de cada bancada deve haver no mínimo dois pontos de tomada, no mesmo ponto ou em pontos distintos. Não deve ser instalado próximo da cuba.
Varanda, subsolo, garagens ou sótãos	1	100	Admite-se que o ponto de tomada não seja instalado na própria varanda, mas próximo ao seu acesso, quando, por causa da construção, ela não comportar ponto de tomada
Salas e dormitórios	1 ponto para cada 5m, ou fração de perímetro, espaçadas tão uniformemente quanto possível	100	No caso de salas de estar, é possível que um ponto de tomada seja usado para alimentação de mais de um equipamento. Por isso, é recomendável equipá-las com a quantidade de tomadas necessárias.
Demais dependências	1 ponto de tomada para cada 5m, ou fração de perímetro, se a área da dependência for superior a 6m <sup>2</sup> , devendo esses pontos ser espaçados tão uniformemente quanto possível.	100	Quando a área do cômodo ou da dependência for igual ou inferior a 2,25 m <sup>2</sup> , admite-se que esse ponto seja posicionado externamente ao cômodo ou à dependência, no máximo a 80 cm da porta de acesso.

*Condições para estabelecer a quantidade mínima de pontos de tomadas*

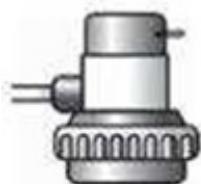


**Nota: em diversas aplicações, é recomendável prever uma quantidade de tomadas maior do que o mínimo calculado, evitando-se, assim, o emprego de extensões e benjamins (têis) que, além de desperdiçarem energia, podem comprometer a segurança da instalação.**

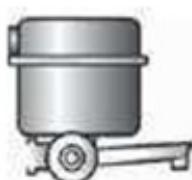
#### Condições para estabelecer a quantidade de circuitos independentes:

- A quantidade de circuitos independentes é estabelecida de acordo com o número de aparelhos com corrente nominal superior a 10 A;
- Os circuitos independentes são destinados à ligação de equipamentos fixos, como chuveiro, torneira elétrica e secadora de roupas.

**Chuveiro**



**Torneira elétrica**



**Secadora de roupas**



*Aparelhos com corrente nominal superior a 10 A*

A potência nominal do equipamento a ser alimentado deve ser atribuída ao circuito.

Aparelhos		Potências nominais típicas (de entrada)
Aquecedor de água central(boiler)	50 a 100 litros	1.000 W
	150 a 200 litros	1.250 W
	250 litros	1.500 W
	300 a 350 litros	2.000 W
	400 litros	2.500 W
Aquecedor de água de passagem		4.000 a 8.000 W
Aspirador de pó (tipo residencial)		500 a 1.000 W
Barbeador		8 a 12 W
Batedeira		100 a 300 W
Caixa registradora		100 W
Chuveiro		2.500 a 7.500 W
Condicionador de ar central		8.000 W
Condicionador tipo janela	7.100 BTU/h	900 W
	8.500 BTU/h	1.300 W
	10.000 BTU/h	1.400 W
	12.000 BTU/h	1.600 W
	14.000 BTU/h	1.900 W
	18.000 BTU/h	2.600 W
	21.000 BTU/h	2.800 W
	30.000 BTU/h	3.600 W
Congelador (freezer) residencial		350 a 500 VA
Copiadora tipo xerox		1.500 a 6.500 VA
Exaustor de ar para cozinha (tipo residencial)		300 a 500 VA
Ferro de passar roupa		800 a 1.650 W
Fogão (tipo residencial), por boca		2.500 W
Forno (tipo residencial)		4.500 W
Forno de microondas (tipo residencial)		1.200 VA
Geladeira (tipo residencial)		150 a 500 VA
Lavadora de roupas (tipo residencial)		770 VA
Liquidificador		270 W
Microcomputador		200 a 300 VA
Secador de cabelo (doméstico)		500 a 1.200 W
Secadora de roupas (tipo residencial)		2.500 a 6.000 W
Televisor		75 a 300 W
Torneira		2.800 a 4.500 W
Torradeira (tipo residencial)		500 a 1.200 W
Ventilador (circulador de ar) portátil		60 a 100 W

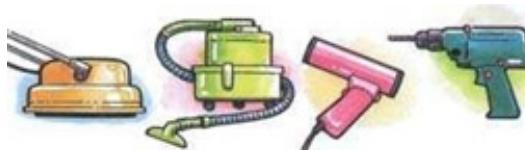
*Potência nominal de alguns equipamentos*



**Observação:** As potências listadas nesta tabela podem ser diferentes das potências nominais dos aparelhos a ser realmente utilizados. Verifique sempre os valores informados pelo fabricante.

## 2.11.1 Pontos de tomadas de corrente

Não se destinam à ligação de equipamentos específicos e nelas são sempre ligados: aparelhos móveis ou portáteis.



Aparelhos móveis ou portáteis.

### Condições para se estabelecer a potência mínima de tomadas

banheiros, cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviço, lavanderias e locais semelhantes

- atribuir, no mínimo, 600 VA por ponto de tomada, até 3 tomadas.

- atribuir 100 VA para os excedentes.

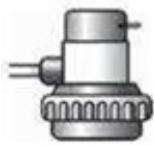
Demais cômodos ou dependências

- atribuir, no mínimo, 100 VA por ponto de tomada

## 2.11.2 Pontos de tomadas dedicadas

São destinadas à ligação de equipamentos fixos e estacionários, como mostra a figura seguinte.

Chuveiro



Torneira elétrica



Secadora de roupas



### Condições para se estabelecer a quantidade de tomadas dedicadas

A quantidade de pontos de tomadas dedicadas é estabelecida de acordo com o número de aparelhos de utilização que deverão estar fixos em uma dada posição no ambiente



**Nota: a ligação dos aquecedores elétricos de água ao ponto de utilização deve ser direta, sem uso de tomadas. Podem ser utilizados conectores apropriados. Este é o caso por exemplo, do chuveiro e da torneira elétrica.**

Estabelecendo a quantidade mínima de pontos de tomadas e tomadas dedicadas

Dependências	Dimensões		Quantidade mínima	
	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Tomadas	Tomadas dedicadas
<b>sala</b>	9,91	$3,25 \times 2 + 3,05 \times 2 = 12,6$	$5 + 5 + 2,6$ (1 1 1) = 3	-
<b>copa</b>	9,45	$3,10 \times 2 + 3,05 \times 2 = 12,3$	$3,5 + 3,5 + 3,5 + 1,8$ (1 1 1 1) = 4	-
<b>cozinha</b>	11,43	$3,75 \times 2 + 3,05 \times 2 = 13,6$	$3,5 + 3,5 + 3,5 + 3,1$ (1 1 1 1) = 4	1 torneira elétrica 1 geladeira
<b>dormitório 1</b>	11,05	$3,25 \times 2 + 3,40 \times 2 = 13,3$	$5 + 5 + 3,3$ (1 1 1) = 3	-
<b>dormitório 2</b>	10,71	$3,15 \times 2 + 3,40 \times 2 = 13,1$	$5 + 5 + 3,1$ (1 1 1) = 3	-
<b>banheiro</b>	4,14	OBSERVAÇÃO: Área inferior a 6 m <sup>2</sup> : não interessa o perímetro	1	1 chuveiro elétrico
<b>área de serviço</b>	5,95		2	1 máquina lavar roupa
<b>hall</b>	1,80		1	-
<b>área externa</b>	-	-	-	--

Quantidade mínima de pontos de tomadas e tomadas dedicadas

Prevendo as cargas de pontos de tomadas

Dependências	Dimensões		Quantidade mínima		Previsão de carga	
	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Tomadas	Tomadas dedicadas	Tomadas	Tomadas dedicadas
<b>sala</b>	9,91	12,6	4*	-	4x100 VA	-
<b>copa</b>	9,45	12,3	4	-	3x600 VA 1x100 VA	-
<b>cozinha</b>	11,43	13,6	4	2	3x600 VA 1x100 VA	1x5000 W (torneira) 1x500 W (geladeira)
<b>dormitório 1</b>	11,05	13,3	4*	-	4x100 VA	-
<b>dormitório 2</b>	10,71	13,1	4*	-	4x100 VA	-
<b>banheiro</b>	4,14	-	1	1	1x600 VA	1x5600 W (chuveiro)
<b>área de serviço</b>	5,95	-	2	1	2x600 VA	1x1000 W (máq. lavar)
<b>hall</b>	1,80	-	1	-	1x100 VA	-
<b>área externa</b>	-	-	-	-	-	-

Cargas de pontos de tomadas

\* nesses cômodos, optou-se por instalar uma quantidade de pontos de tomadas maior do que a quantidade mínima calculada anteriormente.

Reunidos todos os dados obtidos, tem-se o seguinte quadro:

Dependências	Dimensões		Potência de iluminação (VA)	Tomadas		Tomadas dedicadas	
	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)		Quantidade	Potência (VA)	Discriminação	Potência (W)
<b>sala</b>	9,91	12,6	100	4	400	-	-
<b>copa</b>	9,45	12,3	100	4	1900	-	-
<b>cozinha</b>	11,43	13,6	160	4	1900	torneira geladeira	5000 500
<b>dormitório 1</b>	11,05	13,3	160	4	400	-	-
<b>dormitório 2</b>	10,71	13,1	160	4	400	-	-
<b>banheiro</b>	4,14	-	100	1	600	chuveiro	5600
<b>área de serviço</b>	5,95	-	100	2	1200	máq. lavar	1000
<b>hall</b>	1,80	-	100	1	100	-	-
<b>área externa</b>	-	-	100	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	-	-	1080 VA	-	6900 VA	-	12100 W

Potência aparente

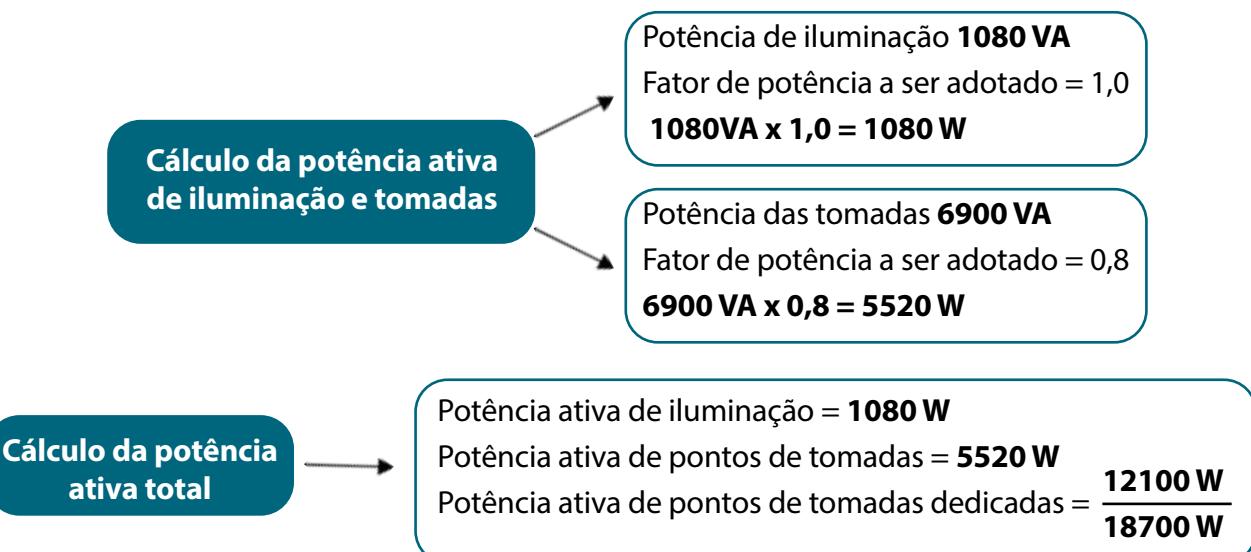
Potência ativa

Para obter a potência total da instalação, faz-se necessário:

- a) calcular a potência ativa
- b) somar as potências ativas

### Levantamento da potência total

Em função da potência ativa total prevista para a residência é que se determina: o tipo de fornecimento, a tensão de alimentação e o padrão de entrada.



**Nota:** Neste caso a alimentação será bifásica com tensão de 110V ou 127V entre fase e neutro e de 220 V entre fase e fase.

## 2.12 Dispositivos de proteção

Protegem a instalação contra possíveis acidentes decorrentes de falhas nos circuitos, desligando-os assim que a falha é detectada. Os principais dispositivos de proteção são: o disjuntor, o disjuntor diferencial residual, o dispositivo DR (diferencial residual) e o DPS (dispositivo de proteção contra surtos).

### 2.12.1 Disjuntor

Disjuntores são dispositivos utilizados para comando e proteção dos circuitos contra sobrecarga e curtos-circuitos nas instalações elétricas. O disjuntor protege os fios e os cabos do circuito. Quando ocorre uma sobrecorrente provocada por uma sobrecarga ou um curto-círcito, o disjuntor é desligado automaticamente.



Oferecem proteção aos condutores do circuito:

- desligando-o automaticamente quando da ocorrência de uma sobrecorrente provocada por um curto-círcito ou sobrecarga.

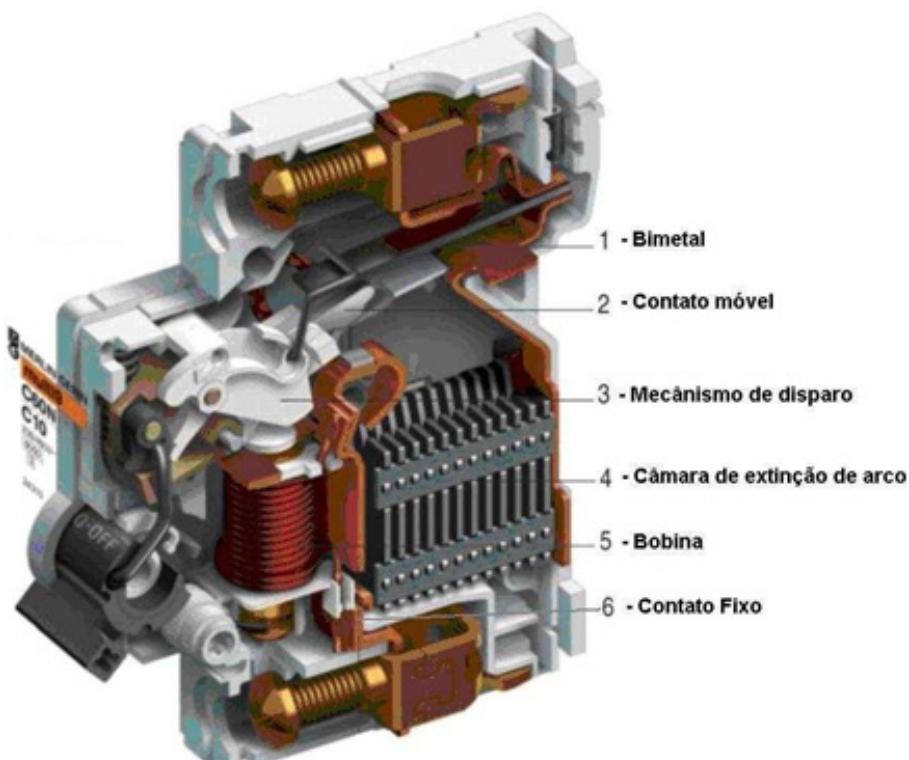


Permitem manobra manual:

- operando-o como um interruptor, secciona somente o circuito necessário numa eventual manutenção.

Ele também pode ser desligado manualmente para a realização de um serviço de manutenção. Os disjuntores para instalações domésticas devem atender a norma ABNT NBR NM 60898 (mais detalhes, vide Módulo VI – Normalização).

Esta norma determina que os disjuntores devem atuar com correntes nominais de até 125A com uma capacidade de curto-círcito manual de até 25.000 A em tensão de até 440V



Interior de um disjuntor

## 2.12.2 Funcionamento do disjuntor

Na ocorrência de uma sobrecorrente, provavelmente de uma sobrecarga ou curto-círcuito, o disjuntor atua interrompendo o circuito elétrico de modo a protegê-lo.

Estes disjuntores termomagnéticos possuem o elemento térmico contra sobrecarga e o elemento magnético contra curto-círcuito. Quando há um excesso de corrente fluindo num circuito, dizemos que está havendo uma sobrecarga corrente além da prevista.

Surgindo esta condição num circuito, o elemento térmico que protege o circuito contra sobrecargas entra em ação e desliga o circuito. Considerando sobrecarga até  $10 \times I_n$  (corrente nominal).

O elemento térmico é chamado de bimetal e é composto por dois metais soldados paralelamente, possuindo coeficientes de dilatação térmica diferente. Caso haja 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-círcuito, o magnético é quem atua sobre o mecanismo de disparo, abrindo o circuito instantaneamente. Um curto-círcuito pode ser definido como uma elevação brusca da carga de um circuito, acima de  $10 \times I_n$ .

## 2.12.3 Tipos de disjuntores termomagnéticos

Os tipos de disjuntores termomagnéticos mais utilizados no mercado são: monopolares, bipolares e tripolares.



1P (monopolar)



2P (bipolar)



3P (tripolar)

*Disjuntores monopolar, bipolar e tripolar*

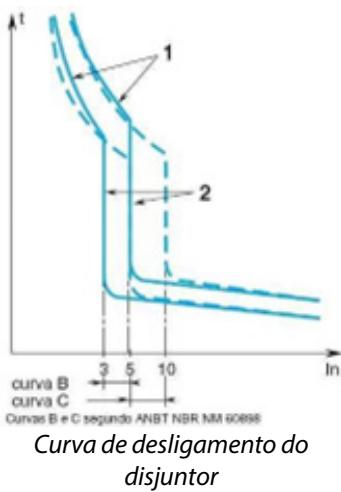


**Nota: os disjuntores termomagnéticos somente devem ser ligados aos condutores fase dos circuitos.**

### Escolha da corrente nominal

**Correntes nominais:** a norma ABNT NBR NM 60898 define a corrente nominal ( $I_n$ ) como a corrente que o disjuntor pode suportar ininterruptamente, a uma temperatura ambiente de referência – normalmente 30º C. Os valores preferenciais de  $I_n$  indicados pela norma ABNT NBR IEC 60898 são: 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 e 125A.

A corrente nominal ( $I_n$ ) deve ser maior ou igual à corrente de projeto do circuito e menor ou igual à corrente que o condutor suporta.



## Escolha da curva de desligamento – atuação instantânea

A norma ABNT NBR NM 60898 define, que para atuação instantânea do disjuntor, as curvas B e C ilustradas na figura anterior:

- curva de disparo magnético B: atua entre  $3 \times I_n$  (corrente nominal), para circuitos resistivos (chuveiros, lâmpadas incandescentes, etc),
- curva de disparo magnético C: atua entre  $5 \times I_n$  e  $10 \times I_n$  (corrente nominal), para circuitos de iluminação fluorescente, tomadas e aplicações em geral.

O disjuntor deve trazer essa informação gravada no produto. A indicação é feita com a letra definidora da curva de atuação, seguida do valor da corrente nominal. Assim, por exemplo, uma marcação C10 significa que o disjuntor é tipo C (ou curva C) e sua corrente nominal é 10A.

## Desclassificação por temperatura do disjuntor

Para levantamento da curva de disparo do disjuntor, a norma ABNT NBR NM 60898 define a temperatura ambiente de referência – normalmente 30° C. Quando o mesmo é instalado em temperatura acima deste valor, a corrente de disparo do mesmo é reduzida. Esta redução é chamada de Desclassificação por Temperatura do Disjuntor.

### Exemplo:

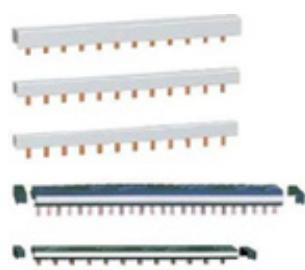
Como pode ser visto na tabela ao lado, o disjuntor C60N calibrado a 10 A com temperatura referencial de 30°C, instalado no fundo de quadro, onde a temperatura ambiente seja 60 °C: a corrente máxima de utilização será 7,8A.

Corrente nominal (A) / IEC 898					
C60N, H: curvas B, C					
cal. (A)	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C
1	1.05	1	0.95	0.9	0.85
2	2.08	2	1.92	1.84	1.74
3	3.18	3	2.82	2.61	2.37
4	4.24	4	3.76	3.52	3.24
6	6.24	6	5.76	5.52	5.30
10	10.6	10	9.30	8.6	7.8
16	16.8	16	15.2	14.2	13.3
20	21	20	19	17.8	16.8
25	26.2	25	23.7	22.2	20.7
32	33.5	32	30.4	28.4	27.5
40	42	40	38	35.6	33.2
50	52.5	50	47.4	44	40.5
63	66.2	63	58	54.2	49.2

Desclassificação do Disjunto C60N

## Acessórios

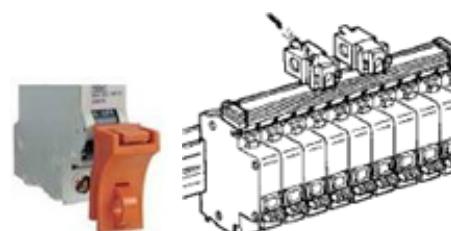
Os acessórios facilitam o funcionamento dos dispositivos modulares.



Os Pentes de conexão permitem uma alimentação mais rápida de vários aparelhos.

Os pentes de conexão podem ser cortados no comprimento desejado, graças às guias nas barras de cobre.

**Podem ser alimentados através de cabos semi-rígidos até 16mm<sup>2</sup> diretamente nos bornes ou até 25mm<sup>2</sup> utilizando as pontas de entrada de alimentação.**



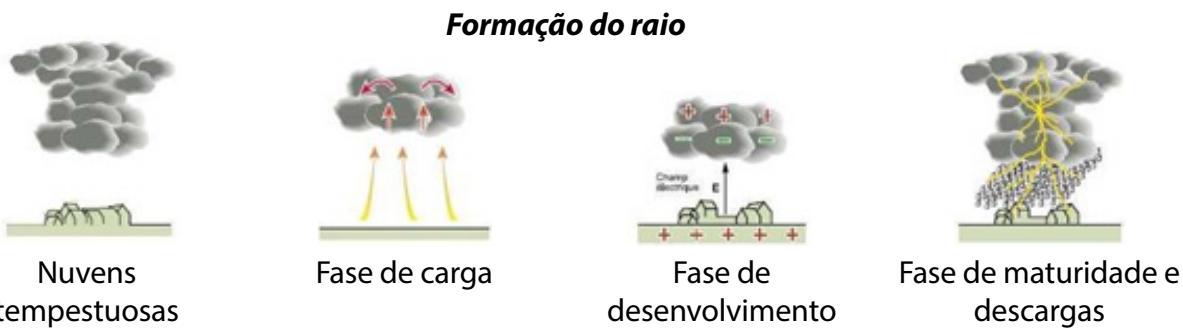
Dispositivo de Intertravamento

O Dispositivo de travamento permite o travamento do dispositivo na posição “aberto” ou “fechado”, por cadeado evitando a manobra do mesmo por pessoa não autorizada, garantindo mais segurança a usuários e instalações.

## 2.12.4 DPS - Dispositivo de Proteção contra Surtos

### Formação do raio.

O fenômeno atmosférico do raio é devido à descarga súbita de energia elétrica acumulada no interior das nuvens tempestuosas. No caso das tempestades, a nuvem se carrega muito rapidamente de eletricidade. Ela se comporta então como um condensador gigante, com o sol. Quando há energia armazenada suficiente, os primeiros clarões aparecem no interior da nuvem (fase de desenvolvimento) e, na meia hora seguinte, os clarões se formam entre a nuvem e o sol - são os raios. Eles são acompanhados por chuvas (fase de maturidade) e trovões (devidos a brutal dilatação do ar superaquecido pelo arco elétrico). Progressivamente, a atividade da nuvem diminui ao passo que a descarga se intensifica e é acompanhada de fortes precipitações, de granizo e ventos violentos (fase das descargas).



### As descargas

Existem duas categorias de descargas:

- **diretas:** caem em uma edificação, uma árvore etc (a energia elétrica provoca danos materiais: incêndio, queda de árvore, etc.)
- **indiretas:** descargas próximas de uma instalação elétrica (se propagando, a energia acarreta sobretensões nas redes).

Cada descarga provoca uma sobretensão (tensão com valor acima do nominal da rede elétrica) que pode perturbar as redes de diferentes maneiras:

- por impactos diretos nas linhas externas aéreas
- por campo eletromagnético
- por potencial de terra

### Sobretensões



Estas sobretensões sobrepõem-se à tensão nominal da rede, que pode afetar os equipamentos de diferentes maneiras a vários quilômetros do ponto de descarga:

- destruição ou fragilização dos componentes eletrônicos,
- destruição dos circuitos impressos,
- bloqueio ou perturbação do funcionamento dos aparelhos,
- envelhecimento acelerado dos materiais.

## Os dispositivos de proteção

Para responder às diferentes características das instalações a proteger (nível de risco, tamanho da edificação, tipo de equipamento a proteger, etc), a proteção contra as descargas atmosféricas podem ser realizadas com ajuda de dispositivos que podem ser instalados na parte interna ou externa das edificações.

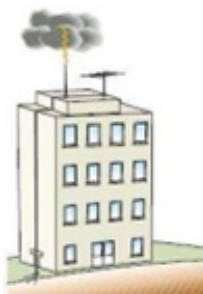
### Proteções externas

São utilizadas para evitar os incêndios e as degradações que poderão ocasionar um impacto direto da descarga na edificação. Estas proteções são realizadas, segundo as situações, com ajuda de um pára-raios por exemplo.

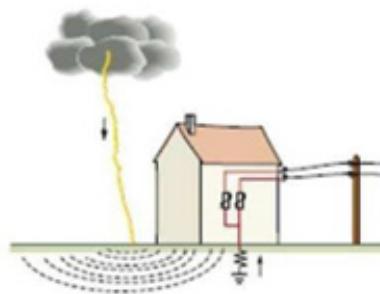
Estes dispositivos são instalados nas partes mais altas das edificações de maneira a oferecer um “caminho” para o raio, sem que ele atinja a edificação. A sobretensão transitória é eliminada para terra graças a um ou vários condutores previstos para este efeito.

### Proteções internas

Elas são utilizadas para proteger as cargas ligadas aos circuitos elétricos. Principalmente constituídos de para-raios, estes equipamentos são conhecidos por limitar as sobretensões e eliminar a corrente da descarga.



Instalação de Proteção externa



Instalação de Proteção interna

### Proteção das instalações elétricas contra surtos – uso de dispositivos DPS (dispositivo de proteção contra surtos)



DPS (dispositivo de proteção contra surtos)

O DPS protege a instalação elétrica e seus componentes contra as sobretensões provocadas diretamente pela queda de raios na edificação ou na instalação ou provocadas indiretamente pela queda de raios nas proximidades do local. Em alguns casos, as sobretensões podem também ser provocadas por ligamentos ou desligamentos que acontecem nas redes de distribuição da concessionária de energia elétrica.

As sobretensões são responsáveis, em muitos casos, pela queima de equipamentos eletroeletrônicos e eletrodomésticos, particularmente aqueles mais sensíveis, tais como computadores, impressoras, scanners, TVs, aparelhos de DVDs, fax, secretárias eletrônicas, telefones sem fio, etc.

#### 2.12.4 DPS - Dispositivo de Proteção contra Surtos

A localização e o tipo de DPS dependem da proteção a ser provida, se contra efeitos das descargas diretas ou indiretas. A ABNT NBR 5410:2004 impõe o uso do DPS em dois casos:

1. em edificações alimentadas por redes aéreas,
2. em edificações com pára-raios.

No primeiro caso, portanto, o objetivo é a proteção contra surtos devidos a descargas indiretas. No segundo, a preocupação são os efeitos das descargas diretas.

Na proteção geral que a ABNT NBR 5410:2004 estipula para as instalações elétricas de edificações dotadas de para-raios predial deve ser instalado o DPS classe I. O DPS classe II deve ser instalado no quadro de distribuição principal e este quadro deve se situar o mais próximo possível do ponto de entrada.

### 2.12.4.2 Instalação do DPS

Os DPS deverão ser instalados próximos à origem da instalação ou no quadro principal de distribuição, porém pode ser necessário um DPS adicional para proteger equipamentos sensíveis e quando a distância do DPS instalado no quadro principal é grande ( $> 30m$ ). Estes DPS secundários deverão ser coordenados com o DPS a montante.

A capacidade do DPS pode ser definida considerando dois fatores:

1. Onde o local é mais propenso a descargas atmosféricas, escolher um DPS com maior intensidade,
2. Quando o local é propenso a poucas descargas atmosféricas, escolher um DPS com menor intensidade).

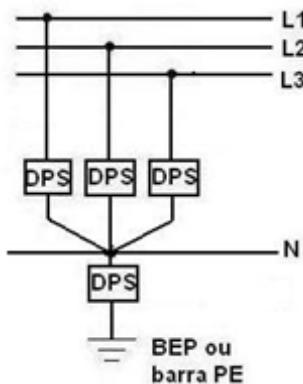
No mercado, as intensidades mais utilizadas são: 20 kA, 40 kA e 65 kA. Nas instalações residenciais, onde o condutor neutro é aterrado no padrão de entrada da edificação, os DPS são ligados entre os condutores de fase e a barra de aterramento do quadro de distribuição.

#### 6.3.5.2.2 Instalação dos DPS no ponto de entrada ou no quadro de distribuição principal

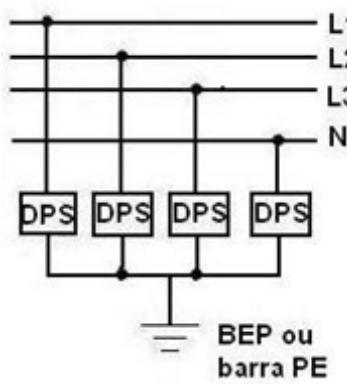
Quando os DPS forem instalados, conforme indicado em 6.3.5.2.1, junto ao ponto de entrada da linha elétrica na edificação ou no quadro de distribuição principal, o mais próximo possível do ponto de entrada, eles serão dispostos no mínimo como mostra a Figura.

Esquemas de conexão dos DPS no ponto de entrada da linha de energia ou no quadro de distribuição principal da edificação segundo a ABNT NBR 5410.

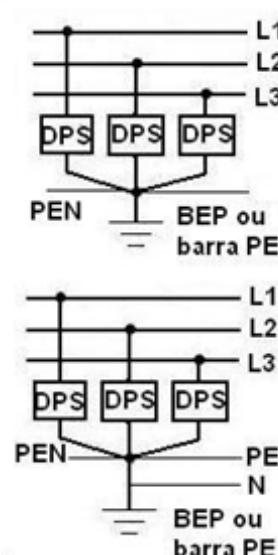
**Neutro não conectado no barramento de Eqüipotencialização BEP – opção 1**



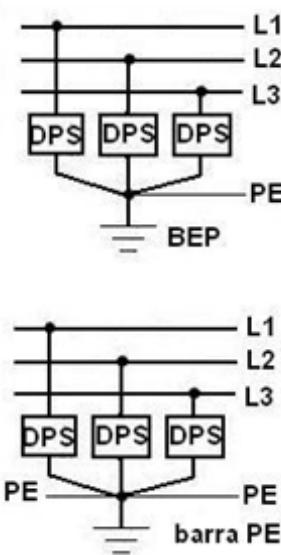
**Neutro não conectado no barramento de Eqüipotencialização BEP – opção 2**



**Neutro aterrado no barramento de Eqüipotencialização BEP**



**Linha Elétrica sem neutro**





**Nota: Observe que os DPSs devem ser ligados a cada condutor fase dando condições de fluxo de corrente para o sistema de aterramento.**

O comprimento de cada condutor de conexão do DPS ao condutor de fase somado ao comprimento de cada condutor de conexão do DPS à barra de aterramento deve ser o mais curto possível, não excedendo a 50 cm.

A seção dos cabos não deverá ser menor que 4 mm<sup>2</sup>. Quando existe um sistema de proteção contra descargas atmosféricas, para produtos tipo 1, a seção não deverá ser menor que 16 mm<sup>2</sup>.

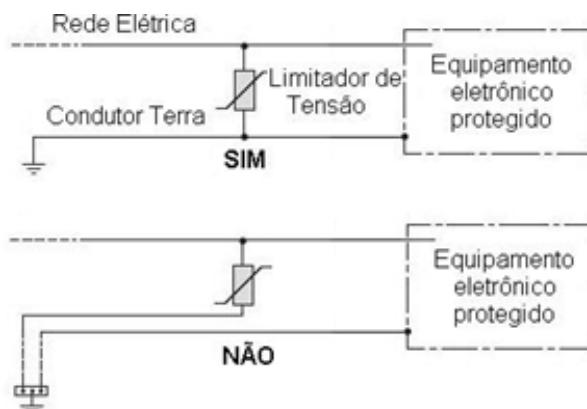
Após a escolha do DPS é necessário escolher o disjuntor de desconexão apropriado para proteção da instalação:

- a capacidade de interrupção do disjuntor deve ser compatível com a capacidade de interrupção da instalação,
- cada condutor ativo deve ser protegido: exemplo, um DPS 1P+N deve ser protegido por um disjuntor de desconexão bipolar (2P).



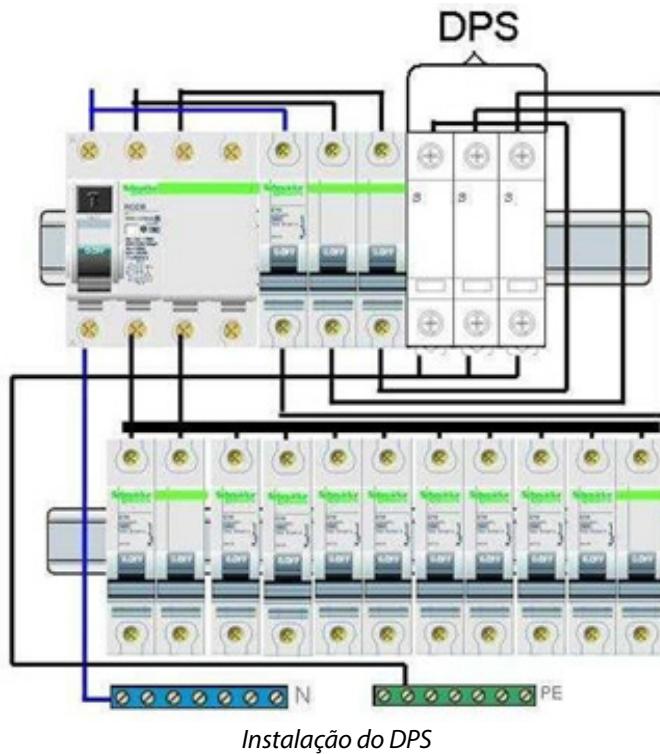
**Nota: A proteção contra sobretensão, proveniente de raios, pode ser dispensada se a consequência dessa omissão for um risco calculado, assumido e estritamente material. A proteção não poderá ser dispensada em hipótese alguma, se estas consequências oferecerem risco direto ou indireto à segurança e à saúde das pessoas.**

A instalação de dispositivos de proteção contra sobretensões DPS precisa ser realizada com a menor impedância (resistência) comum possível entre o sistema de aterramento e o circuito a ser protegido. O comprimento do condutor em série com o limitador de tensão precisa ser o mais curto possível.



*Instalação correta do condutor terra*

Ainda que com um “mal” terra é possível proteger efetivamente um equipamento contra sobretensões externas: é necessário e suficiente conectar o limitador de tensão à massa do equipamento usando o comprimento de cabo mais curto possível.



### 2.12.5 Disjuntor diferencial residual

É um dispositivo constituído de um disjuntor termomagnético acoplado a outro dispositivo: o diferencial residual. Sendo assim, ele conjuga as duas funções:

- a do disjuntor termomagnético: protege os condutores do circuito contra sobrecarga e curto-circuito;
- a do disjuntor diferencial residual: protege as pessoas contra choques elétricos provocados por contatos diretos e indiretos.

#### 2.12.5.1 Dispositivos DR - Diferencial residual

O dispositivo DR protege as pessoas e os animais contra os efeitos do choque elétrico por contato direto ou indireto (causado por fuga de corrente) e contra incêndios. É um dispositivo composto de um interruptor acoplado a um outro dispositivo: o diferencial residual.

Sendo assim, conjuga duas funções:

- a do interruptor: que liga e desliga, manualmente o circuito,
- a do dispositivo diferencial residual (interno): que protege as pessoas contra os choques elétricos provocados por contatos diretos e indiretos

#### 2.12.5.2 Funcionamento do dispositivo DR

##### Funcionamento elétrico

As bobinas principais são enroladas sobre o núcleo magnético de modo a determinar, quando atravessadas pela corrente, dois fluxos magnéticos iguais e opostos, de modo que, em condições normais de funcionamento, o fluxo resultante seja nulo. A bobina secundária é ligada ao relé polarizado.

Se a corrente diferencial-residual (isto é a corrente que flui para a terra) for superior ao limiar de atuação IDN, a bobina secundária enviará um sinal suficiente para provocar a abertura do relé polarizado e, portanto, dos contatos principais.

Para verificar as condições de funcionamento do dispositivo deve-se acionar o botão de prova (T); assim cria-se um “desequilíbrio” de corrente tal que provoca a atuação do dispositivo diferencial e a consequente abertura dos contatos principais.

## Choque elétrico

O DR protege pessoas e animais contra choques elétricos causados por contatos diretos ou indiretos que produzam uma corrente para a terra:



### Proteção básica (contato direto)

É o contato acidental, seja por falha de isolamento, por ruptura ou remoção indevida de partes isolantes: ou, então, por atitude imprudente de uma pessoa com uma parte elétrica normalmente energizada (parte viva).



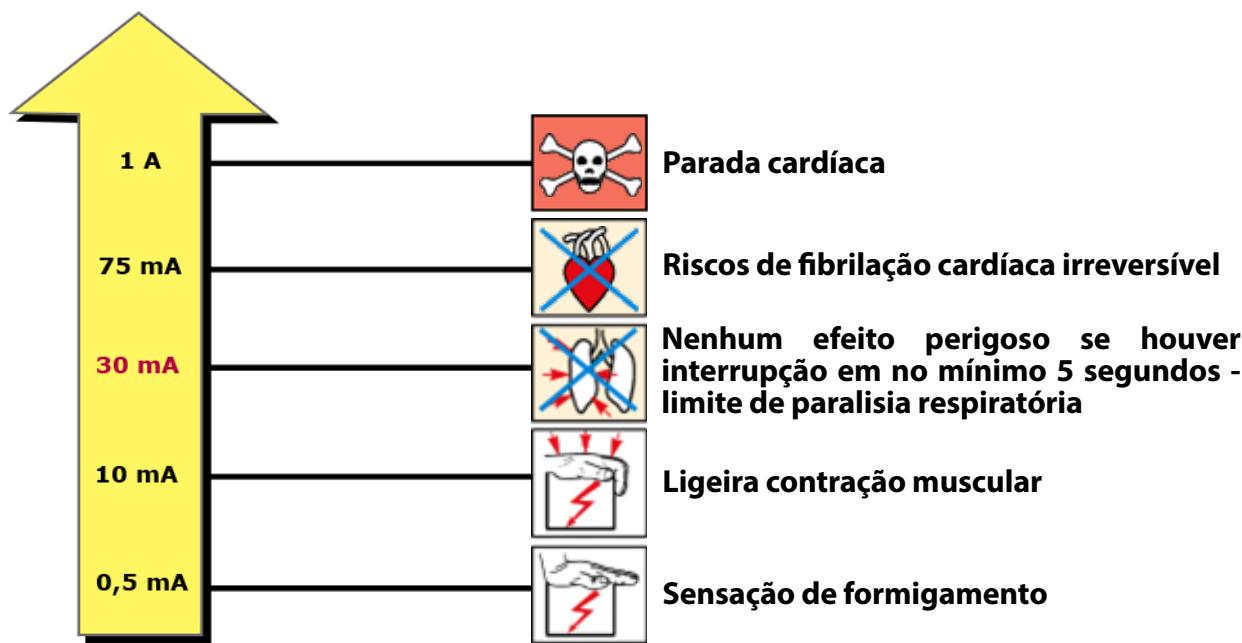
### Proteção supletiva (contato indireto)

É o contato entre uma pessoa e uma parte metálica de uma instalação ou componente, normalmente sem tensão, mas que pode ficar energizada por falha de isolamento ou por uma falha interna.

Em condições normais, a corrente que entra no circuito é igual à que sai. Quando acontece uma falha no circuito, gerando fuga de corrente, a corrente de saída é menor que a corrente de entrada, pois uma parte desta se perdeu na falha de isolação. **O dispositivo DR é capaz de detectar qualquer fuga de corrente. Quando isso ocorre, o circuito é automaticamente desligado.** Como o desligamento é instantâneo, a pessoa não sofre nenhum problema físico grave decorrente do choque elétrico, como parada respiratória, parada cardíaca ou queimadura.

**O dispositivo DR (diferencial residual) não dispensa o disjuntor. Os dois devem ser ligados em série, pois cada um tem sua função.** A norma ABNT NBR 5410:2004 recomenda o uso do dispositivo DR (diferencial residual) em todos os circuitos, principalmente nas áreas frias e úmidas ou sujeitas à umidade, como cozinhas, banheiros, áreas de serviço e áreas externas (piscinas, jardins). Assim como o disjuntor, ele também pode ser desligado manualmente se necessário.

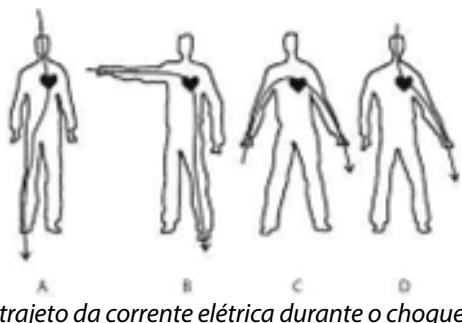
## Efeitos da corrente no corpo humano



## Efeitos dos choques elétricos em função do trajeto

O trajeto que a corrente faz pelo corpo influencia nas consequências do acidente por choque elétrico.

A tabela a seguir apresenta os prováveis locais por onde poderá se dar o contato elétrico, o trajeto da corrente elétrica e a porcentagem de corrente que passa pelo coração.



