

**Construções rurais: energia elétrica no meio rural (instalação, operação e manutenção)**





---

**Presidente do Conselho Deliberativo**

João Martins da Silva Junior

**Entidades Integrantes do Conselho Deliberativo**

Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil - CNA  
Confederação dos Trabalhadores na Agricultura - CONTAG  
Ministério do Trabalho e Emprego - MTE  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA  
Ministério da Educação - MEC  
Organização das Cooperativas Brasileiras - OCB  
Confederação Nacional da Indústria - CNI

**Diretor-Geral**

Daniel Klüppel Carrara

**Diretora de Educação Profissional e Promoção Social**

Janete Lacerda de Almeida



## **Coleção SENAR**

---

# Construções rurais: energia elétrica no meio rural (instalação, operação e manutenção)

© 2021, SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL – SENAR

Todos os direitos de imagens reservados. É permitida a reprodução do conteúdo de texto desde que citada a fonte.

A menção ou aparição de empresas ao longo desta cartilha não implica que sejam endossadas ou recomendadas pelo Senar em preferência a outras não mencionadas.

**Coleção SENAR – 240**

**Construções rurais: energia elétrica no meio rural (instalação, operação e manutenção)**

COORDENAÇÃO DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE MATERIAIS INSTRUCIONAIS  
Fabíola de Luca Coimbra Bomtempo

EQUIPE TÉCNICA  
Renata Vaz

COLABORAÇÃO  
Rafael Diego Nascimento da Costa

FOTOGRAFIA  
João Bosco  
Vilton Francisco de Assis Júnior

ILUSTRAÇÕES  
Plínio Quartim

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural.

Construções Rurais: energia elétrica no meio rural (instalação, operação, manutenção). – Brasília: Senar, 2021.

170 p; il. 21 cm (Coleção Senar, 240)

ISBN: 978-65-86344-29-5

1. Energia elétrica. 2. Construções rurais. 3. Instalação, energia elétrica. 4. Manutenção, energia elétrica. 5. Operação, energia elétrica.

II. Título.

CDU 335.5

# Sumário

---

<b>Apresentação</b> .....	<b>5</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>7</b>
<b>I. Conhecer as instalações e o consumo de energia elétrica</b> .....	<b>8</b>
1. Entenda a importância de ter instalações elétricas adequadas à propriedade .....	8
2. Conheça a conta de energia elétrica.....	13
<b>II. Conhecer a energia elétrica</b> .....	<b>23</b>
1. Conheça as principais unidades de medidas elétricas .....	23
2. Conheça a corrente contínua .....	29
3. Conheça a corrente alternada .....	33
4. Conheça formas de fornecimento de corrente alternada .....	40
5. Conheça instrumentos/equipamentos de uso do eletricitista em baixa tensão .....	47
<b>III. Conhecer os materiais usados nas instalações elétricas</b> .....	<b>75</b>
1. Conheça os condutores elétricos (fios e cabos).....	75
2. Saiba o que é isolamento elétrico .....	86
3. Conheça os dispositivos de comutação ou manobra na rede elétrica .....	89
<b>IV. Conhecer os dispositivos de proteção da rede elétrica domiciliar</b> ..	<b>96</b>
1. Conheça os fusíveis .....	96
2. Conheça os disjuntores .....	98
3. Conheça os protetores contra surtos elétricos.....	101
4. Conheça o aterramento elétrico .....	102
<b>V. Conheça a implantação de uma instalação elétrica domiciliar</b> ....	<b>105</b>
1. Entenda a instalação elétrica .....	105
2. Entenda os circuitos elétricos .....	114
3. Conheça a manutenção da rede elétrica domiciliar.....	124
<b>VI. Conhecer motores elétricos</b> .....	<b>126</b>
1. Conheça a instalação de motores elétricos monofásicos .....	127
2. Conheça a instalação de motores trifásicos .....	149

<b>VII. Conhecer o uso de motores elétricos em propriedades rurais .....</b>	<b>155</b>
1. Conheça bombas para elevação de água .....	155
2. Conheça o triturador ou o desintegrador/picador/moedor (DPM).....	157
3. Conheça a picadora de forragens .....	158
4. Conheça o engenho moedor de cana-de-açúcar .....	159
5. Conheça o silo para armazenamento de grãos .....	160
6. Conheça a ordenhadora mecânica.....	161
7. Conheça o resfriador de leite .....	162
<b>Considerações finais .....</b>	<b>164</b>
<b>Referências.....</b>	<b>165</b>
<b>Apêndices .....</b>	<b>166</b>
<b>Apêndice 1 .....</b>	<b>167</b>
<b>Apêndice 2 .....</b>	<b>168</b>
<b>Apêndice 3.....</b>	<b>169</b>
<b>Apêndice 4.....</b>	<b>170</b>

# Apresentação

---

O elevado nível de satisfação das operações agropecuárias definiu um novo mundo do trabalho, composto por novas carreiras e oportunidades profissionais, em todas as cadeias produtivas.

Do laboratório de pesquisa até o ponto de venda no supermercado, na feira ou no porto, as pessoas precisam desenvolver habilidades e competências como capacidade de resolver problemas, pensamento crítico, inovação, flexibilidade e trabalho em equipe.

O Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – Senar é a escola que dissemina os avanços da ciência e as novas tecnologias, capacitando o público rural em cursos de Formação Profissional Rural e Promoção Social, por todo o país. Nestes cursos, são distribuídas as cartilhas, material didático de extrema relevância por auxiliar na construção do conhecimento e construir fonte futura de consulta e referência.

Conquistar melhorias e avançar socialmente e economicamente é o sonho de cada um de nós. A presente cartilha faz parte de uma série de títulos de interesse nacional que compõem a Coleção Senar. Ela representa o comprometimento da Instituição com a qualidade do serviço educacional oferecido aos brasileiros do campo e pretende contribuir para aumentar as chances de alcance das conquistas que cada um tem direito.

As cartilhas da Coleção Senar também estão disponíveis em formato digital para download gratuito no site <https://www.cnabrazil.org.br/senar/colecao-senar> e em formato e-book no aplicativo (app) Estante Virtual da Coleção Senar disponível nas lojas google e apple.

Uma excelente leitura!

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural - Senar

### Acesse pelo seu celular

Esta cartilha possui o recurso QR Code, por meio do qual o participante do treinamento poderá acessar, utilizando a câmera fotográfica do celular, informações complementares que irão auxiliar no aprendizado.

# Introdução

---

A energia está presente em nosso cotidiano de diversas formas, desde quando acordamos até o momento de dormir. Por tal diversidade, ao longo da história, o homem descobriu na natureza diversas fontes de energia e as utilizou ou transformou para a realização de atividades que lhe proporcionassem melhor qualidade de vida.

O crescimento da população provocou aumento no consumo de energia para produção de serviços, alimentos, lazer e bem-estar, mas trouxe também a possibilidade do esgotamento dessas fontes.

Torna-se cada vez mais importante que as empresas rurais tenham consciência do uso eficiente da energia, definindo de forma clara e objetiva sua adequada aplicação, evitando os desperdícios e alinhando definitivamente a sustentabilidade de sua propriedade.

O uso adequado da energia elétrica está relacionado às necessidades de cada instalação e às atividades agrícolas, tornando o trabalho mais eficiente, aumentando a produtividade e agregando valor ao produto agrícola. Isso exige, também, maior conhecimento sobre as máquinas, os motores e os processos produtivos.

Esta cartilha apresenta informações para que o trabalhador rural conheça a energia elétrica e saiba utilizar ferramentas que o auxiliem em instalações e em atividades que envolvam a eletricidade, além de conhecer a operação e a manutenção de instalações, motores e máquinas agrícolas elétricas.



# Conhecer as instalações e o consumo de energia elétrica

É fundamental para quem trabalha no campo conhecer as instalações elétricas da sua propriedade e dos equipamentos elétricos, pois todos possuem vida útil, ou seja, não duram para sempre. Por isso, fique atento ao consumo de energia, pois o aumento repentino pode ser o sinal de que algo estranho ou errado está acontecendo.

## 1. Entenda a importância de ter instalações elétricas adequadas à propriedade

As instalações elétricas são compostas por dispositivos elétricos conectados entre a fonte de energia e as cargas elétricas, ou seja, lâmpadas, eletrodomésticos e motores, entre outros. A instalação elétrica deve ter um projeto elétrico, atender a normas técnicas e ser dimensionada de modo a evitar sobrecargas ou aquecimento de suas partes, curtos-circuitos, queimas de equipamentos ou até incêndios.

As normas técnicas exigem que o projeto e a instalação elétrica atendam aos seguintes requisitos:

- Seja dividida em circuitos com cargas mais ou menos iguais entre si;
- Tenha circuitos específicos para determinadas cargas, como chuveiro, cozinha, área de serviço e determinados tipos de micro-ondas, entre outros;

- Tenha um disjuntor termomagnético para cada circuito;
- Tenha um disjuntor termomagnético geral;
- Tenha um dispositivo de proteção contrafugas de corrente;
- Tenha um dispositivo de proteção contra surtos de corrente;
- Tenha pinos de aterramento em todas as tomadas;
- Use fios e cabos elétricos com isolamento capaz de retardar chamas em caso de incêndio e com baixa emissão de gases tóxicos e corrosivos; e
- Tenha um sistema de aterramento com cabo elétrico de proteção em cada circuito.

O projeto facilita a construção e a manutenção das instalações. Portanto, guarde-o em local acessível e seguro, à disposição dos responsáveis pela instalação, conforme preconiza a Norma Regulamentadora 10 (NR-10) do Ministério do Trabalho e Emprego.

## 1.1. Conheça o Plano Nacional de Eficiência Energética

O Plano Nacional de Eficiência Energética criou o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) e o Programa Brasileiro de Etiquetagem para que o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) avalie e ateste com um selo o desempenho e a qualidade dos equipamentos elétricos.

O selo amplia a competitividade entre as empresas e promove a melhoria contínua de máquinas e equipamentos fabricados e/ou comercializados no país, possibilitando ao consumidor a melhor escolha, considerando o custo-benefício.



## 1.2. Saiba como usar de modo racional e eficiente a energia elétrica

Usar de modo racional e eficiente a energia elétrica é utilizar o conhecimento de forma aplicada, empregando os principais conceitos da engenharia, da administração e das principais ferramentas para a redução de custos promovendo, conseqüentemente, o desenvolvimento sustentável da produção agrícola.

Dessa forma, quando for adquirir algum equipamento, compare os modelos existentes no mercado, verifique se todos possuem o selo do Procel ou a etiqueta de classificação energética e escolha o produto mais eficiente.



O equipamento classificado com a letra **A** é sempre o mais eficiente. À medida que as letras do alfabeto avançam, diminui a eficiência.

O uso do selo Procel depende da concordância do fabricante ou do importador. Portanto, equipamentos sem ele não podem ter a qualidade atestada pelo governo brasileiro.



Para eletrodomésticos, lâmpadas, bombas hidráulicas, motores elétricos, sistemas de aquecimento solar e sistemas fotovoltaicos de geração de energia elétrica já existe adesão de fabricantes e importadores. Sendo assim, procure sempre adquirir os equipamentos que tenham o selo do Procel.



## Atenção

Mesmo que as máquinas tenham passado pelos testes do Inmetro e sejam eficientes, alguns cuidados podem tornar seu uso mais racional. Os principais cuidados são:

1. Não use motores superdimensionados para o acionamento das máquinas, pois aqueles que trabalham abaixo da potência ideal têm seu rendimento diminuído;
2. Não deixe máquinas funcionando por muito tempo sem estarem trabalhando, pois isso aumenta desnecessariamente o consumo de energia; e
3. Não trabalhe com máquinas desreguladas. No caso de máquinas com ferramentas de corte, mantenha a afiação adequada, de modo a garantir a qualidade do produto e reduzir o consumo de energia.

### 1.3. Entenda a influência do tempo de uso da energia no consumo mensal

O consumo de energia é medido em kWh (mil watts em uma hora). Assim, quanto maior o tempo de equipamento ligado, maior o consumo de energia.