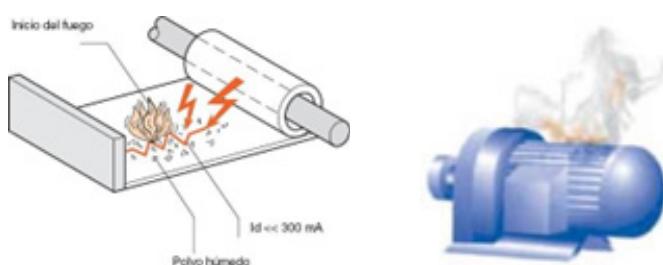
Local de entrada	Trajetos	Porcentagem da corrente
Figura A	Da cabeça para o pé direito	9,7%
Figura B	Da mão direita para o pé esquerdo	7,9%
Figura C	Da mão direita para a mão esquerda	1,8%
Figura D	Da cabeça para a mão esquerda	1,8%

## Incêndio

30% dos incêndios produzidos nas edificações são devidos a um defeito elétrico. O defeito elétrico mais comum é causado por deterioração dos isolantes dos condutores, devido entre outras causas a:

- ruptura brusca e accidental do isolante do condutor,
- envelhecimento e ruptura final do isolante do condutor,
- cabos mal dimensionados.

Mediante ensaios se demonstra que uma pequena corrente de fuga (alguns mili-ampères) pode produzir um incêndio a partir de somente 300mA.,



O isolamento das máquinas ou equipamentos se deteriora ao longo do tempo. Esta deterioração do isolamento dá lugar às correntes de fuga que irão aumentando até produzir um incêndio no interior do equipamento.

## Tipos de interruptor diferencial residual

Os tipos de interruptores diferenciais residuais de alta e baixa sensibilidade (30mA- proteção de pessoas / 300mA - incêndios) existentes no mercado são o bipolar e o tetrapolar.

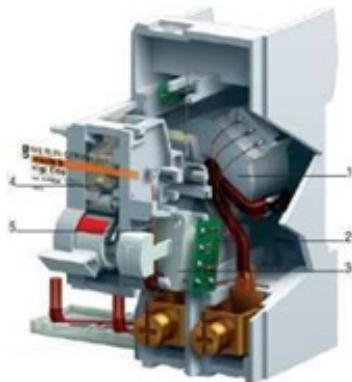


**2P (bipolar)**



**4P (tetrapolar)**

*Interruptor Diferencial Residual – bipolar e tetrapolar*

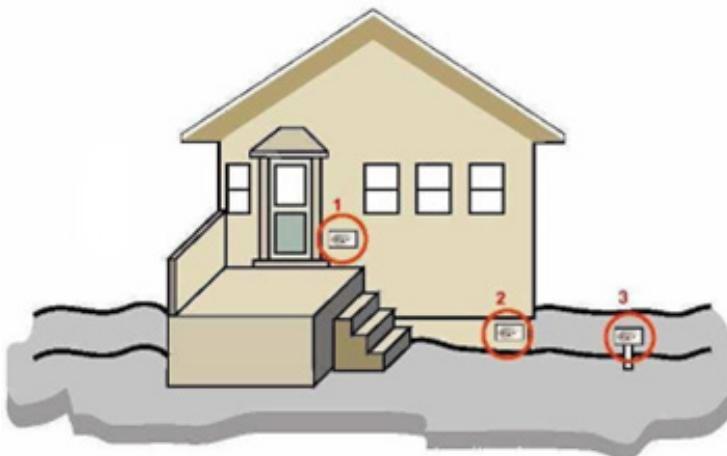


1. Transformador de corrente
2. Interface de processamento de sinal
3. Rele eletromecânico
4. Mecanismo de desarme
5. Botão de teste

*Interior do interruptor diferencial residual*

## Uso obrigatório de dispositivo DR de alta sensibilidade (30mA)

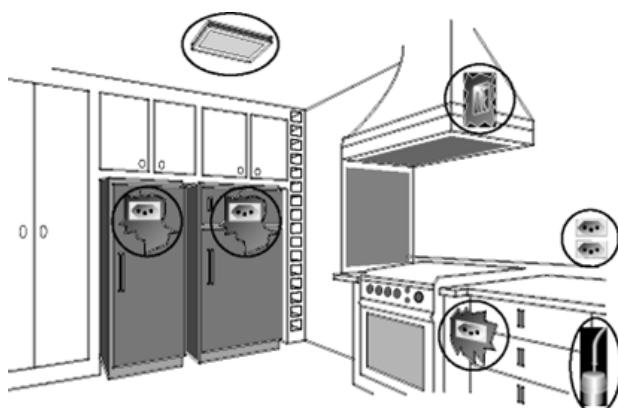
Segundo a norma ABNT NBR 5410, o uso do DR de alta sensibilidade é obrigatório nos seguintes casos:



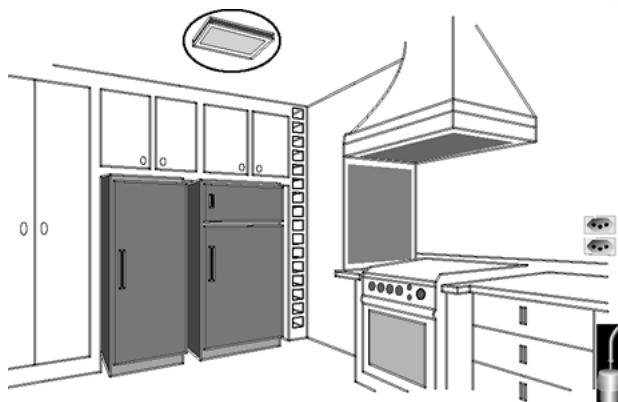
*Circuitos a serem protegidos com DR*

1. circuitos que alimentam tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação,
2. circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que possam vir a alimentar equipamentos no exterior,
3. por extensão, também os circuitos de iluminação externa, como a de jardins,
4. em circuitos que sirvam a pontos de utilização situados em locais que contenham chuveiro ou banheira,
5. pontos de utilização situados em cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e demais dependências internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens,

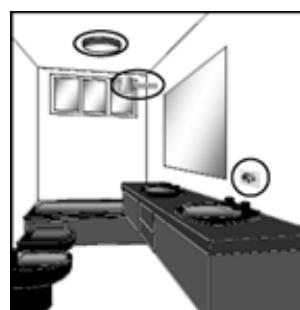
Admite-se a exclusão de pontos que alimentem aparelhos de iluminação posicionados a uma altura igual ou superior a 2,5 m.



Dependências internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens



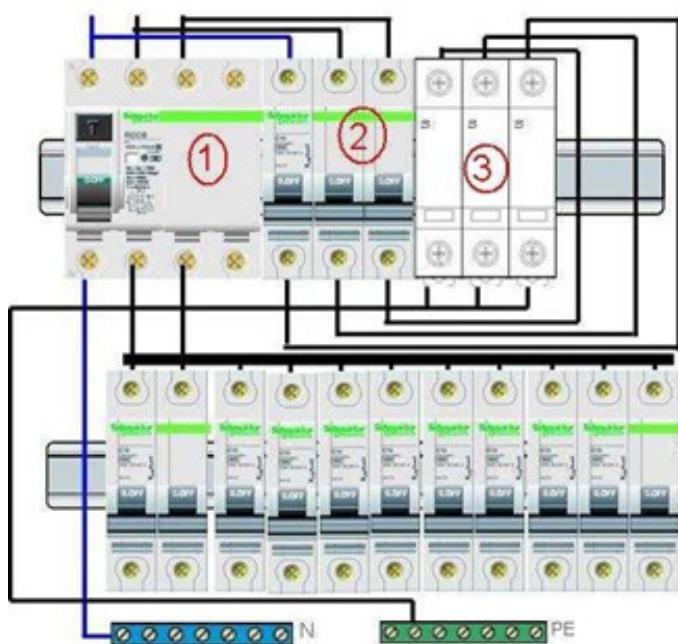
Pontos em que o uso do DR podem ser dispensado



Circuitos em áreas úmidas



A ABNT NBR 5410:2004 também prevê a possibilidade de optar pela instalação de DR na proteção geral



Quadro de Distribuição com IDR e DPS

Onde:

- 1 – Interruptor Diferencial Residual – IDR
- 2 – Disjuntor de Desconexão
- 3 – Dispositivos de Proteção de Surto - DPS

## 2.12.5.2 Funcionamento do dispositivo DR

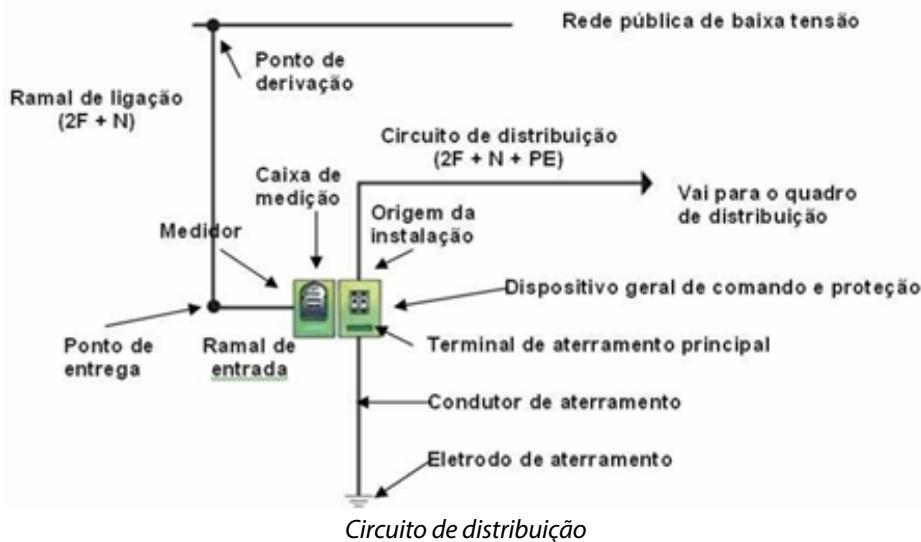
É o conjunto de equipamentos e condutores, ligados ao mesmo dispositivo de proteção.



**Nota:** Em uma instalação elétrica residencial, encontramos dois tipos de circuito: o de distribuição e os circuitos terminais.

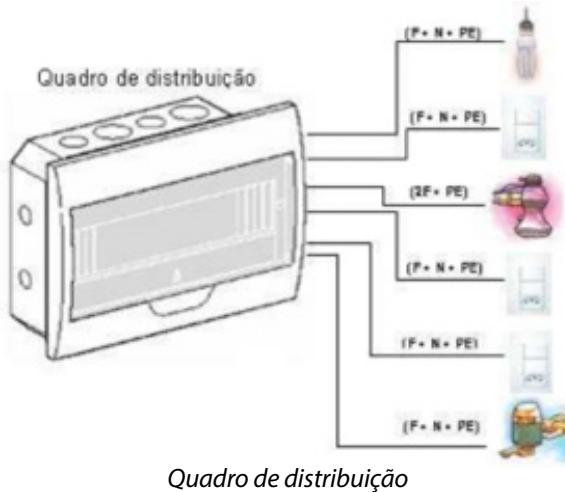
## 2.13.1 Circuito de distribuição

Liga o quadro do medidor ao quadro de distribuição.



## 2.13.2 Circuitos terminais

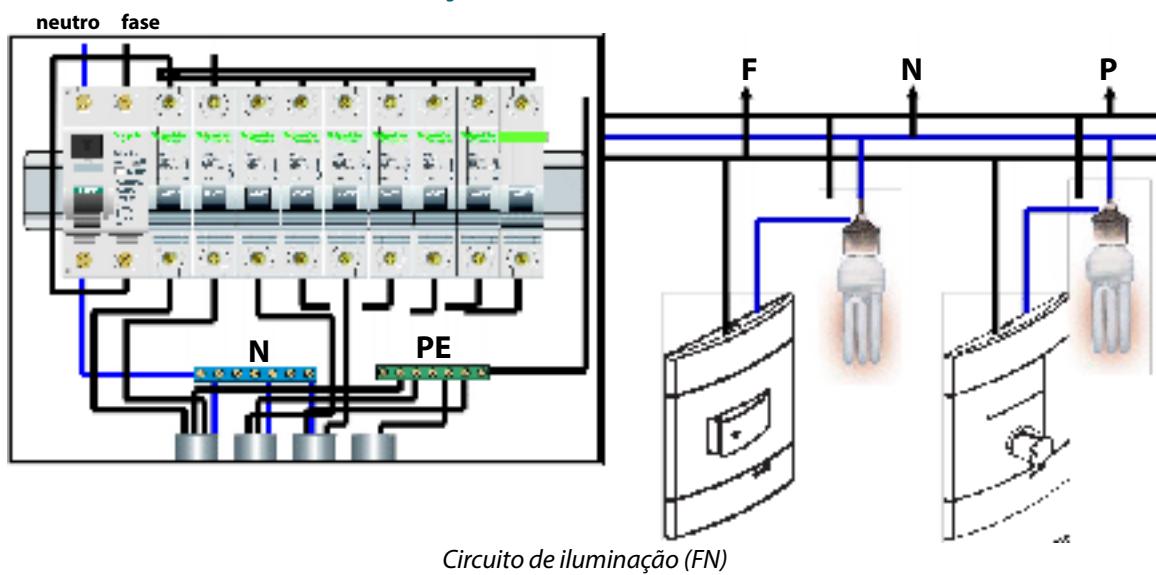
Partem do quadro de distribuição e alimentam diretamente lâmpadas, pontos de tomadas e pontos de tomadas dedicadas.



**Nota:** em todos os exemplos a seguir, será admitido que a tensão entre FASE e NEUTRO é 127V e entre FASES é 220V. Consulte as tensões oferecidas em sua região.

## 2.13.3 Exemplo de circuitos terminais protegidos por disjuntores termomagnéticos

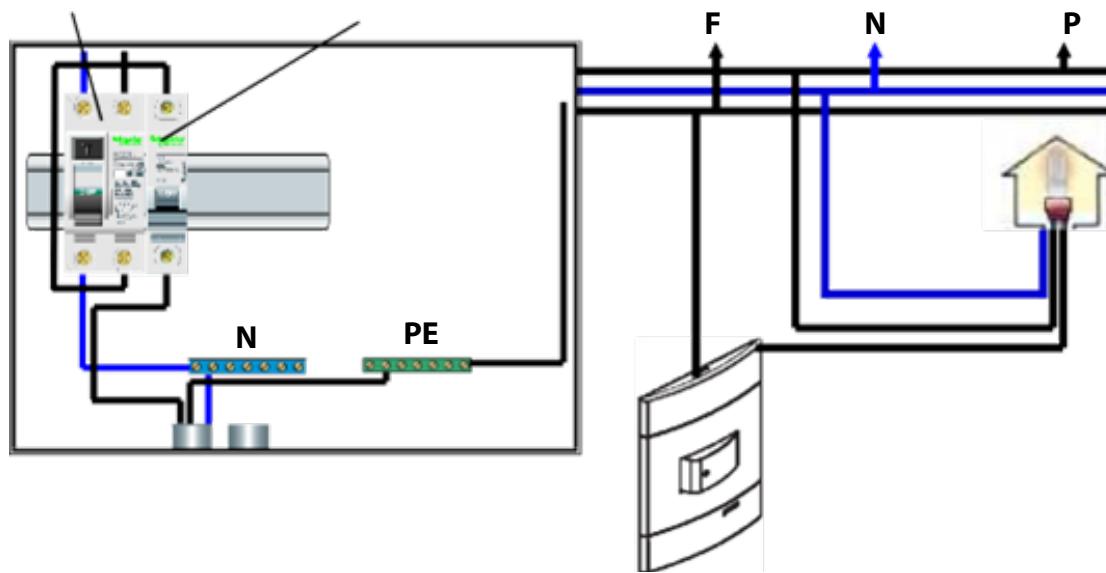
### 2.13.3.1 Circuito de iluminação (FN)



### 2.13.3.2 Circuito de iluminação externa (FN)

INTERRUPTOR DIFERENCIAL

DISJUNTOR MONOPOLAR

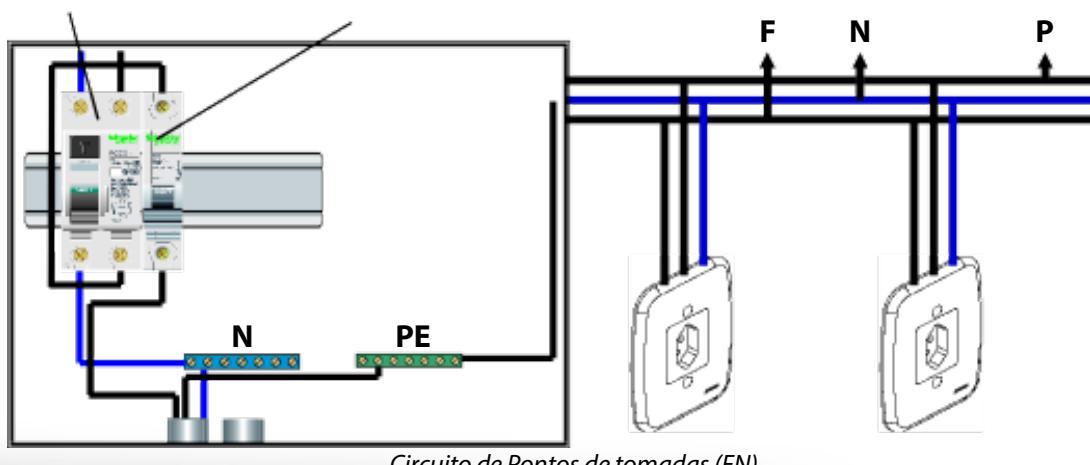


Círculo de iluminação externa (FN)

### 2.13.3.3 Circuito de Pontos de tomadas (FN)

INTERRUPTOR DIFERENCIAL

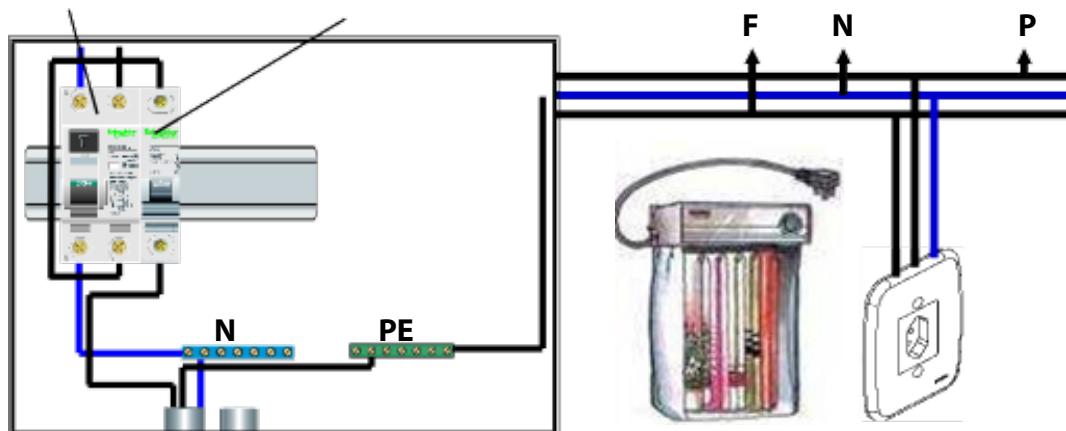
DISJUNTOR MONOPOLAR



Círculo de Pontos de tomadas (FN)

#### 2.13.3.4 Circuito de Pontos de tomadas dedicadas (FN)

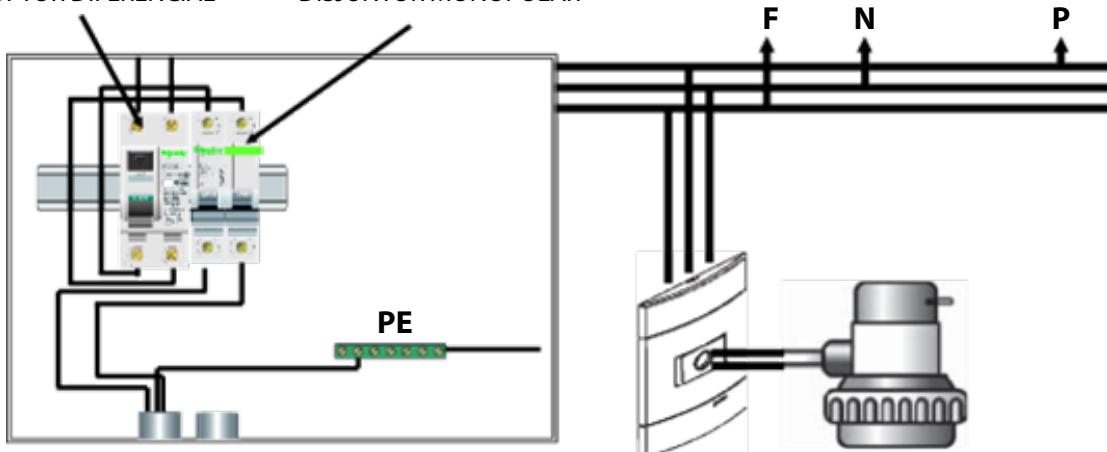
INTERRUPTOR DIFERENCIAL      DISJUNTOR MONOPOLAR



*Círculo de Pontos de tomadas dedicadas (FN)*

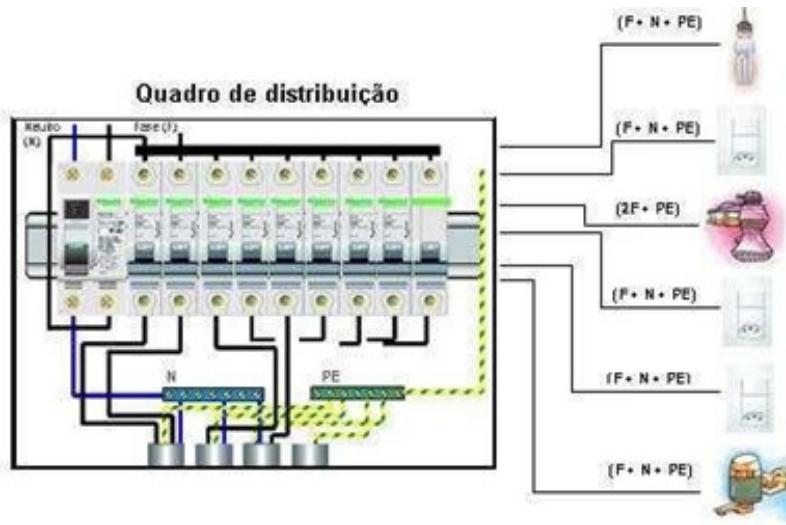
#### 2.13.3.5 Circuito de Pontos de tomadas dedicadas (FF)

INTERRUPTOR DIFERENCIAL      DISJUNTOR MONOPOLAR



*Círculo de Pontos de tomadas dedicadas (FN)*

A instalação elétrica de uma residência deve ser dividida em circuitos terminais. Isso facilita a manutenção e reduz a interferência.



*Circuitos terminais*

## Critérios estabelecidos pela ABNT NBR 5410:2004 para os circuitos terminais

- prever circuitos de iluminação separados dos circuitos de tomadas,
- prever circuitos independentes, exclusivos para cada equipamento com corrente nominal superior a 10 A. Por exemplo, equipamentos ligados em 127 V com potências acima de 1270 VA (127 V x 10 A) devem ter um circuito exclusivo para si,
- os pontos de tomadas de cozinhas, copas, copas-cozinhas, áreas de serviços, lavanderias e locais semelhantes devem ser alimentados por circuitos destinados unicamente a estes locais.

Além desses critérios, o projetista considera também as dificuldades referentes à execução da instalação.

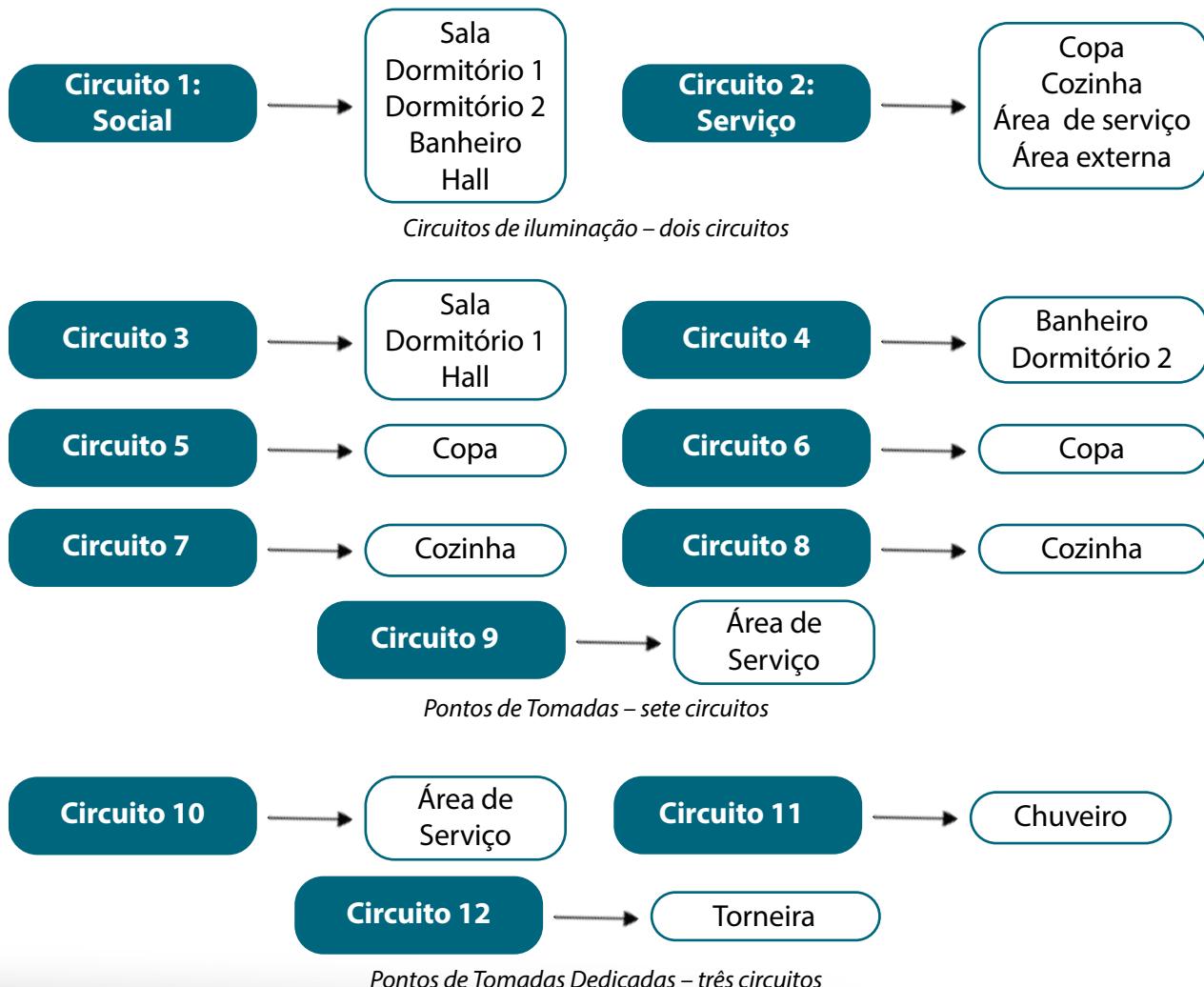
Se os circuitos ficarem muito carregados, os condutores adequados para suas ligações resultarão numa seção nominal (bitola) muito grande, dificultando:

- a instalação dos condutores nos eletrodutos,
- as ligações terminais (interruptores e tomadas).

Para que isto não ocorra, uma boa recomendação é, nos circuitos de iluminação e pontos de tomadas, limitar a corrente a 10 A, ou seja, 1270 VA em 127 V ou 2200 VA em 220 V.

Aplicando os critérios no exemplo em questão, deverá haver, no mínimo, quatro circuitos terminais:

- um para iluminação,
- um para pontos de tomadas,
- dois para pontos de tomadas dedicadas (chuveiro e torneira elétrica). Mas, tendo em vista as questões de ordem prática, optou-se no exemplo em dividir:



Essa divisão dos circuitos, bem como suas respectivas cargas, estão indicadas na tabela a seguir:

Círculo				Potência					Proteção		
Nº	Tipo	Tensão (V)	Local	Qtde x potência (VA)	Total (VA)	Corrente (A)	No. de circuitos agrupados	Seção dos condutores (mm <sup>2</sup> )		nº de pólos	Corrente nominal
1	Ilum. social	127	Sala Dorm. 1 Dorm. 2 Banheiro Hall	1 x 100 1 x 160 1 x 160 1 x 100 1 x 100	620						
2	Ilum. social	127	Copa cozinha A. serviço A. externa	1 x 100 1 x 160 1 x 100 1 x 100	460						
3	Pontos de tomadas	127	Sala Dorm. 1 Hall	4 x 100 4 x 100 1 x 100	900						
4	Pontos de tomadas	127	Banheiro Dorm. 2	1 x 600 4 x 100	1000						
5	Pontos de tomadas	127	Copa	2 x 600	1200						
6	Pontos de tomadas	127	Copa	1 x 100 1 x 600	700						
7	Pontos de tomadas	127	Cozinha	2 x 600	1200						
8	Pontos de tomadas + Pontos de tomadas dedicadas	127	Cozinha	1 x 100 1 x 600 1 x 500	1200						
9	Pontos de tomadas	127	A. serviço	2 x 600	1200						
10	Pontos de tomadas dedicadas	127	A. serviço	1 x 1000	1000						
11	Pontos de tomadas dedicadas	220	Chuveiro	1 x 5600	5600						
12	Pontos de tomadas dedicadas	220	Torneira	1 x 5000	5000						
Distribuição		220	Quadro de distribuição								



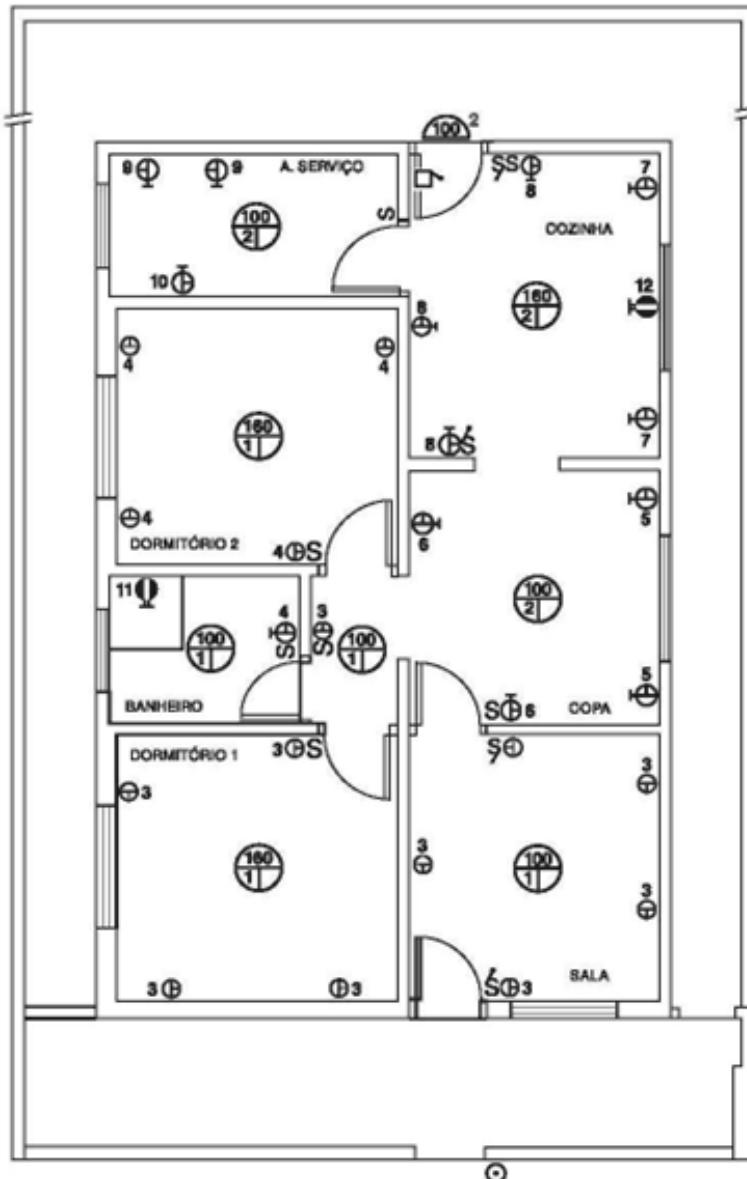
**Nota: Esta é uma tabela padrão a qual será utilizada ao longo do curso, sendo preenchida a medida em que for sendo definidos os quesitos de cada coluna.**

Como o tipo de fornecimento determinado para o exemplo em questão é bifásico, têm-se duas fases e um neutro alimentando o quadro de distribuição. Sendo assim, neste projeto foram adotados os seguintes critérios:

- Os circuitos de iluminação e de tomadas: Foram ligados na menor tensão, entre fase e neutro (127V).
- Os circuitos de tomadas dedicadas com corrente maior que 10A: Foram ligados na maior tensão, entre fase e fase (220V).

Quanto ao circuito de distribuição, deve-se sempre considerar a maior tensão (fase-fase) quando este for bifásico ou trifásico. No caso, a tensão do circuito de distribuição é 220 V.

Uma vez dividida a instalação elétrica em circuitos, deve-se marcar, na planta, o número correspondente a cada ponto de luz e pontos de tomadas. No caso do exemplo, a instalação ficou com 1 circuito de distribuição e 12 circuitos terminais que estão apresentados na planta a seguir.



Planta com distribuição dos circuito de distribuição e circuitos terminais

	ponto de luz no teto		tomada média monofásica com terra
	ponto de luz na parede		cx de saída média bifásica com terra
	interruptor simples		cx de saída alta bifásica com terra
	interruptor paralelo		campainha
	tomada baixa monofásica com terra		botão de campainha

Legenda/Simbologia da Planta com distribuição

#### 2.13.4 Simbologia

Os símbolos gráficos usados nos diagramas unifilares são definidos pela norma NBR5444/1989, para serem usados em planta baixa (arquitetônica) do imóvel. Neste tipo de planta é indicada a localização exata dos circuitos de luz, de força, de telefone e seus respectivos aparelhos.

Sabendo as quantidades de pontos de luz, pontos de tomadas e o tipo de fornecimento, o projetista pode dar início ao desenho do projeto elétrico na planta residencial, utilizando-se de simbologia gráfica normalizada.

Abaixo segue a simbologia utilizada neste projeto:

## Símbolos

Quadro de distribuição		Ponto de luz no teto 100 2 a 100 – potência de iluminação / 2 – número do circuito / a - comando	
Ponto de luz na parede D		 ponto de tomada baixa monofásica com terra   ponto de tomada baixa bifásica com terra	
 ponto de tomada média monofásica com terra   ponto de tomada média bifásica com terra		 caixa de saída alta monofásica com terra   caixa de saída alta bifásica com terra	
Interruptor simples S		Interruptor paralelo	
Campainha		Botão de campainha	
Eletroduto embutido na laje		Eletroduto embutido na parede	
Eletroduto embutido no piso		Condutor de fase	
Condutor neutro "N" (necessariamente azul claro)		Condutor de retorno	
Condutor de proteção "PE" (condutor terra necessariamente verde ou verde-amarelo)		Condutor combinando as funções de neutro e de condutor de proteção "PEN"	

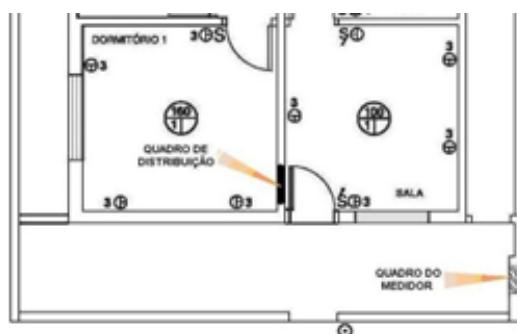
Símbolos utilizados no projeto elétrico

Uma vez determinado o número de circuitos elétricos em que a instalação elétrica foi dividida e já definido o tipo de proteção de cada um, chega o momento de se efetuar a sua ligação.

Para o planejamento do caminho que o eletroduto deve percorrer, fazem-se necessárias algumas orientações:

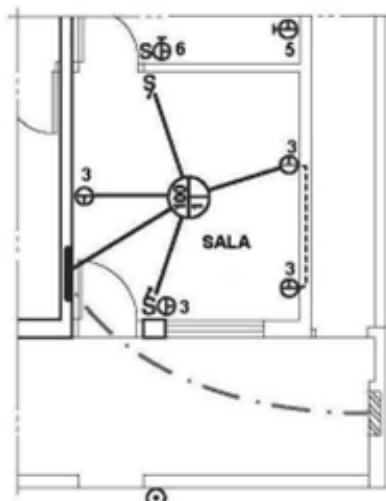
- localizar o quadro de distribuição, em lugar de fácil acesso e que fique o mais próximo possível do medidor.
  - partir com o eletroduto do quadro de distribuição, traçando seu caminho de forma a encurtar as distâncias entre os pontos de ligação.
  - utilizar a simbologia gráfica para representar, na planta residencial, o caminho do eletroduto.
  - fazer uma legenda da simbologia empregada.
  - ligar os interruptores e tomadas ao ponto de luz de cada cômodo.

Para se acompanhar o desenvolvimento do caminho dos eletrodutos, tomaremos a planta do exemplo anterior já com os pontos de luz e tomadas e os respectivos números dos circuitos representados. Iniciando o caminhamento dos eletrodutos, seguindo as orientações vistas anteriormente, deve-se primeiramente determinar o local do quadro de distribuição

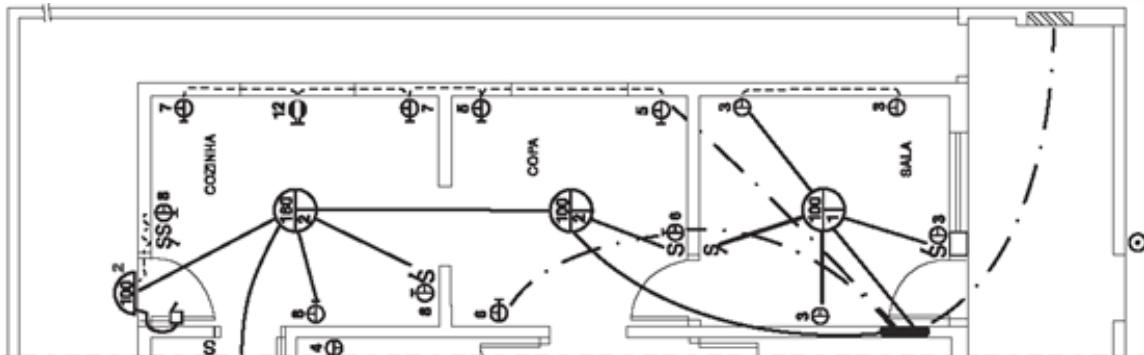


## *Localização do Quadro de Distribuição e do Quadro do Medidor*

Uma vez determinado o local para o quadro de distribuição, inicia-se o caminhamento partindo dele com um eletroduto em direção ao ponto de luz no teto da sala e daí para os interruptores e tomadas desta dependência. Neste momento, representa-se também o eletroduto que conterá o circuito de distribuição. O quadro deve ser instalado o mais próximo possível do limite da edificação onde entram os alimentadores de energia elétrica.

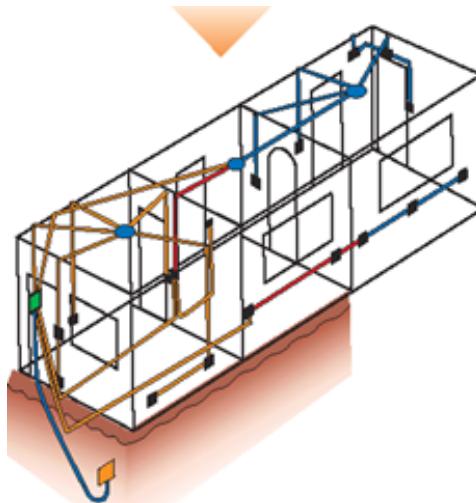


### *Caminhamento do eletroduto*



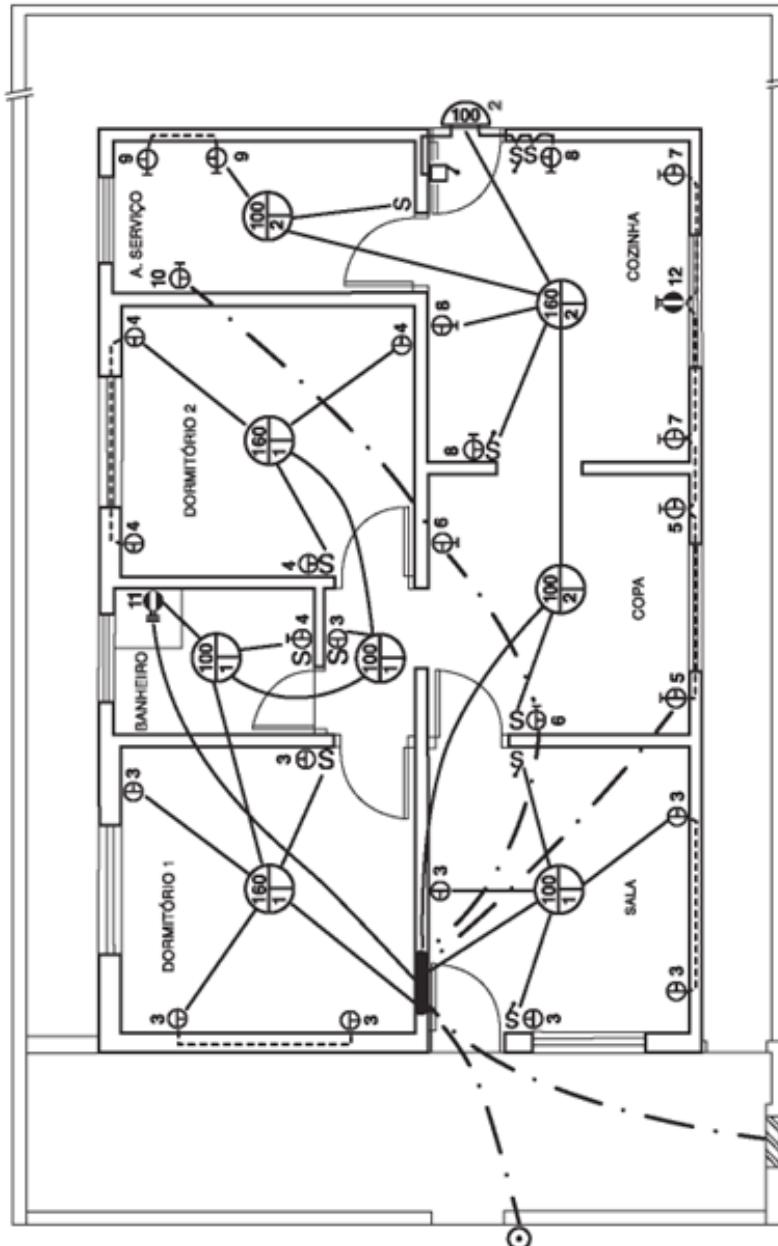
*Detalhe do caminhamento dos eletrodutos*

Observe em três dimensões, o que foi representado na planta residencial.



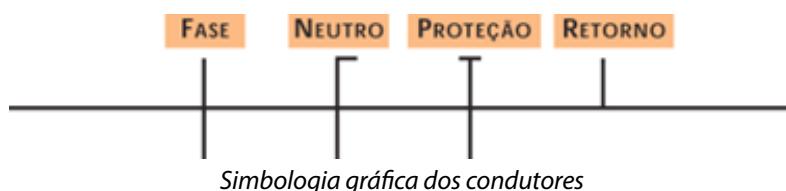
*Representação tridimensional dos eletrodutos na planta*

Para os demais cômodos da residência, parte-se com outro eletroduto do quadro de distribuição, fazendo as outras ligações.



Localização dos eletrodutos

Uma vez representados os eletrodutos, e sendo através deles que os fios dos circuitos irão passar, pode-se fazer o mesmo com a fiação representando-a graficamente, através de uma simbologia própria.



Simbologia gráfica dos condutores

Entretanto, para empregá-la, primeiramente precisa-se identificar quais fios estão passando dentro de cada eletroduto representado.

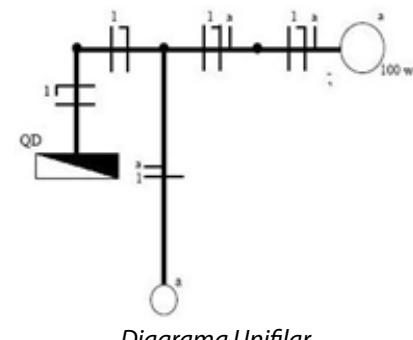
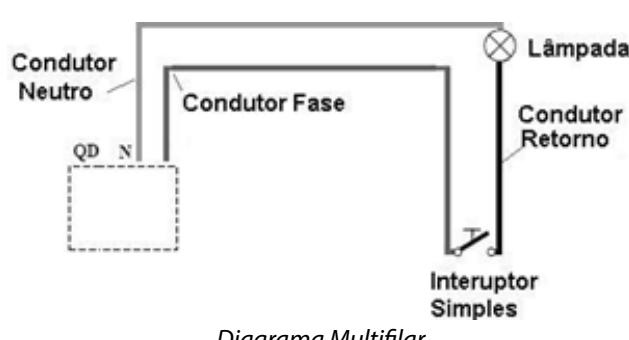
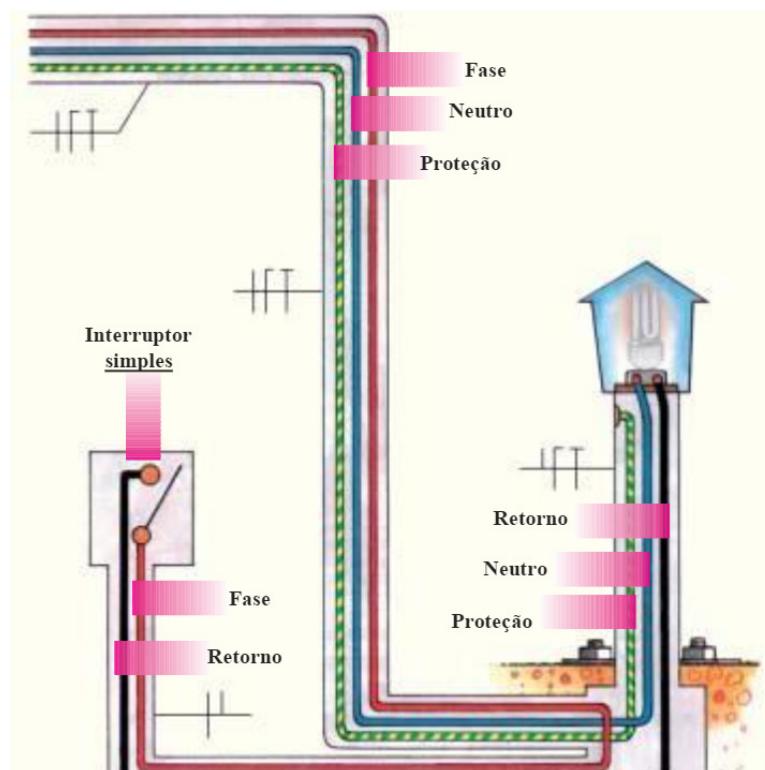
A identificação dos condutores que estão passando dentro de cada eletroduto é feita com facilidade desde que se saiba como são ligadas as lâmpadas, interruptores e pontos de tomadas.

## Esquemas de ligação mais usados em residências

### 1. Ligação de uma lâmpada comandada por interruptor simples

Entretanto, para empregá-la, primeiramente precisa-se identificar quais fios estão passando dentro de cada eletroduto representado.

A identificação dos condutores que estão passando dentro de cada eletroduto é feita com facilidade desde que se saiba como são ligadas as lâmpadas, interruptores e pontos de tomadas.



**Nota:**

**Ligar sempre:**

- a fase ao interruptor;
- o retorno ao contato do disco central da lâmpada;
- o neutro diretamente ao contato da base rosqueada da lâmpada;
- o condutor terra à luminária metálica.



**Sugestão de atividade prática:**

**“Instalação de lâmpada comandada por interruptor simples”**

## 2. Ligação de mais de uma lâmpada com interruptores simples

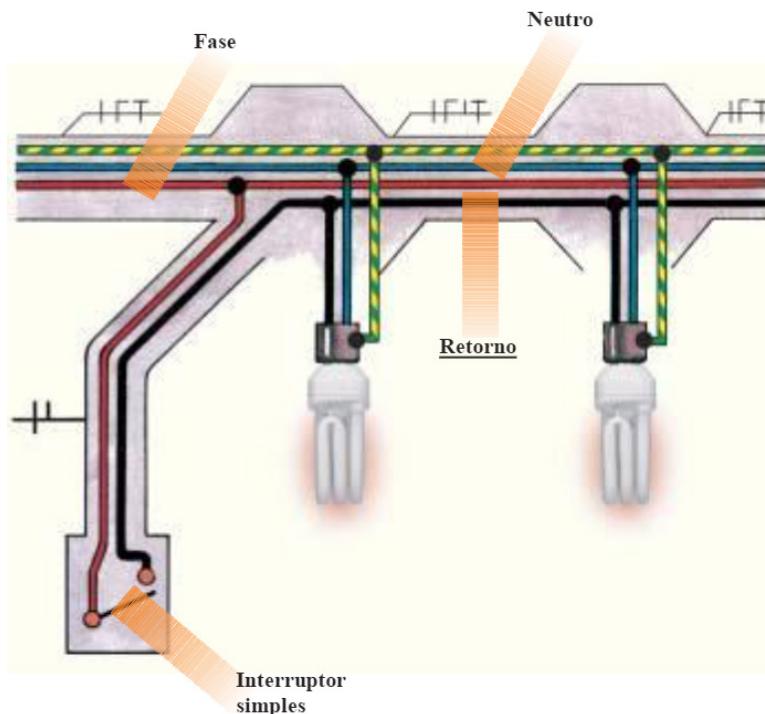


Diagrama Funcional

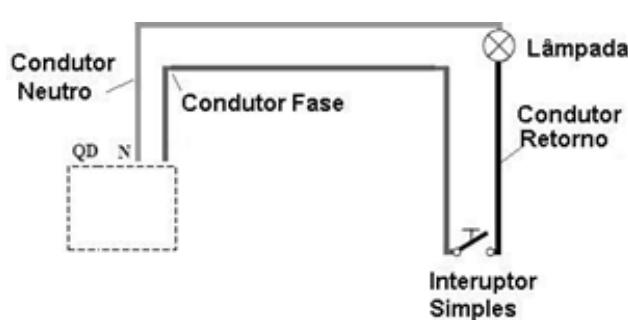


Diagrama Multifilar

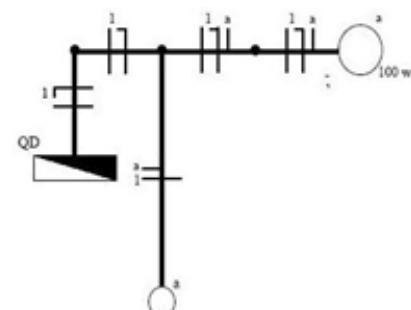


Diagrama Unifilar

**Sugestão de atividade prática:**

**“Instalação de duas lâmpadas comandadas por interruptor simples”**

## 3. Ligação de Tomada 2P +T

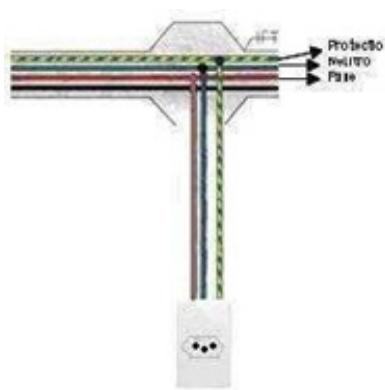


Diagrama Funcional

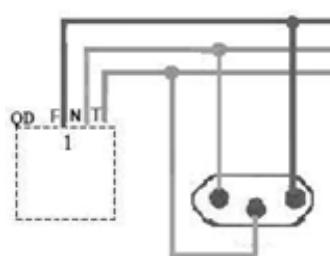


Diagrama Multifilar

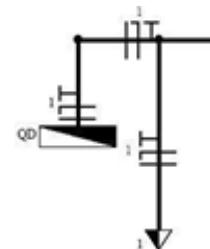


Diagrama Unifilar

**Sugestão de atividade prática: “Instalação de tomada 2P +T”**

#### 4. Ligação Lâmpada conjugada com Tomada 2P +T

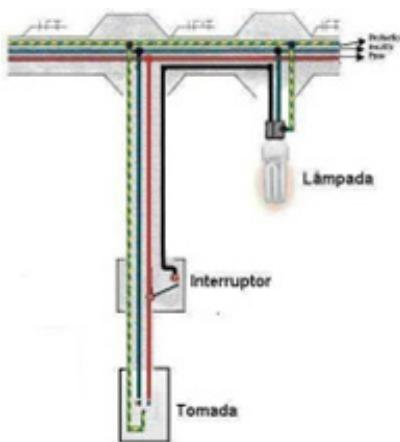


Diagrama Funcional

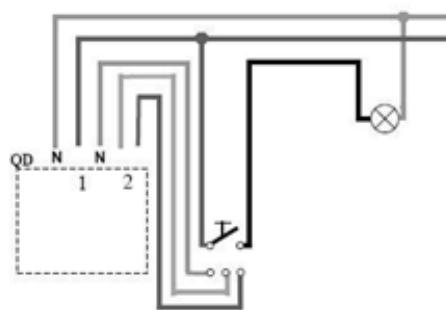


Diagrama Multifilar

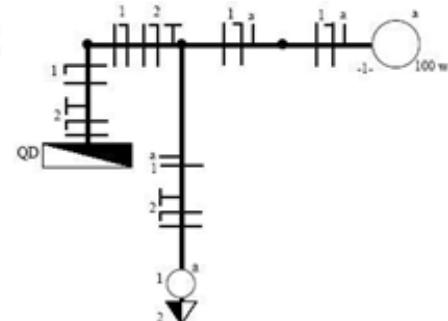


Diagrama Unifilar

Sugestões de atividades práticas:

“Instalação de lâmpada conjugada com tomada 2P +T”

“Instalação de lâmpadas comandadas por interruptor de duas seções”

#### 5. Ligação de lâmpada comandada de dois pontos (interruptores paralelos)

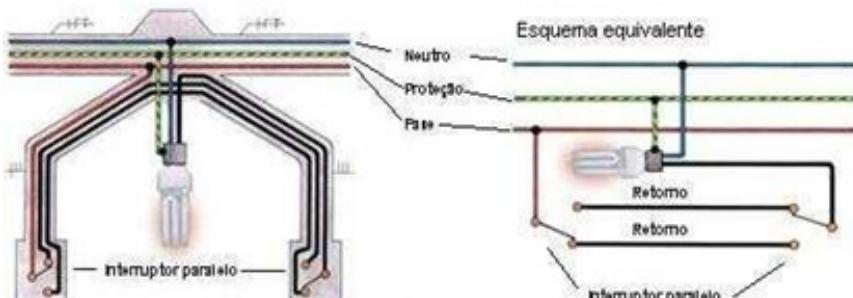


Diagrama Funcional

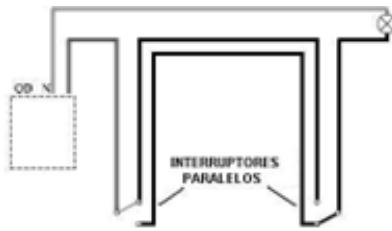


Diagrama Multifilar

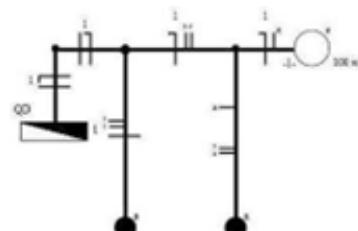
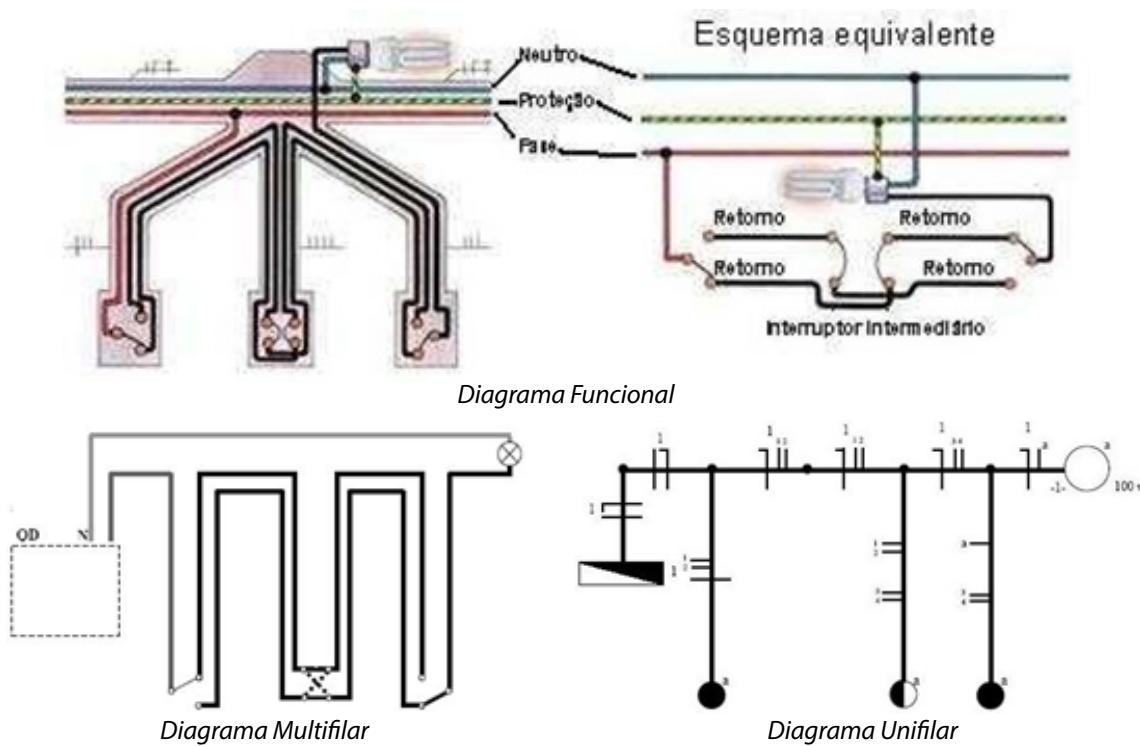


Diagrama Unifilar

Sugestão de atividade prática:

“Instalação de lâmpada comanda por interruptor paralelo.”

## 6. Ligação de lâmpada comandada de três ou mais pontos (paralelos + intermediários)



### Sugestões de atividades práticas:

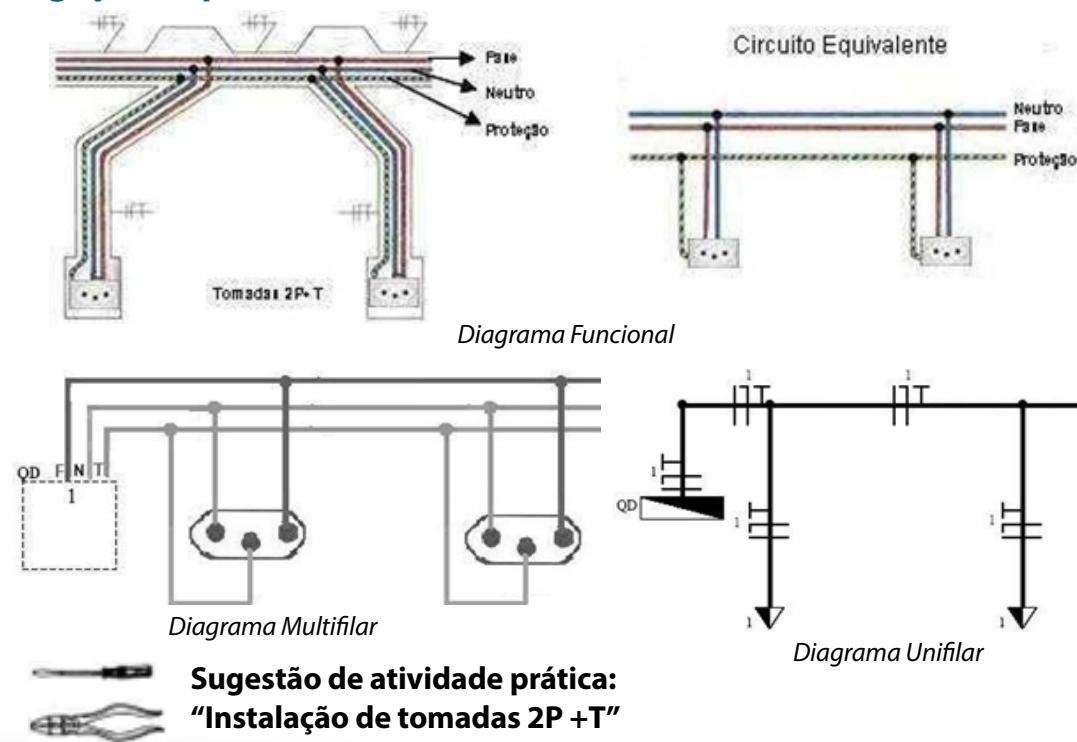
=> "Instalação de lâmpada comandada por interruptores paralelos e intermediários"

=> "Instalação de lâmpada fluorescente em partida convencional comandada por interruptor simples".

=> "Instalação de lâmpada fluorescente com partida rápida (eletrônica) comandada por Interruptor simples".

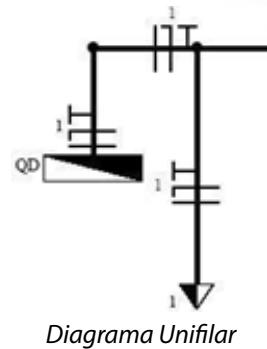
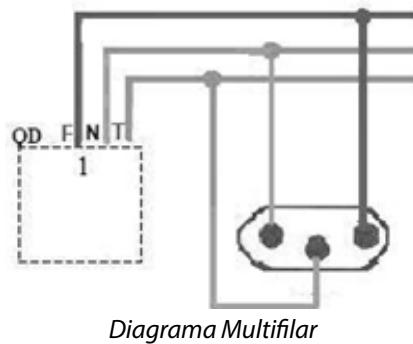
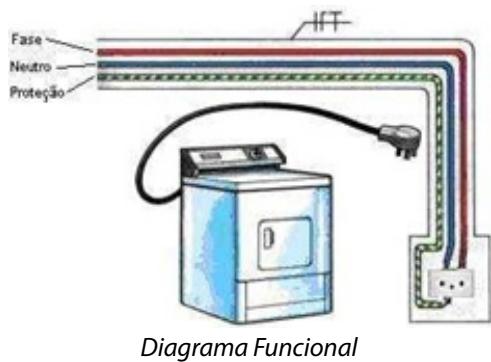
=> "Instalação de duas lâmpadas fluorescentes com partida rápida comandadas por interruptor simples".

## 7. Ligação de pontos de tomadas (monofásicas)

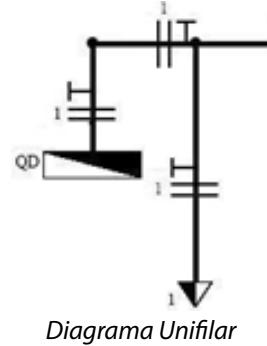
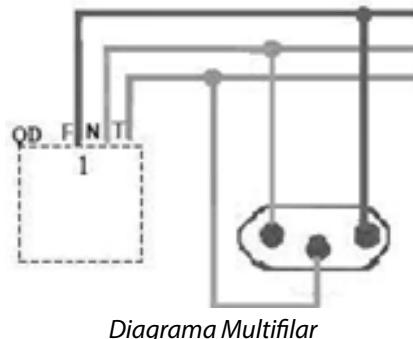
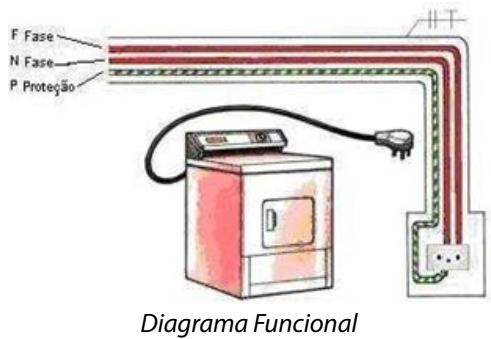


**Sugestão de atividade prática:**  
"Instalação de tomadas 2P +T"

## 8. Ligação de pontos de tomada dedicada monofásica



## 9. Ligação de pontos de tomada dedicada bifásica



### Sugestão de Atividades Práticas:

- => Instalação de Lâmpada Fluorescente em Partida Convencional Comandada por Interruptor Simples.  
=> Instalação De Lâmpada Fluorescente Com Partida Rápida (Eletrônica) Comandada Por Interruptor Simples.  
=> Instalação De Duas Lâmpadas Fluorescentes Com Partida Rápida Comandadas Por Interruptor Simples.

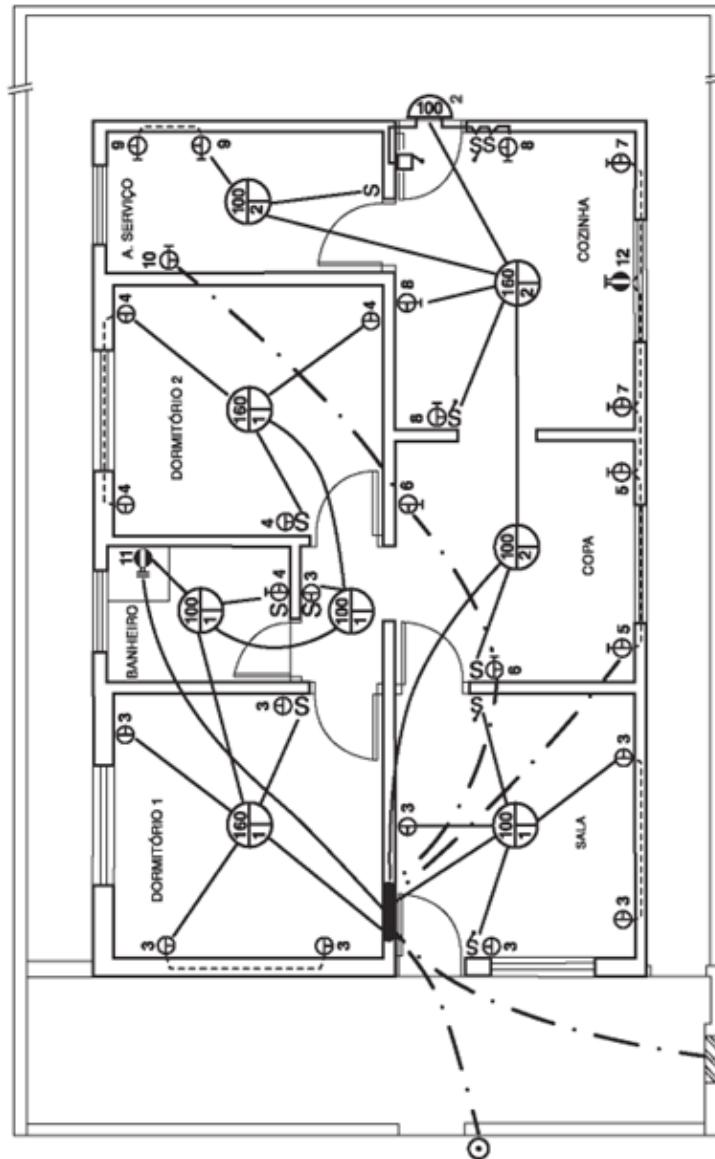
Sabendo-se como as ligações elétricas são feitas, pode-se então representá-las graficamente na planta, devendo sempre:

- representar os fios que passam dentro de cada eletroduto, através da simbologia própria,
- identificar a que circuitos pertencem.

### Por que a representação gráfica da fiação deve ser feita?

A representação gráfica da fiação é feita para que, ao consultar a planta, se saiba quantos e quais fios estão passando dentro de cada eletroduto, bem como a que circuito pertencem.

**Recomendações:** Na prática, não se recomenda instalar mais do que 6 ou 7 condutores por eletroduto, de forma a facilitar a inserção e/ou retirada dos fios, além de evitar a aplicação de fatores de correções por agrupamento.



Representação gráfica da fiação Condutores elétricos

O termo condutor elétrico é usado para designar um produto destinado a transportar corrente (energia elétrica), sendo que os fios e os cabos elétricos são os tipos mais comuns de condutores. O cobre é o metal mais utilizado na fabricação de condutores elétricos para instalações residenciais, comerciais e industriais.

Um fio é um condutor sólido, maciço, provido de isolamento, usado diretamente como condutor de energia elétrica. Por sua vez, a palavra cabo é utilizada quando um conjunto de fios é reunido para formar um condutor elétrico.

Dependendo do número de fios que compõe um cabo e do diâmetro de cada um deles, um condutor apresenta diferentes graus de flexibilidade. A norma brasileira NBR NM 280 define algumas classes de flexibilidade para os condutores elétricos, a saber:

- **Classe 1**

São aqueles condutores sólidos (fios), os quais apresentam baixo grau de flexibilidade durante o seu manuseio.

- **Classe 2, 4, 5 e 6**

São aqueles condutores formados por vários fios (cabos), sendo que, quanto mais alta a classe, maior a flexibilidade do cabo durante o manuseio.

## A importância da flexibilidade de um condutor nas instalações elétricas residenciais

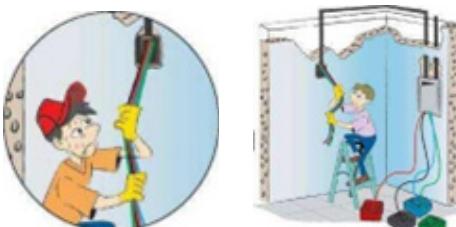
Geralmente, nas instalações residenciais, os condutores são enfiados no interior de eletrodutos e passam por curvas e caixas de passagem até chegar ao seu destino final, que é, quase sempre, uma caixa de ligação 5 x 10 cm ou 10 x 10 cm instalada nas paredes ou uma caixa octagonal situada no teto ou forro.



Tipos de condutores

Outra questão muito importante, mas que vem depois da instalação dos cabos, é a durabilidade que eles poderão ter. Os cabos são projetados para durar, em condições normais, mais de 25 anos. Além disso, em muitas ocasiões, há vários condutores de diferentes circuitos no interior do mesmo eletroduto, o que torna o trabalho de eniação mais difícil ainda.

O uso de cabos flexíveis reduz significativamente o esforço de eniação dos condutores nos eletrodutos, facilitando também sua eventual retirada. Durante a utilização normal, podem ocorrer situações que levem o sistema a uma sobrecarga, superaquecendo os cabos e reduzindo sua vida útil.



Eniação dos condutores nos eletrodutos

### 2.13.5 Condutor de proteção – PE (fio terra)



Dentro de todos os aparelhos elétricos existem elétrons que querem “fugir” do interior dos condutores. Como o corpo humano é capaz de conduzir eletricidade, se uma pessoa encostar nestes equipamentos, estará sujeita a levar um choque, que nada mais é do que a sensação desagradável provocada pela passagem dos elétrons pelo corpo.

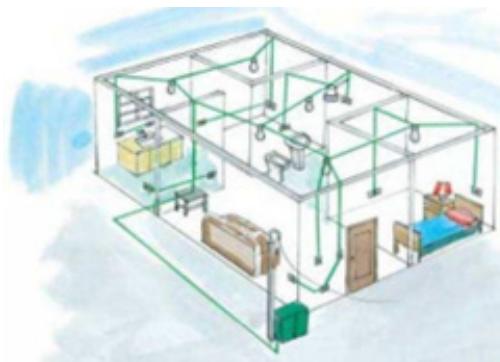
O conceito básico da proteção contra choques é o de que os elétrons devem ser “desviados” da pessoa.

Sabendo-se que um condutor de cobre é um milhão de vezes melhor condutor do que o corpo humano, é evidente que, se oferecermos aos elétrons dois caminhos para circular, sendo um o corpo e o outro um condutor, a maioria deles irá circular pelo condutor, minimizando os efeitos do choque na pessoa. Esse condutor pelo qual irão circular os elétrons que “escapam” dos aparelhos é chamado de condutor de proteção ou popularmente chamado de fio terra.

Como a função do fio terra é “recolher” elétrons “fugitivos”, sem interferir no funcionamento do aparelho, muitas vezes as pessoas se esquecem de sua importância para a segurança.

## 2.13.5.1 Como instalar o condutor terra

A figura indica a maneira mais simples de instalação em uma residência. Observe que a seção do fio terra deve seguir as especificações da tabela. Pode-se utilizar um único fio terra por eletroduto, interligando vários aparelhos e tomadas. De acordo com a **norma, a cor do fio terra é obrigatoriamente verde/amarela ou somente verde.**



*Instalação do condutor de proteção (fio terra) em uma residência*

### Aparelhos e tomadas

Para maior segurança das instalações elétricas e com o objetivo de padronizar as tomadas de uso doméstico, o mercado brasileiro estabeleceu a aplicação de dois modelos de tomadas, conforme figuras. Uma tomada até 10A e outra tomada até 20A. Conforme ABNT NBR 14136 (plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20A/250 V em corrente alternada).



*Novo padrão brasileiro de tomadas*

Como uma instalação deve estar preparada para receber qualquer tipo de aparelho elétrico, conclui-se que, conforme prescreve a norma brasileira de instalações elétricas ABNT NBR 5410:2004, todos os circuitos de iluminação, pontos de tomadas e também os que servem a aparelhos específicos (como chuveiros, ar-condicionado, microondas, lava roupas, etc.) devem possuir o condutor de proteção (fio terra).

Esta característica de tomada coloca em prática uma exigência antiga: o uso do fio terra para todos os pontos de tomadas.



*Uso obrigatório do condutor terra*

## ABNT NBR 5410:2004 – Tomadas de corrente e extensões

6.5.3.2 Devem ser tomados cuidados para prevenir conexões indevidas entre plugues e tomadas que não sejam compatíveis. Em particular, quando houver circuitos de tomadas com diferentes tensões, as tomadas fixas dos circuitos de tensão a elas provida. Essa marcação pode ser feita por placa ou adesivo, fixado no espelho da tomada. Não deve ser possível remover facilmente essa marcação.

Aplicando-se as recomendações e exigências da ABNT NBR 5410:2004 ao projeto utilizado como exemplo, onde já se tem a divisão dos circuitos, o tipo de proteção a ser empregado é apresentado no quadro abaixo:

Nº	Círcuito	Tensão (V)	Local	Potência		Proteção		
				Qtd x potência (VA)	Total (VA)	Tipo	Nº de pólos	Corrente nominal
1	Ilum. social	127	Sala Dorm. 1 Dorm. 2 Banheiro Hall	1 x 100 1 x 160 1 x 160 1 x 100 1 x 100	620	Disj. + DR	1 2	
2	Ilum. serviço	127	Copa cozinha A. serviço A. externa	1 x 100 1 x 160 1 x 100 1 x 100	460	Disj. + DR	1 2	
3	Pontos de tomadas	127	Sala Dorm. 1 Hall	4 x 100 4 x 100 1 x 100	900	Disj. + DR	1 2	
4	Pontos de tomadas	127	Banheiro Dorm. 2	1 x 600 4 x 100	1000	Disj. + DR	1 2	
5	Pontos de tomadas	127	Copa	2 x 600	1200	Disj. + DR	1 2	
6	Pontos de tomadas	127	Copa	1 x 100 1 x 600	700	Disj. + DR	1 2	
7	Pontos de tomadas	127	Cozinha	2 x 600	1200	Disj. + DR	1 2	
8	Pontos de tomadas + Pontos de tomadas dedicadas	127	Cozinha	1 x 100 1 x 600 1 x 500	1200	Disj. + DR	1 2	
9	Pontos de tomadas	127	A. serviço	2 x 600	1200	Disj. + DR	1 2	
10	Pontos de tomadas dedicadas	127	A. serviço	1 x 1000	1000	Disj. + DR	1 2	
11	Pontos de tomadas dedicadas	220	Chuveiro	1 x 5600	5600	Disj. + DR	2 2	
12	Pontos de tomadas dedicadas	220	Torneira	1 x 5000	5000	Disj. + DR	2 2	
Distribuição		220	Quadro de distribuição			Disj.	2	

### *Tipo de proteção a ser empregado*

Na tabela, para cada circuito foi adotado a proteção diferencial. A ABNT NBR 5410:2004 também prevê a possibilidade de optar pela instalação de interruptor diferencial na proteção geral. No caso de instalação do interruptor diferencial na proteção geral, a proteção de todos os circuitos terminais pode ser feita com um disjuntor termomagnético. A instalação do interruptor diferencial é necessariamente feita no quadro de distribuição e deve ser precedida de proteção geral contra sobrecorrente e curto-circuito. Em alguns casos, esta solução, pode apresentar o inconveniente do interruptor diferencial disparar com mais freqüência uma vez que ele “detecta” todas as correntes de fuga naturais da instalação.

## 2.13.6 Cálculo da corrente dos circuitos terminais

**Cálculo da corrente:** A fórmula  $P = U \times I$  permite o cálculo da corrente, desde que os valores da potência e da tensão sejam conhecidos.

Substituindo na fórmula as letras correspondentes à potência e tensão pelos seus valores conhecidos:

$$P = U \times I$$

$$635 = 127 \times ?$$

Para achar o valor da corrente basta dividir os valores conhecidos, ou seja, o valor da potência pela tensão:

$$I = ?$$

Para o cálculo da corrente:

$$I = P \div U$$

$$I = P \div U$$

$$I = 635 \div 127 \quad I = 5 \text{ A}$$

**No projeto elétrico desenvolvido como exemplo, os valores das potências de iluminação e tomadas** de cada circuito terminal já estão previstos e a tensão de cada um deles já está determinada.

Círculo		Tensão (V)	Local	Potência		Corrente (A)	Proteção		
Nº	Tipo			Qtde x potência (VA)	Total (VA)		Tipos	Nº de pólos	Corrente nominal
1	Ilum. social	127	Sala Dorm. 1 Dorm. 2 Banheiro Hall	1 x 100 1 x 160 1 x 160 1 x 100 1 x 100	620	4,9	Disj. + DR	1 2	
2	Ilum. serviço	127	Copa cozinha A. serviço A. externa	1 x 100 1 x 160 1 x 100 1 x 100	460	3,6	Disj. + DR	1 2	
3	Pontos de tomadas	127	Sala Dorm. 1 Hall	4 x 100 4 x 100 1 x 100	900	7,1	Disj. + DR	1 2	
4	Pontos de tomadas	127	Banheiro Dorm. 2	1 x 600 4 x 100	1000	7,9	Disj. + DR	1 2	
5	Pontos de tomadas	127	Copa	2 x 600	1200	9,4	Disj. + DR	1 2	
6	Pontos de tomadas	127	Copa	1 x 100 1 x 600	700	5,5	Disj. + DR	1 2	
7	Pontos de tomadas	127	Cozinha	2 x 600	1200	9,4	Disj. + DR	1 2	
8	Pontos de tomadas + Pontos de tomadas dedicadas	127	Cozinha	1 x 100 1 x 600 1 x 500	1200	9,4	Disj. + DR	1 2	
9	Pontos de tomadas	127	A. serviço	2 x 600	1200	9,4	Disj. + DR	1 2	
10	Pontos de tomadas dedicadas	127	A. serviço	1 x 1000	1000	7,9	Disj. + DR	1 2	
11	Pontos de tomadas dedicadas	220	Chuveiro	1 x 5600	5600	25,5	Disj. + DR	2 2	
12	Pontos de tomadas dedicadas	220	Torneira	1 x 5000	5000	22,7	Disj. + DR	2 2	
Distribuição		220	Quadro de distribuição		12459	55,6	Disj.	2	

Potências de iluminação e tomadas de cada circuito terminal e a tensão de cada um deles



Para o cálculo da corrente do circuito de distribuição, primeiramente, é necessário calcular a potência deste circuito

## 2.13.7 Cálculo da potência do circuito de distribuição

### 2.13.7.1 Iluminação e Pontos de Tomadas:

Somam-se os valores das potências ativas de iluminação e pontos de tomadas

- Potência ativa de iluminação: **1080 W**
  - Potência ativa de pontos de tomadas: **5520 W**
- $$\frac{5520 \text{ W}}{6600 \text{ W}}$$

Multiplica-se o valor calculado (6600 W) pelo fator de demanda correspondente a esta potência.

Fatores de demanda para iluminação e pontos de tomadas	
potência (W)	fator de demanda
0 a 1.000	0,86
1.001 a 2.000	0,75
2.001 a 3.000	0,66
3.001 a 4.000	0,59
4.001 a 5.000	0,52
5.001 a 6.000	0,45
<b>6.001 a 7.000</b>	<b>0,4</b>
7.001 a 8.000	0,35
8.001 a 9.000	0,31
9.001 a 10.000	0,27
Acima de 10.000	0,24

Potência ativa de iluminação e pontos de tomadas = 6600 W

Fator de demanda representa uma porcentagem de quanto das potências previstas serão utilizadas simultaneamente no momento de maior solicitação da instalação. Isto é feito para não super-dimensionar os componentes dos circuitos de distribuição, tendo em vista que numa residência nem todas as lâmpadas e pontos de tomadas são utilizadas ao mesmo tempo.

Portanto a previsão de uso simultâneo de potência da iluminação e pontos de tomadas é 2650W

### 2.13.7.2 Tomadas Dedicadas:

Multiplicam-se as potências dos pontos de tomadas dedicados pelo fator de demanda correspondente. O fator de demanda para os pontos de tomadas dedicadas é obtido em função do número de circuitos de pontos de tomadas dedicadas previstos no projeto.

Nº de circuitos de pontos de tomadas dedicadas do exemplo = 4.

Potência ativa de pontos de tomadas dedicadas:

- |                    |  |
|--------------------|--|
| 1 chuveiro         | 5600 W                                   |
| 1 torneira         | 5000 W                                   |
| 1 geladeira        | 500 W                                    |
| 1 máquina de lavar | $\frac{1000 \text{ W}}{12100 \text{ W}}$ |

**Fator de demanda = 0,76 12100 W x 0,76 = 9196 W**

Portanto a previsão de uso simultâneo de potência de tomadas dedicadas é 9196 W.

### 2.13.7.3 Potência do Circuito de Distribuição

Somam-se os valores das potências ativas de iluminação, de pontos de tomadas e de pontos de tomadas dedicadas já corrigidos pelos respectivos fatores de demanda.

- Potência ativa de iluminação e pontos de tomadas: 2650 W
- Potência ativa de pontos de tomadas dedicadas: 
$$\frac{9196 \text{ W}}{11846 \text{ W}}$$

Divide-se o valor obtido pelo fator de potência médio de 0,95 (como visto no item “3.4 Potência elétrica”), obtendo-se assim o valor da potência do circuito de distribuição.

- $11836 \div 0,95 = 12459 \text{ VA}$  **potência do circuito de distribuição: 12459 VA**
- Obtida a potência do circuito de distribuição, pode-se efetuar o cálculo da corrente do circuito de distribuição:

**Fórmula:  $I = P \div U$**   $P = 12459 \text{ VA}$   $U = 220 \text{ V}$   
 $I = 12459 \div 220 \text{ I} = 56,6 \text{ A}$

Portanto a previsão de uso simultâneo de potência do circuito de distribuição será 11846 W ou 12459VA com corrente de 56,6A

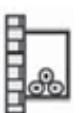
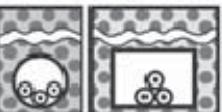
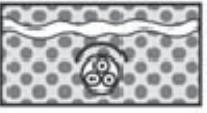
### 2.14 Dimensionamento dos condutores e dos disjuntores dos circuitos

Dimensionar a fiação de um circuito é determinar a seção padronizada (bitola) dos condutores deste circuito, de forma a garantir que a corrente calculada que possa circular pelos cabos, por um tempo ilimitado, sem que ocorra superaquecimento.

Dimensionar o disjuntor (proteção) é determinar o valor da corrente nominal do disjuntor de tal forma que se garanta que os condutores da instalação não sofram danos por aquecimento excessivo provocado por sobrecorrente ou curto-círcuito.

Para encontrar a bitola correta do fio ou do cabo a serem utilizados em cada circuito, utilizaremos a tabela (baseada na tabela de tipos de linhas elétricas da norma ABNT NBR 5410:2004), onde encontramos o método de referência das principais formas de se instalar fios e cabos em uma residência.

Supondo que o teto seja de laje e que os eletrodutos serão embutidos nela, podemos utilizar “condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria”. É o segundo esquema na tabela. Seu método de referência é B1. Se em vez de laje o teto fosse um forro de madeira ou gesso, utilizariamos o quarto esquema, e o método de referência mudaria.

Método de referência*	Esquema ilustrativo	Descrição
B1		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede
B1		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria
B1		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção circular sobre parede ou espaçado desta seção menos de 0,3 vezes o diâmetro do eletroduto
B2		Condutores isolados em eletroduto de seção circular em espaço de construção
D		Cabo multipolar em eletroduto (de seção circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a)
D		Cabos unipolares em eletroduto (de seção não-circular ou não) ou em canaleta não-ventilada enterrado(a)
D		Cabos unipolares ou cabo multipolar diretamente enterrado(s) com proteção mecânica adicional

\* Se a altura (h) do espaço for entre 1,5 e 20 vezes maior que o diâmetro (D) do(s) eletroduto(s) que passa(m) por ele, o método adotado deve ser B2. Se a altura (h) for maior que 20 vezes, o método adotado deve ser B1.