**Exemplos:**

Veja o caso de uma TV, com potência elétrica de 150 W, ligada das 7 às 9 horas, do meio-dia às 14 horas e das 19 às 22 horas (sete horas por dia).

Então:  $150 \text{ W} \times 7 \text{ h/dia} = 1.050 \text{ Wh/dia}$ .

$1.050 \text{ Wh/dia} \times 30 \text{ dias/mês} = 31.500 \text{ Wh/mês}$  ou  $31,5 \text{ kWh/mês}$  (dividindo por 1.000).

Se a tarifa da concessionária da sua região custar R\$ 0,70/kWh, a TV terá um gasto mensal de energia de R\$ 22,05 ( $31,5 \text{ kWh/mês} \times \text{R\$ } 0,70 / \text{kWh} = \text{R\$ } 22,05$  por mês).

Veja agora o caso de duas lâmpadas que, por segurança, ficam acesas das 19 horas até as 7 horas do dia seguinte: uma na varanda da casa e outra no interior da casa, na cozinha. Se as lâmpadas forem de 30 W cada, o consumo mensal será de:

$30 \text{ W/lâmpada} \times 2 \text{ lâmpadas} \times 12 \text{ h/dia} \times 30 \text{ dias/mês} = 21.600 \text{ W}$  ou  $21,6 \text{ kWh}$ .

Considerando que a tarifa da concessionária da sua região seja de R\$ 0,70/kWh, o gasto mensal de energia com as lâmpadas será de R\$ 15,12.

## Precaução

Para evitar que sua conta mensal de energia elétrica tenha um valor muito alto, é fundamental que você saiba como ela é calculada, compreendendo que seu valor está relacionado aos equipamentos e ao seu tempo de utilização. Dessa forma, é sempre importante adquirir equipamento eficientes, que tenham a potência mínima para a realização das atividades, cujo funcionamento ocorra somente nos momentos necessários.

## 2. Conheça a conta de energia elétrica

No passado, a tarifa de todas as concessionárias e cooperativas de distribuição de energia elétrica era única em todo o país, e as empresas do setor tinham direito a uma remuneração garantida, pois estava em vigor o regime de regulação pelo custo do serviço.

O regime de equalização das tarifas de energia elétrica foi extinto em todos os estados do Brasil pela Lei nº 8.631/1993. Com a regulamentação da lei geral de concessões (Lei nº 8.987/1995), foi determinado que a tarifa fosse fixada por concessionária, ou seja, a tarifa passou a ser cobrada pelo preço da energia e não mais pelo custo do serviço, dando início à regulação por incentivos e tornando as concessionárias mais eficientes na prestação do serviço.

## 2.1. Conheça os itens da tarifa de energia elétrica



Além da tarifa, os governos federal, estadual e municipal cobram na conta de energia o PIS e o Cofins, o ICMS e a contribuição de iluminação pública, respectivamente.

### 2.1.1. Entenda o que consta na fatura de energia elétrica

A fatura de energia elétrica apresenta informações gerais sobre o serviço prestado pela concessionária e sobre a energia consumida mensalmente. Geralmente, nas contas de energia constam as seguintes informações:

- Número de instalação;
- Data de emissão;
- Mês de referência;
- Data de vencimento;
- Dados do cliente;
- Informações fiscais (número da nota fiscal, série, base de cálculo, alíquota, ICMS e número do cliente);
- Leitura do medidor;
- Valor total a pagar;
- Histórico de consumo de cada mês;



- O histórico do consumo, o que ajuda a avaliar situações anormais.



## 2.2. Conheça os tipos de medidores de consumo de energia elétrica

O medidor de energia elétrica (ou “relógio”) pode ser monofásico, bifásico ou trifásico e apresenta a medida do consumo em mostradores de ponteiros (analógicos), de rodas numeradas (ciclométricos) ou em painéis digitais.



Medidor de ponteiros



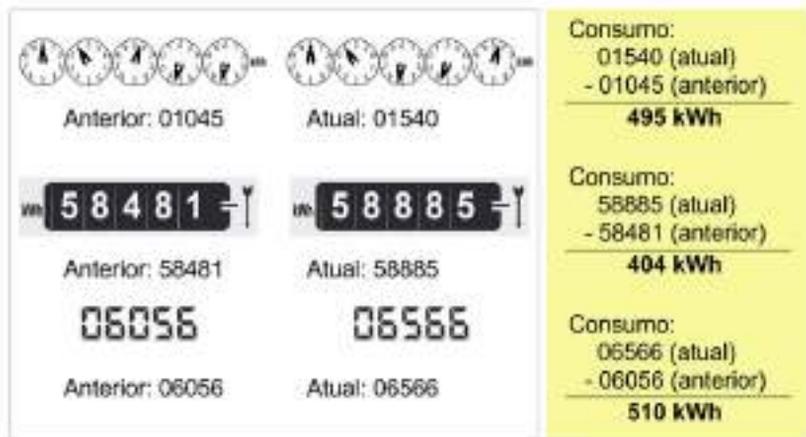
Medidor de rodas numeradas



Medidor digital

A medida do consumo em determinado período (diário, mensal, trimestral, entre outros) é feita subtraindo-se do valor da leitura atual o valor da leitura anterior (de um dia atrás ou de um mês ou de três meses atrás).

No caso do mostrador de ponteiros, se um deles estiver entre dois números, assuma sempre o número de menor valor.



## Atenção

Alguns modelos de medidores digitais apresentam uma constante que deve ser multiplicada pelo valor de leitura apresentado no painel, de modo a se obter o verdadeiro valor do consumo. Sempre que necessário, informe-se com a concessionária de energia sobre seu medidor de consumo.



Observe que o número 2 (em destaque) apresenta-se menor que os demais números do painel, representando exatamente a constante citada.

Então, havendo a constante 2, a verdadeira leitura no painel será:  
 $2 \times 00408 = 816 \text{ kWh}$ .

## 2.3. Saiba o que é bandeira tarifária

Desde 2015, as faturas de energia incorporaram o Sistema de Bandeiras Tarifárias, que indica se a energia consumida custará mais ou menos, em razão das condições de geração de eletricidade. Em períodos do ano em que a geração de energia hidráulica fica prejudicada, outras formas de geração são necessárias. Se o custo da outra forma de geração for maior, a diferença é repassada ao consumidor, que é avisado por meio da cor da bandeira na conta de luz.

### • Bandeiras de identificação das tarifas

#### Bandeira verde

A geração de energia está normal e a tarifa não sofre acréscimo.



#### Bandeira amarela

A geração de energia está desfavorável e a tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,01874 para cada quilowatt-hora (kWh) consumido.



#### Bandeira vermelha

A geração de energia tem custo mais elevado, existindo dois patamares de tarifa:

**Patamar 1:** a tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,03971 para cada quilowatt-hora (kWh) consumido.

**Patamar 2:** a tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,09492 para cada quilowatt-hora (kWh) consumido.



#### Bandeira da escassez hídrica

A geração de energia está em condição muito desfavorável e a tarifa de energia sofre acréscimo de R\$ 1,42 para cada quilowatt-hora (kWh) consumido.

A cor definida pelo Sistema de Bandeiras Tarifárias proporciona o progressivo acréscimo na conta de energia, que é aplicada a todos os consumidores participantes do Sistema Interligado Nacional (SIN). Todo mês, o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) define a bandeira tarifária para o mês seguinte.

## 2.4. Conheça o ciclo tarifário

A tarifa de energia elétrica resulta da soma dos custos de geração, transmissão e distribuição de energia, além de encargos setoriais (tributos e imposto). O propósito da tarifa é cobrir os custos operacionais e remunerar os investimentos necessários para expandir a capacidade do sistema de geração, transmissão e distribuição de energia, bem como garantir o atendimento com qualidade.

Anualmente, a variação nos custos relativos à compra, à transmissão e aos encargos setoriais (parcela A) é repassada e os custos de distribuição, investimentos, depreciação de ativos e remuneração regulatória (parcela B) são corrigidos pelo índice da inflação, deduzindo-se um fator que leva em conta o ganho em produtividade da concessionária.

A cada quatro anos, em média, de acordo com o contrato de concessão assinado entre as empresas e o poder concedente, são redefinidos os níveis de eficiência dos custos operacionais e a remuneração dos investimentos realizados pelas concessionárias. Os custos são atualizados e a Aneel autoriza um reajuste maior às empresas que foram mais eficientes (premiadas pelos menores custos) e menor às menos eficientes (penalizadas pelos maiores custos).

## 2.5. Conheça os direitos e os deveres do consumidor de energia elétrica

Os direitos e os deveres do consumidor de energia elétrica estão descritos na Resolução Normativa nº 414/2010 (REN 414): “Condições gerais de fornecimento de energia elétrica”, publicada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel).



CLIQUE  
NO  
QR-CODE

### 2.5.1. Conheça seus principais direitos

- **Relativos à conta de energia:**

- » Receber a conta, pelo menos, cinco dias úteis antes do vencimento;
- » Escolher uma entre seis datas do mês para o vencimento;
- » Ser informado, na própria conta, se existe alguma fatura não paga;
- » Ser ressarcido por valores cobrados indevidamente; e
- » Ser informado sobre reajustes na tarifa e sobre a data de início do novo valor.

- **Relativos à interrupção do fornecimento de energia para manutenção da rede:**

- » Ser informado da interrupção com 72 horas de antecedência, por jornal, rádio, TV ou outro meio de comunicação de massa; e
- » Ser informado por escrito da interrupção com antecedência mínima de cinco dias caso haja, na unidade consumidora, pessoas que dependem de equipamentos elétricos para viver.

- **Relativos à falta de pagamento da conta de energia:**
  - » Ser informado da falta de pagamento, por escrito, com antecedência mínima de 15 dias;
  - » Em caso de corte, ser este realizado em dias úteis, entre 8 e 18 horas; e
  - » Após o corte, ter a energia religada em até 48 horas, no meio rural, após comprovar o pagamento.

### Atenção

A multa por atraso no pagamento da conta está limitada a 2% do valor total da fatura.

- **Relativos à religação de energia por corte indevido:**
  - » Ter a energia religada em até quatro horas após comunicação à concessionária.
- **Relativos a prejuízos por falta de energia que não foi causada pelo consumidor:**
  - » Ser ressarcido, em até 60 dias, após comunicar o fato à concessionária e cumprir as exigências e os prazos estipulados por esta para o processo.
- **Relativos a outras situações:**
  - » Ter um número de telefone gratuito para informações, solicitações e reclamações, disponível por 24 horas por dia;
  - » Receber informações em até 60 dias sobre a solução de uma reclamação realizada; e
  - » Ser atendido em seu próprio município.

- **Conheça seus principais deveres**

- » Pagar a conta de energia até a data de vencimento;
- » Informar à concessionária se existe pessoa residente que use equipamentos elétricos indispensáveis à vida na unidade consumidora;
- » Manter os dados cadastrais da unidade consumidora atualizados na concessionária;
- » Responder pela guarda e pela integridade dos equipamentos de medição de energia;
- » Manter o acesso livre aos equipamentos de medição do consumo de energia para os representantes da concessionária;
- » Manter as instalações em condições técnicas e de segurança;
- » Informar se o uso do domicílio mudou (residencial, rural, comercial ou industrial); e
- » Denunciar ocorrências de furtos de energia e fraudes nos equipamentos de medição.



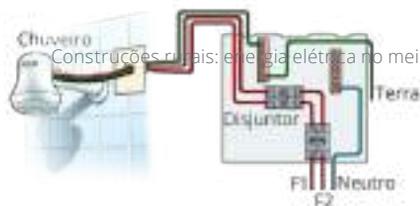
# Conhecer a energia elétrica

A energia elétrica é um insumo importante para o desenvolvimento social, pois pode facilmente ser convertida em luz, força e movimento, fazendo funcionar diversos equipamentos e máquinas nas casas e nas empresas (geladeiras, ventiladores, computadores, serras, máquinas de furar, esmeril e tantas outras máquinas).