*Tabela de tipos de linhas elétricas da norma ABNT NBR 5410:2004*

## 2.14.1 Capacidades de condução de corrente, em ampères, em relação aos métodos de referência B1, B2 e D.

Após determinar o método de referência, escolhe-se a bitola do cabo ou do fio que será utilizado na instalação a partir da tabela. A quantidade de condutores carregados no circuito (fases e neutro) também influencia a escolha.

Há dois condutores carregados (uma fase e um neutro). Sua corrente corrigida  $I_b$  é 8A e o método de referência que devemos utilizar é B1. Portanto, de acordo com a tabela a seguir, a seção (bitola) mínima do condutor deve ser 0,5mm<sup>2</sup> ..

### Características e condições de temperatura dos condutores

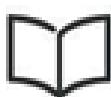
Condutores: cobre Isolação: PVC

Temperatura no condutor: 70°C

Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)

Seções nominais (mm <sup>2</sup> )	792Métodos de referência indicados na tabela anterior					
	B1		B2		D	
	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados	2 condutores carregados	3 condutores carregados
0,5	9	8	9	8	12	10
0,75	11	10	11	10	15	12
1	14	12	13	12	18	15
1,5	17,5	15,5	16,5	15	22	18
2,5	24	21	23	20	29	24
4	32	28	30	27	38	31
6	41	36	38	34	47	39
10	57	50	52	46	63	52
16	76	68	69	62	81	67
25	101	89	90	80	104	86
35	125	110	111	99	125	103
50	151	134	133	118	148	122
70	192	171	168	149	183	151
95	232	207	201	179	216	179
120	269	239	232	206	246	203
150	309	275	265	236	278	230
185	353	314	300	268	312	258
240	415	370	351	313	361	297
300	477	426	401	358	408	336
400	571	510	477	425	478	394
500	656	587	545	486	540	445
630	758	678	626	559	614	506
800	881	788	723	645	700	577
1.000	1.012	906	827	738	792	652

*Capacidades de condução de corrente, em ampères*



**Atenção: as tabelas são versões resumidas da norma ABNT NBR 5410:2004. Nelas foram apresentados apenas os casos mais utilizados em instalações residenciais. Consulte a norma quando houver uma situação que não se enquadre nas listadas aqui.**

Aplicando o mesmo princípio em todos os circuitos, temos a seguinte tabela:

### Seção dos condutores dos circuitos

Círculo	Forma de instalação	Método de referência	Nº de condutores carregados	Corrente corrigida $I_b$ (A)	Seção nominal ( $\text{mm}^2$ )
1	Fios isolados em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1	2	8	0,5
2	Fios isolados em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1	2	3	0,5
3	Fios isolados em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1	2	21	2,5
4	Fios isolados em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1	2	34	6
5	Fios isolados em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1	2	9	0,5
6	Fios isolados em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1	2	23	2,5
7	Fios isolados em eletroduto de seção circular embutido em alvenaria	B1	2	29	4
Distribuição	Cabos unipolares em eletroduto enterrado	D	3	50	10

### Seção dos condutores dos circuitos

Para se efetuar o dimensionamento dos condutores e dos disjuntores do circuito, algumas etapas devem ser seguidas. O maior agrupamento para cada um dos circuitos do projeto encontra-se em destaque na planta residencial.

**1<sup>a</sup> etapa** – consultar a planta com a representação gráfica da fiação e seguir o caminho que cada circuito percorre, observando neste trajeto qual o maior número de circuitos que se agrupa com ele.

O maior número de circuitos agrupados para cada circuito do projeto está relacionado abaixo.

nº do circuito	nº de circuitos agrupados	nº do circuito	nº de circuitos agrupados
1	3	7	3
2	3	8	3
3	3	9	3
4	3	10	2
5	3	11	1
6	2	12	3
		Distribuição	1

*Seção dos condutores dos circuitos*

**2<sup>a</sup> etapa** – determinar a seção adequada e o disjuntor apropriado para cada um dos circuitos. Para isto é necessário apenas saber o valor da corrente do circuito e, com o número de circuitos agrupados também conhecido, obter na tabela a seção do condutor e o valor da corrente nominal do disjuntor.

#### Exemplo > circuito 3

**Corrente = 7,1 A, 3 circuitos agrupados por eletroduto:** de acordo com a tabela na coluna de 3 circuitos por eletroduto, o valor de 7,1 A é menor do que 10 A e, portanto, a seção adequada para o circuito 3 é 1,5 mm<sup>2</sup> e o disjuntor apropriado é 10 A

#### Exemplo > circuito 12

**Corrente = 22,7 A, 3 circuitos agrupados por eletroduto:** entrando na tabela na coluna de 3 circuitos por eletroduto, o valor de 22,7 A é maior do que 20 A e, portanto, a seção adequada para o circuito 12 é 6 mm<sup>2</sup> e o disjuntor apropriado é 25 A.

Seção dos condutores (mm <sup>2</sup> )	Corrente nominal do disjuntor (A)			
	1 circuito por eletroduto	2 circuitos por eletroduto	3 circuitos por eletroduto	4 circuitos por eletroduto
1,5	15	10	10	10
2,5	20	15	15	15
4	30	25	20	20
6	40	30	25	25
10	50	40	40	35
16	70	60	50	40
25	100	70	70	60
35	125	100	70	70
50	150	100	100	90
70	150	150	125	125
95	225	150	150	150
120	250	200	150	150

*Seção dos condutores de acordo com a corrente nominal do disjuntor*

Desta forma, aplicando-se o critério mencionado para todos os circuitos, temos:

nº do circuito	Seção adequada (mm <sup>2</sup> )	Disjuntor (A)
1	1,5	10
2	1,5	10
3	1,5	10
4	1,5	10
5	1,5	10
6	1,5	10
7	1,5	10
8	1,5	10
9	1,5	10
10	1,5	10
11	4	30
12	6	25
Distribuição	16	70

*Disjuntor adequado por circuito*

**3<sup>a</sup> etapa** – verificar, para cada circuito, qual o valor da seção mínima para os condutores estabelecida pela ABNT NBR 5410:2004 em função do tipo de circuito.

Estes são os tipos de cada um dos circuitos do projeto:

nº do circuito	Tipo
1	Illuminação
2	Illuminação
3	Força
4	Força
5	Força
6	Força
7	Força
8	Força
9	Força
10	Força
11	Força
12	Força
Distribuição	Força

*Descrição dos circuitos*

Porém, a norma ABNT NBR 5410:2004 determina seções mínimas para os condutores de acordo com a sua utilização.

#### Seções mínimas dos condutores segundo sua utilização

Tipo de circuito	Seção mínima (mm <sup>2</sup> )
Illuminação	1,5
Força (pontos de tomadas, circuitos independentes e distribuição).	2,5

*Seções mínimas dos condutores segundo sua utilização*

Aplicando o que a ABNT NBR 5410:2004 estabelece, as seções mínimas dos condutores para cada um dos circuitos do projeto são:

nº do circuito	Seção adequada (mm <sup>2</sup> )	Seção adequada (mm <sup>2</sup> )
1	Iluminação	1,5
2	Iluminação	1,5
3	Força	2,5
4	Força	2,5
5	Força	2,5
6	Força	2,5
7	Força	2,5
8	Força	2,5
9	Força	2,5
10	Força	2,5
11	Força	2,5
12	Força	2,5
Distribuição	16	2,5

seções mínimas dos condutores para cada um dos circuitos do projeto de acordo com a ABNT NBR 5410

A tabela abaixo mostra as bitolas encontradas para cada circuito após termos feito os cálculos e termos seguido os critérios da ABNT NBR 5410:2004

nº do circuito	Seção adequada (mm <sup>2</sup> )	Seção mínima (mm <sup>2</sup> )
1	1,5	1,5
2	1,5	1,5
3	1,5	2,5
4	1,5	2,5
5	1,5	2,5
6	1,5	2,5
7	1,5	2,5
8	1,5	2,5
9	1,5	2,5
10	1,5	2,5
11	4	2,5
12	6	2,5
Distribuição	16	2,5

bitolas encontradas para cada circuito

### Exemplo > circuito 3

1,5 mm<sup>2</sup> é menor que 2,5 mm<sup>2</sup> seção dos condutores: **2,5 mm<sup>2</sup>**

### Exemplo > circuito 12

6 mm<sup>2</sup> é maior que 2,5 mm<sup>2</sup> seção dos condutores: **6 mm<sup>2</sup>**

Comparando os valores das seções adequadas, obtidos na tabela com os valores das seções mínimas estabelecidas pela ABNT NBR 5410:2004 adotamos para a seção dos condutores do circuito o maior deles.

nº do circuito	Tipo
1	1,5
2	1,5
3	2,5
4	2,5
5	2,5
6	2,5
7	2,5
8	2,5
9	2,5
10	2,5
11	4
12	6
Distribuição	16

*Seção adotada para os condutores*

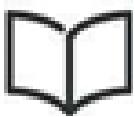
Nos casos em que o quadro de distribuição, ou do medidor, estiverem distantes da casa, deve-se levar em conta o comprimento máximo do condutor em função da queda de tensão.

Por exemplo, se o quadro do medidor da casa utilizado em nosso projeto estiver distante 60 m do quadro de distribuição, deve-se consultar a tabela, baseada na norma NBR 6148:

### Comprimento máximo dos circuitos

Seção nominal (mm <sup>2</sup> )	Capacidade de condução de corrente (A)	Comprimento máximo do circuito em função da queda de tensão (m)			
		Eletroduto não-metálico		Eletroduto metálico	
		127v	220v	127v	220v
1,5	15,5	8m	14m	7m	12m
2,5	21	10m	17m	9m	15m
4	28	12m	20m	10m	17m
6	36	13m	23m	12m	21m
10	50	32m	56m	29m	50m
16	68	37m	64m	33m	57m
25	89	47m	81m	38m	66m
35	111	47m	81m	41m	71m
50	134	50m	86m	44m	76m
70	171	54m	94m	46m	80m
95	207	57m	99m	49m	85m
120	239	59m	102m	51m	88m
150	275	60m	103m	50m	86m
185	314	60m	104m	51m	88m
240	369	60m	104m	47m	82m
300	420	58m	100m	45m	78m

*Comprimento máximo dos circuitos*



**Nota: Os comprimentos máximos indicados foram calculados considerando-se circuitos trifásicos com carga concentrada na extremidade, corrente igual à capacidade de condução respectiva, com fator de potência 0,8 e quedas de tensão máximas de 2% nas seções de 1,5 a 6 mm<sup>2</sup>, inclusive, e de 4% nas demais seções (pior situação possível).**

**Atenção: outros fatores importantes a serem considerados durante a realização do projeto são as temperaturas máximas de serviço contínuo, o limite de sobrecarga e o limite de curto-círcuito dos condutores. Em um projeto de instalação elétrica, a temperatura de um condutor durante períodos prolongados de funcionamento normal nunca deve ultrapassar o limite recomendado pela norma. A seguir, os limites de temperatura do tipo mais comum de condutor utilizado. Caso seu projeto não se enquadre nesses limites, consulte a norma ABNT NBR 5410:2004.**

De acordo com a tabela, o comprimento máximo de um condutor de 10 mm<sup>2</sup> é de 56 m. Portanto, se o quadro do medidor estiver a 60 m do quadro de distribuição haverá uma queda de tensão significativa na entrada do quadro de distribuição. A solução neste caso é utilizar um condutor de seção maior, que na mesma situação possa conduzir sem queda de tensão. Pela tabela, esse condutor deve ter 16 mm<sup>2</sup> ou mais.

#### **Limites de temperatura do condutor mais comum**

<b>Tipo de isolação</b>	<b>Temperatura máxima de serviço contínuo °C</b>	<b>Temperatura limite de sobrecarga °C</b>	<b>Temperatura limite de curto-círcuito °C</b>
PVC com seção até 300mm <sup>2</sup>	70	100	160

*Seções mínimas dos condutores segundo sua utilização*

#### **2.14.2 Dimensionamento do disjuntor aplicado no quadro do medidor**

Para se dimensionar o disjuntor aplicado no quadro do medidor, primeiramente, é necessário saber:

- a potência total instalada que determinou o tipo de fornecimento,
- o tipo de sistema de distribuição da companhia de eletricidade local.

De posse desses dados, consulte a norma de fornecimento da companhia de eletricidade local para obter a corrente nominal do disjuntor a ser empregado.

#### **2.14.3 Dimensionamento dos dispositivos DR**

Dimensionar o dispositivo DR é determinar o valor da corrente nominal e da corrente diferencial-residual nominal de atuação de tal forma que se garanta a proteção das pessoas contra choques elétricos.

- Corrente diferencial-residual nominal de atuação A ABNT NBR 5410:2004 estabelece que, no caso dos DRs de alta sensibilidade, o valor máximo para esta corrente é de 30mA
- Corrente nominal. De um modo geral, as correntes nominais típicas disponíveis no mercado são: 25, 40, 63, 80, 100 e 125 A.

Devem ser escolhidos com base na corrente dos disjuntores:

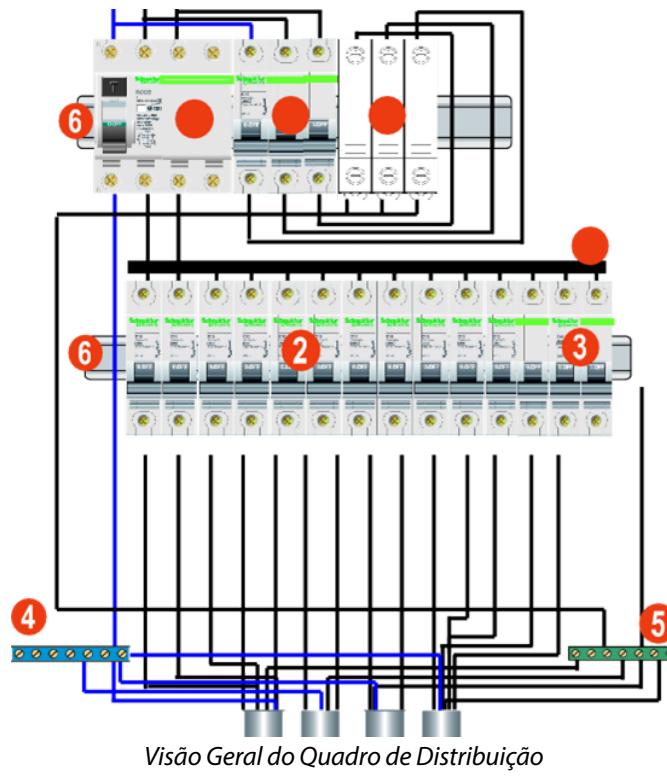
Corrente nominal do disjuntor (A)	Corrente nominal mínima do DR (A)
10, 16, 20, 25	25
32, 40	40
50, 63	63
70	80
90, 100	100
125	125

Dimensionamento dos dispositivos DR

Aplicando os métodos de escolha de disjuntores e dispositivos DR vistos anteriormente, temos:

Nº	Círculo Tipo	Tensão (V)	Local	Potência		Corrente (A)	No. de circuitos agrupados	Seção dos condutores (mm <sup>2</sup> )	Proteção		
				Qtde x potência (VA)	Total (VA)				Tipo		Nº de pólos
1	Illum. social	127	Sala Dorm. 1 Dorm. 2 Banheiro Hall	1 x 100 1 x 160 1 x 160 1 x 100 1 x 100	620	4,9	3	1,5	Disj. + DR	1 2	10 25
2	Illum. serviço	127	Copa cozinha A. serviço A. externa	1 x 100 1 x 160 1 x 100 1 x 100	460	3,6	3	1,5	Disj. + DR	1 2	10 25
3	Pontos de tomadas	127	Sala Dorm. 1 Hall	4 x 100 4 x 100 1 x 100	900	7,1	3	2,5	Disj. + DR	1 2	10 25
4	Pontos de tomadas	127	Banheiro Dorm. 2	1 x 600 4 x 100	1000	7,9	3	2,5	Disj. + DR	1 2	10 25
5	Pontos de tomadas	127	Copa	2 x 600	1200	9,4	3	2,5	Disj. + DR	1 2	10 25
6	Pontos de tomadas	127	Copa	1 x 100 1 x 600	700	5,5	2	2,5	Disj. + DR	1 2	10 25
7	Pontos de tomadas	127	Cozinha	2 x 600	1200	9,4	3	2,5	Disj. + DR	1 2	10 25
8	Pontos de tomadas + Pontos de tomadas dedicadas	127	Cozinha	1 x 100 1 x 600 1 x 500	1200	9,4	3	2,5	Disj. + DR	1 2	10 25
9	Pontos de tomadas	127	A. serviço	2 x 600	1200	9,4	3	2,5	Disj. + DR	1 2	10 25
10	Pontos de tomadas dedicadas	127	A. serviço	1 x 1000	1000	7,9	2	2,5	Disj. + DR	1 2	10 25
11	Pontos de tomadas dedicadas	220	Chuveiro	1 x 5600	5600	25,5	1	4	Disj. + DR	2 2	30 40
12	Pontos de tomadas dedicadas	220	Torneira	1 x 5000	5000	22,7	3	6	Disj. + DR	2 2	25 25
Distribuição		220	Quadro de distribuição		12459	55,6		1	16	2	70

Dimensionamento dos dispositivos DR e dos disjuntores



Visão Geral do Quadro de Distribuição

**Onde:**

1. Interruptor diferencial
2. Disjuntores dos circuitos terminais monofásicos
3. Disjuntores dos circuitos terminais bifásicos.
4. Barramento de neutro N. Faz a ligação dos condutores neutros dos circuitos terminais com o neutro do circuito de distribuição, devendo ser isolado eletricamente da caixa do quadro geral.
5. Barramento do condutor de proteção PE (fio terra). Deve ser ligado eletricamente à caixa do quadro geral.
6. Trilho DIN para montagem de dispositivos modulares.



**Sugestão de atividade prática:**



=> **Instalação de quadro de distribuição.**

#### 2.14.4 Condutores de neutro e de proteção

Normalmente, em uma instalação os condutores de um mesmo circuito têm a mesma seção (bitola), porém a norma ABNT NBR 5410:2004 permite a utilização de condutores de neutro e de proteção com seção menor que a obtida no dimensionamento nas seguintes situações:

**Condutor de neutro:** em circuitos trifásicos em que a seção obtida no dimensionamento seja igual ou maior que 35 mm<sup>2</sup>, a seção do condutor de neutro poderá ser como na tabela ?.

##### Seções mínimas do condutor de neutro (N)

Seção dos condutores (mm <sup>2</sup> )	Seção do neutro (mm <sup>2</sup> )
35	25
50	25
70	35
95	5

Seções mínimas do condutor de neutro (N)

**Condutor de proteção:** em circuitos em que a seção obtida seja igual ou maior que 25 mm<sup>2</sup>, a seção do condutor de proteção poderá ser como indicado na tabela:

## Seções mínimas do condutor de proteção (PE)

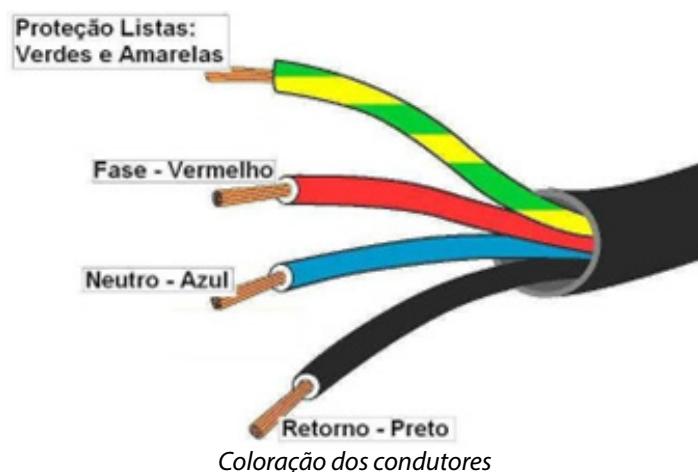
seção dos condutores fase (mm <sup>2</sup> )	seção do condutor de proteção (mm <sup>2</sup> )
1,5	1,5
2,5	2,5
4	4
6	6
10	10
16	16
25	16
35	16
50	25
70	35
95	50
120	70
150	95
185	95
240	120

Seções mínimas do condutor de proteção (PE)

### 2.14.5 Coloração dos condutores

De acordo com a norma ABNT NBR 5410:2004, os condutores deverão ter as colorações abaixo.

- Condutor de proteção (PE ou terra): verde ou verde-amarelo.
- Condutor de neutro: azul.
- Condutor de fase: qualquer cor, exceto as utilizadas no condutor de proteção e no condutor de neutro.
- Condutor de retorno (utilizado em circuitos de iluminação): utilizar preferencialmente a cor preta.



## 2.15 Dimensionamento dos eletrodutos

Dimensionar eletrodutos é determinar o tamanho nominal do eletroduto para cada trecho da instalação. Com as seções dos fios e dos cabos de todos os circuitos já dimensionadas, o próximo passo é o dimensionamento dos eletrodutos. O tamanho nominal é o diâmetro externo do eletroduto expresso em mm, padronizado por norma. Esse diâmetro deve permitir a passagem fácil dos condutores. Por isso, recomenda-se que os condutores não ocupem mais que 40% da área útil dos eletrodutos. Proceda da seguinte maneira em cada trecho da instalação:

- conte o número de condutores que passarão pelo trecho,
- dimensione o eletroduto a partir do condutor com a maior seção (bitola) que passa pelo trecho.

Tendo em vista as considerações acima, a tabela a seguir fornece diretamente o tamanho do eletroduto.



Seção nominal (mm <sup>2</sup> )	Número de condutores dentro do eletroduto									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Tamanho nominal do eletroduto (mm)										
1,5	16	16	16	16	16	16	20	20	20	20
2,5	16	16	16	20	20	20	20	25	25	25
4	16	16	20	20	20	25	25	25	25	25
6	16	20	20	25	25	25	25	32	32	32
10	20	20	25	25	32	32	32	40	40	40
16	20	25	25	32	32	40	40	40	40	40
25	25	32	32	40	40	40	50	50	50	50
35	25	32	40	40	50	50	50	50	50	60
50	32	40	40	50	50	60	60	60	75	75
70	40	40	50	60	60	60	75	75	75	75
95	40	50	60	60	75	75	75	85	85	85
120	50	50	60	75	75	75	85	85	-	-
150	50	60	75	75	85	85	-	-	-	-
185	50	75	75	85	85	-	-	-	-	-
240	60	75	85	-	-	-	-	-	-	-

Definição do diâmetro do eletroduto

### Exemplo:

- Número de condutores no trecho do eletroduto = 6
- Maior seção dos condutores = 4mm<sup>2</sup>

O tamanho nominal do eletroduto será 20mm.

Para dimensionar os eletrodutos de um projeto elétrico, é necessário ter:

- a planta com a representação gráfica da fiação com as seções dos condutores indicadas,
- e a tabela específica que fornece o tamanho do eletroduto.

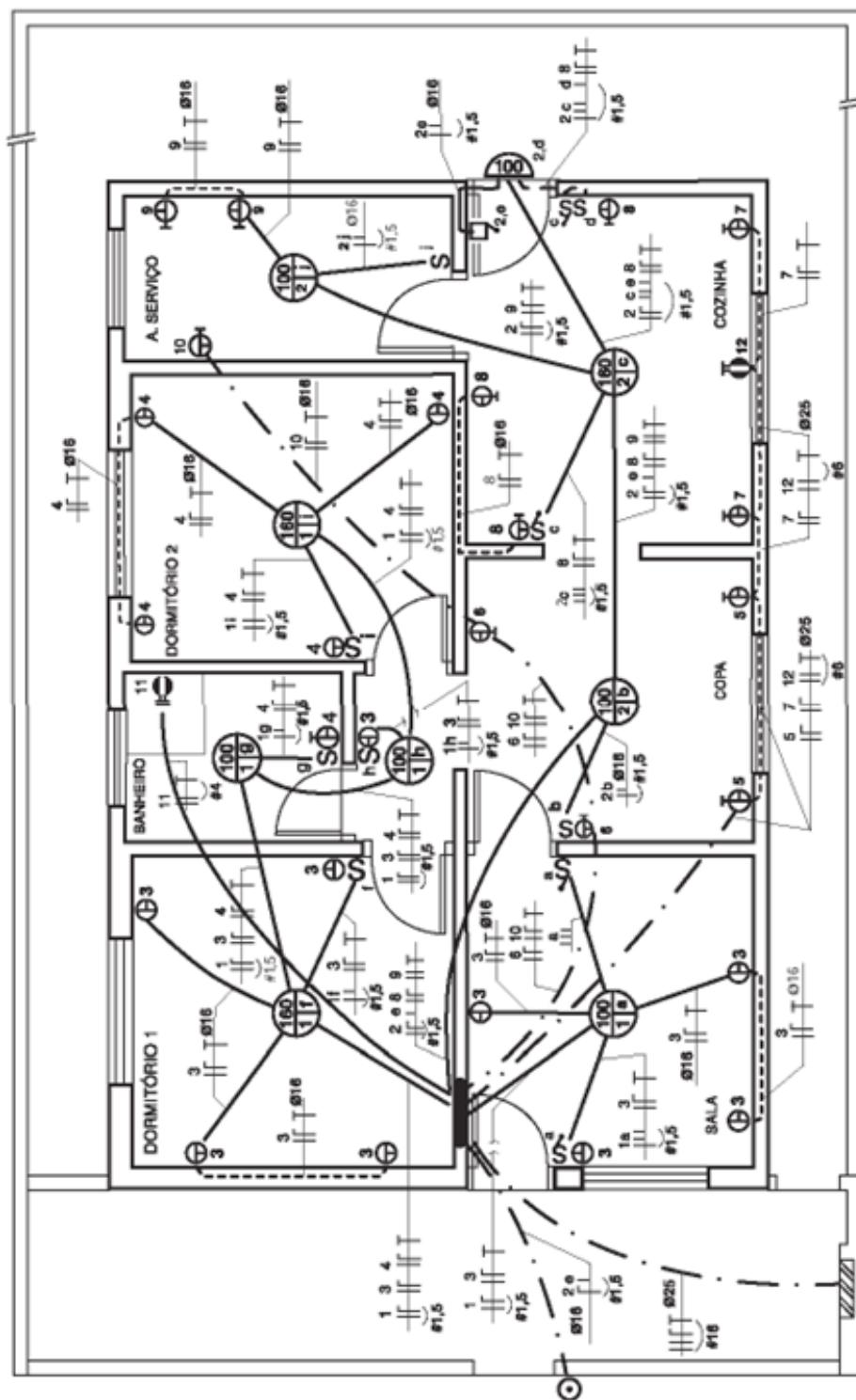
## Como proceder:

Na planta do projeto, para cada trecho de eletroduto deve-se:

1º. Verificar o número de condutores contidos no trecho,

2º. Verificar qual é a maior seção destes condutores.

De posse destes dados, deve-se: consultar a tabela específica para se obter o tamanho nominal do eletroduto adequado a este trecho.



*Tamanho nominal do eletroduto adequado a este trecho*

Os condutores e eletrodutos sem indicação na planta serão: 2,5mm<sup>2</sup> e Ø 20mm, respectivamente.

## 2.16 Levantamento de material

Para a execução da instalação elétrica residencial, é necessário realizar previamente o levantamento do material, que nada mais é que: medir, contar, somar e relacionar todo o material a ser empregado e que aparece representado na planta residencial.

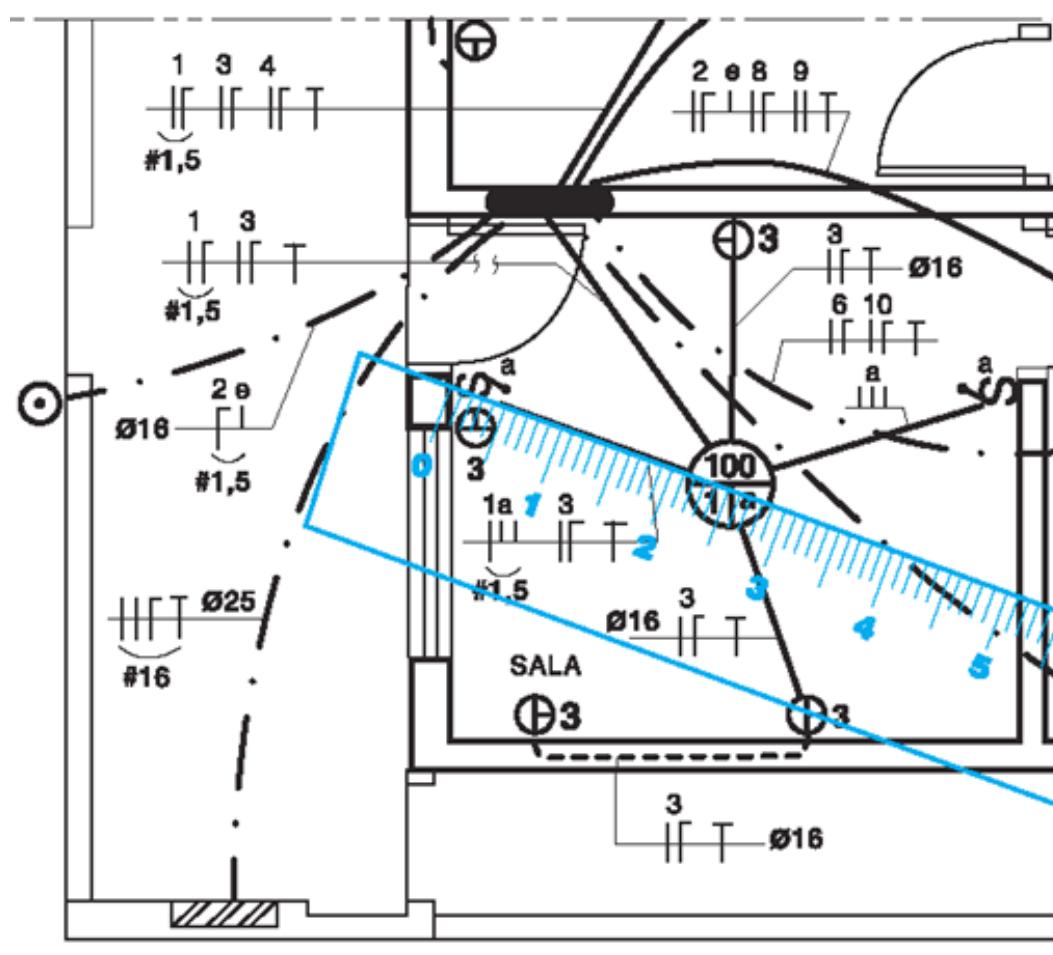
Então: medir e determinar quantos metros de eletrodutos e condutores devem ser adquiridos para a execução do projeto, nas seções indicadas.

Para se determinar a medida dos eletrodutos e fios deve-se: medir, diretamente na planta, os eletrodutos representados no plano horizontal e somar, quando for o caso, os eletrodutos que descem ou sobem até as caixas.

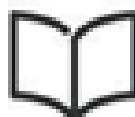
## Medidas do eletroduto no plano horizontal

São feitas com o auxílio de uma régua, na própria planta residencial.

Uma vez efetuadas, estas medidas devem ser convertidas para o valor real, através da escala em que a planta foi desenhada. A escala indica qual é a proporção entre a medida representada e a real.



### *Medidas do eletroduto no plano horizontal*

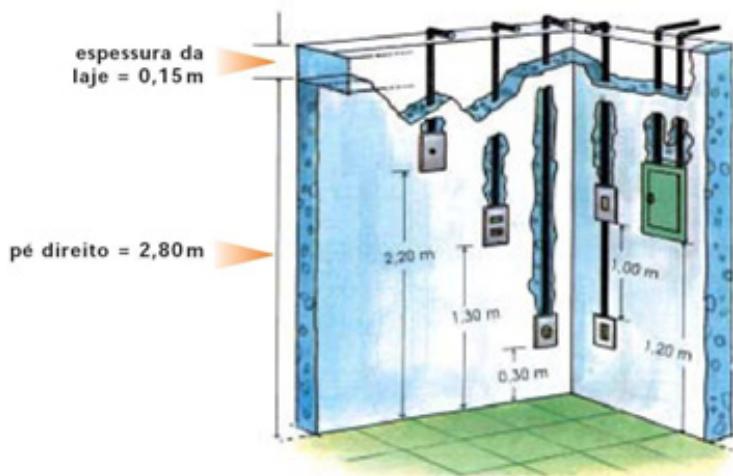


**Exemplos: Escala 1:100: Significa que a cada 1 cm no desenho corresponde a 100cm nas dimensões reais.**

**Escala 1:25 : Significa que a cada 1 cm no desenho corresponde a 25 cm nas dimensões reais.**

## Medidas dos eletrodutos que descem até as caixas

São determinados descontando da medida do pé direito mais a espessura da laje da residência a altura em que a caixa está instalada.



Eletrodutos que descem até as caixas

Caixas para	Subtrair
Saída alta	2,20m
Interruptor e ponto de tomada média	1,30m
Ponto de tomada baixa	0,30m
Quadro de distribuição	1,20m

Cálculo dos eletrodutos que descem até a caixa

## Exemplificando

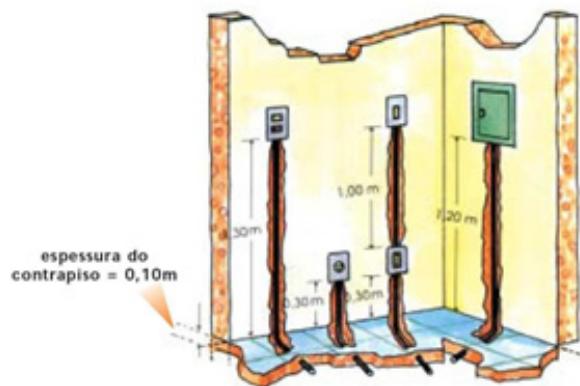
$$\text{Pé direito} = 2,80 \text{ m}$$

$$\text{Esp. da laje} = \frac{0,15 \text{ m}}{2,95 \text{ m}}$$

$$\text{Caixa para saída alta subtrair } 2,20 \text{ m} = 2,95 \text{ m} \quad \frac{-2,20 \text{ m}}{0,75 \text{ m}}$$

## Medidas dos eletrodutos que sobem até as caixas

São determinadas somando a medida da altura da caixa mais a espessura do contra piso.



Eletrodutos que sobem até as caixas

Caixas para	Subtrair
Interruptor e ponto de tomada média	1,30m
Ponto de tomada baixa	0,30m
Quadro de distribuição	1,20m

*Cálculo dos eletrodutos que descem até a caixa*

### Exemplificando

Espessura do contrapiso = 0,10 m

$$1,30 + 0,10 = 1,40 \text{ m}$$

$$0,30 + 0,10 = 0,40 \text{ m}$$



**Nota: as medidas apresentadas são sugestões do que normalmente se utiliza na prática.**

**A ABNT NBR 5410:2004 não faz recomendações a respeito disso.**

Tendo-se medido e relacionado os eletrodutos e fiação, conta-se e relaciona-se também o número de: caixas, curvas, luvas, arruelas e buchas, tomadas, interruptores, conjuntos e placas de saída de condutores.

### Caixas de derivação:



retangular

100mm x 50mm (4" x 2")



quadrada

100mm x 100mm (4" x 4")



Octogonal

100mm x 100mm (4" x 4")

### Curvas, luva, bucha e arruela:



curva 45°



luva



curva 90°



arruela



bucha

### Condutores:



Caixa de derivação "B"



Caixa de derivação "C"



Caixa de derivação "L"



Caixa de derivação "T"



Caixa de derivação "TB"



Caixa de derivação "X"



Caixa de derivação "CD"



Caixa de derivação "ED"



Caixa de derivação "CT"

## Tomadas, interruptores e conjuntos



Lista de material	Quantidade	Preço	
		Unitário	Total
Cabos			
Proteção 16 mm <sup>2</sup>	7m		
Fase 16 mm <sup>2</sup>	13m		
Neutro 16 mm <sup>2</sup>	7m		
Fase 1,5 mm <sup>2</sup>	56m		
Neutro 1,5 mm <sup>2</sup>	31m		
Retorno 1,5 mm <sup>2</sup>	60m		
Fase 2,5 mm <sup>2</sup>	159m		
Neutro 2,5 mm <sup>2</sup>	151m		
Retorno 2,5 mm <sup>2</sup>	9m		
Proteção 2,5 mm <sup>2</sup>	101m		
Fase 4 mm <sup>2</sup>	15 m		
Proteção 4 mm <sup>2</sup>	8 m		
Fase 6 mm <sup>2</sup>	22 m		
Proteção 6 mm <sup>2</sup>	11 m		
<b>Eletrodutos</b>			
16 mm	16 barras		
20 mm	27 barras		
25 mm	4 barras		
<b>Outros componentes da distribuição</b>			
Caixa 4" x 2"			
Caixa octogonal 4" x 4"			
Caixa 4" x 4"			
Campainha			
Tomada 2P+T			
Interruptor simples			
Interruptor paralelo			
Conjunto interruptor simples e tomada 2P+T			
Conjunto interruptor paralelo e tomada 2P+T			
Conjunto interruptor paralelo e interruptor simples			
Placa para saída de fio			

Disjuntor termomagnético monopolar 10A			
Disjuntor termomagnético bipolar 25A			
Disjuntor termomagnético bipolar 32A			
Disjuntor termomagnético bipolar 80A			
Interruptor diferencial residual bipolar 30 mA/25A			
Interruptor diferencial residual bipolar 30 mA/40A			
Quadro de distribuição			

## 2.17 Emendas de Condutores Elétricos

### 2.17.1 Emendas ou conexões em instalações elétricas

Nas instalações elétricas em geral as conexões são, na maioria das vezes, inevitáveis. A conexão de condutores entre si (emendas), quando feitas de forma incorreta, pode ocasionar diversos problemas tanto elétricos, quanto mecânicos, e de segurança para o usuário e a instalação. A conexão dos condutores entre si e entre outros componentes deve garantir a continuidade elétrica durável, proteção suficiente e resistência mecânica. Alguns agravantes que podemos observar onde existe o excesso de conexões é uma diminuição de aproximadamente 20% da condutividade de corrente elétricas e a redução de cerca de 20% da tração dos condutores.

Para eliminar ao máximo os problemas com as conexões, trabalharemos nesse tópico alguns procedimentos e critérios básicos para a realização de alguns tipos. Iremos obedecer a certos critérios, que permitam a passagem de corrente com o mínimo de perdas possíveis (efeito Joule).

### 2.17.2 Emenda de condutores em prosseguimento

Essa operação consiste em prolongar as linhas unindo dois condutores. Esse tipo de emenda é sugerida para ser usada em linhas abertas.

Procedimento:

1. Com a ajuda de um alicate ou estilete remova boa parte da isolação com cuidado para não danificar o corpo de cobre.
2. Cruze as pontas, formando um ângulo de aproximadamente 90°
3. Segurando os condutores com o alicate, conforme a imagem, inicie as primeiras voltas com os dedos, deixando-as sempre uniformes.



Iniciando a emenda tipo prolongamento

4. Finalize a primeira parte apertando-a com o alicate
5. Inicie a segunda parte da emenda como visto nos passos 1, 2 e 3.



Finalizando a emenda tipo prolongamento

6. Com o alicate finalize a emenda e remova espaços entre as voltas.



Emenda tipo prosseguimento finalizada



**Sugestão de atividade prática:**



**=> Praticar emenda em prolongamento**

### 2.17.3 Emenda de condutores em derivação

Esse tipo de emenda consiste em derivar a rede principal para outro circuito. Procedimento:

1. Com a ajuda de um alicate ou estilete, remova parte da isolação do condutor da linha principal, sem cortar ou danificar o cobre do condutor. E com o condutor do circuito de derivação, retire parte de isolação suficiente para ser enrolada.



Emenda tipo prosseguimento finalizada

2. Cruze os condutores, formando um ângulo de aproximadamente 90°. E segurando-os com um alicate, inicie com os dedos a fim de envolver o condutor do circuito de derivação uniformemente, sobre o condutor do circuito principal, conforme as figuras.



Procedimento das emendas tipo derivação, com condutores rígidos e flexíveis

3. Use o alicate para finalizar e apertar a emenda. E ela ficará conforme a figura.



Emenda finalizada



**Sugestão de atividade prática:**



**=> Praticar emenda em derivação**

## 2.17.4 Emenda de condutores em “rabo-de-rato”

Esse tipo de emenda é muito utilizado onde as emendas ficarão em lugares fechados, e podem ser feitas com dois, três ou quatro condutores juntos, seguindo o mesmo procedimento.

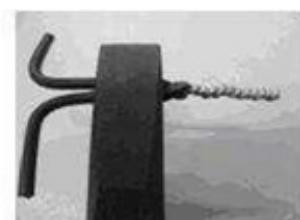
Procedimento:

1. Com a ajuda de um alicate ou estilete, remova parte da isolação dos condutores a serem emendados, e coloque-os um ao lado do outro com a parte de cobre levemente dobrada, formando um ângulo, de aproximadamente 90° conforme a figura.



*Iniciando a emenda tipo “rabo-de-rato”*

2. Segurando com o alicate, inicie as primeiras voltas com os dedos.
3. Uniformemente, enrole os condutores, e finalize apertando com o alicate, e logo após corte um pequeno pedaço da extremidade para que os condutores fiquem do mesmo tamanho, conforme mostra a figura.



*Emenda tipo “rabo-de-rato” finalizada*



**Sugestão de atividade prática:**



**=> Praticar emenda rabo-de-rato**

## 2.17.5 Solda de emendas

Todas as emendas e conexões se possível devem ser soldadas, pois a solda possui os seguintes benefícios para instalação:

- Evita oxidação.
- Aumenta a área de contato do condutor.
- Aumenta a resistência mecânica.



*Carretéis de estanho, material usado para soldar as emendas de condutores, e um ferro de soldar*

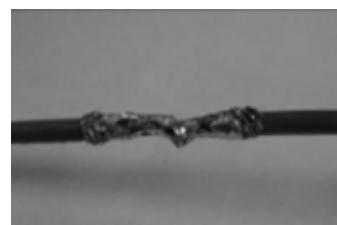
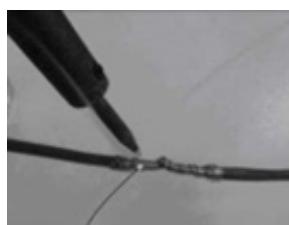
## Procedimento:

1. Desenrolar do carretel um pedaço da solda também chamado estanho, utilizado para soldar condutores e peças eletrônicas,
2. Com a temperatura do ferro estabilizada, colocar a ponta do mesmo em contato com a emenda.



*Carretéis de estanho, material usado para soldar as emendas de condutores, e um ferro de soldar*

3. No lado oposto do contato da ponta do ferro, derreter a solda até que a mesma preencha os espaços entre as voltas dos condutores emendados.



*Fazendo a solda*



**Nota: Mesmo que a solda seja feita de forma correta, devem ser tomados alguns cuidados. Como por exemplo, utilizar a ponta do ferro de solda e condutores limpos, evitar aquecer em demasia o que pode danificar a isolação dos condutores.**



**Nota: Após o procedimento de soldagem, aguarde alguns segundos para continuar o manuseio da mesma, evitando a ocorrência de acidente por queimadura.**



**Sugestão de atividade prática:**



**=> Praticar soldagem de emendas**

## 2.17.6 Isolação de emendas

Qualquer emenda deve ser obrigatoriamente isolada. Normalmente as isolações são feitas com uma fita preta de PVC conhecida como fita isolante, que é específica para isolação de condutores elétricos. Para maior segurança use somente fitas isolantes certificadas conforme norma ABNT NBR NM 60454-3 e que atenda os requisitos da Norma RoHS ( Metais pesados ) Existe também um tipo de fita mais resistente chamada de isolante de borracha (auto fusão), que serve para isolar condutores por onde circulam correntes elevadas, mas lembre-se que a fita de auto fusão nunca trabalha sozinha e deve ser acompanhada da fita isolante de PVC certificadas e resistentes a intempéries ( UV ) e livre de metais pesados

Uma emenda exposta ou mal isolada acarreta diversos fatores prejudiciais tanto à instalação e principalmente ao usuário, que pode ser vítima fatal de um choque elétrico causado por um condutor exposto ou com isolação mal feita.



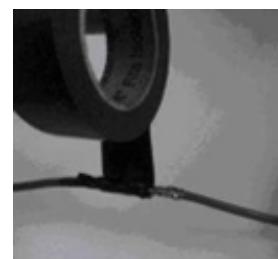
*Fita isolante comum de PVC e fita isolante de borracha auto fusão*

## Procedimento:

1. Com a fita posicionada a aproximadamente 45°, aplicar uma camada com 50% de sobreposição sobre a emenda em todo seu comprimento. Tracione ( alongar ) a fita o suficiente para obter uma camada uniforme sem falhas de sobreposição, dobras ou bolhas.



*Iniciando a isolação*



*Aplicando a primeira camada da isolação*

2. Aplique a segunda camada lembrando que a nova camada deve ocupar aproximadamente 50% da fita da camada anterior. Termine a aplicação com sobreposição 100% sobre o dorso da própria fita.



*Aplicação das demais camadas de isolação*

3. Repetir o processo até que a emenda esteja totalmente envolvida pela fita isolante evitando volume demais na emenda.



*Isolação Finalizada*



### Notas:

1. **Nenhuma emenda deve ser feita dentro de eletrodutos fechados, pois isso compromete a acessibilidade do circuito e a segurança da instalação e do usuário. As emendas devem ser feitas nas caixas de derivação, quadros ou condutores.**
2. **Sempre antes de realizar qualquer emenda, limpe bem as partes desencapadas dos condutores e certifique-se que não estão oxidados, com graxas ou muito danificados (feridos)**
3. **Desencape o condutor sempre o suficiente para que ao término da emenda, não exista nem sobra nem falta de condutor.**

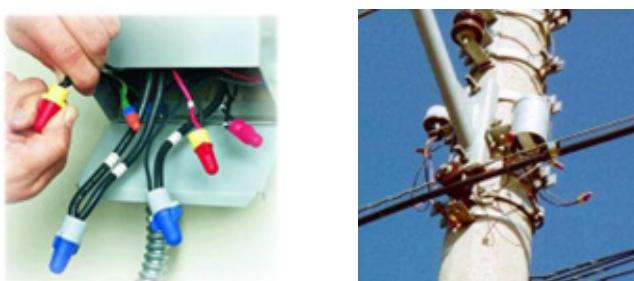


### Sugestão de atividade prática:

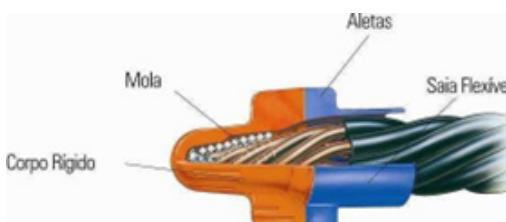
=> Praticar isolação de emendas

## 2.17.7 Emendas com conectores de torção

Os conectores elétricos de torção dispensam o uso de solda e ferramentas para instalações. Seu princípio é baseado na conexão por pressão, assegurando ligações permanentes nas condições mais severas de uso. Recomendados para uso interno e externo.



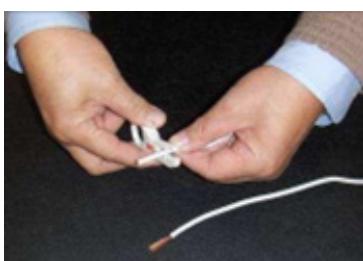
*Exemplos de aplicação de conectores de torção*



*Estrutura interna do conector.*

Por que usá-los?

- Rapidez e praticidade para o trabalho
- Conexão segura e duradoura
- Excelente acabamento Procedimento:
  1. Decape a ponta dos fios a serem emendados com ferramenta apropriada.



*Decapando a ponta dos fios*

2. Torça as pontas decapadas dos fios.



*Torçando as pontas dos fios*

3. Encaixe as pontas torcidas dentro do conector e torça até o final.



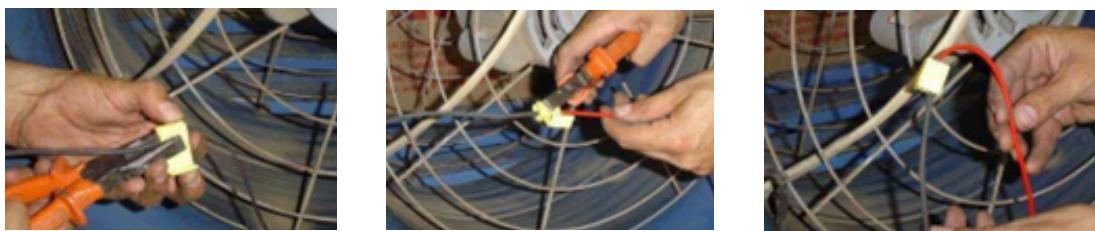
*Encaixando as pontas torcidas dentro do conector.*



**Nota: Tenha certeza que o produto utilizado seja antichama e resistente a raios UV.**

## 2.17.8 Emendas com conectores elétricos de derivação

Conectores elétricos de derivação são dotados de contatos de latão estanhado em "U" que, em uma única operação, removem a capa isolante dos fios sem a utilização de ferramentas especiais. Eles conectam e isolam através de um corpo de polipropileno autoextinguível.



Exemplo de Conexão de condutores elétricos em derivação.

### Procedimento

1. Insira diretamente os cabos (energizados e a derivar) nas entradas correspondentes ao conector.
2. Com um alicate comum de pega isolada, aperte o contato em "U". Ele irá cortar o isolamento de ambos os fios e proporcionará uma ponte condutora de energia.
3. Finalmente, fechando a camada externa, está pronta a emenda de derivação rápida, segura e isolada.



### 3. Medidas Elétricas

#### 3.1 Conversão de Grandezas Elétricas

Ao trabalhar com uma determinada grandeza elétrica é comum ter a necessidade de alterar a forma de como a mesma é apresentada, a fim de ter-se melhor precisão e mais conforto no trabalho com a mesma.

##### 3.1.1 Conversão de Valor de Corrente Elétrica

É o movimento ordenado de elétrons dentro de um material condutor. A unidade da corrente elétrica é o ampère, abreviado pela letra "A".

- **Múltiplos do ampère:**

**kiloampère**, abreviado pelas letras **kA**. um kiloampère é igual a 1000A.

$$1\text{kA} =$$

Para converter kiloampère (kA) para ampère (A), segue-se o seguinte procedimento:

Com o valor em kiloampère (kA), multiplica-se por 1000 (mil), o resultado desta multiplicação será em Ampére.

- a) Conversão de 2,5 kA para ampère:  $2,5 \times 1000 = 2.500 \text{ A}$

Para converter ampère (A) para kiloampère (kA), segue-se o seguinte procedimento:

Com o valor em Ampére, divide-se por 1000 (mil), o resultado dessa divisão será em kiloampère.

- b) Conversão de 2000 ampère em kA:  $2000 / 1000 = 2 \text{ kA}$

- **Submúltiplos do ampère:**

**miliampère**, abreviado pelas letras **mA** um miliampère é igual a 0,001A.

$$1\text{mA} =$$

Para converter miliampère (mA) para ampère (A), segue-se o seguinte procedimento:

Com o valor em miliampère (mA), divide-se por 1000 (mil), o resultado desta multiplicação será em Ampére.

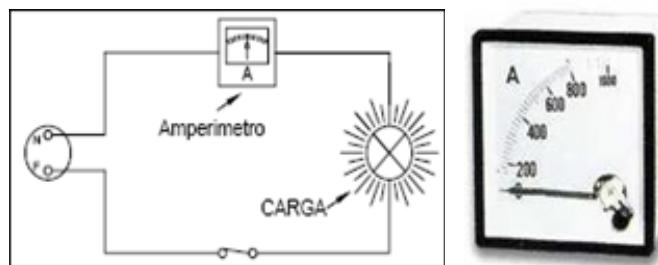
- a) Converter 350 mA para ampère:  $350 / 1000 = 0,35 \text{ A}$

Para converter ampère (A) para miliampère (mA), segue-se o seguinte procedimento:

Com o valor em ampère (A), multiplica-se por 1000 (mil), o resultado desta multiplicação será em miliampére.

- b) Converter 0,23A para miliampere:  $0,23 \times 1000 = 230\text{mA}$

O instrumento que se utiliza para medir a Corrente Elétrica é o **AMPERÍMETRO**.



Amperímetro de painel com esquema de ligação

### 3.1.2 Conversão de Valor de Tensão Elétrica

É a força que faz com que os elétrons comecem a se movimentar. Também é chamada de diferença de potencial (d.d.p) ou força eletromotriz (fem). A unidade de medida da d.d.p. é **volt**, abreviado pela letra "**V**".

- **Múltiplos do Volt:**

kilovolt, abreviado pelas letras **kV**. Um kilovolt é igual a 1000V

$$1\text{kV} = 1000\text{V}$$

Para converter kilovolt (kV) para Volt (V), segue-se o seguinte procedimento:

Pega-se o valor em kilovolt (kV) e multiplica-se por 1000 (mil), o resultado desta multiplicação será em Volt.

- Converter-se 0,5 kV para Volt.  $0,5 \times 1000 = 500\text{ V}$

Para converter Volt (V) para kilovolt (kV), segue-se o seguinte procedimento:

Pega-se o valor em volt e divide-se por 1000 (mil), o resultado desta divisão será em kilovolt.

- Converter 200 V em Kilovolt (KV):  $200 / 1000 = 0,2\text{ kV}$

- **Submúltiplos do Volt:**

milivolt, abreviado pelas letras **mV** um milivolt é igual a 0,001A.

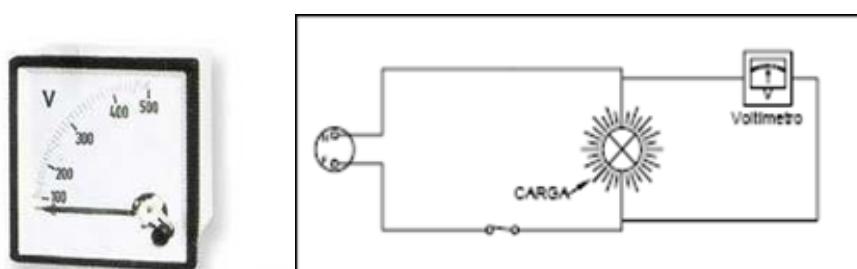
$$1\text{mV} = 0,001$$

Para converter milivolt (mV) para Volt (V), segue-se o seguinte procedimento:

Com o valor em milivolt (mV), divide-se por 1000 (mil), o resultado desta divisão será em Volt.

- Converter 953 mV para ampère:  $953 / 1000 = 0,953\text{ V}$

O instrumento utilizado para medir a diferença de potencial (ddp) é o **VOLTÍMETRO**.



Voltímetro de painel com esquema de ligação

### 3.1.3 Conversão de Valor de Resistência Elétrica

Resistência é a dificuldade (oposição) oferecida à passagem da corrente elétrica por um material condutor. A unidade de medida da resistência é o ohm, abreviado pela letra grega “Ω”.

- **Múltiplos do Ohm:**

kilohm, abreviado pelas letras kΩ. Um kilohm é igual a 1000 Ω.

$$1\text{k}\Omega = 1000\Omega$$

Para converter kilohm (kΩ) para ohm (Ω), segue-se o seguinte procedimento:

Pega-se o valor em kilohm (kΩ) e multiplica-se por 1000 (mil), o resultado desta multiplicação será em Ohm(s).

- a) Converter 1,2 kΩ para ohms.  $1,2 \times 1000 = 1200 \Omega$

- **Submúltiplos do Ohm:**

miliohm, abreviado pelas letras mΩ um miliohm é igual a 0,001Ω

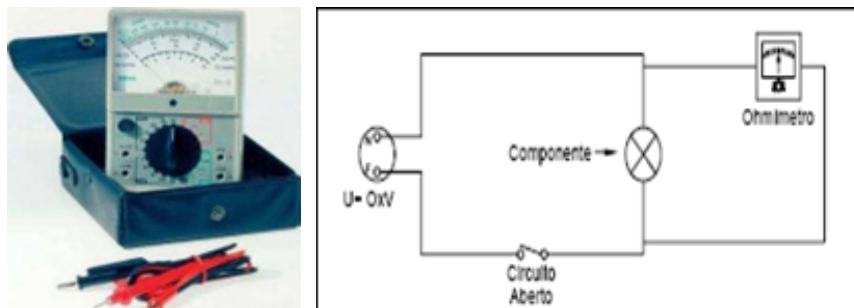
$$1\text{m}\Omega = 0.001$$

Para converter ohm (Ω) para kilohm (kΩ). Segue-se o seguinte procedimento:

Pega-se o valor em ohm e dividi-se por 1000 (mil), o resultado desta divisão será em kilohm.

- b) Converter 50 Ω em kilohms:  $50 / 1000 = 0,05 \text{ k}\Omega$

O instrumento utilizado para medir a resistência é o **OHMÍMETRO**.



Ohmímetro analógico com esquema de ligação

### 3.1.4 Potência Elétrica

É a capacidade que os elétrons possuem de realizar trabalho. Ou seja dos equipamentos converterem energia. A unidade de medida da potência elétrica é o watt abreviado pela letra “W”.

- **Múltiplos do Watt:**

kilowatt, abreviado pelas letras kW. Um kilowatt é igual a 1000W.

$$1\text{kW} =$$

Para converter kilowatt (kW) para watt (W), segue-se o seguinte procedimento:

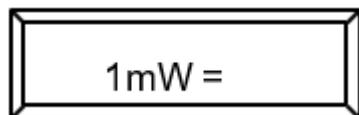
Pega-se o valor em kilowatt (kW) e multiplica-se por 1000 (mil), o resultado desta multiplicação será em watt(s).

- a) Converter-se 12 kW para watts.

$$12 \times 1000 = 12000 \text{ W}$$

• **Submúltiplos do Watt:**

milliwatt, abreviado pelas letras mW um milliwatt é igual a 0,001W.

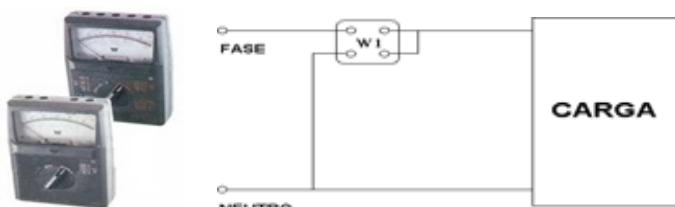

$$1\text{mW} =$$

Para converter watt (mW) para watt (W), segue-se o seguinte procedimento:

Pega-se o valor em milliwatt e multiplica-se por 1000 (mil), o resultado desta multiplicação será em watt.

- b) Converter 235 mW para Watts:  $235 / 1000 = 0,235 \text{ W}$

O instrumento utilizado para medir a Potência Elétrica é o **WATTÍMETRO**.



Wattímetro com esquema de ligação

### 3.2 Multímetro

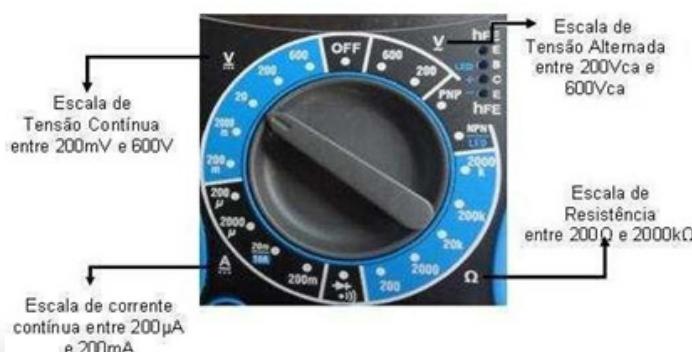
O multímetro é um instrumento de medida multifuncional que congrega, entre outras, as funções de voltímetro e de amperímetro. Atualmente existe no mercado uma enorme variedade de multímetros de pequenas (bolso) ou grandes dimensões; de baixa ou elevada precisão; de baixo ou elevado preço.

Os técnicos o chamam também de "multiteste" ou simplesmente "teste", pela sua capacidade de testar componentes e circuitos, mas o multímetro é muito mais do que isso.

Em eletricidade existem três grandezas básicas que o multímetro mede com precisão e baseando-se nelas pode empregar este instrumento numa infinidade de aplicações.

As três grandezas básicas que o multímetro mede são:

- Tensão elétrica, que é medida em volts;
- Corrente elétrica que é medida em ampères;
- Resistência elétrica, que é medida em ohms.



Escalas do multímetro

### 3.2.1 Multímetro Digital

Com referência aos multímetros digitais, as indicações de leitura são mostradas em um display de cristal líquido, de forma direta enquanto que o componente responsável pelo fornecimento das informações que serão apresentadas no display: na forma de números ou dígitos.

Como o multímetro digital utiliza circuitos complexos que precisam de alimentação apropriada em todas as escalas, ele deve ser alimentado por uma bateria de 9V.



Multímetro Digital

### 3.2.2 Multímetro Analógico

A denominação analógico significa que através de um ponteiro o instrumento pode mostrar uma infinidade de valores de uma grandeza, diferente da denominação digital, onde os valores apresentados estão dentro de limites preestabelecidos.

O ponteiro, preso à uma bobina móvel do galvanômetro (que é o componente principal do multímetro analógico), percorre as escalas graduadas, obedecendo a um mecanismo eletromagnético, dando-lhe condições de posicionar-se em um ângulo proporcional à intensidade da corrente que circula pela bobina.

O movimento da bobina é então limitado pela ação de molas que fazem parte do conjunto.

O giro desta bobina será proporcional ao campo magnético criado que, por sua vez, é proporcional à corrente que passa pela bobina. A especificação de um instrumento é dada pela corrente que causa a movimentação da agulha até o final da escala. Dizemos que esta é a corrente de fundo e escala do instrumento. Sempre é necessário ter atenção na medição com o instrumento analógico, pois deve sempre realizar uma relação entre o valor que se está visualizando no multímetro com o fundo de escala e a escala escolhida.



Multímetro Analógico

### 3.2.3 Operação

#### Medição de Tensão CC (Contínua)

Exemplificando uma medição de tensão CC, fornecida por uma pilha simples tipo AA de 1,5V. Posicionamos a chave seletora na posição desejada, no caso tensão contínua, (pois o profissional deve primeiramente identificar se ele está trabalhando com fontes CC ou CA) numa escala maior, porém mais próxima do valor do objeto a ser medido. No caso da pilha o valor mais próximo, porém maior que 1,5V. (Se o profissional estiver com dúvida sobre o valor de tensão do objeto a ser medido é sugerido que ele verifique os valores numa escala decrescente até obter uma melhor visualização do valor) e efetuamos a leitura diretamente no display. Observe que o ponto mostrado no display substitui a vírgula. Caso tivéssemos colocado as ponteiras com as polaridades trocadas, o fato é indicado com um sinal negativo. (Exemplos de fontes CC: Pilhas, Baterias de carro, baterias de celular, etc.).



Ponteiras com polaridades Corretas



Ponteiras com polaridades invertidas.

#### Medição de tensão CA (Alternada)

A medição de tensões alternadas é feita de modo similar a efetuada para tensão CC. Com apenas duas observações. A primeira é que as ponteiras mesmo se colocadas invertidas, o sinal negativo na frente da medição não irá aparecer. E a segunda é que normalmente irá existir uma variação no valor visualizado, porém isso é comum. (Exemplos de fontes CA: Tomadas de residências, saídas de transformadores, geradores de tensão CA, etc.)



Multímetro digital em medição de tensão alternada

### 3.2.4 Medição de Resistência

Para se medir um elemento resistivo qualquer, basta posicionar a chave na posição (escala) mais adequada e, conectando as pontas de prova sobre os terminais do elemento, ler o valor, em kiloohm diretamente.



Teste com resistor na escala correta

Medição de um resistor de  $1\text{k}\Omega$ , o valor visto no display é de  $987\Omega$  devido a tolerância de 10% que o resistor assume. E pode-se observar que a escala que foi colocada foi a de  $2000\Omega$ .



**Nota: A definição da escala depende do valor do resistor.**

Se o no display aparecer um valor menor que zero, (0.34 por exemplo) esse valor deve ser multiplicado pela escala que o instrumento está selecionado.

O mesmo resistor de  $1\text{k}\Omega$  (Mil Ohms) visto na escala de  $200\Omega$ , o valor que irá aparecer na extrema esquerda do display será 1, porém esse numero indica apenas uma espécie de aviso de que a escala está inferior a do material medido. Isso acontece porque o valor máximo que essa escala pode trabalhar é de  $200\Omega$ . Essas observações servem também para as demais grandezas (V, I, etc.).



Medida de resistor na escala abaixo do valor da resistência.

### 3.2.5 Alicate amperímetro

A necessidade de se efetuar medição de corrente sem interromper o circuito, levou ao desenvolvimento do amperímetro de alicate que pode ser analógico ou digital. O amperímetro de alicate consiste, basicamente, de um semi-círculo (núcleo) com uma alavanca permite abrir o mesmo de tal modo que um dos condutores do circuito em teste possa ser colocado dentro do núcleo.

A corrente através do condutor produz um campo magnético; este, por sua vez, induz uma corrente no enrolamento que está interno ao núcleo. Essa corrente circula pelo medidor, que é calibrado para indicar a corrente que passa pelo condutor em teste. Como o medidor se utilizou efeito transformador.

Portanto, os amperímetros de alicate normalmente são utilizados para medir correntes elevadas, por exemplo, em motores, transformadores e máquinas de alta potência.



Utilização do Alicate amperímetro

A Medida de corrente deve ser realizada apenas em um condutor por vez.



**Nota: O Alicate Amperímetro também mede tensão e com uso de acessórios pode medir também resistência elétrica.**



**Nota: Assim como os multímetros, o Alicate Amperímetro pode medir grandezas e Corrente Contínua e Corrente Alternada.**

### 3.3 Erros de Medição

Dentro do dia a dia do técnico, é bastante comum durante os processos de medição, algo sair errado. Esses tipos de erros são comuns e classificados em 3 tipos. Erro grosso, sistemático e acidental.

Vamos comentar um pouco sobre cada um deles.

### 3.3.1 Erro Grosseiro

O erro grosseiro está normalmente atrelado a uma falha direta do operador do instrumento. Exemplos: Troca da posição dos algarismos, posicionamento incorreto da vírgula nos números decimais, aplicações incorreta do instrumento.

Esse tipo de erro pode ser facilmente sanado com uma nova medição feita pelo mesmo operador ou por outros operadores.

### 3.3.2 Erro Sistemático

O erro sistemático está normalmente voltado a fatores externos. Exemplos: deficiências do método utilizado, o material empregado na medição não foi o mais indicado, efeitos ambientais sobre o instrumento como temperatura ou luminosidade do ambiente, desgaste do mesmo, erro de paralaxe (quanto a visualização numa posição incorreta torna o valor diferente, principalmente nos instrumentos analógicos) e outras coisas.

### 3.3.3 Erros Acidentais

O erro acidental é quando tanto o operador quanto o instrumento não apresenta provocam a falha. Exemplo: Um mesmo operador realizando os mesmos ensaios com o mesmo circuito repetidas vezes, não consegue obter o mesmo resultado. Como por exemplo, na medição de tensão alternada.

## 3.4 Tipos de Medidores

Apesar dos instrumentos digitais (mostrador em forma de dígitos) terem praticamente tomado conta do mercado, ainda existem muitos instrumentos analógicos (de ponteiro) em uso nos laboratórios e instalações elétricas em geral. O instrumento analógico é aquele no qual o deslocamento de um ponteiro representa a intensidade da grandeza a ser medida. Assim, analisaremos inicialmente, os instrumentos analógicos (de ponteiros).

### 3.4.1 Grupos de Medidores.

Os instrumentos de medição são divididos quanto a indicação em 3 grupos:

**Indicadores:** Apenas mostra o valor instantâneo da grandeza medida.



Voltímetro analógico de painel

**Acumulador ou Totalizador:** O mostrador indica o valor acumulado da grandeza, desde a instalação do mesmo. Especialmente destinados à medir energia elétrica.



Medidor de energia elétrica

### 3.4.2 Dados característicos

Alguns dados dos instrumentos devem ser conhecidos para utilização correta dos mesmos. Nos instrumentos normalmente utilizados em instalações elétricas as seguintes características são observadas.:

**Natureza do Instrumento:** Identificado de acordo com a grandeza a medir.

Exemplo : Amperímetro (A), Voltímetro (V), Wattímetro (W), etc.

**Natureza do Conjugado Motor:** Caracteriza o princípio físico de funcionamento. (No caso de instrumentos analógicos).

Exemplo : Eletrodinâmico, Térmico, Ferro-Móvel, etc.

**Classe de Exatidão:**

Afastamento entre a medida efetuada (instrumento) e o valor de referência (valor verdadeiro). Significa o limite do erro, garantido pelo fabricante, que se pode cometer em qualquer medida efetuada com este instrumento.

**Calibre do Instrumento/Corrente de fundo de escala:**

Valor máximo que causa a movimentação da agulha até o final da escala ou corrente máxima que o instrumento pode medir.

**Resolução:**

Menor Divisão da Escala.

**Rigidez Dielétrica:**

Isolação entre a parte ativa e a carcaça do instrumento.

**Precisão:**

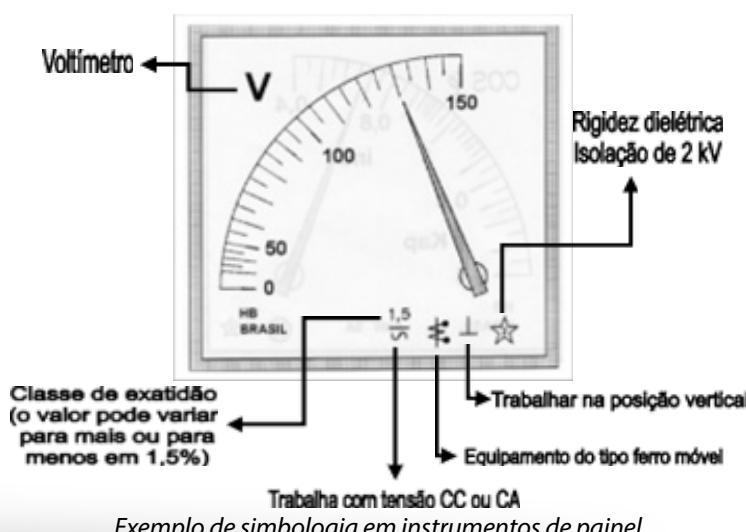
Afastamento mútuo entre as diversas grandezas, em relação à medida aritmética dessas medidas.

**Posição de Trabalho**

Esta característica é extremamente importante para os instrumentos analógicos, pois dependem do movimento mecânico do galvanômetro.

### 3.4.3 Símbologia dos Instrumentos Elétricos

A símbologia tem a função de informar as principais características de aplicação e de funcionamento de um instrumento. Cada tipo de instrumento tem símbologias específicas, existindo assim uma grande variedade das mesmas.



## 4. Motores Elétricos e Comandos Elétricos

### 4.1 Motores Elétricos

O motor elétrico tornou-se um dos mais notórios inventos do homem ao longo de seu desenvolvimento tecnológico. Máquina de construção simples, custo reduzido, versátil e não poluente, seus princípios de funcionamento, construção e seleção necessitam ser conhecidos para que ele desempenhe seu papel relevante no mundo de hoje.

O Motor elétrico é uma capaz de converter energia elétrica em energia mecânica. Dentre todos os modelos, o motor de indução é o mais utilizado, devido a combinação de baixo custo, simplicidade, robustez, versatilidade e bom rendimento, sem falar no custo e no baixo consumo de energia em relação a outros tipos de motores.

#### 4.1.1 Motores de corrente contínua

São motores de custo mais elevado e, além disso, precisam de uma fonte de corrente contínua, ou de um dispositivo que converta a corrente alternada em contínua. Podem funcionar com velocidade ajustável entre grandes limites e se prestam a controles de grande flexibilidade e precisão. Por isso, seu uso é restrito a casos especiais em que estas exigências compensam o custo muito mais alto da instalação.

#### 4.1.2 Motores de corrente alternada

São os mais utilizados, porque a distribuição de energia elétrica é feita normalmente em corrente alternada. Os principais tipos são:

**Motor síncrono:** Funciona com velocidade fixa; utilizado somente para grandes potências (devido ao seu alto custo em tamanhos menores) ou quando se necessita de velocidade não variável.

**Motor de indução:** Funciona normalmente com uma velocidade constante, que varia ligeiramente com a carga mecânica aplicada ao seu eixo. Devido a sua grande simplicidade, robustez e baixo custo, é o motor mais utilizado de todos, sendo adequado para quase todos os tipos de máquinas acionadas, encontradas na prática. Atualmente é possível controlarmos a velocidade dos motores de indução com o auxílio de inversores de freqüência.

Apesar da grande quantidade de motores elétricos, neste capítulo vamos centralizar nos motores utilizados em sua maioria em instalações residenciais. O motor CA monofásico assíncrono.

Algumas aplicações dos motores monofásicos são as seguintes:

Sistemas de bombeamento de água, bombas comerciais e industriais, bombas residenciais e bombas centrífugas, compressores, ventiladores, trituradores e máquinas em geral, que requeiram regime contínuo.

#### 4.1.3 Conceitos básicos sobre motores

##### Conjugado

O conjugado (também chamado torque, momento ou binário) é a medida do esforço necessário para girar um eixo. Para medir o esforço necessário para fazer girar o eixo, não basta definir apenas a força aplicada, mas é preciso conhecer também a que distância essa força é aplicada ao eixo. Pois o conjugado é o produto da força pela distância.

## Energia e potência mecânica

A potência mede a “velocidade” com que a energia é aplicada ou consumida. Ou seja, dois motores distintos, possuem o mesmo conjugado, mas se o motor 1, realizar o trabalho mais rápido que o motor 2, quer dizer que o motor 1 foi mais rápido ou seja possui mais potência.

A potência exprime a rapidez com que esta energia é aplicada e se calcula dividindo a energia ou conjugado total pelo tempo gasto em realizá-lo.

A unidade mais usual para medida de potência mecânica é o CV (Cavalo Vapor), ou o HP (Horse Power). Que são equivalentes a 736W e 746W respectivamente. Mas para efeito de cálculo em alguns momentos as duas são consideradas iguais.

## Energia e potência elétrica

Embora a energia seja única, ela pode se apresentar de formas diferentes. O motor elétrico de indução devido a suas características eletromecânicas não consegue ser ideal ou seja, possuir um rendimento de 100%, em outras palavras, converter totalmente a energia elétrica consumida da rede em energia mecânica. Então a energia elétrica ou potência elétrica que um motor consome, é a energia consumida da rede elétrica, essa sim será a energia que realmente será paga.

### Velocidade Nominal

É a velocidade que o motor proporciona na ponta se seu eixo, quando ligado com potência, tensão e freqüência nominal. A velocidade nominal é dada em RPM (rotações por minuto).

### Tensão Nominal

São os valores padrão de tensão que o fabricante garante o bom funcionamento do motor, os motores podem possuir capacidade de trabalhar com até 4 tipos de tensões diferentes.

### Corrente Nominal

De acordo com a potência do motor e a tensão a qual ele é ligado, existe um valor de corrente que representa um limite de funcionamento do motor. Ou seja, se a corrente de funcionamento estiver acima da corrente nominal significa que o motor está sobrecarregado ou funcionando em um regime impróprio. Para cada valor de tensão nominal, existe um valor de corrente nominal.

### Freqüência Nominal

É um valor específico de freqüência a qual os motores são construídos para trabalhar de forma satisfatória. Os valores padrão de freqüência são de 50 ou 60 Hz, mas existe a possibilidade dessa freqüência padrão ser alterada, para isso são necessários equipamentos específicos.

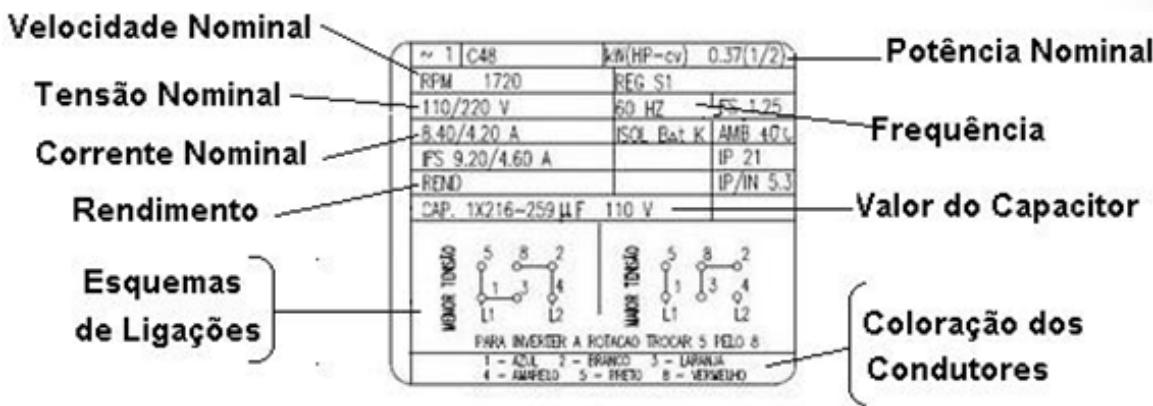
### Rendimento

É a porcentagem de energia consumida que efetivamente é transformada em trabalho mecânico.

### Fator de potência

Como vimos no “Módulo II Conceitos Técnicos Elementares”, é o resultado da divisão entre a potência aparente, com a potência ativa.

Existem outros dados específicos, mas na prática, esses são suficientes para escolhermos sempre o melhor motor para qualquer aplicação. Todos os dados são encontrados na placa de identificação, que é uma espécie de “carteira de identidade” do motor. A figura a seguir mostra a placa de identificação de um motor monofásico.



Exemplo de Plaqueta de Identificação de Motor de Indução Monofásico

#### 4.1.4 Construção do motor de corrente alternada monofásico assíncronos.

A figura seguinte mostra em vista explodida as partes de um motor CA monofásico assíncrono.



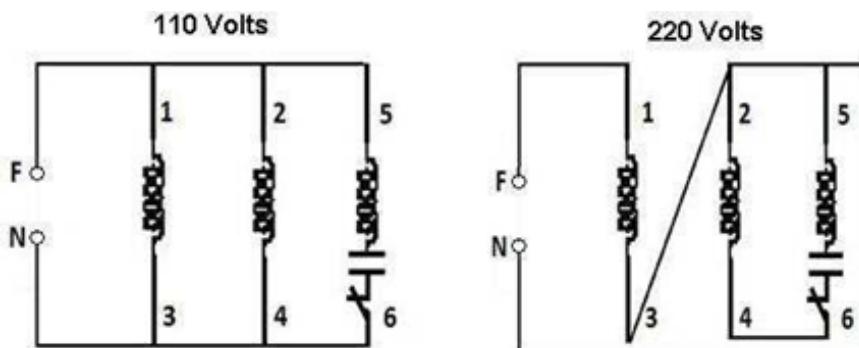
Vista explodida do Motor de Indução Monofásico

Os motores monofásicos são construídos de forma que seus enrolamentos sejam ligados a uma fonte monofásica. Esse tipo de motor internamente possui 3 pares de bobinas, 2 pares chamados de bobina principal, e 1 chamado de bobina auxiliar ou bobina de partida.

Porém, saindo da caixa de ligação existem apenas 6 fios que o usuário pode ter acesso. E para o motor ser ligado corretamente esses fios devem ser agrupados de forma específica.

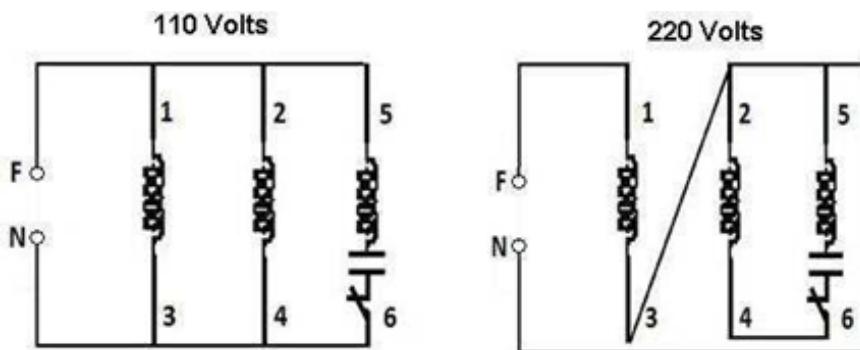
A maneira de como é feito este agrupamento define o valor de tensão que o motor pode ser alimentado, no caso do motor monofásico, o mesmo pode funcionar tanto em 127V (110V) quanto em 220V.

A figura seguinte mostra as duas ligações possíveis.



Ligação de Motor de Indução Monofásico

Devido a seqüência de conexão dos condutores de alimentação, o motor pode assumir o giro no sentido horário (sentido dos ponteiros do relógio) ou anti-horário, para realizar a inversão do sentido de giro deve-se trocar a posição dos terminais 5 com o 6, como mostra a figura seguinte.



Ligação de Motor de Indução Monofásico com Inversão do Sentido de Giro

## 4.2 Comandos Elétricos

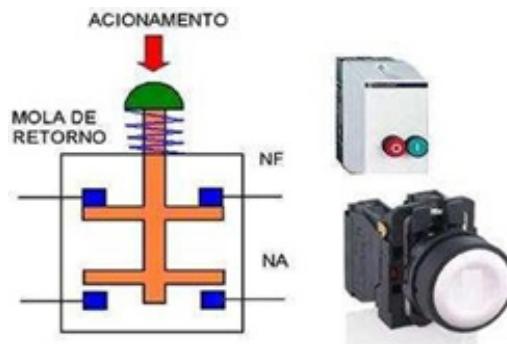
A figura seguinte mostra em vista explodida as partes de um motor CA monofásico assíncrono. O objetivo deste tópico é o de conhecer algumas ferramentas simples, porém necessárias para montagem de um comando elétrico. Assim como para trocar uma simples roda de um carro, quando o pneu fura, necessita-se conhecer as ferramentas próprias, para entender o funcionamento de um circuito e posteriormente para desenhar o mesmo.

Um comentário importante neste ponto é que por via de regra os circuitos de acionamentos são em “comando” e “potência”, possibilitando em primeiro lugar a segurança do operador e em segundo a automação do circuito. Embora não fique bem claro esta divisão no presente momento, ela tornar-se-á comum a medida que o aluno familiariza-se com o assunto.

### 4.2.1 Botoeira ou Botão de Comando

Quando se fala em ligar um motor, o primeiro elemento que vem a mente é o de uma chave para ligá-lo. Só que no caso de comandos elétricos a “chave” que liga os motores é diferente de uma chave usual, destas que nós vimos em capítulos anteriores e se tem casa para ligar a luz por exemplo.

A diferença principal está no fato de que ao movimentar a “chave residencial” (interruptor) ela vai para uma posição e permanece nela, mesmo quando se retira a pressão do dedo. Na “chave industrial” ou botoeira existe um retorno para a posição de repouso através de uma mola, como pode ser observado na figura.



Funcionamento da Botoeira

A figura a seguir mostra exemplos de botoeiras de aplicação industrial.



Exemplos de Botoeiras Industriais

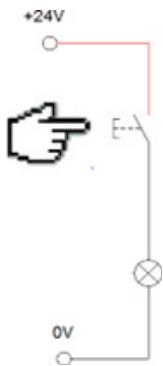
Segundo a IEC 73 e VDE 0199, os botões de uso industrial possuem cores específicas para utilização, como segue na tabela seguinte:

Cor	Significado	Aplicações Típicas
	Parar, desligar, emergência.	Parada de um ou mais motores, parada de unidades de uma máquina, parada de ciclo de operação, parada em caso de emergência, desligar em caso de sobreaquecimento perigoso.
	Intervenção.	Retrocesso, interromper condições anormais.
 	Informações especiais, exceto as citadas acima.	A critério do operador.
 	Partir, ligar, pulsar.	Partida de um ou mais motores, partir unidades de uma máquina, operação por pulsos, energizar circuitos de comando.
Verde ou Preto		

*Regra de Cores de botoeiras de acordo com a função*

Em comandos elétricos trabalhar-se bastante com um elemento simples que é o contato. A partir dele é que se forma toda estrutura lógica de um circuito e também é ele quem deixa ou não a corrente circular. Existem dois tipos de contatos:

O Contato Normalmente Aberto (NA): não existe passagem de corrente elétrica na posição de repouso. Com isso a carga não está acionada.