## 1. Conheça as principais unidades de medidas elétricas

A fonte de energia liga-se a uma carga (lâmpada, chuveiro, motor elétrico, entre outros) por meio de fios ou cabos elétricos, contendo dispositivo de comando que liga ou desliga a energia (interruptor, chave liga/desliga, entre outros) e dispositivos que protegem a instalação e as pessoas no entorno (fusível, disjuntor, entre outros), constituindo um conjunto denominado circuito elétrico.

- **Circuito elétrico**



Circuito elétrico de um chuveiro



Circuito elétrico de um motor

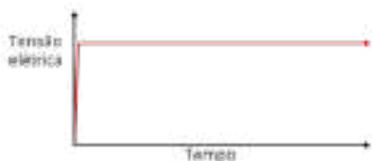
Construções rurais: energia elétrica no meio rural (instalação, operação e manutenção)

- **Tensão elétrica** – é a diferença de potencial entre dois pontos de um circuito elétrico, sendo representada pela letra **V** e tendo o volt como unidade de medida. É a tensão que impulsiona os elétrons da corrente elétrica no circuito.
- **Corrente elétrica** – é a passagem de elétrons através do circuito elétrico, impulsionados pela tensão ou diferença de potencial V.
- **Corrente contínua** – é um tipo de corrente elétrica caracterizado pelo fluxo ordenado de elétrons em um único sentido em condutores elétricos, quando o circuito é ligado à tensão de uma fonte elétrica estável. O valor permanece constante enquanto o circuito estiver ligado.

Por convenção, a tensão impulsiona os elétrons do potencial elétrico positivo para o potencial elétrico negativo (no circuito é o inverso, ou seja, vai do negativo para o positivo).

O potencial positivo (polo positivo) é representado pelo sinal “+” ou pela cor vermelha e o potencial negativo (polo negativo), pelo sinal “-” ou pela cor preta.

A corrente contínua é representada por “CC” ou “DC” (do inglês *Direct Current*).



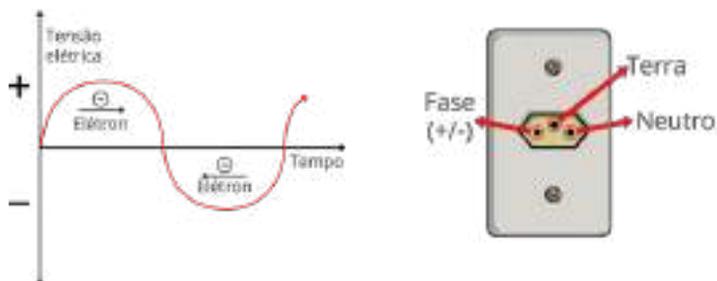
- **Corrente alternada** – é um tipo de corrente elétrica caracterizado por um fluxo alternado no sentido dos elétrons em condutores elétricos, quando o circuito é ligado à tensão de uma fonte

elétrica. O valor alterna e muda o sentido de deslocamento da corrente enquanto o circuito estiver ligado.

No Brasil, a corrente alternada muda o sentido de deslocamento 60 vezes por segundo (ou tem frequência de 60 vezes por segundo, ou 60 ciclos por segundo, ou 60 hertz). A frequência 60 hertz é mais comum, mas pode ter outro valor, a exemplo do Uruguai (50 hertz).

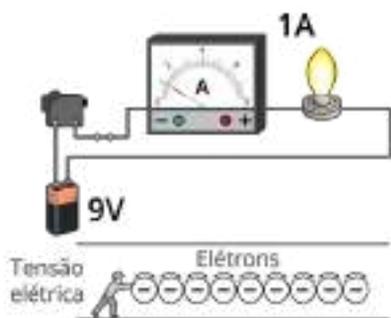
A tensão e a corrente elétrica podem ser representadas por uma onda com formato de senoide (variando alternadamente ao longo do tempo, do valor positivo para o negativo) e a energia elétrica varia sua polaridade de forma alternada.

A corrente alternada é representada por CA ou AC (do inglês *Alternating Current*).

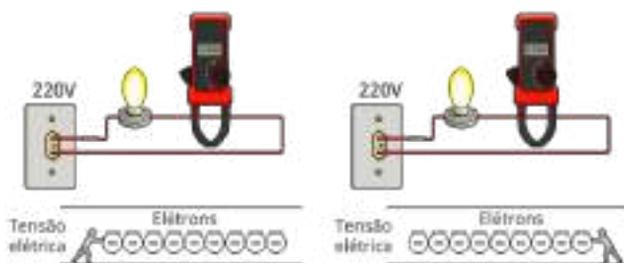


- **Intensidade de corrente elétrica** – é a quantidade de elétrons que passam pela seção transversal de um condutor elétrico por unidade de tempo, sendo representada pela letra **I** e tendo o **ampère** (ou **A**, de ampère) como unidade de medida.

A energia do elétron é transformada no equipamento elétrico em calor, luz e campo magnético (aproveitada para força ou movimento).



Sentido único do movimento dos elétrons na intensidade de corrente contínua



Sentido alternado do movimento dos elétrons na intensidade de corrente alternada

A tensão e a corrente alternada são, às vezes, representadas pelo sinal “” ou “~”.

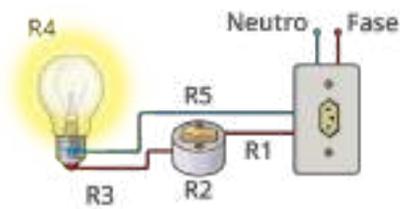
- **Resistência elétrica** – é a resistência que os componentes de um circuito elétrico oferecem à passagem da corrente, sendo representada pela letra R e tendo o **ohm** (também representado pela letra grega  $\Omega$ ) como unidade de medida. Alguns componentes do circuito são chamados de carga (representados, por exemplo, pelo elemento que emite luz na lâmpada, ou emite calor no chuveiro ou ferro elétrico, ou pela bobina ou enrolamento

e capacitor ou condensador do motor elétrico) e transformam a corrente elétrica em algo útil. Outros componentes, como fios, cabos elétricos, chaves liga/desliga, fusíveis, entre outros, interligam a fonte elétrica com a carga.

Os componentes de interligação da fonte de energia com a carga devem ter pouca resistência, liberando a corrente para as transformações úteis que ocorrem nas cargas.

### Exemplo:

Valores apropriados para as resistências em um circuito com lâmpada.



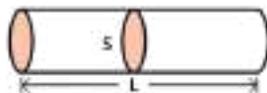
A soma das resistências representadas por R1, R2, R3 e R5 deve ser menor que 3% da resistência total do circuito, ou seja, quem deve definir a resistência do circuito é a R4, a resistência do filamento da lâmpada, responsável pela geração de luz.

O valor da resistência de um componente do circuito depende da temperatura em que ele se encontra, e tal variação depende do material de construção da resistência. São exemplos de resistências elétricas (as comuns são denominadas cargas resistivas):



A resistência elétrica de um condutor com formato cilíndrico (ex.: um fio ou um cabo elétrico) pode ser calculada pela seguinte relação:

$$R = \rho \times \frac{L}{S}$$



### Em que:

R – é a resistência em ohm ou  $\Omega$ ;

$\rho$  – é uma propriedade física do condutor denominada resistividade, em  $\Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$ ;

L – é o comprimento do condutor em metros (m); e

S – é a seção transversal do condutor elétrico, em milímetros quadrados ( $\text{mm}^2$ ).

Veja no Apêndice 1 como se calcula a resistência elétrica de um condutor cilíndrico.

### Atenção

O valor da resistividade dos condutores depende da temperatura em que estes se encontram e a maioria dos materiais aumenta sua resistividade quando têm sua temperatura elevada. Se o condutor elétrico estiver em um local mais quente, ou se ele se aquecer com a passagem da corrente, sua resistência elétrica aumentará.

Ter conhecimento sobre a intensidade da corrente elétrica é importante, pois é ela que vai definir a área ou **seção** transversal do condutor elétrico (fio ou cabo elétrico) a ser usada.

O condutor não pode ser nem muito fino – sob pena de aquecer com a passagem da corrente e desperdiçar energia elétrica na forma de calor (além do perigo de incêndio), nem deve ser muito grosso, pois isso eleva o custo da instalação.

O ideal é que a resistência do condutor elétrico ao longo de todo o circuito seja, no máximo, igual a 3% da resistência total do circuito (resistência da carga mais condutores elétricos).

- **Potência elétrica** – é a capacidade da carga elétrica de transformar a energia elétrica em calor, luz, campo magnético, força ou movimento, entre outros, por unidade de tempo. Quanto maior a capacidade de transformação por unidade de tempo, maior a potência. A unidade de medida da potência é o **watt (W)**.

### Atenção

1. Quando se usa a energia elétrica em motores elétricos, é comum encontrar também a unidade cavalo vapor (cv: 1 cv = 735,5 W) e, em países de língua inglesa, o “horse power” (hp: 1 hp = 747,7 W).
2. Em circuitos de corrente alternada usa-se também a unidade volt-ampère (VA) para a potência aparente, que surge com a presença de aparelhos contendo bobinas e/ou capacitores.

## 2. Conheça a corrente contínua

A corrente contínua é mais usada em circuitos de tensão elétrica mais baixa, tais como lanternas, circuitos elétricos de automóveis, caminhões e tratores, ferramentas elétricas manuais – como máquinas de furar a bateria – e em circuitos eletrônicos de TV, rádio, celular e computadores.

### 2.1. Conheça as formas de fornecimento de corrente contínua

Dois metais diferentes, em contato com certas substâncias químicas, reagem. Além disso, elétrons são retirados de um metal e levados

para o outro: um metal fica com potencial positivo (falta de elétrons) e o outro com potencial negativo (excesso de elétrons).

- **Pilhas** – por volta de 1799, o italiano Alexandro Volta usou um disco de zinco e um de cobre, separados por um disco de feltro embebido em ácido sulfúrico misturado com água, e obteve o fornecimento de energia elétrica de forma contínua.

Cada par de discos produzia a tensão elétrica de 0,76 V e, para obter tensão maior, Alexandro Volta fez uma pilha desses pares (ligando um ao outro e formando uma série). Daí a origem do nome **pilha voltaica** para essa primeira fonte de energia elétrica.

A tecnologia trouxe novos materiais e novos produtos químicos, havendo hoje pilhas tipo ácida, tipo alcalina, de óxido de prata e de níquel-cádmio, com diversos valores de tensão elétrica disponíveis.

## Atenção

1. As pilhas perdem a capacidade de gerar energia com o passar do tempo e necessitam ser trocadas ou recarregadas.
2. Sempre retire as pilhas dos equipamentos que ficarem guardados por tempo prolongado, pois reações químicas internas podem causar sua corrosão. As substâncias químicas da pilha podem vaziar e corroer as partes metálicas do equipamento.



## Precaução

As pilhas devem ser descartadas em pontos de recolhimento localizados em empresas que tenham a responsabilidade de recolhê-las e destiná-las à reciclagem, já que contêm metais pesados e produtos químicos nocivos ao meio ambiente e à saúde humana.

- **Baterias de chumbo-ácido** – por volta de 1859, o francês Gaston Planté inventou a bateria com placas de chumbo esponjoso e placas de dióxido de chumbo, mergulhada em ácido sulfúrico.

Cada par de placas produz em torno de 2 V e a associação de seis pares permite a tensão final de 12 V, usados em veículos automotores.

As baterias evoluíram e hoje, além das de chumbo-ácido, existem as de níquel-cádmio, as de íon-lítio e um constante desenvolvimento tecnológico nessa área.

As tensões elétricas das novas baterias disponíveis são variadas e todas recarregáveis.



### Atenção

Na bateria chumbo-ácido comum, é preciso verificar o nível de solução ácida de forma periódica. Já na bateria chumbo-ácido selada isso não se faz necessário.

### Precaução

As baterias devem receber os mesmos cuidados que as pilhas ao serem descartadas, pois também contêm metais pesados e produtos químicos nocivos ao meio ambiente e à saúde humana.