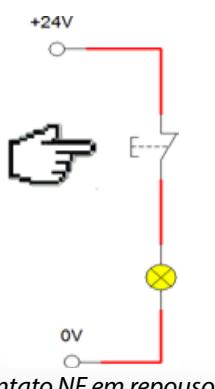


Contato NA em repouso

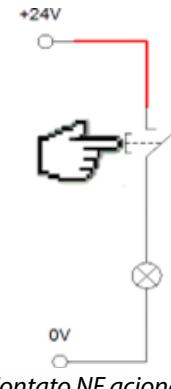


Contato NA acionado

O Contato Normalmente Fechado (NF): existe a passagem de corrente elétrica na posição de repouso, Com isso a carga estará acionada.



Contato NF em repouso



Contato NF acionado

Esses tipos de contatos podem ser associados para uma determinada finalidade, por exemplo, fazer com que uma carga seja ligada apenas quando dois deles estiverem ligados.

#### 4.2.2 Sinaleiras

As sinaleiras são componentes importantes porem simples de serem instaladas. Sua principal função é indicar através de um sinal luminoso, alguma condição específica dentro do circuito. Como por exemplo, se o mesmo está energizado, um estado de emergência, atenção, dentre outras.



Sinaleiras

A ligação desse componente é feita de forma bastante simples, pelos terminais A1 e A2, ou também pode ser encontrada como X1 e X2. Colocando sempre o positivo ou fase no terminais A1 (X1) e o terminal negativo ou neutro no terminal A2 (X2).

É válido salientar que as sinaleiras possuem uma tensão específica, então sempre antes de adquirir ou ligá-la ao circuito deve-se identificar qual sua tensão de trabalho, por exemplo: 12Vcc, 24Vcc, 110Vca, 220Vca, etc.

Segundo a IEC 73 e VDE 0199, as sinaleiras possuem cores específicas para utilização, como segue no quadro abaixo:

Cor	Significado	Aplicações Típicas
	Condições anormais, perigo ou alarme	Parada de um ou mais motores, parada de unidades de uma máquina, parada de ciclo de operação, parada em caso de emergência, desligar em caso de sobreaquecimento perigoso.
	Condição de serviço segura	Retrocesso, interromper condições anormais.
	Atenção, cuidado	O valor de uma grandeza aproxima-se de seu limite
	Circuitos sob tensão, funcionamento normal	Máquina em movimento
	Informações especiais, exceto as citadas acima	A critério do operador

Regra de Cores de Sinaleiras de acordo com a função

#### 4.2.3 Botões sinalizadores

Os botões sinalizadores, são componentes que no mesmo corpo é encontrado tanto a parte de acionamento que no caso é a botoeira, quanto a parte de sinalização.

Esse tipo de componente vem para facilitar o trabalho e reduzir o espaço ocupado, pois tem quase o mesmo tamanho de uma botoeira comum. Quanto ao esquema de ligação é bem semelhante a de uma botoeira comum, com os contatos NF e NA e ainda possui os contatos referentes a sinaleira, que no caso é o A1 e o A2. Mas uma vez deve-se atentar a tensão de trabalho da sinaleira para que ela não queime

Abaixo segue exemplos de botoeiras com sinalizadores.



Botões sinalizadores

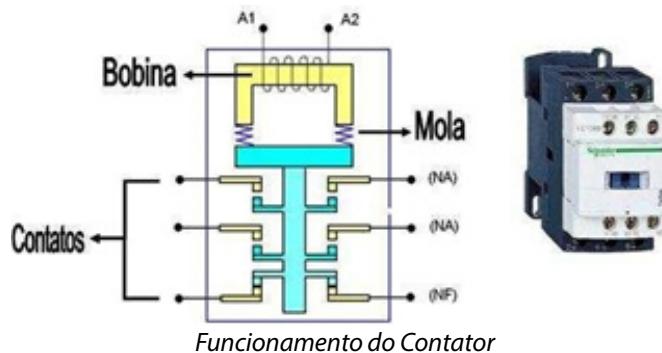
#### 4.2.4 Contator

O contator ou contactor pode-se dizer com palavras simples que é um elemento eletromecânico de comando a distância, com uma única posição de repouso e sem travamento.

Como pode ser visto na figura, o contator consiste fundamentalmente de um núcleo magnético com uma bobina. Uma parte do núcleo magnético é móvel, e é atraído por forças magnéticas quando a bobina é percorrida por corrente elétrica e cria um campo magnético de atração. Quando a corrente é interrompida o campo magnético acaba e a parte do núcleo é repelida pela ação das molas.

Contatos elétricos são colocados a esta parte móvel do núcleo, constituindo um conjunto de contatos móveis.

Agregado à carcaça do contator há um conjunto/jogo de contatos fixos. Cada jogo de contatos fixos e móveis podem ser do tipo Normalmente aberto (NA), ou normalmente fechado (NF). Na figura podemos visualizar o diagrama esquemático de um contator com dois contatos NA e um contato NF.



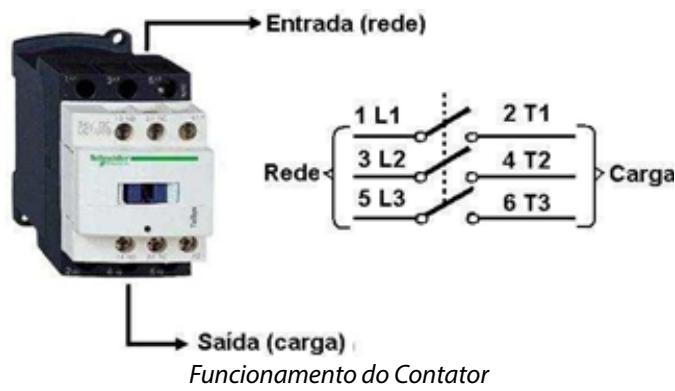
Quanto à numeração, é comum ser específica quando se trata de contatores. Por exemplo:

**A1 e A2**, sempre são relacionados à alimentação da bobina. (fase e neutro, fase e fase, positivo e negativo, etc.). Porém é de extrema importância identificar qual o valor de tensão que a mesma foi construída para trabalhar. (110Vca, 220Vca, 24Vcc, 12Vcc, etc.).

Os primeiros contatos são chamados de contatos principais ou contatos de força ou de potência, são sempre NA, pois eles serão responsáveis pela alimentação elétrica do motor.

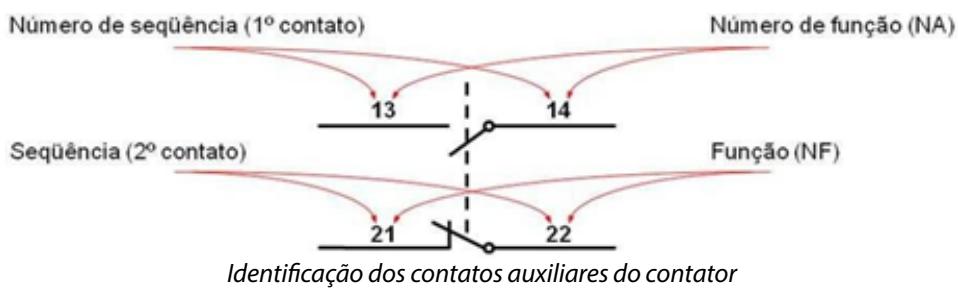
**1, 3 e 5 ou L1, L2 e L3**, são relacionados a entrada do contatos de força ou seja os contatos que são alimentados com os condutores que são ligados a rede, neles circulam correntes elevadas.

**2, 4 e 6 ou T1, T2 e T3**, são relacionados a saída dos contatos de força, ou seja, os contatos que são ligados ao motor de acordo com sua tensão de trabalho.



Aos contatos de comando (auxiliares) não usados para alimentação do motor, pois servem para garantir a lógica e intertravamento do circuito, são determinados dois tipos de numeração.

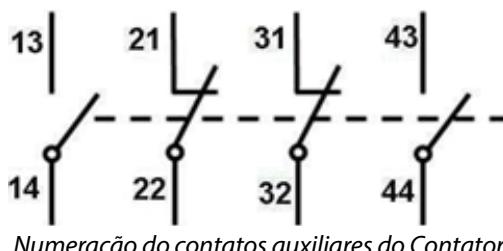
A numeração da seqüência do contato, e a numeração que indica se ele é NA ou NF, como mostra a figura seguinte.



O 1º número vai indicar a seqüência do contato, se ele é o 1º, 2º, 3º, etc.

O 2º número indica se o contato é NA ou NF, ou seja, contatos que possuem 2º número 1 ou 2, significa que são contatos NF, contatos que possuem o 2º número 3 ou 4, significa que são contatos NA.

Na figura seguinte mostra a identificação destes contatos.



#### 4.2.5 Relé Térmico ou de Sobrecarga

Originalmente a proteção contra corrente de sobrecarga é feita por um elemento chamado de relé térmico ou relé de sobrecarga. Este componente é composto por uma lâmina bimetálica que ao ser aquecida por uma corrente acima da nominal por um período de tempo longo se curva disparando um sistema de gatilho que desliga o circuito de comando interrompendo o circuito de potência.

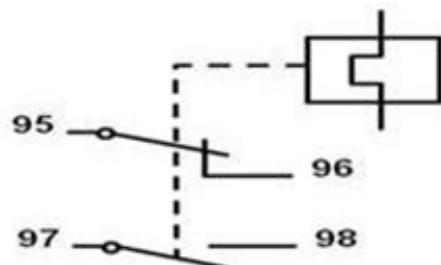
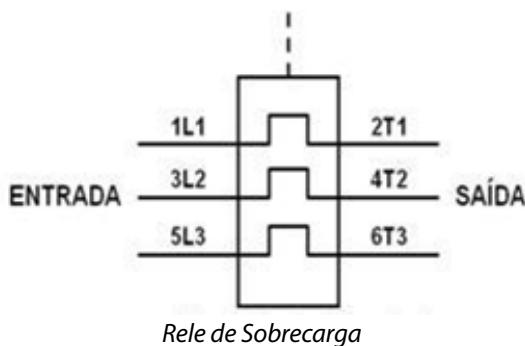
A grande facilidade do relé de sobrecarga é que ele possui uma faixa de ajuste razoável da corrente de disparo e quando disparado pode retornar a condição normal automaticamente ou manualmente. Atualmente os disjuntores denominados Disjuntor Motor Termomagnético englobam esta função assim como proteção de curto circuito sendo indicados para sistema de partida de motores



Rele de Sobrecarga

Assim como os contadores, o relé de sobrecarga possui contatos de força (principais) e de comando (auxiliares).

As figuras seguintes mostram a disposição destes contatos.



Identificação dos contatos Auxiliares do Rele de Sobrecarga

#### 4.3 Conceitos de Partida Direta:

A denominação de partida direta caracteriza-se pelo fato do sistema provocar a partida do motor em suas características nominais, ou seja, tensão, corrente e rotação, sendo a forma mais simples de se partir um motor elétrico e deve ser utilizada nos seguintes casos:

- Baixa potência do motor, para evitar perturbações extremas na rede devido ao pico de corrente.
- Máquina que não necessita de aceleração nem de frenagem.
- Partida com baixo custo

##### 4.3.1 Objetivo de uma partida de motores

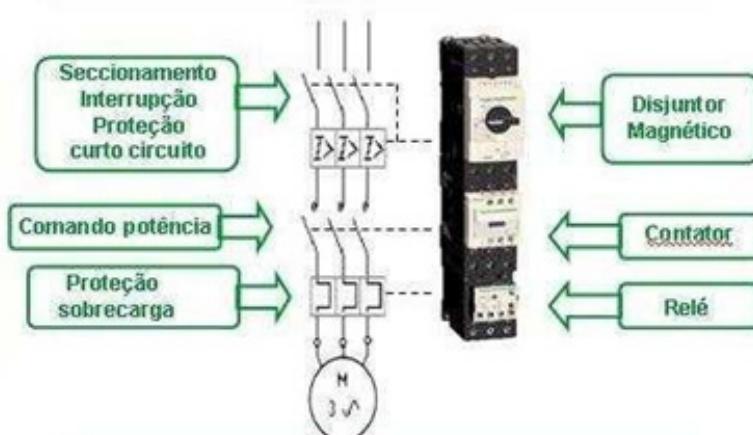
- Partir e parar um motor
- Proteção dos equipamentos contra defeito elétrico
- Assegurar a segurança das pessoas
- Otimizar a continuidade de serviço

#### 4.3.2 Funções e composição dos dispositivos de partida

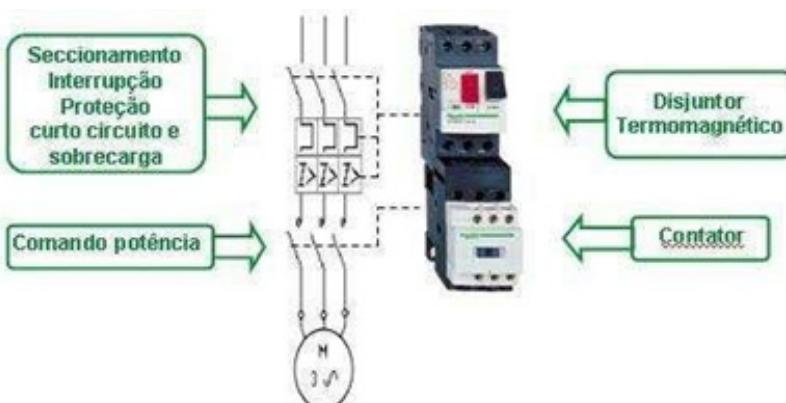
De acordo com a norma NBR IEC 60947-4-1, um dispositivo de partida deve possuir as seguintes funções:



Funções em um sistema de partida



Exemplo de Associação com Três Dispositivos na Partida Direta



Exemplo de Associação com Dois Dispositivos na Partida Direta

## 4.4 Motobomba

A motobomba monofásica é um equipamento eletromecânico de bombeamento de líquidos a longa distância. Normalmente é muito utilizada em residências, piscinas, irrigação dentre outros. Ela é composta de um motor elétrico e um acoplamento mecânico como visto na figura seguinte.



*Exemplo de Motobomba*

Algumas recomendações são necessárias para o funcionamento satisfatório da motobomba:

- Nunca deixe a motobomba funcionar sem água, (para não danificar o selo mecânico e o rotor).
- Nunca deixe a motobomba funcionar com os registros fechados, (exceto na operação fechar do filtro seguido o tempo máximo indicado na operação).
- Limpar o cesto coletor do pré-filtro sempre que necessário.
- Antes de acionar a motobomba verifique se a tampa do pré-filtro está bem fixada, e as conexões orbitais estão bem coladas e acopladas, pois qualquer entrada de ar provocará ruído no conjunto.
- A sucção da motobomba nunca deve ser feita por apenas um dispositivo seja ele, dreno de fundo, skimmer ou dispositivo de aspiração.
- Antes de acionar a motobomba, esteja seguro de que no mínimo dois dispositivos estejam trabalhando na sucção e com seus registros abertos. Caso contrário, não acione a motobomba enquanto sua instalação hidráulica não estiver de acordo com os tópicos acima estabelecidos, se possível, providencie um dispositivo de refluxo em sua instalação hidráulica.

### 4.4.1 Partida direta de uma motobomba monofásica

No esquema abaixo, é mostrado o agrupamento dos componentes de forma que o motor possa funcionar em regime normal e seu acionamento feito de forma indireta por um esquema chamado de comando. No comando os contatos NA e NF tanto dos botões quanto dos demais componentes são usado freqüentemente, formando algo chamado de intertravamento.

O comando serve para acionar uma carga de corrente alta, neste caso a força, de forma segura e a distância, com a possibilidade de manobras mais práticas e rápidas.

No esquema todos os componentes recebem uma nomenclatura característica. sendo possível observar que todos possuem uma numeração específica como vimos em momentos anteriores.

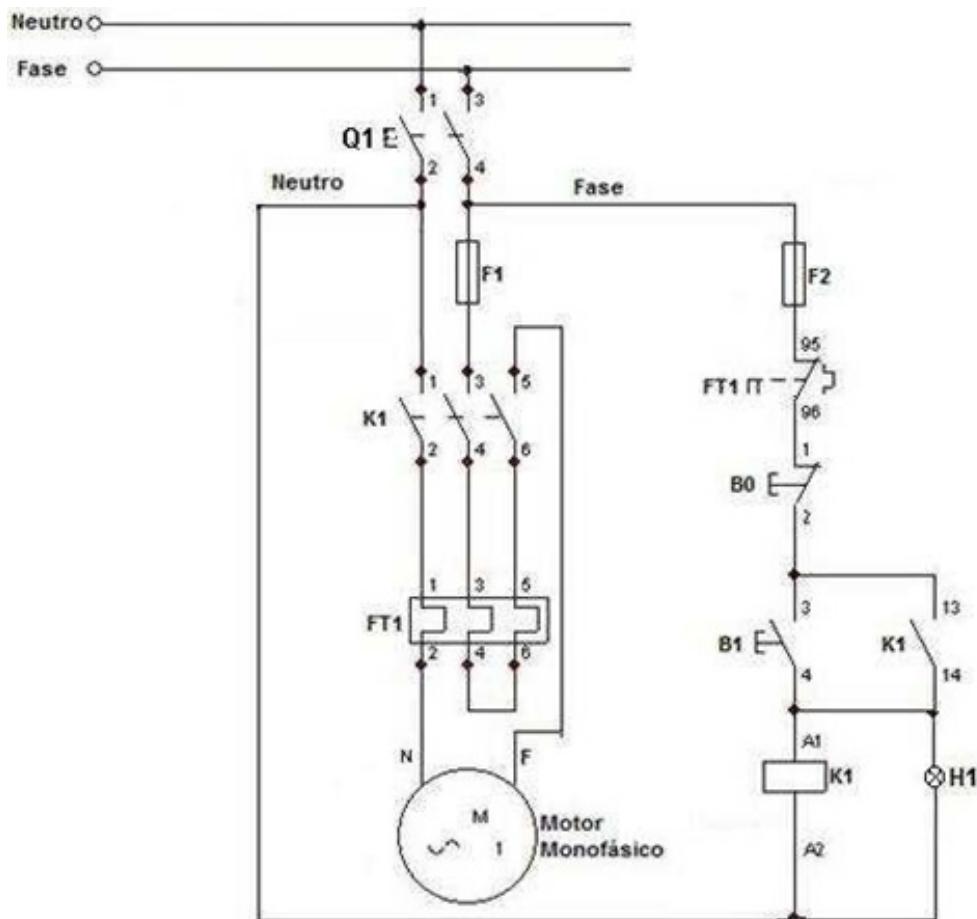
Descrição dos componentes:

- Q1 – Chave Seccionadora
- F1 – Fusível (da força)
- F2 – Fusível (do comando)
- FT1 – Relé de sobrecarga
- K1 – Contator
- B0 – Botão de pulso NF com função de desligar o comando
- B1 – Botão de pulso NA com função de ligar o comando

Na figura, a rede monofásica (fase e neutro), onde o condutor fase é ligado no fusível F1 que é a proteção da força. Logo após passar pelo fusível, o fase e o neutro passam pelos contatos principais do contator K1 e logo após passa pelo relé de sobrecarga para em caso de sobrecarga desligar o motor através do comando.

No esquema de comando, pressionando o botão B1, a corrente elétrica chega à bobina (A1 e A2) do contator K1, quando o contator é alimentado, automaticamente todos os contatos de K1 são acionados, o contato principal (força) faz com que o motor seja alimentado, e o contato de comando que está ao lado de B1 também comuta e fecha, com isso, mesmo após B1 ser liberado, a bobina de K1 ficará com alimentação através deste respectivo contato, conhecido como contato de retenção.

O motor então será desligado se o botão B0 for acionado cortando a alimentação de corrente da bobina de K1 ou se o contato do relé for acionado devido a uma sobrecarga.



Esquema elétrico de partida de motobomba monofásica



**Sugestão de atividade prática:**



**“Montar sistema de partida para motobomba”**

## 5. Energia Sustentável

### 5.1 Uso racional da energia

O uso da energia de forma racional hoje em dia tornou-se um tema cada vez mais recorrente seja nas discussões acadêmicas seja nos meios de comunicação. Com o aumento da população mundial e escassez dos recursos naturais responsáveis pela geração da energia, a preocupação é que no futuro, não haja energia disponível para nossos filhos e netos. Enquanto a ciência pesquisa para descobrir, nós podemos tomar algumas pequenas atitudes que podem fazer a diferença para economizar energia.

**Siga algumas dessas dicas e informe seus parentes e amigos para que façam o mesmo.**



#### Geladeira

- Não deixe a porta aberta por muito tempo
- Coloque e retire os alimentos e bebidas de uma só vez.
- Evite guardar alimentos ou líquidos quentes.
- Não forre as prateleiras com plásticos ou vidros.
- Evite deixar camadas grossas de gelo, faça o degelo periodicamente.
- No inverno, diminua a temperatura.
- Evite utilizar a parte traseira para secar panos e outros objetos.
- Mantenha em boas condições a borracha de vedação da porta.



#### Chuveiro Elétrico

- Evite banhos quentes demorados.
- Utilize a posição "inverno" somente nos dias frios. Na posição "verão" o gasto é de até 40% menos energia. Não mude a chave "verão-inverno" com o chuveiro ligado.
- Não reproveite resistência queimada.
- A fiação deve ser adequada, bem instalada e com boas conexões. Fios derretidos, pequenos choques e cheiro de queimado indicam problemas que precisam ser corrigidos imediatamente.
- Não demore no chuveiro e desligue a torneira enquanto se ensaboa. Assim você economiza energia e água.
- O condutor de proteção (fio terra) deve estar instalado no circuito do chuveiro



#### Iluminação

- Abra bem as cortinas e use ao máximo a luz do sol, evite acender lâmpadas durante o dia.
- Use cores claras nas paredes internas; as cores escuras exigem lâmpadas que consomem mais energia.
- Prefira lâmpadas fluorescentes que iluminam melhor, consomem menos energia e duram até dez vezes mais do que as lâmpadas incandescentes.
- Apague sempre as luzes dos ambientes desocupados.
- Limpe regularmente as luminárias para ter boa iluminação.



#### Televisor, aparelho de som e computador

- Mantenha ligado somente o aparelho que você está utilizando.
- Evite dormir com aparelhos ligados.
- Não deixe aparelhos ligados sem necessidade.



### Ferro Elétrico

- Acumule roupa e passe tudo de uma vez só. Ligar o ferro várias vezes ao dia desperdiça energia.
- O ferro elétrico automático possui temperaturas indicadas para diversos tipos de tecido, inicie pelas roupas que requerem temperaturas mais baixas.
- Deixe o ferro desligado quando não estiver em uso, mesmo por intervalos curtos.



### Máquinas de Lavar Roupa e Louça

- Utilize-as sempre na capacidade máxima.
- Utilize a quantidade adequada de sabão para não repetir a operação de enxaguar.



### Aquecedor Central de Água

- Evite deixar o equipamento sempre ligado,
- Planeje a utilização do mesmo.
- Ajuste a temperatura de conforto segundo a estação do ano.



### Aparelho de Ar-Condicionado

- Ajuste a temperatura para um valor confortável, pois temperatura excessivamente baixa provoca maior tempo de funcionamento do mesmo.
- Evite perdas térmicas, tais como abertura e frestas de janelas, portas, alvenaria etc.
- Planeje o desligamento do aparelho 30 min. antes do término da jornada.
- Desligue o aparelho quando for ausentar-se por período prolongado.
- Mantenha um plano de manutenção de filtros. Filtros sujos impedem a livre circulação de ar.

## 5.2 Equipamentos para Economizar Energia

Com o desenvolvimento tecnológico e a globalização, a sociedade tem cobrado dos fabricantes, produtos mais eficientes, com baixo consumo de energia e que não degradem o meio ambiente, surgem então os equipamentos com tecnologia moderna com baixo consumo de energia.

Exemplos de avanço na tecnologia que resultam em menor consumo de energia:



### Geladeira

- Temos no mercado geladeiras com baixo consumo que é resultado da melhora da tecnologia aplicada ao compressor, sistema de isolamento térmico.



### Monitor LCD

- Monitores dos computadores conhecidos como Tubo de Raios Catódicos estão sendo substituídos por monitores LCD/LED,



### Lâmpada Econômica

- Lâmpadas fluorescentes compactas,

### Sensor de Presença

- Controle de iluminação por sensor de presença. Este dispositivo detecta a variação brusca de radiação de infravermelho no ambiente, emitida pelo corpo humano, acionando, automaticamente, uma carga elétrica. Possibilita o comando automático de um sistema de iluminação, quando houver passagem de pessoas no ambiente, mantendo a iluminação funcionando por um tempo que pode ser ajustado e, em seguida, desligando-a.

### Rele Fotoelétrico

- Rele Fotoelétrico, ao detectar a ausência da luz natural o rele fotoelétrico fecha o circuito, permitindo que as lâmpadas sejam ligadas até que a luz natural ou outra fonte de luz volte a incidir sobre o relé.

### Minuteria Eletrônica

- Minuteria Eletrônica, o interruptor de minuteria é um dispositivo utilizado no comando de um sistema de iluminação e acionado pela ação humana ele desliga-se, automaticamente, após um tempo que poderá ser previamente ajustado.

### Reator Eletrônico

- Reatores eletrônicos para lâmpadas fluorescentes tubular em substituição dos reatores magnéticos.

### Aquecedor Solar

- Aquecedor solar em substituição de aquecedores elétricos.

### Condicionador de Ar "Split"

- Condicionador de ar individual "split" de alta eficiência e baixo ruído, evitando em alguns casos os sistemas de ar condicionado central.

### Sistemas Eletrônicos de Controle de Motor

- Sistemas eletrônicos de controle de partida e velocidade de motor elétrico.

### Motor Elétrico de Alto Rendimento

- Motores Elétricos de Alto Rendimento, utilizando modernas técnicas na produção de matérias primas, os fabricantes de motores disponibilizam no mercado motores com dimensões reduzidas com maior potência e menor consumo de energia.

## 5.3 Gerenciamento do Consumo

### 5.3.1 Controlando o Custo da Energia Elétrica

Para ter um controle preciso do custo da energia elétrica, primeiramente deve-se conhecer a potência dos equipamentos em questão, pois cada equipamento tem potência de acordo com sua função, portanto consumo de energia diferente.

EQUIPAMENTOS	POTÊNCIA (Watts)
Lâmpadas incandescentes	150 a 200
Lâmpadas fluorescentes	15 a 65
Geladeira	150 a 400
Ferro elétrico	500 a 1500
Chuveiro elétrico	2000 a 6000
Torneira elétrica	2000 a 4000
Televisor	70 a 400
Máquina de lavar roupa	500 a 1000
Secadora de roupas	2500 a 6000
Máquina de lavar louça	1200 a 2700
Freezer	350 a 500
Condicionador de ar	750 a 4000
Aquecedor central de água	1500 a 4000
Liquidificador	150 a 300
Enceradeira	300 a 400
Rádio	50 a 100
Exaustor	75 a 300
Aspirador de pó	300 a 800
Secador de cabelos	300 a 2000
Torradeira	500 a 1000
Ventilador	100 a 500
Cafeteira elétrica	500 a 1000
Fogão elétrico (com forno)	3000 a 12000
Batedeira	100 a 400

Faixa de Potência de Equipamentos Elétricos

Como explicado anteriormente, a potência elétrica é medida em Watts, sua cobrança é feita levando em conta o tempo de utilização do aparelho, por isso, a energia elétrica é cobrada em kWh (quilowatts-hora) em um período de 30 dias.

Para calcular o consumo de energia de cada equipamento, basta multiplicar sua potência pelo tempo de uso, aplicando a seguinte fórmula:

$$\text{Consumo (kWh)} = \frac{\text{Potência (W)} \times \text{horas de uso por dia} \times \text{dias de uso no mês}}{1000}$$

Exemplo:

Um chuveiro de 6000W que é utilizado meia hora por dia durante trinta dias, o consumo será:

$$\text{Consumo (kWh)} = \frac{6000 \text{ W} \times 0,5 \text{ h} \times 30}{1000} = 90 \text{ kWh/mês}$$

### Consumo do chuveiro no mês é de 90 kWh

Verificando o custo do uso deste chuveiro, vamos tomar como referência o custo do kWh da concessionária Eletropaulo em 31/Jan/201212,

Sigla	Concessionária	B1 - Residencial (R\$/kWh)
Eletropaulo	Eletropaulo Metropolitana Eletrocidade de São Paulo S/A	0,29651

*Custo do kWh pela Eletropaulo*

$$\text{Custo} = 90 \text{ kWh} \times \text{R\$}0,29651 = \text{R\$} 26,6859$$

**O custo mensal da utilização do chuveiro é de R\$ 26,6859**

### 5.3.2 Gerenciamento do Consumo

O gerenciamento do consumo de energia pode ser feito através de equipamentos especiais chamados "Gerenciadores de Energia" que dentre seus recursos possui software de controle do consumo dos circuitos monitorados por ele gerando gráficos, relatórios, conta de energia e seleção de circuitos a serem desligados quando o consumo atinge um determinado valor.



*Gerenciador de Energia*

De maneira prática podemos fazer o gerenciamento manualmente, implantando a cultura do uso racional da energia e através do levantamento de cargas de todos os equipamentos, calculando o consumo em kWh/mês e o custo de uso de cada um deles para então definir a sua utilização, detectando possíveis pontos de desperdício.

Equipamento	Potência (Wats)	Tempo de uso médio (h/mês)	Custo de Utilização

*Gerenciamento Manual de Consumo*

## 5.4 Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel)

### 5.4.1 Selo Procel de Economia de Energia

O Selo Procel de Economia de Energia, conhecido também por Selo Procel, foi desenvolvido e concedido pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), sob coordenação do Ministério de Minas e Energia.

O Selo Procel objetiva orientar o consumidor no ato da compra, indicando o nível de eficiência energética dos produtos segundo sua categoria, resultando na redução na conta de energia elétrica.

Para que o produto receba o Selo Procel, o produto deve passar por ensaios rigorosos em laboratório indicado pelo Procel, sendo a adoção do Selo Procel não obrigatória.

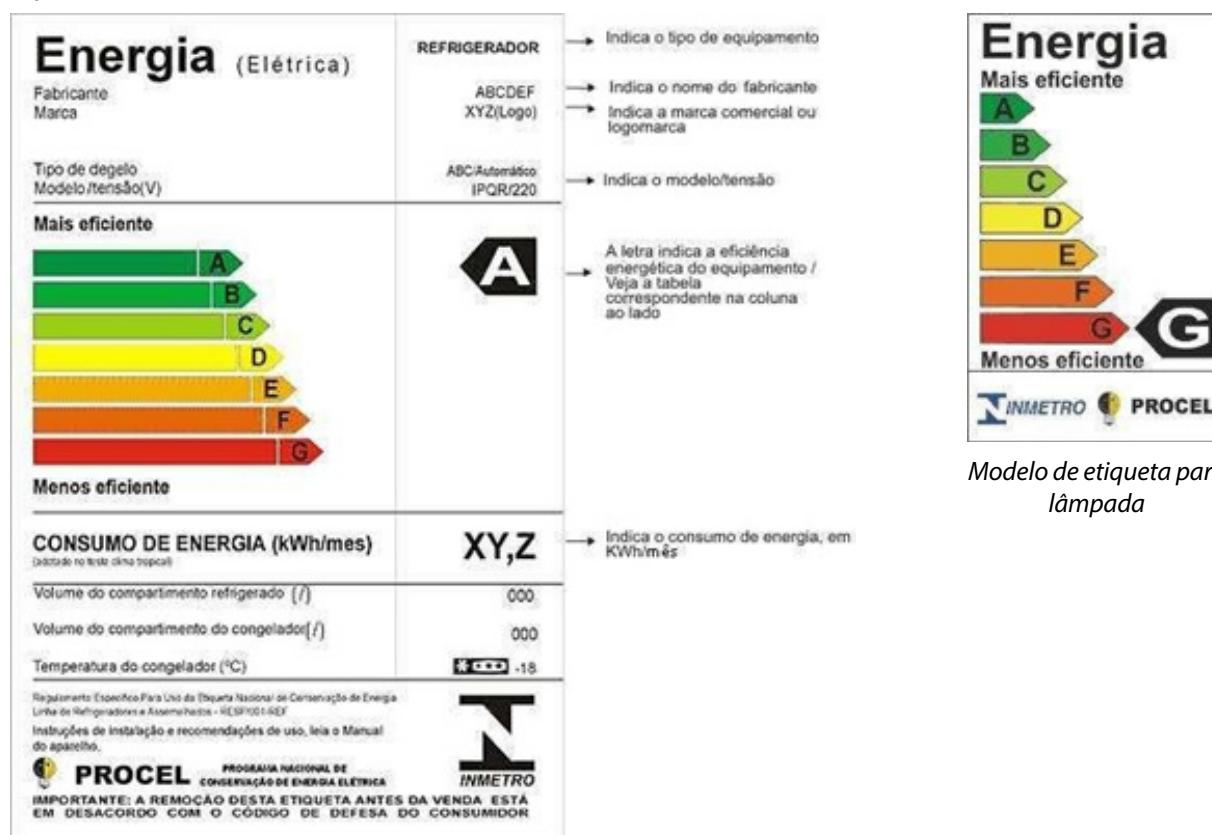


Selo Procel

### 5.4.2 Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE)

No processo de concessão do Selo Procel, a Eletrobrás em parceria com o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), executor do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), tendo como principal produto a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE).

A etiqueta ENCE a seguir é um exemplo para refrigerador. Cada linha de eletrodoméstico possui sua própria etiqueta, só mudando as características técnicas de cada produto, deve-se verificar a letra que indica a eficiência energética do mesmo, sendo a melhor eficiência energética o produto com letra A.



Detalhamento da Etiqueta ENCE

## Comparação de eficiência energética de frigobares, refrigeradores e combinados, fonte INMETRO – PROCEL



## 5.5 Fundamentos da Resolução CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

A Resolução 307 de 5 de julho de 2002 estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, considerando a necessidade de redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil.

A resolução reconhece que a disposição desses resíduos em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental e representam um significativo percentual dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas. Dessa forma, estabelece que os geradores de resíduos devem ser responsabilizados pelos resíduos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos.

Assim propõe que se considere a viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais provenientes da reciclagem de resíduos da construção para proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental.

### 5.5.1 PGRCC - Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

A **RESOLUÇÃO Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002** obriga desde 2005 a separação dos entulhos na própria obra e a destinação adequada de todos os resíduos, segundo a legislação brasileira, a responsabilidade por isso é do gerador.

A mesma resolução obriga as construtoras a elaborar os PGRCC Plano de Gerenciamento de Resíduos da construção civil, como condição para a aprovação dos projetos de construção junto as Prefeituras Municipais, onde se avalia a quantidade e a qualidade de todos os resíduos resultantes daquela construção e se define para onde eles serão destinados de forma ambientalmente correta.

## 5.5.2 Pontos vitais do PGRCC

Para implantação do PGRCC a que se destina a resolução CONAMA, é imprescindível observação de alguns pontos vitais que são:

- Elaboração do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil contendo;
  - I - Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil; e
  - II - Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
- Classificação dos Resíduos,
- Separação e triagem dos resíduos segundo sua classificação
- Destinação dos resíduos segundo sua classificação.
- Cuidados especiais no armazenamento, estocagem e destinação dos resíduos a fim de evitar degradação do meio ambiente..



- **Nota: A destinação inadequada destes resíduos é considerada pela legislação brasileira crime ambiental e desta forma a elaboração do PGRCC é indispensável para o cumprimento da legislação ambiental vigente em nosso país.**

## 6. Normalização

### 6.1 Normas Técnicas - Introdução

As normas técnicas apresentam inúmeras características que refletem diretamente em vários aspectos da sociedade, pois representa maturidade industrial e social de uma nação. A norma técnica está presente em nosso cotidiano através das regras de fabricação ou processamento de móveis, alimentos, roupas, eletrodomésticos brinquedos etc.

As normas técnicas são criadas através de diversas reuniões de comitês de diversos segmentos da sociedade que possuem interesse em um determinado tema do qual será criada uma norma.

As normas técnicas trazem as seguintes vantagens:

- Garantem a qualidade dos produtos e serviços;
- Protegem a saúde das pessoas;
- Protegem o meio ambiente

**Consumidor:** Torna possível a comparação entre produtos, garantia de produtos seguros, melhoria na qualidade de produtos e serviços.

**Cidadão:** O país passa a ter empresas mais competitivas, a sociedade tem métodos de aferir a qualidade de produtos e serviços, melhoria na qualidade de vida das pessoas assim como a preservação do meio ambiente.

**Profissional:** devido a competitividade das empresas, surgem novas vagas no mercado de trabalho, exigindo melhor qualificação técnica dos profissionais

**Empresário:** Na aquisição de uma norma, está se adquirindo conhecimento tecnologia testada e aprovada com reflexo direto no processo produtivo levando a redução de custos com perdas, refugos, retrabalhos. Melhorando a qualidade de produtos, serviços e a eficácia do processo produtivo.

A aplicação de normas se constrói um crescimento sustentável das empresas, como mostra a figura seguinte.



*Resultado da aplicação de normalização.*

Existem normas para diversos fins, por exemplo: Normas para Produtos:

- ABNT NBR104436
- ABNT NBR 10307

Normas para Sistemas de Gestão:

- ABNT NBR ISO 9001
- ABNT NBR ISO 14001

Normas para Perfis Profissionais:

- ABNT NBR 15028
- ABNT NBR 15018

Normas para Equipamentos Elétricos:

- ABNT NBR NM 61008-1
- ABNT NBR 14136
- ABNT NBR 14936

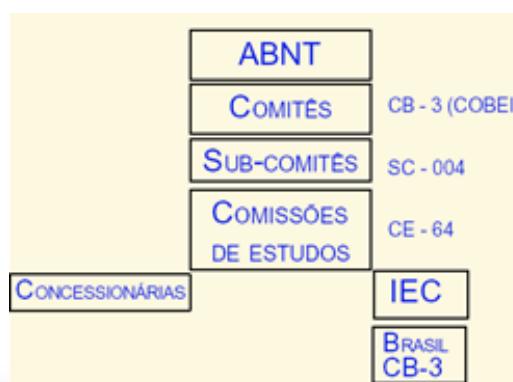
Normas para Instalações elétricas:

- ABNT NBR 5410

## 6.2 ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

Fundada em 1940, a **Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)**<sup>18</sup> é o órgão responsável pela normalização técnica no país, fornecendo a base necessária ao desenvolvimento tecnológico brasileiro. É uma entidade privada, sem fins lucrativos.

A ABNT é a única e exclusiva representante no Brasil das seguintes entidades internacionais: ISO (International Organization for Standardization), IEC (International Electrotechnical Commission); e das entidades de normalização regional COPANT (Comissão Panamericana de Normas Técnicas) e a AMN (Associação Mercosul de Normalização).



*Quadro ilustrativo da estrutura da ABNT*

**As instalações elétricas dos locais de habitação 19 são regidas pela norma técnica ABNT NBR 5410. O cumprimento da norma se torna obrigatório por várias disposições:**

### **6.2.1 ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão**

A NBR5410 é a principal norma para as instalações elétricas de baixa tensão, isto é, até a tensão nominal igual ou inferior a 1 000 V em corrente alternada, com freqüências inferiores a 400 Hz, ou a 1 500 V em corrente contínua.

Estudá-la é uma forma de conhecermos a maneira correta de executar uma instalação elétrica segura e confiável.

#### **Evolução da Norma ABNT NBR 5410**

Desde que foi criada em 1965, a NBR5410 passou por várias mudanças para garantir ainda mais segurança aos usuários cada vez mais adaptados a vida moderna, com mais eletrodomésticos e novas tecnologias que demandam ainda mais o uso da eletricidade, sendo sua última atualização em 2004.

- 6<sup>a</sup>. Versão: 2004 Uso obrigatório do DPS - Menção do DR imunizado
- 1.1 Esta Norma estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens.
- 1.2 Esta Norma aplica-se principalmente às instalações elétricas de edificações, qualquer que seja seu uso (residencial, comercial, público, industrial, de serviços, agropecuário, hortigranjeiro, etc.), incluindo as pré-fabricadas.
- 1.2.1 Esta Norma aplica-se também às instalações elétricas:
  - a) em áreas descobertas das propriedades, externas às edificações;
  - b) de reboques de acampamento (trailers), locais de acampamento (campings), marinas e instalações análogas; e
  - c) de canteiros de obra, feiras, exposições e outras instalações temporárias.
- 1.2.2 Esta Norma aplica-se:
  - a) **aos circuitos elétricos alimentados sob tensão nominal igual ou inferior a 1 000 V em corrente alternada**, com freqüências inferiores a 400 Hz, ou a 1 500 V em corrente contínua;
  - b) **aos circuitos elétricos, que não os internos aos equipamentos, funcionando sob uma tensão superior a 1 000 V** e alimentados através de uma instalação de tensão igual ou inferior a 1 000 V em corrente alternada (por exemplo, circuitos de lâmpadas a descarga, precipitadores eletrostáticos etc.);
  - c) **a toda fiação e a toda linha elétrica que não sejam cobertas pelas normas relativas aos equipamentos de utilização**; e
  - d) **às linhas elétricas fixas de sinal (com exceção dos circuitos internos dos equipamentos)**.



**Nota: A aplicação às linhas de sinal concentra-se na prevenção dos riscos decorrentes das influências mútuas entre essas linhas e as demais linhas elétricas da instalação, sobretudo sob os pontos de vista da segurança contra choques elétricos, da segurança contra incêndios e efeitos térmicos prejudiciais e da compatibilidade eletromagnética.**

**Esta Norma aplica-se às instalações novas e a reformas em instalações existentes.**



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

## **6.2.2 Aspectos relevantes da norma de instalações elétricas de BT – ABNT NBR 5410**

### **3 Definições**

3.3 Proteção contra choques elétricos e proteção contra sobretensões e perturbações eletromagnéticas.

3.3.1 eqüipotencialização: Procedimento que consiste na interligação de elementos especificados, visando obter a eqüipotencialidade necessária para os fins desejados. Por extensão, a própria rede de elementos interligados resultante.

**NOTA** A eqüipotencialização é um recurso usado na proteção contra choques elétricos e na proteção contra sobretensões e perturbações eletromagnéticas. Uma determinada eqüipotencialização pode ser satisfatória para a proteção contra choques elétricos, mas insuficiente sob o ponto de vista da proteção contra perturbações eletromagnéticas.

3.3.2 barramento de eqüipotencialização principal (BEP): Barramento destinado a servir de via de interligação de todos os elementos incluíveis na eqüipotencialização principal (ver 6.4.2.1).

**NOTA** A designação “barramento” está associada ao papel de via de interligação e não a qualquer configuração particular do elemento. Portanto, em princípio o BEP pode ser uma barra, uma chapa, um cabo, etc.