## 2.2. Entenda a relação entre as grandezas elétricas

Em cargas do tipo resistivas, em circuitos alimentados por corrente contínua, as relações entre tensão, corrente e resistência são:

$$V = R \times I \quad \text{ou} \quad R = \frac{V}{I} \quad \text{ou} \quad I = \frac{V}{R}$$

As relações entre as grandezas potência, tensão, corrente e resistência são:

$$P = V \times I \quad \text{ou} \quad I = \frac{P}{V} \quad \text{ou} \quad V = \frac{P}{I}$$

Geralmente, todo equipamento elétrico vem com a informação relativa à tensão de alimentação e à potência elétrica, o que permite calcular a corrente elétrica e determinar que bitola (“grossura”) ou seção transversal do condutor elétrico (fio ou cabo) deve ser usada.

Veja no Apêndice 2 como calcular a corrente elétrica que circula por uma lâmpada.

No caso de motores elétricos, a potência pode vir descrita também pelas unidades **cv** ou **hp**, sendo necessária a conversão:

$$1 \text{ cv} = 735,498 \text{ W ou } 735,5 \text{ W} \qquad 1 \text{ hp} = 747,7 \text{ W}$$

Veja o caso de um motor de 2 hp:

$$\text{Potência em W} = 2 \text{ hp} \times 747,7 \text{ W} / \text{hp} = 1.495,4 \text{ W}$$

### 3. Conheça a corrente alternada

A corrente alternada é usada na iluminação, no aquecimento e no acionamento de motores de eletrodomésticos e de máquinas em processos de produção, na indústria, no comércio, na agricultura ou em domicílios.

Em muitos equipamentos, a corrente alternada pode ser transformada em corrente contínua para alimentar circuitos eletrônicos, como nos casos de TVs, rádios, celulares, computadores, entre outros.

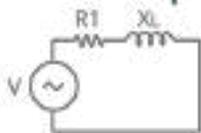
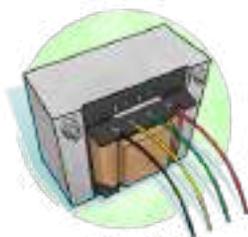
Em cargas do tipo resistivas (lâmpada, chuveiro, ferro elétrico, entre outros) ligadas a circuitos de corrente alternada, as relações entre as grandezas potência, tensão, corrente e resistência são as mesmas vistas para corrente contínua. Contudo, são usados os termos **tensão eficaz** e **corrente eficaz** e a potência calculada ainda é em watt.

Se as cargas tiverem bobinas (que transformam corrente elétrica em campo magnético) e/ou capacitores ou condensadores (que armazenam energia elétrica) no circuito de corrente alternada, a resistência elétrica é denominada impedância, com a mesma unidade de medida, o **ohm** ( $\Omega$ ), e a potência é denominada **VA** ou volt-ampère (a variação da corrente elétrica em intensidade e sentido gera outros efeitos na bobina ou no capacitor, tornando-os diferentes de uma carga resistiva).

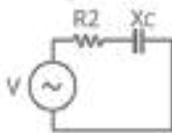
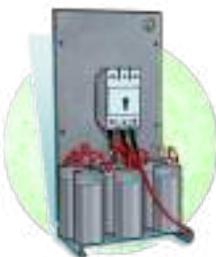
### 3.1. Saiba mais sobre tensão, corrente, resistência e impedância elétrica

Na corrente alternada, tensão e corrente variam continuamente. Nos cálculos, usa-se um valor médio denominado eficaz, tendo-se a tensão eficaz e a corrente eficaz.

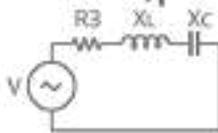
Nos casos em que o circuito elétrico tem bobinas – como em transformadores – ou bobinas e/ou capacitor(es) – como nos motores elétricos –, além da resistência elétrica dos fios das bobinas, o campo magnético criado nelas, bem como o armazenamento temporário da corrente elétrica nos capacitores, faz surgir novas formas de resistência: uma denominada **reatância indutiva** ( $X_L$ ) para as bobinas, nas quais a corrente fica atrasada em relação à tensão elétrica e outra denominada **reatância capacitiva** ( $X_C$ ) para os capacitores, nos quais a corrente fica adiantada em relação à tensão elétrica.



R1 – resistência da fiação da rede e fio da bobina  
 $X_L$  – reatância indutiva criada pelo campo magnético da bobina



R2 – resistência da fiação da rede  
 $X_C$  – reatância capacitiva criada pela carga de corrente elétrica no capacitor



R3 – resistência da fiação da rede e fio da bobina  
 $X_C$  – reatância capacitiva criada no capacitor  
 $X_L$  – reatância indutiva criada na bobina

Em motores elétricos de corrente alternada, a resistência elétrica total é denominada impedância (representada pela letra  $Z$ , medida em ohms) e é calculada pela seguinte relação:

$$Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$$

Onde  $R = R_1$ , ou  $R = R_2$  ou  $R = R_3$  (conforme ilustrado anteriormente).

É possível calcular  $X_L$  e  $X_C$  mas, no caso de motores elétricos, o fabricante já calculou a impedância e fornece na plaqueta do motor o valor da corrente que circula em regime normal ou nominal de funcionamento do motor. O valor disponibilizado facilita o cálculo da área ou seção transversal dos fios ou dos cabos que levarão a energia até o motor, bem como o dimensionamento dos componentes de proteção e comando (disjuntor, fusível, chave de partida, entre outros).

### 3.2. Saiba mais sobre a potência elétrica

Na corrente alternada, quando não se tem bobina ou capacitor no circuito, a potência (em watts) é calculada multiplicando-se a tensão elétrica eficaz pela corrente eficaz que circula:

$$P = V \times I$$

Se há bobinas e/ou capacitores no circuito, a tensão e a corrente ficam alteradas (fora de fase ou defasadas), o que provoca perda de potência.

Para calcular a potência real, multiplica-se a tensão eficaz pela corrente eficaz e por um fator de correção denominado "**fator de potência**", denominado "**cos  $\varphi$** ".

A lei admite perda máxima de 8% pela defasagem entre tensão e corrente no circuito, ou seja, o fator de potência tem de ser maior ou

igual que 0,92.

A potência corrigida com o  $\cos \varphi$  é denominada **potência ativa** (em watts), sendo esta o valor que o motor realmente tem disponível para converter em trabalho.

$$P_{\text{Ativa}} = V_{\text{Eficaz}} \times I_{\text{Eficaz}} \times \cos \varphi$$

No caso de motores elétricos, quando a corrente elétrica passa pelas bobinas, os fios se aquecem e é preciso haver ventilação para dissipar o calor. Além disso, é preciso vencer também o atrito nos mancais, entre outras perdas que surgem.

No eixo do motor resta, portanto, uma potência menor que a potência ativa, o que faz com que a potência no eixo (em watts) seja ainda menor para ser disponibilizada.

$$P_{\text{Eixo}} = V_{\text{Eficaz}} \times I_{\text{Eficaz}} \times \cos \varphi \times \eta$$

$\eta$  é o rendimento mecânico do motor e deve ser o maior possível.



Veja o caso de um motor monofásico, antigo, de 1 cv. A plaqueta informa que seu "fator de potência" (ou  $\cos \varphi$ ) é igual a 0,67, que seu rendimento mecânico é de 64,8% e que, ao ser ligado na tensão em 110 V, consome 15,4 ampères.

NOVA		Motor de Indução Monofásico de gaiola NBR 17094-2			CE	
MOD	56	46/14	Cód	M147804000	ME-4183	
CW(HP)	1,0	KW 0,75	Hz	60	110-127 V	220-254 V
HP(J)	1,940	REG	51	15,4/19,0 A	7,7-9,5 A	
ISOL	B			16,5-19,4 AFS	8,3-9,7 AFS	
IP	21	ES	1,55	AMB	40°C	
IP/IN	4,9	Cosφ	0,67	Rend	64,8%	
Sentido de Rotação - Ambos						
Cap 1x340-408µF - 110VCA				RLMP4036		
ATENÇÃO!		O MOTOR DEVE SER ATERRADO DE ACORDO COM AS NORMAS NACIONAIS PARA PREVENIR CHOQUE ELÉTRICO				

Considerando as perdas do motor ( $\cos \varphi$  e rendimento mecânico), a potência entregue no eixo seria:

$$P_{\text{Eixo}} = V_{\text{Eficaz}} \times I_{\text{Eficaz}} \times \cos \varphi \times \eta = 110 \text{ V} \times 15,4 \text{ A} \times 0,67 \times 0,648 = 735,5 \text{ W}$$

ou 1 cv, como inclusive consta na placa do motor.

A energia utilizada no eixo do motor, considerando o tempo de uma hora de funcionamento, seria:

$$E_{\text{Eixo}} = P_{\text{Eixo}} \times \text{tempo} = 735,5 \text{ W} \times 1 \text{ h} = 735,5 \text{ Wh}, \text{ que dividido por } 1.000, \text{ resulta em } 0,7355 \text{ kWh}.$$

A energia elétrica consumida (paga), considerando o tempo de funcionamento de uma hora do motor, seria:

$$E_{\text{Consumida}} = P_{\text{Ativa}} \times \text{tempo} = V_{\text{Eficaz}} \times I_{\text{Eficaz}} \times \cos \varphi \times \text{tempo} = 110 \text{ V} \times 15,4 \text{ A} \times 0,67 \times 1 \text{ h} = 1.135 \text{ Wh}, \text{ que dividido por } 1.000, \text{ resulta em } 1,135 \text{ kWh}.$$

Neste motor, paga-se por 1,135 kWh e usa-se 0,7355 kWh, ou seja, paga-se 1,54 mais energia do que se utiliza no eixo ( $\frac{1,135}{0,7355} = 1,54$ ).

Compare o resultado com um motor mais atual, de 1 cv, trabalhando em 127 V, cujos dados de  $\cos \varphi$  e  $\eta$  estão na plaqueta a seguir ( $\cos \varphi = 0,93$  e rendimento mecânico de 69,5%).

<b>LYNUS</b>		
<b>MOTOR DE INDUÇÃO MONOFÁSICO</b>		
<b>CNPJ: 07.162.964/0001-85</b>		
<b>Potência: 0,75kw (1cv)</b>		
<b>Tensão</b>	<b>127 V</b>	220 V
<b>Corrente</b>	<b>9,86 A</b>	4,9 A
<b>Rotação</b>	3501 rpm	3511 rpm
<b>Rendimento</b>	<b>69,50</b>	72,20
<b>Fator Pot.</b>	<b>0,93</b>	0,99
<b>Frequência: 60 Hz</b>	<b>AMB</b>	<b>40°C</b>
<b>Reg.: S1</b>	<b>IP 44</b>	<b>Fator Serv.: 1,15</b>
<b>2 polos</b>	<b>IP/IN: 6,9</b>	<b>ISOL Classes B</b>
<b>Sentido de rotação Ambos</b>		

A energia elétrica consumida (paga), considerando o tempo de funcionamento de uma hora do motor, seria:

$$E_{\text{Consumida}} = P_{\text{Ativa}} \times \text{tempo} = V_{\text{Eficaz}} \times I_{\text{Eficaz}} \times \cos \varphi \times \text{tempo} = 127 \times 9,86 \times 0,93 \times 1 = 1.164,56 \text{ Wh, que dividido por 1.000, resulta em 1,164 kWh.}$$

A energia utilizada no eixo do motor, considerando o tempo de funcionamento de uma hora, seria:

$$E_{\text{Eixo}} = P_{\text{Eixo}} \times \text{tempo} = V_{\text{Eficaz}} \times I_{\text{Eficaz}} \times \cos \varphi \times \eta \times \text{tempo} = 127 \times 9,86 \times 0,93 \times 0,695 \times 1 \text{ h} = 809,37 \text{ Wh, que dividido por 1.000, resulta em 0,8094 kWh.}$$

Nesse motor, pagar-se-ia por 1,164 kWh e 0,8094 kWh seriam utilizados, ou seja, pagar-se-ia somente 1,44 mais energia do que se utiliza no eixo ( $\frac{1,164}{0,8094} = 1,44$ ).

Se o motor utilizado fosse ligado em 220 V, a energia consumida (paga) seria:

$$E_{\text{Consumida}} = P_{\text{Ativa}} \times \text{tempo} = V_{\text{Eficaz}} \times I_{\text{Eficaz}} \times \cos \varphi \times \text{tempo} = 220 \text{ V} \times 4,9 \text{ A} \times 0,99 \times 1 \text{ h} = 1.067,22 \text{ Wh ou } 1,0672 \text{ kWh.}$$

E a energia entregue no eixo seria:

$$E_{\text{eixo}} = P_{\text{Eixo}} \times \text{tempo} = V_{\text{Eficaz}} \times I_{\text{Eficaz}} \times \cos \varphi \times \eta \times \text{tempo} = 220 \text{ V} \times 4,9 \text{ A} \times 0,99 \times 0,722 \times 1 \text{ h} = 770,53 \text{ Wh, que dividido por } 1.000, \text{ resulta em } 0,7705 \text{ kWh.}$$

<b>LYNUS</b>		
<b>MOTOR DE INDUÇÃO MONOFÁSICO</b>		
<b>CNPJ: 07.162.964/0001-85</b>		
<b>Potência: 0,75kw 1cv</b>		
<b>Tensão</b>	127 V	220 V
<b>Corrente</b>	9,86 A	4,9 A
<b>Rotação</b>	3501 rpm	3511 rpm
<b>Rendimento</b>	69,80	72,20
<b>Fator Pot.</b>	0,93	0,99
<b>Frequência: 60 Hz</b>		<b>AMB 40°C</b>
<b>Reg.: S1</b>	<b>IP 44</b>	<b>Fator Serv.: 1,15</b>
<b>2 polos</b>	<b>IP/IN: 6,9</b>	<b>ISOL Classes B</b>
<b>Sentido de rotação Ambos</b>		

Seguindo o mesmo raciocínio anterior, pagar-se-ia 1,0672 kWh de energia e 0,7705 kWh seriam utilizados, ou pagar-se-ia 1,39 vezes  $\left(\frac{1,0672}{0,7705} = 1,39\right)$  do que se utiliza no eixo.

Qual a diferença entre o motor antigo e o atual?

Os fatores de potência e rendimento são melhores no motor atual em 127 V e melhores ainda se a voltagem for 220 V no local onde este vai ser ligado.

## Atenção

Veja sempre a avaliação do motor pelo Procel e escolha o que apresentar o maior fator de potência e o maior rendimento. Assim, pagar-se-á menos energia elétrica no final do mês.

### 4. Conheça formas de fornecimento de corrente alternada

A corrente alternada pode vir de uma usina do tipo hidroelétrica, termoeétrica, eólica, solar e de grupos geradores, a diesel ou a gasolina, entre outras fontes.

No caso de redes de eletrificação rural, a energia elétrica fica disponível na propriedade agrícola a partir de um transformador, que transforma a energia de alta tensão em baixa tensão, adequada para o uso na propriedade.

O grupo gerador normalmente é uma reserva para casos de falta de energia em atividades como avicultura, agroindústrias com produtos refrigerados, ordenha, resfriamento de leite e de estufas, entre outras.



Grupo gerador



Geração fotovoltaica



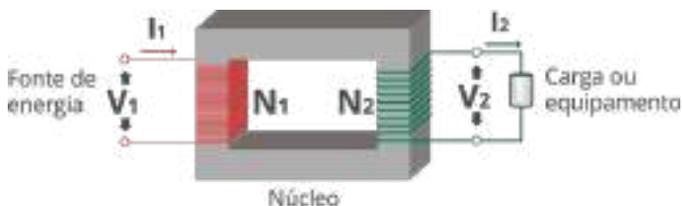
Rede com transformador

A geração solar é outra opção, regulamentada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), pois durante o dia pode-se gerar energia e ganhar créditos com o excesso na rede, recebendo-a de volta nos momentos em que não há sol para a geração.

#### 4.1. Saiba como funciona o transformador

O transformador recebe a alta tensão elétrica que chega da rede e a transforma em baixa tensão, a qual irá alimentar as cargas existentes com segurança.

Em um transformador ideal (100% de eficiência), a potência elétrica mantém-se constante, valendo então a relação  $P_1 = P_2$  ou  $V_1 \times I_1 = V_2 \times I_2$ , já que  $P = V \times I$ .



A alta tensão que chega ao transformador na propriedade geralmente é da ordem de 13.900 V. Como  $V_1$  (fonte de energia) é muito alto, considerando-se uma potência fixa, a corrente elétrica é baixa (veja os cálculos no Apêndice 3), o que permite o uso de cabos de menor seção transversal na rede de alta tensão.

Por outro lado, a tensão de uso da energia na propriedade é relativamente baixa (127 V ou 220 V são as mais comuns), garantindo o atendimento seguro de muitos equipamentos ou máquinas elétricas, mas a corrente elétrica torna-se mais alta.

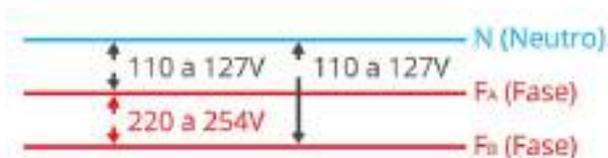
Os transformadores mais comuns nas propriedades rurais são monofásicos ou trifásicos.



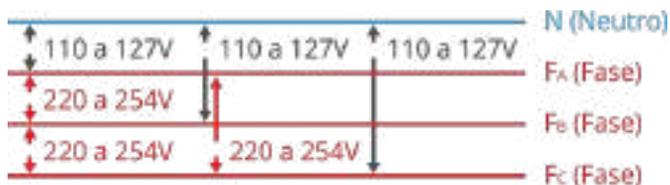
Na rede elétrica de baixa tensão, disponibilizada pelo transformador, pode-se ter diversos tipos de tensão elétrica.



Rede monofásica



Rede monofásica com duas tensões ou bifásica



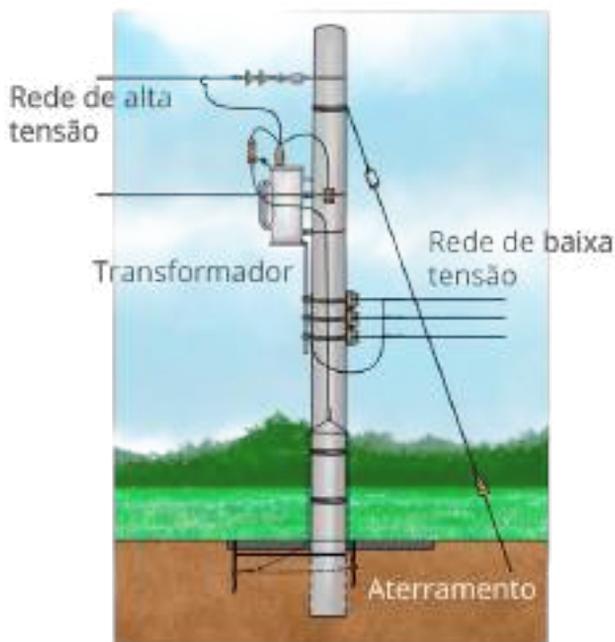
Rede trifásica

## 4.2. Saiba o que é rede monofásica, MRT, bifásica e trifásica

Dependendo do estado da Federação, e até do município, o atendimento com energia elétrica às propriedades rurais pode ser por rede monofásica a dois cabos, monofásica a um cabo (denominada MRT-Monofilar com Retorno por Terra), bifásica ou trifásica.

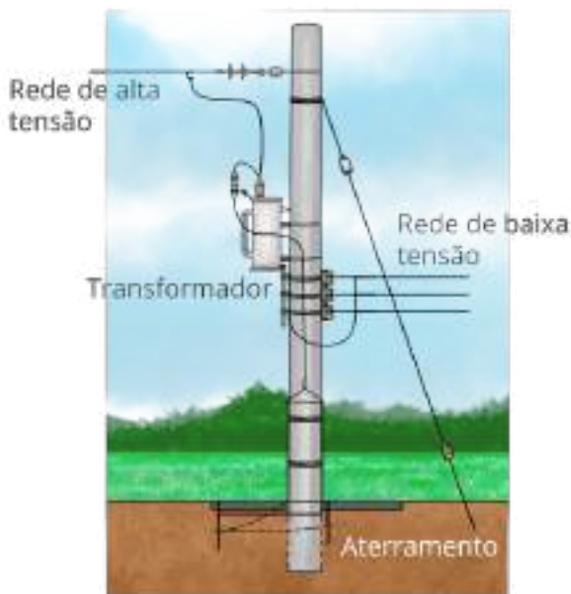
### 4.2.1. Conheça a rede monofásica a dois cabos

A rede chega ao transformador com dois cabos de energia em alta tensão, uma fase e um neutro. A propriedade recebe uma fase e um neutro em baixa tensão.



#### 4.2.2. Conheça a rede monofásica a um cabo (MRT)

Chega apenas um cabo de energia em alta tensão ao transformador. Nele, um aterramento apropriado fornece o neutro e a propriedade recebe uma fase e um neutro em baixa tensão.

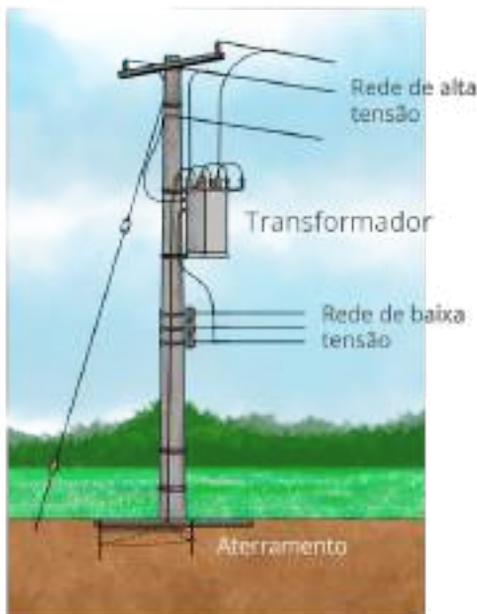


#### Precaução

1. O aterramento do transformador gera tensões elétricas no solo à sua volta e o local deve ser cercado para evitar acidentes.
2. O aterramento obrigatório do padrão (baixa tensão) deve ficar pelo menos a 30 metros do transformador.

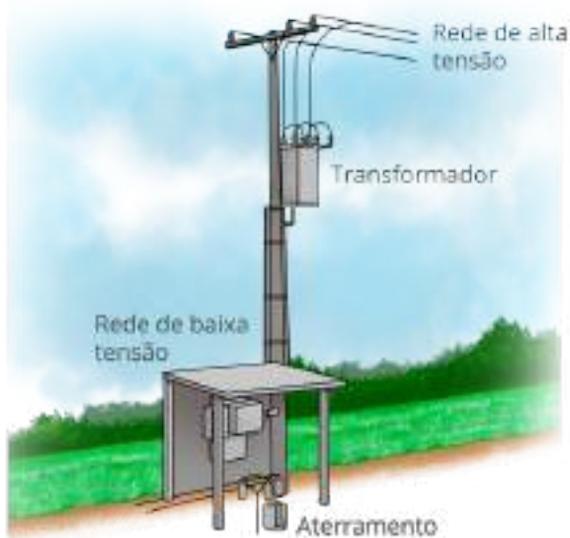
### 4.2.3. Conheça a rede bifásica

Chegam dois cabos de energia em alta tensão e um neutro ao transformador e a propriedade recebe duas fases e um neutro em baixa tensão.



### 4.2.4. Conheça a rede trifásica

Chegam três cabos de energia em alta tensão ao transformador. Um aterramento apropriado fornece o neutro e a propriedade recebe três fases e um neutro em baixa tensão. A rede pode ser também a quatro cabos, mas o mais comum é a três cabos.



## Atenção

O cabo do neutro não precisa de isolador de alta tensão para fixá-lo no poste nem de para-raios, sendo fácil reconhecer isso.