### **ABNT NBR 5410 – Uso obrigatório do Dispositivo de proteção contra choques elétricos – DR**

Uso obrigatório de DR de alta sensibilidade

A ABNT NBR 5410 (item 5.1.3.2.2) exige o uso de DR de alta sensibilidade (30 mA) na proteção de determinados locais e/ou circuitos:

- a) circuitos que alimentam tomadas de corrente situadas em áreas externas à edificação e circuitos de tomadas de corrente situadas em áreas internas que podem vir a alimentar equipamentos no exterior. Pode-se acrescentar, aqui, os circuitos de iluminação externa, como a de jardins;
- b) todos os pontos de utilização situados em banheiros;
- c) todos os pontos de utilização de cozinhas, copas-cozinhas, lavanderias, áreas de serviço, garagens e, no geral, áreas internas molhadas em uso normal ou sujeitas a lavagens;
- d) pontos de utilização situados no volume 2 e, dependendo do caso, no volume 1 de piscinas, em alternativa a outras medidas de proteção igualmente aplicáveis.

## **6.3 ABNT NBR 5410 – Uso obrigatório do Dispositivo de proteção contra surtos – DPS**

5.4.2.1.1 **Deve ser provida proteção contra sobretensões transitórias, com o uso dos meios indicados em 5.4.2.1.2, nos seguintes casos:**

- a) **quando a instalação for alimentada por linha total ou parcialmente aérea**, ou incluir ela própria linha aérea, e se situar em região sob condições de influências externas AQ2 (mais de 25 dias de trovoadas por ano);
- b) quando a instalação se situar em região sob condições de influências externas AQ3 (ver tabela 15 da norma).



**Nota: Admite-se que a proteção contra sobretensões exigida em 5.4.2.1.1 possa não ser provida se as consequências dessa omissão, do ponto de vista estritamente material, constituir um risco calculado e assumido. Em nenhuma hipótese a proteção pode ser dispensada se essas consequências puderem resultar em risco direto ou indireto à segurança e à saúde das pessoas.**

**5.4.2.1.2 a proteção contra sobretensões requerida em 5.4.2.1.1 deve ser provida:**

- a) por dispositivos de proteção contra surtos (DPSs), conforme 6.3.5.2; ou
- b) por outros meios que garantam uma atenuação das sobretensões no mínimo equivalente àquela obtida conforme alínea a).

**Os DPS deverão ser instalados próximos a origem da instalação ou no quadro principal de distribuição, porém poderia ser necessário um DPS adicional para proteger equipamentos sensíveis e quando a distância do DPS instalado no quadro principal é grande (> 30m). Estes DPS secundários deverão ser coordenados com o DPS a montante.**

A seção dos cabos não deverão ser menor que 4 mm<sup>2</sup>. Quando existe um sistema de proteção contra descargas atmosféricas, para produtos tipo 1 a seção não deverá ser menor que 16mm<sup>2</sup>.

**6.3.5.2.2 Instalação dos DPS no ponto de entrada ou no quadro de distribuição principal** Quando os DPS forem instalados, conforme indicado em 6.3.5.2.1, junto ao ponto de entrada da linha elétrica na edificação ou no quadro de distribuição principal, o mais próximo possível do ponto de entrada, eles serão dispostos no mínimo como mostra Figura

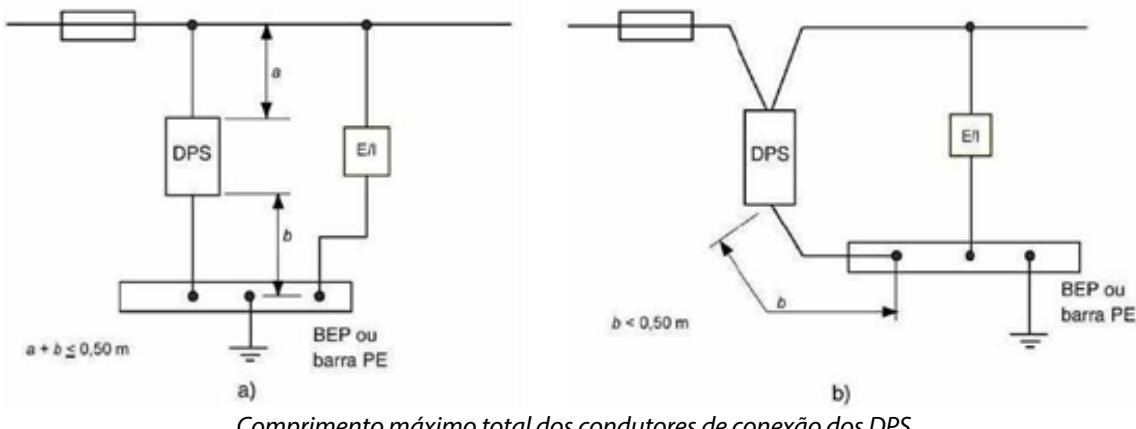
O comprimento de cada condutor de conexão do DPS ao condutor de fase somado ao comprimento de cada condutor de conexão do DPS à barra de aterramento deve ser o mais curto possível, não excedendo a 50 cm.

Devem ainda ser evitadas nestas ligações curvas e laços.

**6.3.5.2.9 Condutores de conexão do DPS**

O comprimento dos condutores destinados a conectar o DPS (ligações fase–DPS, neutro– DPS, DPS–PE e/ou DPS–neutro, dependendo do esquema de conexão, ver Figura 9) deve ser o mais curto possível, sem curvas ou laços. De preferência, o comprimento total, como ilustrado na figura Figura ?, não deve exceder 0,5 m.

Se a distância a + b indicada na figura 15-a não puder ser inferior a 0,5 m, pode-se adotar o esquema da figura 15-b. Em termos de seção nominal, o condutor das ligações DPS–PE, no caso de DPS instalados no ponto de entrada da linha elétrica na edificação ou em suas proximidades, deve ter seção de no mínimo 4 mm<sup>2</sup> em cobre ou equivalente. Quando esse DPS for destinado à proteção contra sobretensões provocadas por descargas atmosféricas diretas sobre a edificação ou em suas proximidades, a seção nominal do condutor das ligações DPS–PE deve ser de no mínimo 16 mm<sup>2</sup> em cobre ou equivalente.



Comprimento máximo total dos condutores de conexão dos DPS

## 6.4 Aterramento e eqüipotencialização

### 6.4.1 Aterramento.

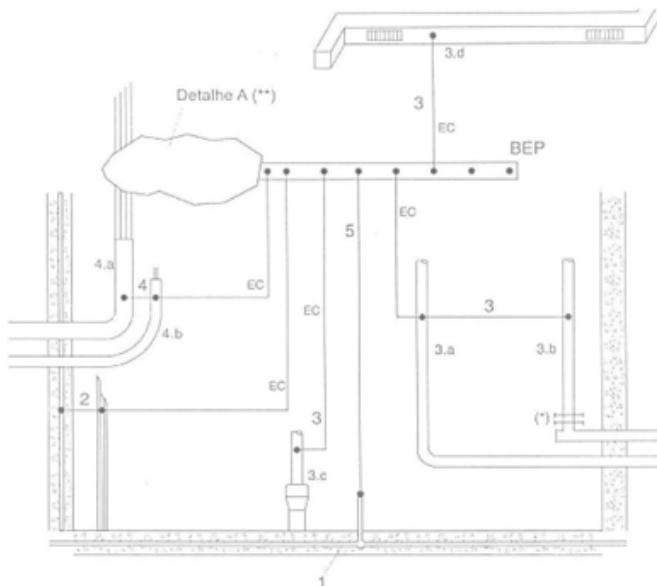
#### 6.4.1.1 Eletrodos de aterramento.

6.4.1.1.1 Toda edificação deve dispor de uma infra-estrutura de aterramento, denominada "eletrodo de aterramento", sendo admitidas as seguintes opções:

- a) preferencialmente, uso das próprias armaduras do concreto das fundações (ver 6.4.1.1.9); ou
- b) uso de fitas, barras ou cabos metálicos, especialmente previstos, imersos no concreto das fundações (ver 6.4.1.1.10); ou
- c) uso de malhas metálicas enterradas, no nível das fundações, cobrindo a área da edificação e complementadas, quando necessário, por hastes verticais e/ou cabos dispostos radialmente ("pé-de-galinha"); ou
- d) no mínimo, uso de anel metálico enterrado, circundando o perímetro da edificação e complementado, quando necessário, por hastes verticais e/ou cabos dispostos radialmente ("pé-de-galinha").

NOTA Outras soluções de aterramento são admitidas em instalações temporárias: em instalações em áreas descobertas, como em pátios e jardins; em locais de acampamento, marinas e instalações análogas; e na reforma de instalações de edificações existentes, quando a adoção de qualquer das opções indicadas em 6.4.1.1.1 for impraticável.

O apêndice G da NBR 5410:2004, exemplifica de maneira hipotética um sistema de aterramento, o qual é mostrado na figura seguinte.



**Legenda:**

BEP = Barramento de equipotencialização principal EC = Condutores de equipotencialização

1 = Eletrodo de aterramento (embutido nas fundações)

2 = Armaduras de concreto armado e outras estruturas metálicas da edificação

3 = tubulações metálicas de utilidades, bem como os elementos estruturais metálicos a elas associados. Por exemplo:

3.a = Água

3.b = gás

(\*) = Luva isolante

3.c = Esgoto

3.d = ar-condicionado

4 = Condutores metálicos, blindagens, armações, coberturas e capas metálicas de cabos

4.a = Linha elétrica de energia

4.b = Linha elétrica de sinal 5 = Condutor de aterramento

**6.4.1.1.2** A infra-estrutura de aterramento prevista em 6.4.1.1.1 deve ser concebida de modo que:

- seja confiável e satisfaça os requisitos de segurança das pessoas;
- possa conduzir correntes de falta à terra sem risco de danos térmicos, termomecânicos e eletromecânicos, ou de choques elétricos causados por essas correntes;
- quando aplicável, atenda também aos requisitos funcionais da instalação.

**6.4.1.1.3** Como as opções de eletrodos de aterramento indicadas em 6.4.1.1.1 são também reconhecidas pela ABNT NBR 5419, elas podem e devem ser usadas conjuntamente pelo sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) da edificação, nas condições especificadas naquela norma.

**NOTA:** Mastros de antenas devem ser incorporados ao SPDA, conforme ABNT NBR 5419

**6.4.1.1.4** Não se admite o uso de canalizações metálicas de água nem de outras utilidades como eletrodo de aterramento, o que não exclui as medidas de eqüipotencialização prescritas em 6.4.2.

**6.4.1.1.5** A infra-estrutura de aterramento requerida em 6.4.1.1.1 deve ser acessível no mínimo junto a cada ponto de entrada de condutores e utilidades e em outros pontos que forem necessários à eqüipotencialização de que trata 6.4.2.

## ABNT NBR 5410 – Tomadas de corrente e extensões

### 6.5.3 Tomadas de corrente e extensões

**6.5.3.1** Todas as tomadas de corrente fixas das instalações devem ser do tipo com contato de aterramento (PE). **As tomadas de uso residencial e análogo devem ser conforme ABNT NBR 6147 e ABNT NBR 14136, e as tomadas de uso industrial devem ser conforme IEC 60309-1.**

**6.5.3.2** Devem ser tomados cuidados para prevenir conexões indevidas entre plugues e tomadas que não sejam compatíveis. Em particular, quando houver circuitos de tomadas com diferentes tensões, as tomadas fixas dos circuitos de tensão a elas provida. Essa marcação pode ser feita por placa ou adesivo, fixado no espelho da tomada. Não deve ser possível remover facilmente essa marcação. No caso de sistemas SELV, devem ser atendidas as prescrições de 5.1.2.5.4.4.

## 6.5 ABNT NBR 14136 – Norma de Plugues e Tomadas para uso Doméstico e Análogo até 20 A/250 V em corrente alternada – Padronização

**1.1** Esta Norma fixa as dimensões de plugues e tomadas de características nominais até 20 a/250 V em corrente alternada, para uso doméstico e análogo, para a ligação a sistemas de distribuição com tensões nominais compreendidas entre 100 V e 250 V em corrente alternada.



**Nota: Com a norma ABNT NBR 14136, Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20A, 250 VCA – Padronização, publicada em 2002, o Brasil estabeleceu seu padrão de tomadas e plugues.**

A tomada fixa ABNT NBR 14136 vem com contato de aterramento, ou contato PE. Ela atende, assim, à exigência da norma de instalações elétricas, a ABNT NBR 5410, de que as tomadas fixas de uma instalação devem ser todas com contato de aterramento. Essa exigência se alinha também com outro requisito, que é o da presença do condutor de proteção ("fio terra"), nos circuitos – como determinam a ABNT NBR 5410 e a Lei no. 11 337, de 26 de julho de 2006.



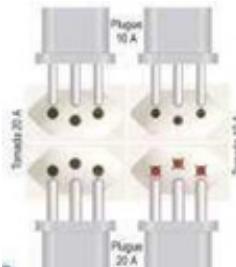
*Contato PE (contato de aterramento) A tomada fixa padrão ABNT NBR 14136 é do tipo 2P+T, com contato de aterramento, como exige a norma de instalações*



*O plugue de dois pinos hoje usado pela maioria absoluta dos eletroeletrônicos domésticos comercializados no Brasil é compatível com a tomada ABNT NBR 14136*

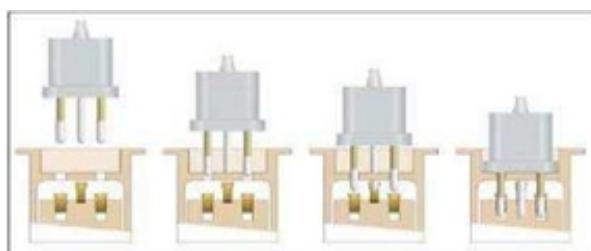
A tomada padrão ABNT NBR 14136 prima pela segurança. Começando pela segurança contra choques elétricos. Como mostra a figura, em outros modelos de tomada, mesmo aqueles em que os contatos elétricos ficam recuados em relação à face externa, há risco de choque elétrico: basta o usuário tocar no pino do plugue quando o pino está em contato com parte viva da tomada. Já a tomada padrão ABNT NBR 14136 inclui não só recuo dos contatos, como também um rebaixo – um encaixe para o plugue. Graças a esse detalhe construtivo, não há nenhum risco de contato acidental com as partes vivas. Além disso, como esse rebaixo funciona também como guia, a inserção do plugue se torna mais cômoda e mais segura, principalmente quando a tomada não é facilmente acessível ou quando não se tem visibilidade suficiente – situações em que o risco de choque elétrico é ainda maior, com outras tomadas, pois o usuário seria tentado a usar o dedo como guia para os pinos do plugue, na tentativa de encaixá-lo na tomada.

Outro destaque em matéria de segurança é que o padrão foi concebido de forma a evitar a conexão de equipamentos com potência superior à que a tomada pode suportar. É o que mostra a figura. Em termos de corrente nominal, a padronização ABNT NBR 14136 prevê duas tomadas: de 10 A e de 20 A; e também dois plugues, para até 10 A e para até 20 A. O diâmetro do orifício de entrada da tomada de 20 A é maior que o da tomada de 10 A. Assim também com os plugues: o diâmetro dos pinos do plugue de 20 A é maior que o do plugues de 10 A. O resultado é que a tomada de 20 A aceita a inserção de ambos os plugues, o de 20 A e o de 10 A, mas a tomada de 10 A não admite, dimensionalmente, a inserção do plugue de 20 A; afinal, como sua corrente nominal é de 10 A, ela não poderia mesmo ser usada para a conexão de equipamentos que consomem mais de 10 A.



*Segurança na conexão dos plugues e tomadas*

Visando mais segurança, de modo a evitar choques elétricos, a tomada fêmea deverá ser rebaixada para que o usuário do equipamento só tenha contato com a parte não isolada eletricamente após a sua desenergização.



*Seqüência Conexão segura dos plugues e tomadas*

Segundo a norma ABNT NBR 14936 (Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo – Adaptadores – Requisitos específicos).

- Existe o **adaptador múltiplo** e o **adaptador de conversão de sistema**, cujas definições são as seguintes:
- o **múltiplo** permite a ligação simultânea de mais de um plugue, de acordo com a ABNT NBR 14136;
- o de **conversão de sistema** permite a ligação de um **único plugue** a uma tomada não apta a aceitar aquele plugue.

Portanto o **adaptador múltiplo** ("benjamim" ou "T") deve estar de acordo com a configuração do padrão brasileiro (NBR 14.136), tanto no plugue quanto em suas tomadas.



*Adaptador múltiplo*

## 6. 6 ABNT NBR NM 61008-1 Interruptores a corrente diferencial-residual para usos doméstico e análogos sem dispositivo de proteção contra sobrecorrentes (RCCB)

Esta norma foi criada como Projeto de Norma MERCOSUL visando dispor de um conjunto coerente de normas para material elétrico de instalação, aplicável aos países integrantes do MERCOSUL.

### Objetivo:

A presente Norma aplica-se aos interruptores a corrente diferencial-residual funcionalmente independentes ou funcionalmente dependentes da tensão de alimentação, para utilizações domésticas e análogas, sem dispositivo de proteção contra as sobrecorrentes incorporado (designados doravante por RCCB), com uma tensão nominal não superior a 440 V c.a., com uma corrente nominal não superior a 125 A, destinados principalmente à proteção contra choques elétricos.

Estes dispositivos destinam-se à proteção das pessoas contra contatos indiretos, devendo as partes metálicas acessíveis da instalação estarem conectadas a um aterramento apropriado. Podem ser utilizados para garantir a proteção contra riscos de incêndio resultantes de uma corrente de fuga à terra persistente, sem intervenção do dispositivo de proteção contra sobrecorrente do circuito.

Os RCCB com uma corrente diferencial-residual nominal de atuação inferior ou igual a 30 mA são também utilizados como meio de proteção complementar em caso de falha das outras medidas de proteção contra os choques elétricos.

A presente norma aplica-se aos dispositivos que asseguram simultaneamente as funções de detecção da corrente residual, de comparação do valor desta corrente com o valor da corrente diferencial-residual nominal de atuação (I<sub>An</sub>) e de abertura do circuito protegido quando a corrente diferencial-residual é superior àquele valor.

## 6.7 ABNT NBR NM 61008-2-1 :2005 Interruptores a corrente diferencial-residual para usos doméstico e análogos sem dispositivo de proteção contra sobrecorrentes (RCCB) Parte 2-1: aplicabilidade das regras gerais aos RCCB funcionalmente independentes da tensão de alimentação

Esta norma foi editada a fim de fazer alguns ajustes na versão anterior NM 61008-1.

### Introdução

A presente parte 2-1 completa ou modifica as seções correspondentes da NM 61008-1 para abranger a aplicabilidade das regras gerais aos RCCB funcionalmente independentes da tensão de alimentação.

### Objetivo

A seção da parte 1 é aplicável com as seguintes exceções:

Substituir o primeiro parágrafo pelo seguinte:

Esta Norma é aplicável aos RCCB funcionalmente independentes da tensão de alimentação para uso doméstico e análogo, sem dispositivo de proteção contra as sobrecorrente incorporada, com tensão nominal não superior a 440 V a.c. corrente nominal não superior a 125 A, destinados principalmente à proteção contra choques elétricos.

## 6.8 ABNT NBR NM 60454-3-1 Fitas Isolantes de PVC

Esta norma foi elaborada pela ABNT/COBEI para garantir um padrão de qualidade nas fitas isolantes existentes no mercado brasileiro.

As fitas isolantes podem ser enquadradas em uma das três categorias abaixo, sendo que cada uma tem sua aplicação de maneira a garantir uma isolação segura.

- Classe A: acima 0,18 mm de espessura (uso profissional)
- Classe B: 0,15 mm de espessura (uso industrial)
- Classe C: 0,12mm de espessura (uso geral e doméstico)

São 17 testes criteriosos aplicados para a certificação, contemplando todas as categorias de fitas isolantes, tais como:

- Adesão ao Aço
- Adesão ao Dorso
- Espessura
- Rigidez Dielétrica
- Resistência à Tração
- Alongamento
- Resistência à Chama
- Resistência à Temperatura
- Corrosão Eletrolítica
- Resistência à Perfuração a Temperaturas Elevadas
- Largura
- Comprimento
- Resistência ao Cisalhamento

Como saber se o produto atende à norma?

Através da certificação oficial obtida por testes técnicos validados por um órgão certificador credenciado pelo INMETRO.

NORMA  
BRASILEIRA

ABNT NBR  
NM  
60454-3-1

Primeira edição  
22.01.2007

Válida a partir de  
22.02.2007

Fitas adesivas sensíveis à pressão para fins  
elétricos  
Parte 3: Especificações para materiais  
individuais – Folha 1: Filmes de PVC  
com adesivos sensíveis à pressão  
(IEC 60454-3-1:1998, MOD)

Specifications for pressure-sensitive adhesive tapes for electrical  
purposes  
Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 1: PVC film tapes  
with pressure-sensitive adhesive

Exemplo de certificadores: BVQI, AFAQ, TUV.

## 7. Você no mercado de trabalho

### 7.1 Postura profissional

Quem atua profissionalmente em uma área qualquer, é sempre relacionado a padrões ditados pela sociedade no que se refere a características pessoais, profissionais e o esperado pelas empresas formando assim um tripé que define sucesso.



A interação deste tripé “Características Pessoais – Desejo da Empresa – Características Profissionais” deve ser muito trabalhada pelo indivíduo que procura inserir-se no mercado de trabalho.

#### 7.1.1 Características do bom profissional.

As empresas são cada vez mais exigentes em relação aos seus colaboradores, procurando pessoas dinâmicas, quase completas. Hoje em dia, não basta cumprir os requisitos técnicos para determinada função, e são muitas as características de um bom profissional, por exemplo:

##### **Apresentação condizente com a situação;**

A apresentação deve ser compatível com a atividade profissional.

##### **Afinidade com a empresa;**

Partilha os objetivos da empresa, e por isso sente que os sucessos da empresa são os seus próprios sucessos.

##### **Integração;**

Procura integrar-se no espírito da empresa, procura assimilar a cultura e valores da mesma.

##### **Objetivos profissionais e de vida definidos;**

Não se acomodar com uma situação estável na empresa, procurar crescer levando a atingir uma posição social ou maior conforto para a família.

##### **Automotivação;**

Não espera estímulos externos para desenvolver a sua atividade. Não necessita de motivação contínua.

##### **Autoconfiança;**

Saber avaliar sua capacidade e assim estabelecer seu nível de auto-confiança.

##### **Autonomia:**

Tem iniciativa própria; não espera que as coisas aconteçam, além disso, planeja as suas atividades.

**Iniciativa;**

Ser pró-ativo, tomar iniciativa dentro de seu limite de atuação, não dependendo de ordens superiores.

**Responsabilidade;**

Saber discernir sobre o quanto suas ações são importantes para a empresa, assumindo responsabilidade por elas..

**Dedicação;**

Ter consciência de que fazer a obrigação do cargo, nem sempre é suficiente, devendo dedicar-se a fim de fazer melhor suas atividades.

**Ambição;**

Um bom profissional ambiciona ir além da sua atividade.

**Capacidade de aprender;**

Estar apto a aprender, a melhorar seus processos procurando assim diversas maneiras de aprendizado que pode ser através da equipe de trabalho ou até mesmo autodidata.

**Criatividade/inovação;**

Estar apto a pensar em soluções não óbvias para situações ou tarefas novas. Procurar apresentar novas idéias, encontrando novos métodos de trabalho.

**Capacidade de trabalho em equipe;**

Ter interação com os colegas, participar de decisões, não impor sua opinião, mas sim procurar o bom senso do grupo.

**Relacionamento interpessoal;**

Ter claro de que não existe dois indivíduos idênticos, saber trabalhar as individualidades e as diferenças.

**Ser voltado para resultados;**

Ter claro de que a empresa espera um determinado resultado de suas ações, estar ciente de que deve apresentar este resultado.

**Atitude positiva;**

Sempre visualizar bons resultados, não criar um resultado negativo antes que ele ocorra, em caso de ocorrência, saber aprender com seus erros.

**Capacidade de comunicação;**

Um bom profissional sabe expressar suas idéias. Tem a capacidade de se fazer entender.

**Capacidade de sonhar;**

Com um sonho a realizar, estabelecer metas e meios para realizá-lo.

**Flexibilidade;**

Procura adaptar-se a mudanças, que encara como oportunidades, e não como ameaças. Está aberto a desafios.

**Cumprimento de objetivos;**

Estabelece e compromete-se com objetivos, e faz tudo o que pode para cumpri-los. É orientado para os resultados.

### **Trabalho em equipe:**

Gosta de trabalhar em equipe. Não se importa de ajudar os outros (embora não descuide de seu trabalho).

### **Sabe gerenciar o tempo:**

Define prioridades, e não “perde” o seu tempo com questões pouco importantes.

### **Organização.**

Capacidade de manter o local de trabalho, informações e trabalhos em andamento organizados.

### **Networking (rede relacionamento profissional).**

O profissional deve possuir ampla rede de amizades profissionais, pois estas levam a estar atualizado com assuntos referente a sua área de atuação, podendo ainda ser uma fonte de consulta.

Normalmente estas características são negligenciadas por muitos profissionais que se empenham em adquirir formação técnica, através de cursos e treinamentos, e esquecem que mesmo sendo um profissional competente tecnicamente, precisarão também trabalhar em equipe, estarem motivados, criarem e inovarem continuamente e se relacionarem de maneira eficaz.

## **7.2 Trabalhando na construção civil**

O mercado de trabalho da construção civil é um dos que tem mais crescimento atualmente, as possibilidades de trabalho vão desde engenheiros, arquitetos, projetistas nas diversas áreas, onde o maior número de postos de trabalho está disponível na parte operacional, como por exemplo, eletricidade, eletrotécnica e automação predial.

Especificamente em eletricidade tem-se trabalhadores em projetos, execução em diversos níveis e para fornecer, controlar e gerenciar os materiais e equipamentos para tais atividades temos o almoxarifado, os profissionais que atuam neste setor nem sempre são técnicos sendo obrigatório os conhecimentos técnicos básicos de funcionamento e de aplicação dos equipamentos.

A área de instalações elétricas na construção civil é também muito promissora, pois as equipes de instaladores estão sempre presente na obra, desde a execução estrutural, cabeamento até a parte mais fina, a da automação predial.

Alem das características de um bom profissional vistas anteriormente, o profissional da construção civil deve ser adepto ao uso de EPIs praticando rotineiramente a política “prevencionista”, pois como o ambiente de trabalho está em constante alteração devido o andamento da obra, a possibilidade de ocorrência de acidentes é muito grande sendo a área com maior índice de acidentes no país. Outra característica em destaque é a organização do ambiente e do processo de trabalho, levando a evitar desperdícios e a geração de resíduos. Quando esse for inevitável deve-se prever seu descarte visando sua reciclagem evitando impactos ambientais nocivos.

Os postos de trabalho na construção civil são ocupados em sua maioria pelo sexo masculino, embora a cada ano se tem observado um crescimento da participação do sexo feminino, voltado principalmente para área de acabamentos e instalações elétricas. Historicamente o nível de escolaridade do trabalhador na construção civil é baixo, em sua maioria chega a ter o primeiro grau concluído e alto índice de analfabetismo, frente a modernização inerente a sociedade, os empresários tem feito investimentos na melhoria da escolaridade de seus colaboradores, levando a investimentos também na qualificação profissional.

## Renda mais elevada

Cientes do aumento da profissionalização, os empresários estão pagando salários cada vez mais elevados. O levantamento feito pelo Ministério do Trabalho com dados do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (Caged) mostra que o salário inicial dos trabalhadores formais da construção civil aumentou 35% entre 2003 e 2010, já descontada a inflação do período. Em janeiro de 2003, um funcionário do setor era contratado ganhando, em média, R\$ 651,74 – em valores reais deflacionados pelo INPC de março de 2010. Em janeiro deste ano, o salário inicial saltou para R\$ 884,01. Somente no último ano, o ganho foi de 5,8% acima da inflação – passou de R\$ 835,16 para R\$ 884,01, em valores já deflacionados.

## Mais empregos no país

Mesmo com a crise econômica que atingiu o mundo nos últimos 20 meses, o setor da construção continua gerando emprego. O número de trabalhadores na construção cresceu 23% desde 2002, início da série histórica da Pesquisa Mensal de Emprego (PME), do IBGE, que monitora o mercado de trabalho formal e informal em seis regiões metropolitanas brasileiras - Recife, Salvador, Belo Horizonte, Rio de Janeiro, São Paulo e Porto Alegre. Somente nos últimos 12 meses (fevereiro de 2010), o avanço foi de 8,1%, contra um avanço de 3,4% do mercado de trabalho brasileiro em geral. A demanda por novos trabalhadores continua crescendo.

### 7.3 Comércio de materiais elétricos

A área de comércio de materiais elétricos apresenta algumas características bem específicas, tais como, a não exigência de formação técnica na área, mas sim conhecimentos gerais de funcionamento e de característica técnica dos produtos em questão.

Os postos de trabalho nesta área são com mais freqüência em vendas em balcão, almoxarifado, estoque, orçamentos, cotações e prospecção (descobrir) novos clientes.

Além dos postos de trabalho citados anteriormente é comum as empresas que comercializam materiais elétricos fornecerem painéis elétricos, necessitando do profissional conhecimentos específicos tais como conhecimento de comandos elétricos e habilidade manual com ferramentas elétricas e manuais, conhecimento estes adquiridos normalmente em cursos profissionalizantes em Comandos Elétricos..

#### O que se espera do trabalhador no comércio de materiais elétricos:

- Ter conhecimentos gerais de funcionamento e de aplicação da linha de produto de atuação;
- Ter facilidade de se expressar técnica e objetivamente;
- Ter conhecimentos básicos de informática, familiaridade com computadores preferencialmente em programas da linha Microsoft Office.

### 7.4 Você é o dono

#### 7.4.1 Conceitos de empreendedorismo

O empreendedorismo é reconhecido pelo seu valor como promotor de desenvolvimento econômico, por sua capacidade de gerar empregos, pela criação de produtos inovadores, pela atuação na busca de soluções para questões sociais e até mesmo pela sua inclusão em programas governamentais com o objetivo de conseguir fazer acontecer o desenvolvimento local e regional.

Conceito de empreendedor segundo alguns “papas” do assunto:

“O empreendedor é alguém que percebe uma oportunidade e cria uma organização para perseguir-la” - Willia Bygrave – Prof. Do Bobson College.

“O empreendedor é uma pessoa que destrói a ordem econômica existente introduzindo novos serviços e produtos, criando novas formas de organização e explorando novos materiais” – Joseph Schumpeter.

#### **7.4.1.1 Elementos do conceito de empreendedorismo**

O Empreendedorismo pode ser caracterizado por certos elementos que são observados em grande número de empreendedores.

1. Possuem atitude pró-ativa ao observar possíveis oportunidades de negócio.
2. Possuem facilidade em capturar e avaliar as oportunidades de negócios.
3. Possuem facilidade em obter apoio de colaboradores e de financiadores para seus realizar seu empreendimento.
4. Para que possam realizar seu sonho, o empreendedor possui facilidade na tomada de decisões.

#### **7.4.1.2 O ambiente do empreendedorismo**

O ambiente onde ocorre o empreendedorismo deve ter algumas características inerentes ao processo empreendedor, que são:

##### **Inovação:**

A inovação é muito importante neste ambiente, levando a criar o diferencial para o empreendimento.

##### **Comunicação:**

A comunicação é algo inerente ao empreendedor, pois deve ser rápida e eficiente, para tal, deve-se utilizar os recursos da tecnologia, por exemplo e-mails.

##### **Informação:**

Devido a velocidade de surgimento das informações e facilidade em ter acesso a ela, os canais de informação são algo que deve ser muito explorado pelo empreendedor.

##### **Distribuição:**

A distribuição ou fornecimento de um produto/serviço deve contar com um sistema de logística, este sistema depende muito do porte do empreendimento.

##### **Tecnologia:**

A tecnologia está em constante desenvolvimento com velocidade de mudança incalculável, pois depende do nível de obsolescência de produtos/equipamentos aliada a necessidade sinalizada pelo mercado.

##### **Globalização:**

Devido a facilidade de trocar informações e a velocidade do desenvolvimento tecnológico leva o empreendedor a ter uma visão e atuação além dos limites do domínio de seus clientes, pois, pode detectar uma oportunidade de negócio em qualquer ponto do planeta, isto se aplica também a concorrências externas.

##### **Novos conceitos:**

A cada dia surgem novos conceitos hora ditados pela sociedade ou por administradores, por exemplo, meio ambiente, ações sociais da empresa na comunidade onde esta estabelecida, novas modalidades de benefícios aos funcionários.

### 7.4.1.3 As fases do processo empreendedor

As fases do processo empreendedor para criação de um empreendimento são:

1. Identificação de uma necessidade na área de eletricidade, podendo ser serviço ou produto.
2. A abertura do empreendimento, definição das características do empreendimento, avaliando a aquisição dos recursos necessários, tais como ferramentas, aparelhos, equipamentos e materiais.
3. Implementação do empreendimento, fazendo acontecer, realizando serviços ou colocando seu produto no mercado..
4. Administração e avaliação do empreendimento, observando resultados e satisfação dos clientes.

### 7.4.2 As entidades brasileiras no ambiente empreendedor

O Empreendedorismo no Brasil conta com diversas entidades que participam do processo empreendedor de maneira direta ou indireta, sendo as mais conhecidas:

#### 1) Universidades:

Fornecem cursos de Empreendedorismo em seus currículos para seus alunos, em alguns casos são incubadoras (ambientes onde empresas em fase criação e consolidação recebem total apoio para seu sucesso).

#### 2) ANPROTEC (Associação Nacional das Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores):

É uma entidade sem fins lucrativos que agrupa as incubadoras e os parques tecnológicos brasileiros.

#### 3) Redes de Tecnologia:

As redes de tecnologia são associações, geralmente sem fins lucrativos, que reúnem instituições que têm o objetivo comum de desenvolver produtos inovadores usando a tecnologia como base.

#### 4) FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos):

É um órgão do governo federal brasileiro, subordinado ao Ministério de Ciência e Tecnologia, e tem a seguinte missão, extraída do site - <http://www.finep.gov.br/>:  
'Promover e financiar a inovação e a pesquisa científica e tecnológica em empresas, universidades, institutos tecnológicos, centros de pesquisa e outras instituições públicas e privadas, mobilizando recursos financeiros e integrando instrumentos para o desenvolvimento econômico e social do país."

#### 5) CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico):

É um órgão do governo federal ligado ao Ministério de Ciência e Tecnologia e tem diversos programas de apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico do país

#### 6) SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas):

É a entidade de maior participação no processo de empreendedorismo. Sendo o ponto de partida para tomada de informação de como oficializar o empreendimento. A atuação do SEBRAE se concentra nas micro e pequenas empresas, especialmente de áreas de comércio, serviços, indústria, agronegócios e artesanato. Também é o responsável pela nova modalidade de empreendedor denominado "Micro Empreendedor Individual - MEI", site: [www.sebrae.com.br](http://www.sebrae.com.br)

## 7) FAP (Fundações de Amparo à Pesquisa):

São organizações presentes em todas as unidades da federação com o objetivo de apoiar a pesquisa com a concessão de verbas para projetos de caráter científico e o desenvolvimento de áreas de especialização de interesse em cada estado, como exemplo tem-se a FAPESP -Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

### 7.4.3 Criando seu próprio negócio

Como falado anteriormente o SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) é o ponto de partida para o empreendedor realizar seu sonho, pois tem programas, projetos e especialistas em diversas áreas da administração aptos a fornecer informações de como formalizar um negócio.

O SEBRAE está presente em todos os grandes centros no país, o ideal é ir a um posto do SEBRAE, pois ele possui bibliotecas com disponibilização de livretos que orientam o empresário a fazer a abertura da empresa, sendo indicado ainda visitar o site do mesmo, [www.sebrae.com.br](http://www.sebrae.com.br).

O empreendedor deve consultar alguns contadores para conhecer o procedimento de abertura do empreendimento assim como as informações necessárias, para posteriormente ser contratado para fazer a abertura do empreendimento, ao fazer a escolha, deve-se certificar de que as informações são precisas e corretas.



**Nota:** Mesmo o contador realizando todo o processo de abertura do empreendimento, o responsável pelo negócio é o proprietário, portanto, passível de todo o rigor das leis em vigor no país.

#### Dicas Importantes:

1. Contrato social - Discuta com os sócios a partir de um modelo que você facilmente consegue com o contador ou até mesmo na Internet, adequando-o segundo o perfil e objetivos do negócios..
2. Passos típicos do processo de abertura:
  - Consulta sobre nome da empresa - é preciso verificar se não existe alguma empresa já registrada com o nome que você quer adotar.
  - Pagar a Guia de Recolhimento na Junta Comercial
  - Registrar o contrato social da empresa
  - Inscrever a empresa no CNPJ
  - Confirmar cadastramento no INSS
  - Solicitar autorização no fisco estadual para obter autorização para emitir notas fiscais

### 7.4.4 Microempreendedor Individual - MEI

Por ser um país em desenvolvimento e de dimensões continentais, o Brasil tem um grande número de trabalhadores atuando de maneira informal, sem contar com benefícios previdenciários assim como o não recolhimento de impostos. Focando nestas duas características; população desprovida dos benefícios previdenciários, e do não recolhimento dos impostos que devido a grande quantidade de não pagantes torna-se uma soma razoável, o governo criou a modalidade de Microempreendedor Individual – MEI.

O Empreendedor Individual é a pessoa que trabalha por conta própria e que se legaliza como pequeno empresário. Para ser um empreendedor individual, é necessário faturar hoje no máximo até R\$ 60.000,00 por ano ou R\$ 5.000,00 por mês e não ter participação em outra empresa como sócio ou titular.

Pela Lei Complementar nº 128, de 19/12/2008, o trabalhador conhecido como informal pode se tornar um Empreendedor Individual legalizado. Ele passa a ter CNPJ, o que facilitará a abertura de conta bancária, o pedido de empréstimos e a emissão de notas fiscais e terá acesso a benefícios como auxílio maternidade, auxílio doença, aposentadoria, entre outros.

O público alvo do sistema MEI são os trabalhadores que atuam de maneira autônoma e na informalidade, por exemplo, eletricistas, encanadores, costureiras e uma infinidade de outros profissional com atuação semelhante.

Dentre as inovações trazidas pela Lei Complementar nº 128 de 19.12.2008 está a instituição de regime específico para o Microempreendedor Individual - MEI, que poderá optar pelo recolhimento dos impostos e contribuições abrangidos pelo Simples Nacional em valores fixos mensais. Trata-se de grande benefício para as empresas que conseguirem se enquadrar, pois esses contribuintes ficarão sujeitos, basicamente, à Contribuição Previdenciária, ao ISS e ao ICMS.

### **Forma de tributação**

O Microempreendedor Individual recolherá, na forma regulamentada pelo Comitê Gestor, valor fixo mensal correspondente à soma das seguintes parcelas.

- a) R\$ 31,10 (trinta e uma reais e dez centavos), a título de contribuição previdenciária INSS (5% sobre o limite mínimo mensal do salário-de-contribuição - previsto no §2º do art. 21 da Lei nº 8.212, de 24 de julho de 1991);
- b) R\$ 1,00 (um real), a título de ICMS, caso seja contribuinte desse imposto; e
- c) R\$ 5,00 (cinco reais), a título de ISS, caso seja contribuinte.

Ou seja, o contribuinte que se enquadrar no regime aqui previsto, recolherá mensalmente, no máximo, R\$ 51,65. Isso, se for contribuinte de ambos os impostos (ISS e ICMS).

O valor de R\$ 37,10 referente à contribuição previdenciária do MEI será reajustado na mesma data de reajuste dos benefícios previdenciários, de forma que esta contribuição seja sempre equivalente a 5% do limite mínimo mensal do salário-de-contribuição.



**NOTA:** Valores coletados em 14/maio/2012 no site [www.portaldoempreendedor.gov.br/](http://www.portaldoempreendedor.gov.br/)

### **Iniciando o MEI**

O passo inicial para a formalização do MEI é consultar os sites do SEBRAE [www.sebrae.com.br](http://www.sebrae.com.br) e [www.portaldoempreendedor.gov.br](http://www.portaldoempreendedor.gov.br) onde são encontradas diversas informações sobre o Microempreendedor Individual MEI.

### **7.4.5 Porque algumas empresas no Brasil morrem nos primeiros anos de sua fundação.**

A seguir são apresentados alguns agentes causadores da morte das empresas:

#### **Falta de capital de giro:**

Capital de giro é o capital necessário para fazer os negócios de uma empresa andarem, ou girarem, uma vez que a lógica dos negócios consiste em investir primeiro - inclusive na aquisição de estoques - para vender e receber dinheiro depois.

#### **Carga tributária elevada:**

A carga tributária no Brasil é uma das maiores do mundo, principalmente devido a grande assistência dada pelo sistema previdenciário aos seus cidadãos.

### **Concorrência muito forte:**

A empresa recém criada encontra no mercado outras empresas já consolidadas com sua carteira de clientes definida e com certo prestígio, a nova empresa deve contar com sua diferencia para abrir sua carteira de clientes.

### **Problemas financeiros:**

No Brasil a obtenção de capital para investir em novas empresas é muito difícil, aliada a falta de experiência de jovens empresários em lidar com o assunto.

### **Clientes maus pagadores:**

O cliente que passa por alguma dificuldade financeira por exemplo, dificuldade em obtenção de capital de giro, não honram seus compromissos. Devido a pouco provisionamento financeiro da empresa recém criada, este fato interfere decisivamente na saúde financeira da mesma.

### **Falta de clientes:**

Uma empresa recém-criada não tem carteira de clientes consistente, normalmente os primeiros clientes são atraídos pela experiência anterior de seus fundadores, a consolidação da carteira é um trabalho árduo e leva tempo.

### **Ponto/local inadequado:**

A escolha do local de abertura do empreendimento deve ser cuidadosamente planejado, pois deve estar próximo de seus clientes em potencial ou onde exista a necessidade dos produtos/serviços da mesma.

### **Baixa qualificação da mão de obra:**

Devido ao baixo poder de pagar salários compatíveis a seus funcionários quando comparado com empresas já consolidadas no mercado, a empresa recém criada não tem recursos para ofertas salários e condições profissionais melhores a seus futuros profissionais.

### **Desconhecimento do mercado:**

O estudo do mercado na fase de constituição da empresa é algo decisivo, pois qualquer fato que não tenha sido identificado anteriormente pode comprometer a nova empresa.

### **Recessão econômica no país:**

A recessão econômica é algo que o empresário está sujeito em maior ou menor grau, dependendo de sua atuação e nível de endividamento.



**Nota:** A história tem mostrado que empresários com boa percepção e criatividade, utilizam os momentos de dificuldades/crises como elemento motor para tomadas de decisões inovadoras, aprendendo muito com as mesmas.

## **7.4.6 Sua apresentação é a do seu negócio**

No convívio social ou profissional a apresentação de um indivíduo é observado por outros elementos do grupo, devido a formalidade existente nos ambientes profissionais, alguns cuidados devem ser tomados pela pessoa que está em serviço, sendo:

### **Vestuário:**

estar trajando roupa de acordo com o tipo de trabalho que está sendo realizado e de acordo com o ambiente em questão, o vestuário ainda deve mostrar bom zelo, podendo refletir uma característica do profissional.

### **Hábitos de Higiene:**

tais como cabelos tratados, unhas cuidadas e no caso dos homens a barba deve estar feita.

### **Calçados:**

devem estar bem cuidados e de acordo com o nível de segurança necessário ao trabalho em questão, garantindo a segurança, o conforto.

### **Comunicação verbal:**

expressar-se de maneira clara e objetiva, não utilizando gírias ou jargões.

### **Gestos:**

não utilizar gestos de nenhum tipo, pois, segundo alguns estudiosos de comunicação, nossos gestos podem trazer uma mensagem sublinhada de um sentimento.

### **Relógio:**

como todo trabalho está associado a prazos e horários, o relógio passa a ser um acessório importante, denotando uma preocupação com cumprimento de prazos, embora, por questões de segurança, os profissionais que trabalham com eletricidade, em especial circuitos energizados, não se aconselham o uso de relógio, principalmente os metálicos.

### **Organização:**

Portar agendas, blocos de anotações caracteriza que o profissional é organizado e tem compromissos com seus clientes e parceiros.

## **7.4.7 A Propaganda é a alma do negócio**

A propaganda é importante na obtenção de novos serviços pois garante a sobrevivência do negócio., existem diversas maneiras de se fazer propaganda, desde as mais elaboradas através de departamentos de marketing, como também as mais simples feitas na comunidade que pode ser:

- através do "boca-a-boca" que são as boas referências dadas por clientes satisfeitos;
- através dos amigos e parentes, pedindo para que os mesmos divulguem seus serviços;
- Colocação de avisos em pontos comerciais de amigos/conhecidos,
- colocação de anúncio em rádios comunitárias;
- através de bom relacionamento com clientes que permitam que seja mostrado o serviço realizado para o mesmo a clientes em potencial.

De modo geral o nível eficiência da propaganda depende muito de quanto se deseja investir na mesma, assim como a desenvoltura e desinibição do responsável em fazê-la.

## **7.4.8 Preparação de Orçamento: materiais e quantitativos**

Na elaboração do orçamento é primordial que haja clareza quanto ao serviço que será realizado e se o mesmo atende o desejo do cliente.

A sobrevivência de um empreendimento está ligada diretamente a geração de receita e seu consumo, exigindo algum nível de gerenciamento. Isto faz com que a preparação de um orçamento com base em valores reais de mercado, principalmente o de equipamentos e materiais que serão utilizados em um serviço deve ser feito de maneira muito cautelosa, sempre consultando fornecedores a cada orçamento.

Outro fator importantíssimo é fazer um levantamento de todos os gastos envolvidos para realizar o serviço, tais como locomoção, alimentação, estadia, aquisição de ferramentas e materiais para uso único no serviço em questão, pois fazer alto investimento em uma ferramenta que será utilizada unicamente em um serviço, exige que seja feito um planejamento de diluição deste investimento em mais de um serviço, reduzindo assim o lucro inicial.. Uma boa prática é elaborar uma tabela ou planilha com todos estes gastos, denominada "Planilha/Tabela de Orçamento".

Para profissionais que trabalham com parceiros subcontratados, estes devem ser consultados para que seu custo seja agregado ao orçamento.

A forma de pagamento deve ser observada, pois para profissionais com baixo capital de giro, este deve prever uma parte do pagamento pelo serviço prestado para honrar compromissos com compras realizadas para a execução do referido serviço.

Para que um orçamento seja aceito, não basta apenas que o mesmo seja bem elaborado quanto ao investimento do cliente, mas também a apresentação dos argumentos de venda do mesmo, tais como:

- => Informar que o serviço será realizado segundo normas técnicas brasileiras;
- => Serão obedecidas normas de segurança tanto na realização do trabalho como garantirão segurança para os usuários, no caso o cliente;
- => Destacar o tipo de acabamento final, os cuidados que serão tomados com o ambiente onde será realizado o trabalho.
- => Dar referências de serviços realizados.

## 8. Exercícios

### Módulo I - Energia Segura

1.1 Cite 4 cuidados a serem tomados ao executar uma instalação elétrica, ou durante a manutenção.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1.2 Observe as figuras a seguir e cite os cuidados que devem ser tomados ao fazer as ações citadas.



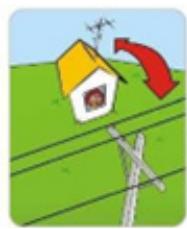
#### Instalação de chuveiros

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



#### Instalação de antenas

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



#### Troca de lâmpadas

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



#### Uso de Tomadas

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

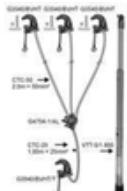
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1.3 O que significa Norma Regulamentadora e qual é a fala sobre Segurança em Instalações e Serviços de Eletricidade?


1.4 Segundo a **Norma** citada na questão 1.3, liste 5 riscos da força de eletricidade e as medidas de controle respectivas a cada risco citado.


1.5 Na figura a seguir classifique os equipamentos de proteção em EPI e EPC ligando a figura ao tipo de equipamento de proteção.

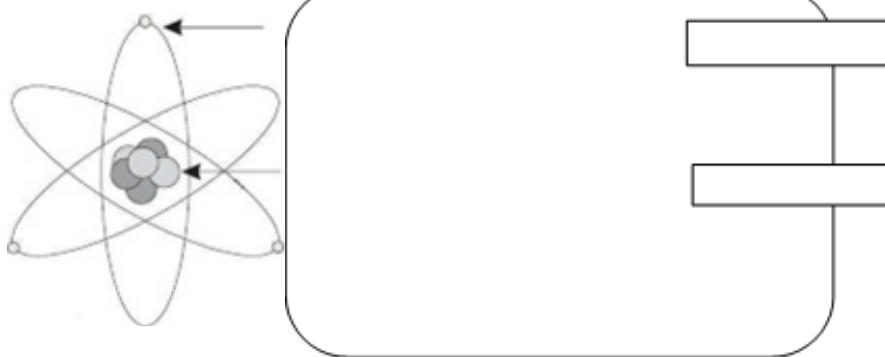
EPI

EPC

1.6 Cite alguma situação em eletricidade que você observa no seu trabalho ou na sua comunidade, indicando a respectiva medida de controle.


## Módulo II - Conceitos Técnicos Elementares

2.1 Na figura a seguir, identifique os elementos da mesma, circulando o elemento responsável pelo fluxo de corrente elétrica.



2.2 O que define se um material é condutor ou isolante?


2.3 Explique o significado de grandeza que se refere as figuras a seguir.

	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

2.4 O que significa potencia ativa e reativa ? Dê um exemplo de onde as encontramos.


2.5 A lei de OHM estabelece a relação entre quais grandezas elétricas?

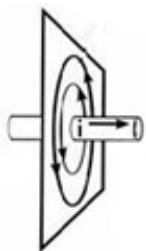
2.6 Na figura seguinte de OHM coloque a fórmula para cálculo de cada grandeza.

2.7 Calcule a corrente de um chuveiro de 5.800w alimentado por 220v.

2.8 O que você entende por fator de potência?

2.9 Qual a diferença entre CA e CC?

## 2.10 A que se refere a figura seguinte?



2.11 Na figura seguinte identifique os tipos de motores explicando o funcionamento dos mesmos.

## 2.12 O que você entende por sistema de aterramento?

2.13 Qual o instrumento utilizado para medir a resistência de aterramento?

\_\_\_\_\_

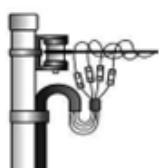
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

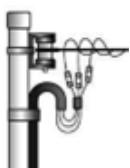
\_\_\_\_\_

2.14 Na figura seguinte identifique quais os tipos de funcionamento de energia elétrica, e cite as particularidades de cada tipo.



---

---



---

---

---



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2.15 Em quais situações não devem ser instalados os quadros de distribuições?

2.16 Qual a divisão de circuitos mínimos que uma residência deve ter?

2.17 Quais as etapas para levantamento de cargas da instalação?

2.18 Na figura seguinte, qual o nome, função e funcionamento do dispositivo mostrado?

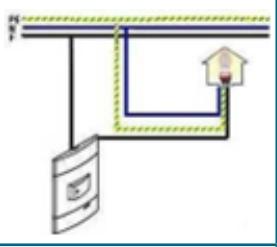
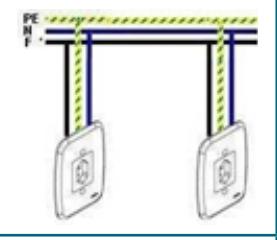
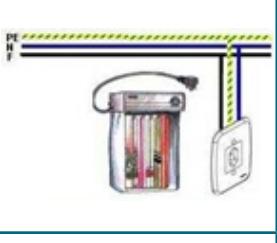
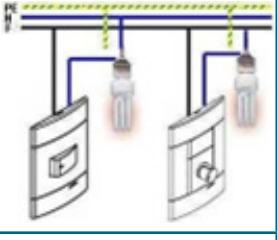
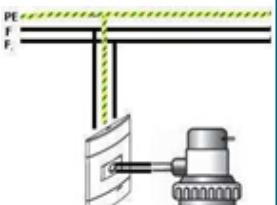


2.19 Quanto ao dispositivo citado na questão anterior, que tipo de curva é utilizada para dimensionar o mesmo?

2.20 O que significa os dispositivos **DPS** e **DR** e onde os mesmos são aplicados?

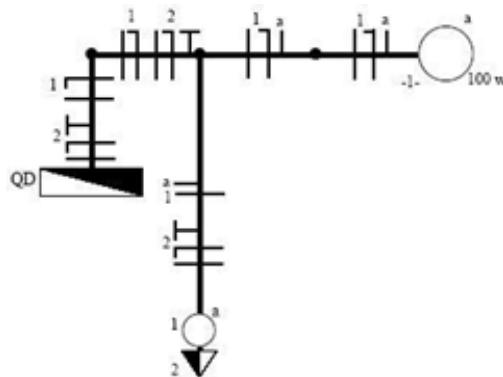
## 2.21 O que significa **Círculo de Distribuição** e **Círculo Terminal**?

2.22 Na figura seguinte faça a devida divisão de Circuito especificando o nome de cada um deles.

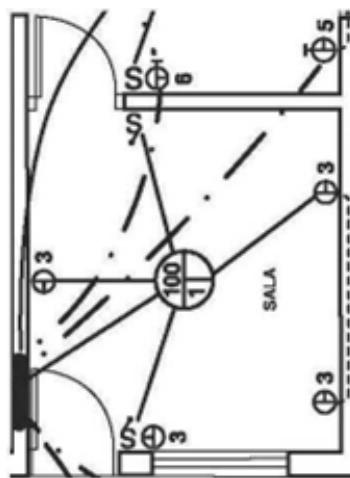
	
	
	
	
	

## 2.23 Qual a função da simbologia elétrica?

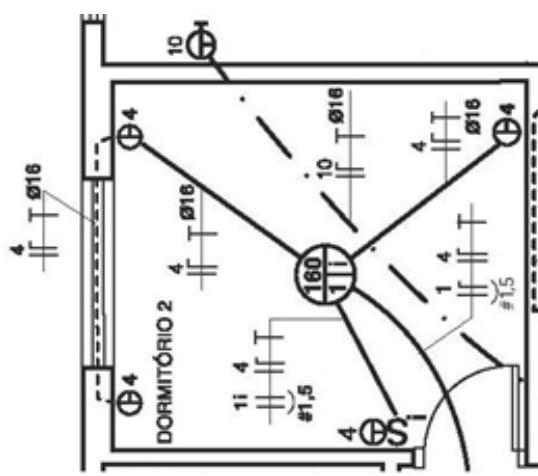
2.25 No diagrama unifilar seguinte, explique o significado de cada símbolo, letras e números presentes no mesmo.



2.26 No detalhe da planta a seguir, explique cada símbolo e elemento que aparecem no mesmo.



2.27 No detalhe da planta a seguir, explique cada símbolo e elemento que aparecem no mesmos.



2.28 Qual a diferença entre **Condutor Neutro** e **Condutor de Proteção**?

Resposta:

---

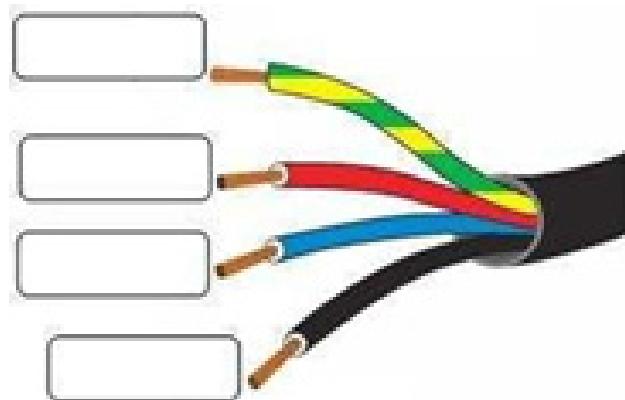
---

---

---

---

2.29 Respeitando a determinação da NBR 5410-2004, na figura seguinte, indique o nome de cada Condutor.



2.30 Na figura seguinte indique as alturas recomendadas a partir do piso para cada elemento da instalação.



2.31 Qual o padrão de entrada de energia na sua cidade?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Módulo III – Medidas Elétricas

3.1 Na tabela seguinte, coloque os valores das grandezas elétricas, respeitando as regras de conversão.

	Mili	Unidade	Kilo
<b>Tensão</b>	-----	220 V	
<b>Corrente</b>	500 mA		-----
<b>Potência</b>	-----		5,8 KW
<b>Resistência</b>	-----	5000 $\Omega$	

- 3.2 Na tabela seguinte indique o nome dos instrumentos segundo a necessidade citada.

Instrumento para	Instrumento Indicado
<b>Medir Resistência</b>	
<b>Medir Tensão</b>	
<b>Medir Potência Elétrica (W)</b>	
<b>Medir Corrente de um motor de grande potência em CA</b>	
<b>Medir Corrente de baixo valor em CC</b>	

- 3.3 Qual o instrumento indicado para realizar a medida de diversas grandezas?

\_\_\_\_\_

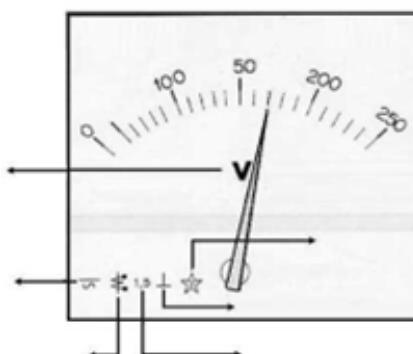
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

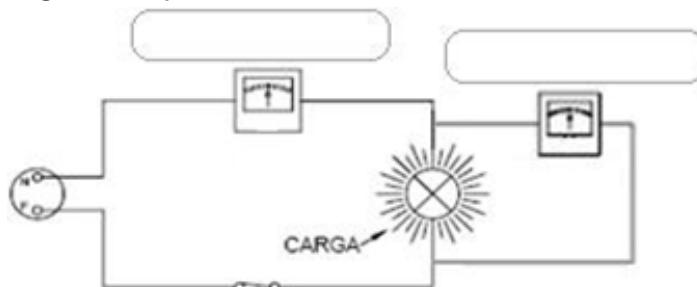
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- 3.4 Indique na figura o significado dos símbolos.



- 3.5 No diagrama a seguir, indique o nome dos instrumentos.



## Módulo IV – Motores Elétricos e Comandos Elétricos

- 4.1 Dependendo do tipo de alimentação dos motores elétricos, quais os dois grandes grupos existentes?

\_\_\_\_\_

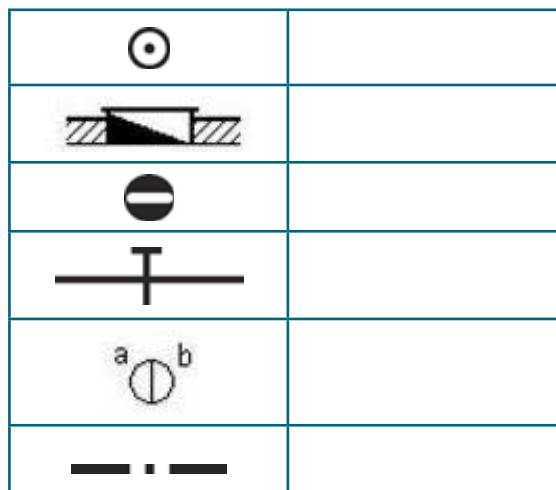
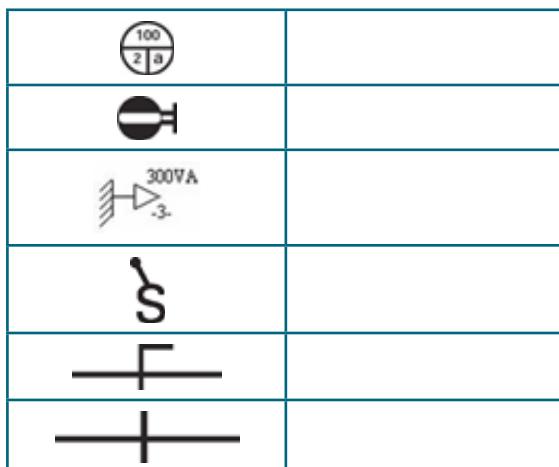
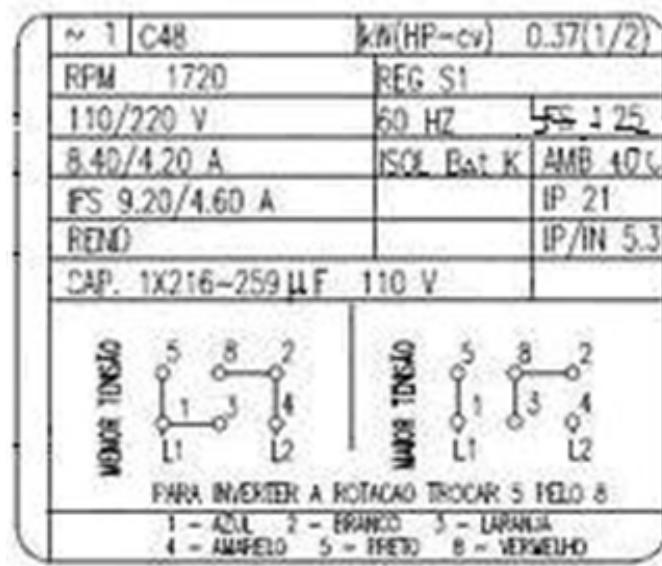
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

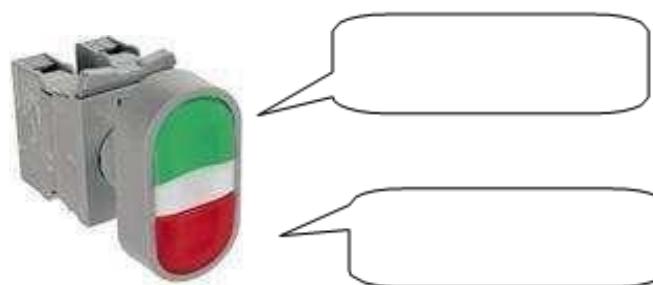
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4.2 A partir da placa de identificação abaixo, complete a tabela com as características solicitadas.



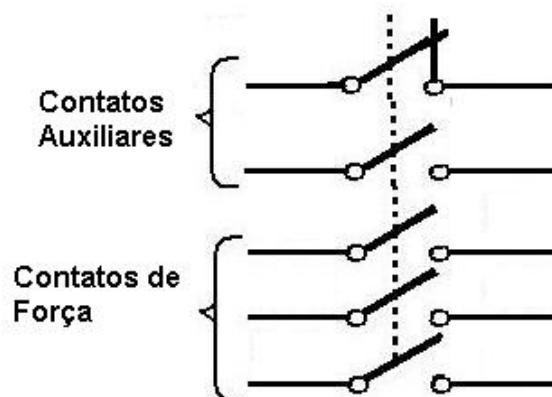
4.3 Considerando que a figura seguinte se refere a uma botoeira utilizada em um sistema de partida direta de motor de indução, qual a função dos botões?



4.3 Considerando que a figura seguinte se refere a uma botoeira utilizada em um sistema de partida direta de motor de indução, qual a função dos botões?



4.5 Considerando que a figura seguinte refere-se a uma contator identifique os contatos com letras e números, de acordo com a convenção.



**Potência:**

**Freqüência:**

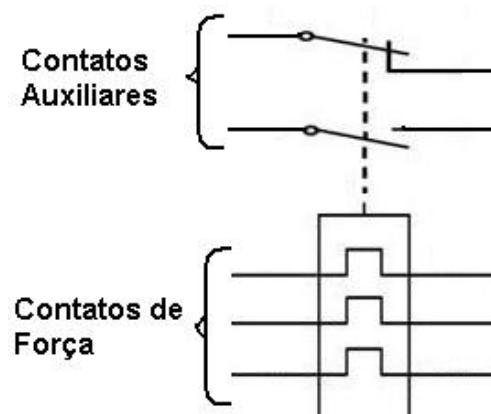
**Velocidade:**

**Tensões Nominais:**

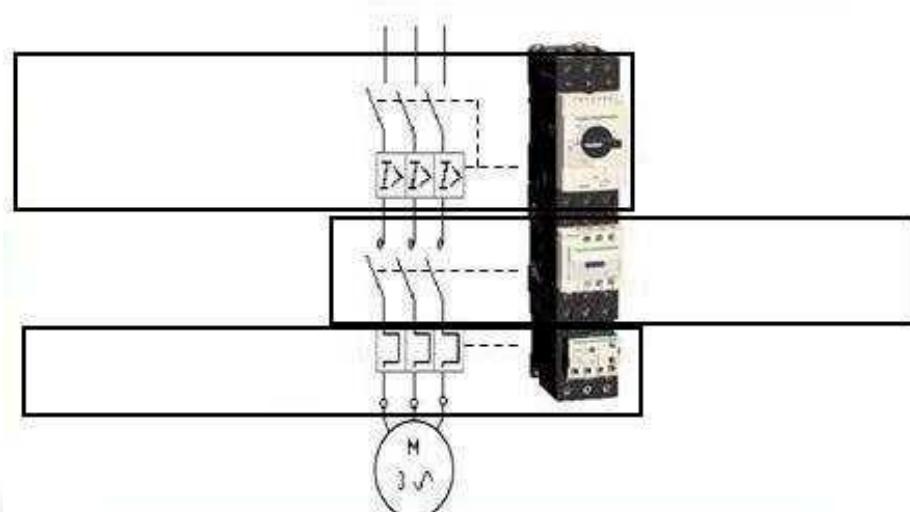
**Correntes nominais:**

**Ligações para 220V:**

4.6 Considerando que a figura seguinte refere-se a um rele de sobrecarga, identifique os contatos com letras e números, de acordo com a convenção.



4.7 No sistema de partida direta a seguir, indique o dispositivo e sua função no sistema



4.8 Porque a linha Tesys U representa uma evolução nos sistemas de partida direta?

## Módulo V – Energia Sustentável

5.1 O que você entende por Uso Racional da Energia?

5.2 Cite algumas ações para o uso racional da energia na residência.

5.3 Como o desenvolvimento tecnológico tem contribuído na redução de custos com energia?

5.4 Sabendo que o valor R\$/kWh é de R\$0.35, qual o custo mensal da utilização de uma torneira elétrica com potência de 4000W com uso diário de 20min.?

5.5 Qual é a condição básica para que um produto receba o Selo Procel?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5.6 Qual a função das faixas coloridas identificadas por letras da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE)?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5.7 Qual o objetivo da resolução Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002 do CONAMA?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5.8 Quais os pontos vitais para que o Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (GRCC)?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Módulo VI - Normalização

6.1 Quais os ganhos que ocorre a uma sociedade quando a mesma possui a cultura da normalização?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6.2 O que você sabe sobre a instituição ABNT?

6.3 Qual o significado da sigla IEC?

6.4 Cite dois aspectos relevantes da norma NBR 5410.

6.5 Qual o grande foco da norma NBR 14136 ao tratar dos plugues e tomadas para uso doméstico e análogo?

6.6 O que a norma NBR 5410, cita a respeito de DPS?

6.7 Comente a norma NBR NM 61008-1

## Módulo VII – Você no Mercado de Trabalho

## 1– Dinâmica de Grupo:

Você é o gestor de um determinado departamento que solicita ao Departamento de Recrutamento um profissional com um determinado perfil.

Desenvolver dinâmica de grupo apresentando aos demais componentes da turma onde deverá existir um ator “gestor” que irá especificar o perfil desejado, um ator “selecionador do departamento de recrutamento” e alguns atores “candidatos ao cargo”.

Criar as situações onde os aspectos abordados em “Postura Profissional” sejam explorados.

2- Porque a construção civil oferece oportunidades de trabalho para uma grande diversidade de profissionais?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3 – Quais são as características desejadas do profissional do comércio de materiais elétricos?

## 4 – Dinâmica de Grupo:

Discuta com seu colega e procurando diferenciar uma pessoa empreendedora de uma pessoa teimosa inconsequente.

5- Quais os ganhos do governo, sociedade e do profissional quando o mesmo se estabelece como Microempreendor Individual “MEI”?

---

---

---

---

---

---

## 6– Dinâmica de Grupo:

Selecione uma possibilidade de negócio em sua região e elabore com seus colegas uma proposta de serviço a um determinado cliente.

Desenvolver uma dinâmica que deverá existir dois atores, o “Empresário” e o “Cliente”, deverá ser criadas situações que explorem os aspectos vistos no item “Preparação de Orçamento: materiais e quantitativos”.

### Apêndice I – Certificação INMETRO / Sistema Internacional de Unidades – SI

#### Certificação INMETRO.

##### Histórico do Inmetro:

Durante o Primeiro Reinado, as tentativas de uniformização das unidades de medida brasileiras se apoiam em padrões oriundos da Corte Portuguesa. Em 1830, um ano antes da abdicação ao trono por D. Pedro I, o deputado gaúcho Cândido Baptista de Oliveira sugeriu a adoção do sistema métrico decimal em vigor na República Francesa. Entretanto, apenas em 26 de junho de 1862, já no Segundo Reinado, Dom Pedro II promulga a Lei Imperial nº 1157 e com ela oficializa, em todo o território nacional, a utilização do sistema métrico decimal francês. O Brasil foi uma das primeiras nações a adotar o novo sistema como signatário da Convenção do Metro, instituída em 20 de maio de 1875.

O crescimento industrial no século XX fortaleceu a necessidade de criar no Brasil instrumentos mais eficazes de controle que viessem a impulsionar e proteger produtores e consumidores. Em 1961, foi criado o Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM), centralizando a política metrológica nacional. Para a plena execução de suas competências, ele adotou, em 1962, o **Sistema Internacional de Unidades (SI)**, consolidado pela 11ª Conferência Geral de Pesos e Medidas em 1960. Os Órgãos Estaduais, hoje conhecidos como Órgãos Delegados, recebem a incumbência de execução de atividades metrológicas, atingindo cada região do País.

O crescimento econômico verificado no Brasil ao final da década de 1960 motivou novas políticas governamentais de apoio ao setor produtivo. A necessidade de acompanhar o mundo na sua corrida tecnológica, no aperfeiçoamento, na exatidão e, principalmente, no atendimento às exigências do consumidor, trouxe novos desafios para a indústria. Em 1973, nascia o **Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, o Inmetro**, hoje chamado **Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia**.

No âmbito de sua ampla missão institucional: fortalecer as empresas nacionais, aumentando a sua produtividade por meio da adoção de mecanismos destinados à melhoria da qualidade de produtos e serviços.

##### A importância da Certificação:

A certificação de conformidade induz à busca contínua da melhoria da qualidade. As empresas que se engajam neste movimento, orientam-se para assegurar a qualidade dos seus produtos, processos e serviços, beneficiando-se com a melhoria da produtividade e aumento da competitividade.

A certificação é um indicador para os consumidores de que o produto, processo ou serviço atende a padrões mínimos de qualidade.

Em relação às trocas comerciais, no âmbito dos blocos econômicos, é particularmente importante a certificação de conformidade. É cada vez mais usual o caráter obrigatório da certificação para a comercialização de produtos que se relacionam com a saúde, a segurança e o meio ambiente.

A livre circulação de bens e serviços só se viabiliza integralmente se os países envolvidos mantiverem sistemas de certificação compatíveis e mutuamente reconhecidos.

## Sistema Internacional de Unidades – SI

O sistema Internacional de Unidades (SI) foi criado após diversas reuniões denominadas de Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM) a 10<sup>a</sup> CGPM, em 1954, aprova a introdução do ampère, do kelvin e da candela como unidades de base, respectivamente, para intensidade de corrente elétrica, temperatura termodinâmica e intensidade luminosa. A 11<sup>a</sup> CGPM dá o nome Sistema Internacional de Unidades (SI) para esse sistema, em 1960.

GRANDEZA	[UNIDADES SI DE BASE]	
	NOME	SÍMBOLO
comprimento	metro	m
massa	quilograma	kg
tempo	segundo	s
corrente elétrica	ampère	A
temperatura termodinâmica	kelvin	K
quantidade de matéria	mol	mol
intensidade luminosa	candela	cd

### Unidades expressas a partir de unidades de base

O Quadro 2 fornece alguns exemplos de unidades derivadas expressas diretamente a partir de unidades de base. As unidades derivadas são obtidas por multiplicação e divisão das unidades de base.

GRANDEZA	[UNIDADE SI]	
	NOME	SÍMBOLO
superfície	metro quadrado	$m^2$
volume	metro cúbico	$m^3$
velocidade	metro por segundo	m/s
aceleração	metro por segundo ao quadrado	$m/s^2$
número de ondas	metro elevado à potência menos um (1 por metro)	$m^{-1}$
massa específica	quilograma por metro cúbico	kg/m <sup>3</sup>
volume específico	metro cúbico por quilograma	$m^3/kg$
densidade de corrente	ampère por metro quadrado	$A/m^2$
campo magnético	ampère por metro	A/m
concentração (de quantidade de matéria)	mol por metro cúbico	$mol/m^3$
luminância	candela por metro quadrado	$cd/m^2$
índice de refração	(o número) um	1*

Quadro 2 Exemplos de unidades SI derivadas, expressas a partir das unidades de base.

## Definições das unidades mecânicas utilizadas nas definições das unidades elétricas:

**Unidade de força** - A unidade de força [no Sistema MKS (Metro, Quilograma, segundo)] é a força que comunica a uma massa de 1 quilograma a aceleração de 1 metro por segundo, por segundo.

**Joule** (unidade de energia ou de trabalho) - O joule é o trabalho produzido quando o ponto de aplicação de 1 unidade MKS de força (newton) se desloca de uma distância igual a 1 metro na direção da força.

**Watt** (unidade de potência) - O watt é a potência que desenvolve uma produção de energia igual a 1 joule por segundo.

## Definições das unidades elétricas.

O Comitê (internacional) admite as seguintes proposições que definem a grandeza teórica das unidades elétricas:

**Ampère** (unidade de intensidade de corrente elétrica) - O ampère é a intensidade de uma corrente elétrica constante que, mantida em dois condutores paralelos, retilíneos, de comprimento infinito, de seção circular desprezível e situados no vácuo à distância de 1 metro um do outro, produziria entre esses condutores uma força igual a  $2 \times 10^{-7}$  unidade MKS de força (newton) por metro de comprimento.

**Volt** (unidade de diferença de potencial e de força eletromotriz) - O volt é a diferença de potencial elétrico que existe entre dois pontos de um fio condutor transportando uma corrente constante de 1 ampère, quando a potência dissipada entre esses pontos é igual a 1 watt.

**Ohm** (unidade de resistência elétrica) - O ohm é a resistência elétrica que existe entre dois pontos de um condutor quando uma diferença de potencial constante de 1 volt, aplicada entre esses dois pontos, produz, nesse condutor, uma corrente de 1 ampère, não tendo esse condutor nenhuma força eletromotriz.

**Coulomb** (unidade de quantidade de eletricidade) - O Coulomb é a quantidade de eletricidade transportada em 1 segundo por uma corrente de 1 ampère.

## Apêndice II - Disjuntores – Certificação INMETRO

Nos dias de hoje, o disjuntor tornou-se peça fundamental na segurança interior de seu lar. Isso porque, caso a fiação elétrica receba uma corrente muito elevada, o disjuntor desliga automaticamente, interrompendo a energia até que o problema seja resolvido, evitando incêndios e queimas nos eletro-eletrônicos e, até, em sua residência.

E é por esse motivo, pensando na segurança do consumidor, que o Inmetro certifica disjuntores obrigatoriamente, isto é, todos os fabricantes brasileiros somente podem vender disjuntores que tenham o selo de certificação do INMETRO.

Este selo indica que o disjuntor apresenta adequado grau de confiança, na conformidade com as normas técnicas. Além do Selo, deve constar uma etiqueta indicativa de seu nível de proteção, bem como sua aplicação.

O Selo INMETRO é obrigatório a todos os fabricantes de DISJUNTORES RESIDENCIAIS ATÉ 63A conforme ABNT NBR NM 60898



Portaria Inmetro n.º 348, de 13 de setembro de 2007

“Art. 3º Manter, no âmbito do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade –SBAC, a certificação compulsória dos disjuntores utilizados nos quadros de entrada, de medição e de distribuição, residenciais, comumente conhecidos como minidisjuntores, ou execuções mono, bi, tri e tetrapolares para tensões até 415V (Volts), correntes nominais até 63A (Ampère) e correntes de curto-circuito até 10kA (Quilo ampère).”



Selo de identificação da Conformidade do Inmetro



Selo de Conformidade INMETRO de Disjuntor - Geral

## Conceitos Técnicos - Definições gerais

São citados a seguir os principais conceitos técnicos segundo a norma ABNT NBR NM 60898:

### • Sobrecorrente

Corrente cujo valor excede a corrente nominal.

### • Corrente de sobrecarga

Sobrecorrente num circuito, sem que haja falta elétrica.



**Nota: Uma corrente de sobrecarga pode causar dano se for mantida por um tempo suficiente.**



Conceito de Sobre carga

### • Corrente de curto-circuito

Sobrecorrente que resulta de uma falta, de impedância insignificante, entre condutores vivos que apresentam uma diferença de potencial em funcionamento normal.

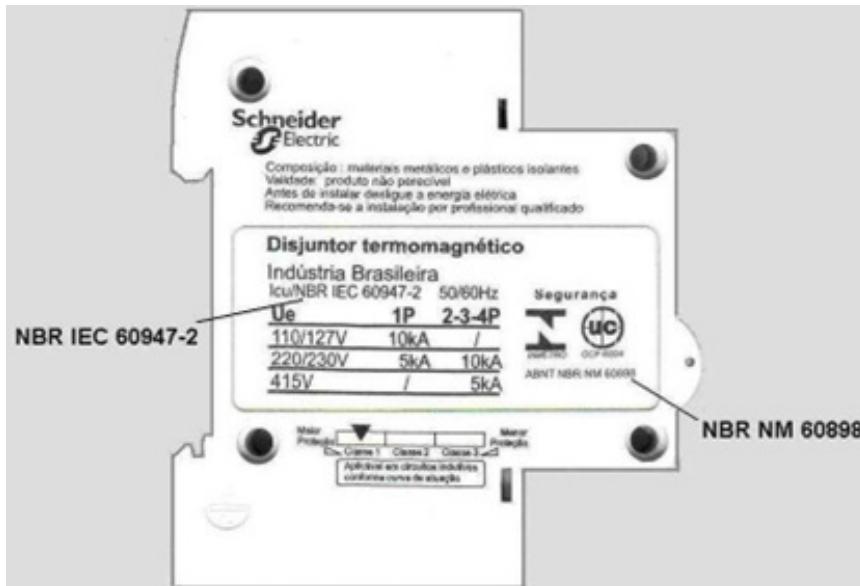


**Nota: Uma corrente de curto-circuito pode resultar de um defeito ou de uma ligação incorreta.**



Conceito de curto circuito

O mesmo selo de conformidade INMETRO do disjuntor traz ainda informações das normas a ele relacionadas.



Selo de Conformidade INMETRO de Disjuntor - Normas

• **Capacidade de Interrupção Nominal (Icn):**

Estabelecida pela NBR NM 60898 é a capacidade máxima de interrupção do disjuntor: 1,5kA; 3kA; 4,5kA; 6kA; 10kA; 15kA; 20kA e 25 kA

• **Capacidade Limite de Interrupção (Icu):**

Estabelecida pela NBR IEC 60947-2 é a capacidade máxima de interrupção do disjuntor (máxima corrente que ele consegue suportar) Icu = Icn

• **Capacidade de Interrupção em Serviço (Ics):**

Capacidade de interrupção do disjuntor para garantir, no mínimo, três atuações sucessivas com essa corrente, sem modificar as suas características mecânicas e elétricas (desempenho do disjuntor)

ABNT NBR NM 60898				ABNT NBR IEC 60947-2
Icn	$\leq 6\text{kA}$	$> 6\text{kA} \leq 10\text{kA}$	$> 10\text{kA}$	Escolha do fabricante
Ics	100%	75%	50%	25%, 50%, 75% ou 100% de Icu

Capacidades de interrupção

• **Grau de poluição**

» Definido pela **ABNT NBR IEC 60947-1**:

» "Número convencional, baseado na quantidade de poeiras condutoras ou higroscópicas, de gases ionizados ou de sais, e na umidade relativa e sua freqüência de aparecimento traduzida pela absorção ou condensação de umidade, tendo por efeito diminuir a rigidez dielétrica e/ou a resistividade superficial"

Grau	Definição	Local
1	Sem poluição	$> 6\text{kA} \leq 10\text{kA}$
2	Sem poluição condutora	Ambiente residencial
3	Poluição condutora	Ambiente industrial
4	Elevado índice de poluição condutora	Ambientes externos

Grau de Poluição

## Referências

Companhia Energética de Pernambuco – CELPE Norma: Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Secundária de Distribuição a Edificações Individuais. Disponível em: <<http://www.celpe.com.br>> Acesso em: 14/Fev./2012

SMS Manual do Usuário - Estabilizador Revolution Speed, São Paulo, 2010. 6p.

Site. Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL Disponível em <<http://www.aneel.gov.br>> Acesso em 14/Fev./2012

Site. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/inmetro/historico.asp>> Acesso em: fev.2012.

Site. Disponível em <<ftp://www.inmetro.gov.br/qualidade/comites/sbc.asp>> Acesso em: fev. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 5410: 2004: instalações elétricas de baixa tensão.2. ed. São Paulo, 2004. 209 p.

. NBR 14136: 2001. Plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/ 250 V em corrente alternada: padronização. São Paulo, 2001. 20 p.

. NBR NM 60898: 2004. Disjuntores para proteção de sobrecorrentes para instalações domésticas e similares. São Paulo, 2004. 116 p.

. Site. Disponível em: <[www.abnt.org.br](http://www.abnt.org.br)>. Acesso em: dez. 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Site. Disponível em: <[www.aneel.gov.br/cedoc/res2000456.pdf](http://www.aneel.gov.br/cedoc/res2000456.pdf)>. Acesso em: jan. 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama. Disponível em: <[www.mma.gov.br](http://www.mma.gov.br)>. Acesso em: jan. 2009.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Ementas: Portaria n.º 126, de 03 junho 2005. Inclui no Anexo II da NR-28 os códigos de ementa e as respectivas infrações para os subitens da NR-10. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, 06 jun. 2005. Seção 1.

. Portaria n.º 598, de 07 de dezembro de 2004. Altera a Norma Regulamentadora nº 10 que trata de Instalações e Serviços em Eletricidade, aprovada pela Portaria nº 3.214, de 1978, que passa a vigorar na forma do disposto no Anexo a esta Portaria. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, 08 dez. 2004. Seção 1.

. Site. Disponível em: <[www.mte.gov.br/legislacao/normas\\_regulamentadoras/](http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/)>. Acesso em: jan. 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL - INMETRO. Selo de Identificação da Conformidade do INMETRO. Disponível em: <[www.inmetro.gov.br/imprensa/releases/disjuntores.asp](http://www.inmetro.gov.br/imprensa/releases/disjuntores.asp)>. Acesso em: jan. 2009.

MASTER AMBIENTAL. Plano de gerenciamento de resíduos da construção civil. Disponível em: <[www.masterambiental.com.br](http://www.masterambiental.com.br)>. Acesso em: jan. 2009.

PRYSMIAN ENERGIA CABOS E SISTEMAS DO BRASIL S.A. Instalações elétricas residenciais. São Paulo, 2006. 133p.

SCHNEIDER ELECTRIC BRASIL LTDA. Manual e catálogo do eletricista residencial. São Paulo, 2009.

SCHNEIDER ELECTRIC FRANCE. Guide parafoudres: FRAED206905FR. Paris, 2008. 38p.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. Departamento Nacional. Curso básico de segurança em instalações e serviços em eletricidade: riscos elétricos. Brasília, 2007. 158p.

. Departamento Regional de Alagoas. Cidadania e empreendedorismo: módulo instrucional. Maceió, 2007. 67 p.

. Departamento Regional do Paraná. Desenvolvimento de qualidades pessoais. Curitiba, 2007. 52 p.

. Departamento Regional do Rio de Janeiro. Elementos de instalações elétricas prediais. Rio de Janeiro, 2003.

. Departamento Regional de São Paulo. Eletricista instalador predial. São Paulo, 2004. 184p.

SINDICATO DAS INDÚSTRIAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL DE ITAPEMA. Plano de gerenciamento de resíduos do Município de Curitiba. Disponível em: <[www.sindusconitapema.com.br](http://www.sindusconitapema.com.br)>. Acesso em: jan 2009.

SOUZA , José Rubens Alves de. Instalações elétricas em locais de habitação. São Paulo: MM, 2007. 124p.

JAMES, Judi. Linguagem Corporal no Trabalho. Rio de Janeiro, Best Seller, 2008, 319p.

Givens, David, A Linguagem Corporal no Trabalho. Rio de Janeiro, Vozes, 2011, 255p.

Salim, Cesar Simões, Silva, Nelson Caldas, Introdução ao Empreendedorismo. Elsevier/Campus, 2010, 245p.



# OBRIGADO

---

CONTINUE ESTUDANDO



INEPROTEC