### 4.3. Conheça as tensões elétricas de atendimento ao consumidor

Os valores das tensões elétricas de atendimento ao consumidor variam entre estados e mesmo entre municípios de um mesmo estado.

As tensões de atendimento podem ser de 110 V a 127 V em monofásico e 220 V a 254 V em trifásico nos seguintes estados: Acre, Amapá, Amazonas, Espírito Santo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Paraná, Rio de Janeiro, Rondônia e São Paulo, com exceções para alguns municípios dos estados citados.



Os demais estados e o Distrito Federal são atendidos em 220 V monofásico e 380 V em trifásico, também com exceções em alguns municípios.

## 5. Conheça instrumentos/equipamentos de uso do eletricista em baixa tensão

O eletricista precisa de ferramentas adequadas para montar e desmontar equipamentos e motores elétricos, além de aparelhos que indiquem a existência de energia (tensão e corrente elétrica) no circuito ou que meçam os valores das grandezas elétricas.

### 5.1. Conheça as ferramentas do eletricista

O eletricista precisa, além das ferramentas e dos aparelhos, de instrumentos para efetuar medidas de distância e de seção de fios, entre outros, e até para nivelar, por exemplo, a instalação de um quadro de distribuição de energia.

Os comprimentos das ferramentas e as medidas das partes que movimentam os parafusos e as porcas podem ser em milímetros ou em polegadas.

- Alicates – existem diversos tipos e tamanhos, com cabos isolados para uso em circuitos elétricos e para diversas funções.



Alicate universal: corta, segura, prende



Alicate de corte



Alicate de bico: meia-cana, curvo, bico redondo e para retirar trava



Alicate de pressão: para segurar e prender

- **Chaves de fenda** – comuns ou com ponta chata, Philips e torque ou torx, com diversas medidas para comprimento e diâmetro de haste e cabo isolado.



Chave de fenda comum



Ponta da chave



Cabeça do parafuso



Chave de fenda Philips



Ponta da chave



Cabeça do parafuso



Chave torx



Ponta da chave



Cabeça do parafuso

- **Descascadores de fios**



Descascadores



Alicates



Facas

- **Chaves** – existem chaves combinadas e chaves Allen (em milímetros e em polegadas).



Chaves combinadas boca e estrias



Chaves Allen

- Equipamentos de medida e nivelamento



Trena



Paquímetro



Micrômetro



Nível de bolha

- Outros equipamentos



Arco de serra



Máquina de furar



Martelo



Cinto porta ferramentas



Caixa de ferramentas



Escada

### Atenção

Lembre-se de que é sempre importante utilizar os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados quando for manusear e trabalhar com ferramentas, equipamentos e instrumentos.

## 5.2. Conheça os equipamentos para identificar ou medir grandezas elétricas

A tensão elétrica é a mais fácil de identificar e os equipamentos mais comuns são:



Equipamento de teste de contato com lâmpada néon, sem bateria



Equipamento de teste de contato com display LCD, mostrador e bateria



Equipamento de teste de contato e LEDs indicadores, sem bateria



Equipamento de teste sem contato, LED indicador e bateria

A tensão é identificada com os seguintes procedimentos:

### 5.2.1. Equipamento de teste de contato com uma ponta (com néon e com LCD)

- Toque, com a ponta do equipamento de teste, o ponto desejado;
- Toque, com o dedo da mão, o ponto indicado no equipamento; e
- Se a lâmpada ou o LCD acenderem, há energia; se não, não há energia.



### 5.2.2. Equipamento de teste de contato com duas pontas (com LEDs e sem bateria)

- a) Coloque uma ponta do equipamento num furo da tomada e a outra no outro furo; e
- b) Os LEDs indicarão se há energia e o nível da tensão numa escala.



### 5.2.3. Equipamento de teste sem contato (com LEDs e bateria)

- a) Aproxime a ponta do equipamento de teste do fio, cabo ou componente energizado; e
- b) O LED acenderá se houver tensão.



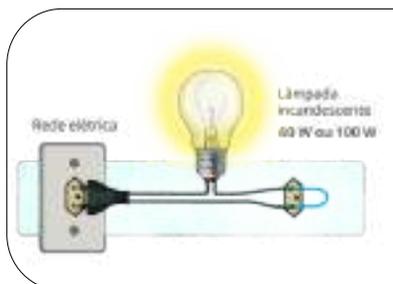
## 5.2.4. Equipamento de teste ou lâmpada de teste com lâmpada incandescente

### 5.2.4.1 Teste da existência de energia elétrica na tomada

- a) Introduza o plugue da lâmpada de teste na tomada da rede elétrica sob teste; e
- b) Pegue na parte isolada de um fio e introduza suas pontas, descascadas, nos furos da tomada da lâmpada de teste. Se a lâmpada acender, a rede elétrica tem energia.



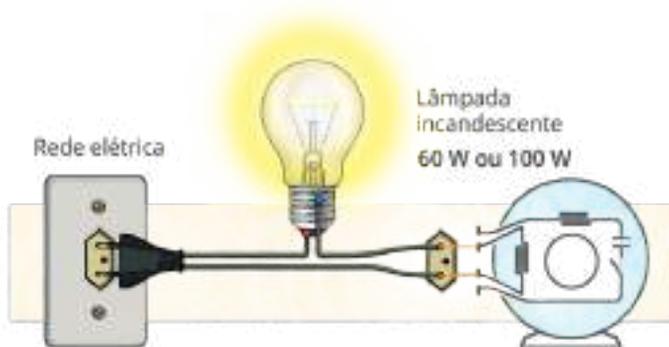
Lâmpada de teste



Ligação da lâmpada de teste

#### 5.2.4.2 Teste de continuidade (ou interrupção) de enrolamento de motor elétrico

- a) Introduza o plugue da lâmpada de teste na tomada da rede elétrica; e
- b) Ligue um fio do enrolamento em um furo da tomada da lâmpada e o segundo fio no outro furo. Se a lâmpada acender, o fio do enrolamento está conduzindo ou tem continuidade.

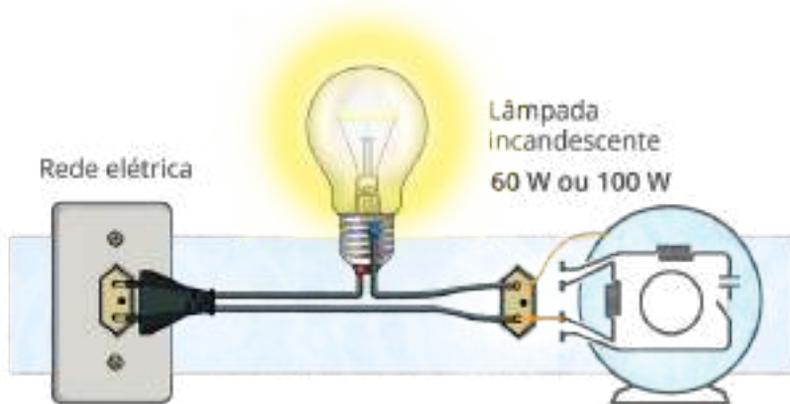


Verificando a continuidade da bobina

#### 5.2.4.3 Teste de existência de curto-circuito entre partes de motor elétrico

- a) Introduza o plugue da lâmpada de teste na tomada da rede elétrica;
- b) Introduza apenas um dos fios da bobina em um dos furos da tomada da lâmpada; e

- c) Pegue um pedaço de fio isolado, introduza uma ponta desencapada no furo livre da tomada e encoste a outra ponta na carcaça do motor. Se a lâmpada acender, isso indica continuidade entre a bobina e a carcaça do motor, ou um curto-circuito entre a bobina e a carcaça.



Verificando a continuidade da bobina

### Atenção

Lembre-se de usar os EPIs adequados durante o teste.

Alguns aparelhos saem de fábrica com medidores de grandezas elétricas, como o mostrador de um grupo gerador a diesel que tem medidor de tensão, corrente e frequência no painel, ou um pivô central de irrigação, que geralmente traz um medidor de tensão elétrica no painel. Contudo, para o eletricitista, o mais comum é utilizar um multímetro (instrumento multifunção ou multiteste) ou um alicate amperímetro.



Um multímetro, dos mais comuns, seja analógico (de ponteiro e escala numérica) ou digital (painel com medida final numérica), geralmente pode medir:

- Tensão de fontes CC e CA;
- Corrente elétrica de fonte CC; e
- Resistência elétrica.

Alguns multímetros medem também a frequência da rede e a capacitância de capacitores.

O alicate amperímetro mede a corrente elétrica em fonte de CA e, dependendo do modelo, mede outras grandezas elétricas, como tensão e resistência elétrica.



Multímetro analógico



Multímetro digital



Alicate amperímetro digital

## Atenção

Lembre-se de usar os EPIs adequados ao efetuar qualquer medida.



O multímetro tem pelo menos quatro funções e suas escalas, um seletor de funções e escalas, um mostrador e encaixes dos cabos para ligá-lo aos pontos de medição.

## Atenção

Dependendo do modelo e do fabricante, as escalas podem mudar. Consulte sempre o manual do multímetro antes de utilizá-lo.

- **Multímetro digital**

Nº	Imagem	Descrição para o modelo digital	Símbolo
1		<p>Quadrante para medidas de tensão elétrica <math>V_{\text{CC}}</math> ou CC:            1.000, 200, 20 – escalas em volts CC            2.000 m, 200 m – escalas em milivolts            * Observe o seletor na escala de 20 V</p>	$V_{\text{CC}}$ ou DCV
2		<p>Quadrante para medidas de tensão elétrica ou CA:            750, 200 – escalas em volts CA            * Observe o seletor na escala de 200 V</p>	$V_{\sim}$ ou ACV
3		<p>Quadrante para medidas de resistência elétrica:            2.000 k, 200 k, 20 k – escala em mil <math>\Omega</math> (k = 1.000)            2.000, 200 – escala em <math>\Omega</math>            * Observe o seletor na escala de 200 k (200.000 <math>\Omega</math>)</p>	$\Omega$
4		<p>Quadrante para medidas de corrente elétrica <math>A_{\text{CC}}</math> em CC:            200 <math>\mu</math>, 2.000 <math>\mu</math> – escalas em microampères CC            20 m, 200 m – escalas em miliampères            * Observe o seletor na escala de 20 mA</p>	$\mu A$ ou mA ou $A_{\text{CC}}$
5		Tela que mostra o valor da grandeza elétrica medida	valor numérico

Nº	Imagem	Descrição para o modelo digital	Símbolo
6		<p>Ponto de encaixe do cabo (10) de cor preta (ponto COM ou negativo ou terra)</p>	<p>COM “-“ ou </p>
7		<p>Ponto de encaixe do cabo (10) de cor vermelha (ponto VΩmA ou positivo) * Atenção: o valor a ser medido não pode ser maior que 750 V~ ou 1.000 V ⎓ ou 200 mA</p>	<p>+ ou V/ mA/Ω</p>
8		<p>Ponto de encaixe do cabo (10) de cor vermelha para corrente tipo CC de até 10 A (ponto 10A ⎓ ou 10 ADC)</p>	<p>10 A</p>
9		<p>Escala para medidas de até 10 ampères, ou 10A ⎓ em CC * Observe o seletor na escala de 10A ⎓, o conector preto ou negativo no ponto de encaixe COM e o conector vermelho ou positivo no ponto de encaixe 10A ⎓</p>	<p>Ampères</p>

Nº	Imagem	Descrição para o modelo digital	Símbolo
10		Conectores ou cabos de conexão que ligam o multímetro ao ponto de medida da grandeza elétrica O de cor preta vai no encaixe COM ou negativo O de cor vermelha vai no encaixe positivo ou no de 10 A	sem símbolo
11		Seletor de quadrantes e escalas	sem símbolo

### • Multímetro analógico

Nº	Imagem	Descrição para o modelo analógico	Símbolo
1		Quadrante para medidas de tensão elétrica CC: 1.000, 250, 50, 10, 2,5, 0,5, 0,1 – escala em volts CC * Observe o seletor na escala de 50 V	DCV

Nº	Imagem	Descrição para o modelo analógico	Símbolo
2		<p>Quadrante para medidas de tensão elétrica CA: 1.000, 250, 50, 10 – escala em volts CA * Observe o seletor na escala de 250 V</p>	ACV
3		<p>Escala para medidas de corrente elétrica CC: 50 µ – escala em microampères CC 2,5; 25 – escala em miliampères CC 0,25 – escala em ampères CC * Observe o seletor na escala de 2,5 mA</p>	<p>DCµA DCmA A</p>
4		<p>Escala para medidas de resistência elétrica: X1, X10, X100 – escala em Ω multiplicada por 1, 10 ou 100 X1k, X10k – escala em Ω multiplicada por mil (k = 1.000) ou 10.000 (10k) * Observe o seletor na escala de 100 ou a leitura do mostrador multiplicada por 100</p>	Ω
5		<p>Mostrador ou escalas com os valores medidos</p>	<p>símbolo conforme escala</p>
6		<p>Ponto de encaixe do conector preto ou negativo ou COM</p>	<p>COM “-“ ou </p>

Nº	Imagem	Descrição para o modelo analógico	Símbolo
7		Ponto de encaixe do conector vermelho ou positivo	+ ou V/ mA/ $\Omega$
8		Para ser usado em circuitos eletrônicos com tensão CC e CA ou pulsante sobrepostas A CC é filtrada e só se mede a componente alternada ou pulsante * Observe o seletor, que fica na escala ACV, e o conector vermelho no ponto de encaixe "OUTPUT"	sem símbolo
9		Ajuste do zero na escala de medida de resistência elétrica	0 $\Omega$ ADJ
10		Cabos de conexão do multímetro ao ponto de medida da grandeza elétrica	sem símbolo

Nº	Imagem	Descrição para o modelo analógico	Símbolo
11		Seletor de funções e escalas	símbolo conforme a escala escolhida

### Precaução

Para qualquer medição (de tensão, corrente ou resistência elétrica), quando não tiver conhecimento do valor a ser medido, use o seletor de funções e escolha sempre o maior valor da escala para iniciar a medição. Caso o valor medido seja muito baixo na escala, faça nova medida, sempre na escala imediatamente menor, até que o valor medido fique entre 50% e 100% do maior valor da escala utilizada.

No multímetro digital, a leitura é feita diretamente no mostrador numérico; no multímetro analógico existem escalas diferenciadas.



Nº	Descrição	Símbolo
1	Escala para medida de resistência elétrica	$\Omega$
2a	Escala para medidas de tensão CC e AC até 10 V e para medida de tensão CC e CA até 1.000 V, multiplicando o valor lido por 100	DCV ou ACV
2b	Escala para medidas de tensão CC e AC até 50 V e para medida de corrente em CC na escala de 50 $\mu$ A	DCV ou ACV
2c	Escala para medidas de tensão CC e AC até 250 V e de corrente em CC nas escalas de 2,5 mA, 25 mA e 0,250 A	DCV ou ACV ou mA ou A
3	Escala para medidas de tensão CA até 1.000 V (leitura vezes 100)	AC

### Atenção

1. A leitura da medida do valor da resistência elétrica no multímetro analógico é feita da direita para a esquerda. Todas as demais são da esquerda para a direita.
2. Leia sempre o manual de instruções do multímetro, pois podem existir variações na forma de seleção da escala de acordo com o modelo ou a marca do equipamento.

#### 5.2.5. Medida da tensão elétrica em uma pilha de 1,5 V no multímetro analógico

- a) Conecte o cabo de cor preta ao ponto de encaixe "COM", "-" ou "⏏"



- b) Conecte o cabo de cor vermelha ao ponto de encaixe “+” ou “V/mA/Ω”



- c) Posicione o seletor de funções no quadrante de tensão DCV e na escala de 2,5 V



- d) Encoste a ponta do cabo preto no polo negativo da pilha e a ponta do cabo vermelho no polo positivo da pilha



- e) Faça a leitura da tensão elétrica na escala indicada a seguir, de 250 DCV / A / & ACV e divida o valor por 100



### 5.2.6. Medida da tensão elétrica tipo CA em uma tomada

- a) Conecte o cabo de cor preta ao ponto de encaixe "COM", "-" ou "⏏" e o cabo de cor vermelha ao ponto de encaixe "+" ou "V/mA/Ω"



- b) Posicione o seletor de funções no quadrante ACV na escala de CA (1.000 V)



- c) Enfie a ponta do cabo preto em qualquer furo da tomada e a ponta do cabo vermelho no outro furo da tomada



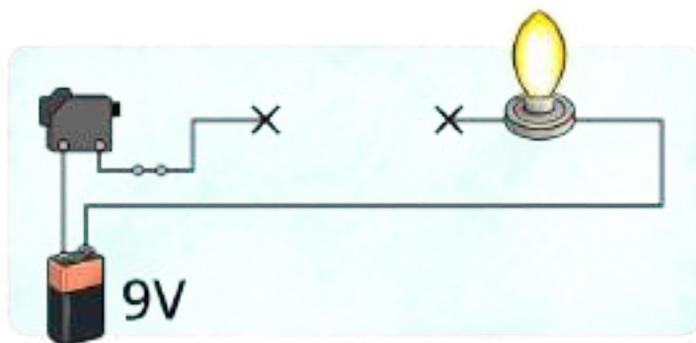
- d) Faça a leitura da tensão elétrica na escala indicada a seguir, a de cor vermelha, AC10V, multiplicando o valor lido por 100



- e) Caso o ponteiro do mostrador indique um valor abaixo da metade da escala, mude para a escala de 250 V e repita a leitura, agora na escala 250 DCV / A / & ACV para maior precisão do resultado

### 5.2.7. Medida da corrente elétrica de uma fonte de 9 V em CC

- a) Abra o circuito no ponto de interesse da medida



#### Atenção

O multímetro aqui ilustrado só mede baixos valores de corrente elétrica (de 50  $\mu$ A até 250 mA) e só correntes de circuitos tipo CC.

- b) Conecte o cabo de cor preta ao ponto de encaixe "COM", "-" ou "⏏" e o cabo vermelho ao ponto de encaixe "+" ou "V/mA/ $\Omega$ "



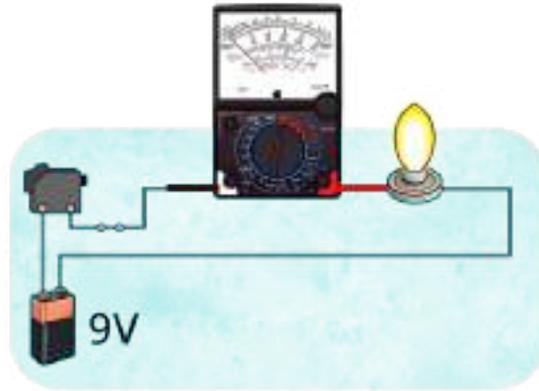
c) Posicione o seletor de funções no quadrante de corrente elétrica DCmA, na escala de maior valor de corrente, 0,25 A (250 mA)



### Precaução

É preciso ter pelo menos uma ideia da corrente que irá circular antes de escolher a escala de leitura e avaliar se seu valor não irá ultrapassar o limite máximo da escala. Se ultrapassar, com certeza haverá queima do multímetro.

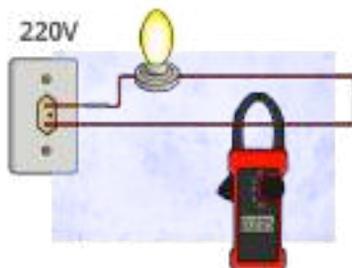
Conecte a ponta do cabo vermelho ao ponto aberto do circuito que vem do polo positivo da pilha e a ponta do cabo preto ao ponto que vem do polo negativo da pilha.



Faça a leitura da corrente CC no mostrador, na escala de 250 DCV / A / & ACV. O valor lido será a corrente elétrica em miliampères.

#### 5.2.8. Medida da corrente elétrica de uma fonte CA com o alicate amperímetro

- a) Posicione o seletor de funções na escala de ampères no maior valor;
- b) Abra a boca do alicate e envolva um dos fios ou o cabo de alimentação;
- c) Faça a leitura da corrente no mostrador numérico do alicate; e
- d) Caso o valor medido seja muito baixo, faça nova medida na escala imediatamente menor até que o valor medido fique entre 50% e 100% do valor final da escala utilizada.



## Atenção

Envolva somente uma das pernas do fio ou o cabo que alimenta o equipamento, de modo que a leitura não seja zero.

### 5.2.9. Medida do valor da resistência elétrica de uma resistência de chuveiro

- a) Conecte o cabo de cor preta ao ponto de encaixe “COM”, “-” ou “ $\text{⏏}$ ” e o cabo vermelho ao ponto de encaixe “+” ou “V/mA/ $\Omega$ ”



- b) Como a resistência de chuveiro tem um valor baixo, posicione o seletor de funções no quadrante de resistências, na escala de resistência X1 ( $\Omega$ )



- c) Encoste a ponta do cabo preto na ponta do cabo vermelho, gire o botão de ajuste do zero da escala de resistência até o ponteiro do mostrador ficar sobre o zero da escala



- d) Conecte a ponta de um dos cabos no início da resistência e a ponta do outro cabo no final



e) Faça a leitura do valor da resistência elétrica na escala indicada a seguir, sendo este o valor da resistência elétrica em ohms vezes 1 (1X)





# Conhecer os materiais usados nas instalações elétricas

Conhecer os materiais para uso nas instalações elétricas e suas características técnicas é importante na hora de comprar, instalar e realizar manutenção, garantindo a melhor escolha e o uso adequado e sempre dentro da capacidade e do limite de cada material.

## 1. Conheça os condutores elétricos (fios e cabos)

Fios e cabos são condutores de energia elétrica, geralmente cilíndricos, fabricados em cobre ou alumínio, com ou sem isolamento elétrico externo.

O alumínio é mais usado em redes elétricas externas e em motores elétricos de baixa potência e menor custo, enquanto o cobre é utilizado em instalações elétricas industriais, residenciais e em diversos equipamentos (transformadores, motores elétricos de maior qualidade e maior potência, entre outros).

### 1.1. Conheça os fios elétricos

Construções rurais: energia elétrica no meio rural (instalação, operação e manutenção)

Fio elétrico é um condutor cilíndrico sólido, formado por uma só “perna” de fio, de seção constante, com ou sem isolamento (fio rígido).



Fio de cobre não isolado



Fio de cobre isolado



Fio de alumínio não isolado



Fio de alumínio isolado

## 1.2. Conheça os cabos elétricos

O cabo elétrico é um condutor com diversos fios, ou “pernas”, não isolados entre si, com ou sem isolamento externo.



Cabo de cobre nu ou sem isolamento



Cabo unipolar com isolamento e capa



Cabo multipolar com isolamento e capa



Cabo de alumínio nu ou sem isolamento



Cabo de alumínio com isolamento

Os cabos unipolar e multipolar têm, além da camada isolante, uma capa de material resistente para proteção mecânica do isolamento e do cabo.

Fios e cabos são fabricados com alumínio ou cobre e possuem características variadas. De acordo com a composição ou o tratamento que cada metal recebe e a forma como o fio ou cabo é confeccionado, suas dimensões e seu comportamento mecânico são diferenciados em classes. Quanto maior a classe, mais flexível é o condutor.

### **Quadro 1. Classificação dos condutores elétricos conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)**

<b>Classes</b>	<b>Características dos condutores</b>
Classe 1	Fio rígido (uma só “perna” de fio)
Classe 2	Os cabos iniciam com seis pernas de fio, número que aumenta quando aumenta o diâmetro do condutor
Classe 5	Os cabos iniciam também com seis pernas de fio, número que aumenta quando aumenta o diâmetro do condutor
Classe 6	Os cabos iniciam com 15 pernas de fio, número que aumenta quando aumenta o diâmetro do condutor

As instalações elétricas em baixa tensão são regulamentadas pela NBR 5410, na qual consta indicação de bitola mínima ou seção transversal, independentemente de ser fio ou cabo. A flexibilidade é uma característica relacionada ao trabalho de instalação do condutor. Quanto mais flexível for o condutor, maior a facilidade em fazer curvas ou passar com ele por um eletroduto, o que simplifica o trabalho do electricista.

De modo geral, o preço dos cabos aumenta com o aumento da classe ou flexibilidade.

### 1.3. Conheça as emendas de fios e cabos elétricos

Durante a execução de uma instalação elétrica nova, a ampliação de uma instalação existente ou a manutenção de um circuito elétrico, pode ser necessário usar um terminal ou fazer uma emenda em condutores.

#### 1.3.1. Conheça os terminais

As conexões de condutores a um barramento podem ser feitas por meio de terminais, que são encontrados em diversos formatos e dimensões.



Anzol



Anel ou olhal



Forquilha



Forquilha anel



Engate



Pino



Ilhós (tubular)

Terminal anel por  
compressãoTerminal de aperto  
ou pressão

Os terminais podem ser soldados, parafusados ou, o mais comum, prensados na ponta dos condutores.



Terminal e isolante para o terminal



Introduza o condutor no terminal



Prese com o alicate



Terminal prensado e isolado

Após conectados à ponta dos fios ou cabos, os terminais são fixados nos barramentos.



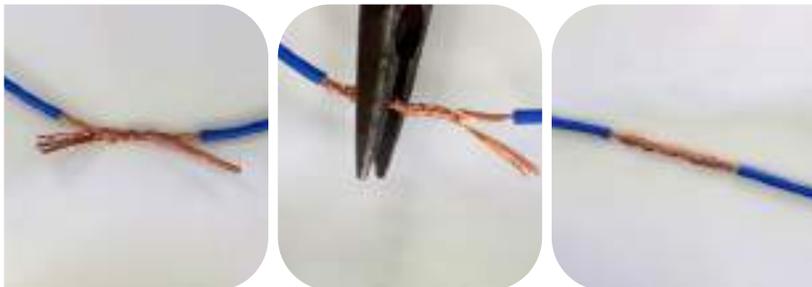
Uso de terminal no barramento do quadro de distribuição de circuitos

### 1.3.2. Conheça as emendas

As emendas podem ser de continuidade, derivação ou terminação, seja em fios rígidos, em cabos flexíveis ou entre fios rígidos e cabos flexíveis.



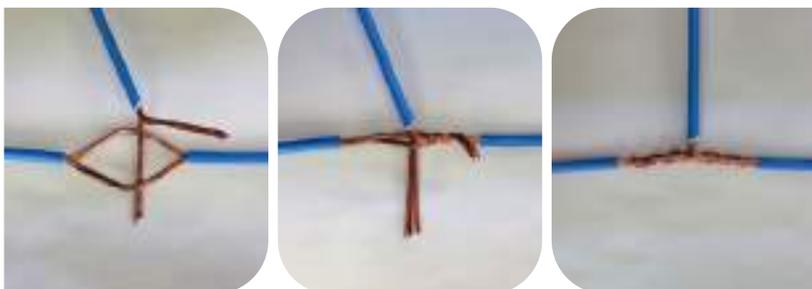
Emenda de continuidade com fio rígido



Emenda de continuidade com cabo flexível



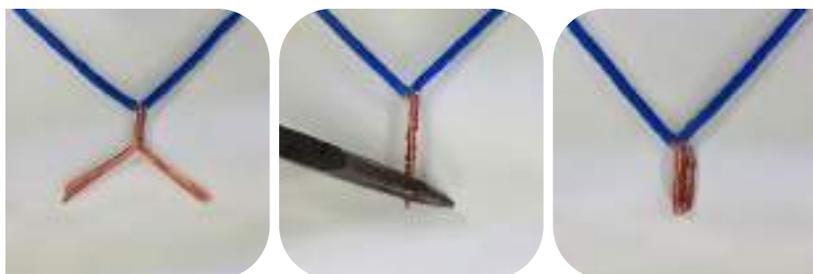
Emenda de derivação com fio rígido



Emenda de derivação com cabo flexível



Emenda de terminação com fio rígido



Emenda de terminação com cabo flexível



Emenda de terminação entre fio rígido e cabo flexível

## Atenção

1. As emendas de continuidade só podem ser feitas em linhas elétricas abertas ou em caixas de passagem, não sendo permitidas no interior do eletroduto.
2. Emendas afrouxam com o tempo e o contato elétrico entre as partes diminui, podendo dificultar a passagem da corrente elétrica.
3. Dê preferência a uniões feitas com conectores, como no barramento do quadro de distribuição de energia e em locais onde a manutenção exige desfazer a união (ex.: na troca de um chuveiro que queimou).

### 1.3.3. Conheça os conectores

Conectores são dispositivos que facilitam a realização de emendas e derivações de condutores. Geralmente têm capa isolante, agilizando a conexão e evitando o uso de fita isolante.

- **Conector de torsão para emendas**



Pegue o conector com furo apropriado



Pegue as pontas dos dois condutores



Enrole as duas pontas



Introduza as duas pontas no conector



Gire o conector  
"rosqueando"



Emenda com conector  
pronta



Uso do conector em uma  
caixa de passagem da  
instalação

- **Conector automático ou de alavanca para emendas e/ou derivações**



Desencape a ponta do fio ou cabo



Levante a alavanca do conector



Introduza a ponta do fio ou cabo



Feche a alavanca até o final

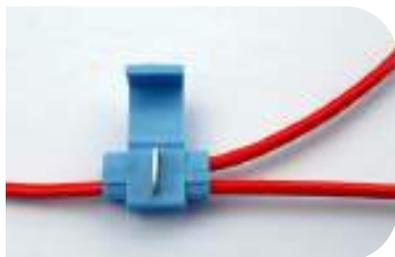
- **Conectores tipo perfurante para derivação**



Levante a tampa do conector e leve o fio para um dos canais existentes



Prende o fio para entrar no canal. A trava metálica deve subir um pouco



Introduza a ponta do outro fio no outro canal do conector



Prende com um alicate a trava metálica contra os fios



A trava metálica fura os isolantes dos fios e faz a conexão elétrica



Feche a tampa do conector para isolar a trava



Uso do conector em uma caixa de passagem da instalação

- **Outros tipos de conectores**



Conector para emenda isolada



Conector para emenda parafusada



Conector de pressão para emenda

## 2. Saiba o que é isolamento elétrico

Quando a corrente passa pelo condutor, este se aquece e o isolante deve suportar a elevação de temperatura.

O PVC é usado como isolante elétrico por suportar temperaturas de até 70 °C em regime contínuo de trabalho, 100 °C em sobrecarga momentânea e 160 °C em curto-circuito por não mais que cinco segundos. Além disso, resiste bem a agentes químicos e à água e não

propaga chamas. Contudo, produz muita fumaça e gases tóxicos e corrosivos quando submetido ao fogo.

A borracha etileno-propileno (EPR) é outro isolante elétrico usado por suportar temperaturas de até 90 °C em regime contínuo de trabalho, 130 °C em sobrecarga momentânea e 250 °C em curto-circuito por não mais que cinco segundos. Resiste bem a agentes químicos e à água e tem ótima flexibilidade, rigidez dielétrica e resistência ao envelhecimento térmico. Como suporta maior temperatura, ao usar um cabo com seção transversal menor, pode tornar a instalação mais econômica.

No caso do uso de fita para isolar emendas, dê preferência à fita comum para emendas na parte interna do domicílio e à fita de autofusão para ambientes externos, sujeitos a chuvas e calor.



Emenda com conector, que não requer fita isolante



Emenda que requer fita isolante



## 2.1. Conheça os isoladores elétricos de instalações elétricas

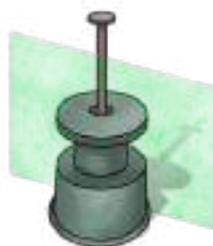
Isoladores, ou roldanas, são dispositivos isolantes de porcelana ou plástico usados para fixação e suporte mecânico de condutores em linhas abertas ou aéreas. Veja modelos de isoladores de porcelana e plástico para linhas abertas e/ou aéreas.



Conjunto isolador roldana de porcelana vertical



Isolador terminal fechado de porcelana



Isolador roldana de plástico

Veja modelos de isoladores de plástico para cercas elétricas rurais.



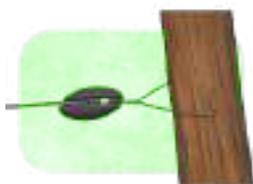
Isolador castanha



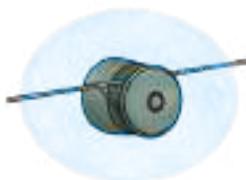
Isolador roldana



Isolador gancho afastador



Catraca isolada instalada



Isolador roldana fixado



Isolador gancho afastador fixado

### 2.1.1. Conheça o isolamento em redes elétricas expostas

Em instalações ao ar livre, só devem ser usados cabos unipolares ou multipolares.

Se a instalação for sobre isoladores, podem ser usados condutores nus ou isolados. Contudo, estes não devem ser usados em locais destinados à habitação e devem ser obedecidas as normas de colocação fora do alcance de pessoas e animais.

### 2.1.2. Conheça o isolamento em redes elétricas embutidas

Em redes elétricas embutidas só devem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares ou cabos multipolares. Condutores nus somente devem ser utilizados em caso de eletroduto isolante e de uso exclusivo para aterramento.

#### Atenção

1. Se a rede elétrica for embutida no solo, use eletroduto rígido e somente cabos unipolares e multipolares para melhor proteção mecânica do condutor.
2. Cabos isolados podem ser usados em eletroduto enterrado se não houver nenhuma caixa de passagem ou de derivação no trecho e se for garantida a impermeabilidade ou vedação do eletroduto à entrada da água.

## 3. Conheça os dispositivos de comutação ou manobra na rede elétrica

Todo equipamento ou máquina precisa de um dispositivo para ligar e desligar a energia elétrica necessária ao seu funcionamento, bem como para impedir que esta esteja presente em suas partes internas durante a manutenção.

### 3.1. Conheça os interruptores

Interruptores são dispositivos para ligar ou desligar cargas em circuitos elétricos, principalmente em domicílios, e ficam geralmente embutidos ou sobrepostos nas paredes e cobertos por uma tampa.

Pela norma brasileira, os interruptores devem suportar um mínimo de 250 V e 10 A.

Devem ficar a uma altura média de 1,20 m do piso acabado e, quando ao lado de uma porta, ficar do lado da maçaneta e a mais ou menos 20 cm do batente.



Interruptor de duas teclas



Interruptor de uma tecla



Interruptor instalado ao lado da maçaneta da porta

#### Atenção

Nunca use interruptores para ligar/desligar cargas cuja corrente seja superior a 10 A.

### 3.2. Conheça as tomadas

Pela norma brasileira, tomadas fixas (de embutir, de sobrepor ou externas) devem ter três pinos circulares (o central é o terra) em uma cavidade sextavada, ser usadas somente em ambiente fechado e protegido da água e ter as seguintes especificações:

- Tensão até 250 V em CA, corrente até 10 A e diâmetro do furo de 4,0 mm; e
- Tensão até 250 V em CA, corrente até 20 A e diâmetro do furo de 4,8 mm.

A cavidade sextavada evita o contato com partes energizadas.



Cavidade sextavada da tomada



Os contatos da tomada são afastados



O dedo não toca nos contatos internos



O plugue entra e cobre a cavidade sextavada



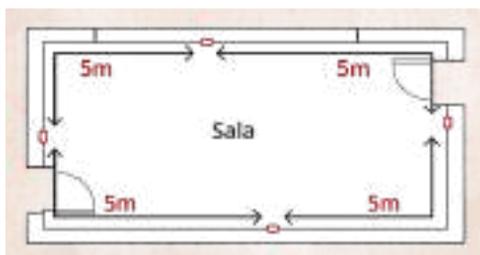
O plugue cobre a cavidade e impede contatos

## Atenção

A tomada de 20 A (furo com diâmetro de 4,8 mm) pode receber plugue com capacidade para 10 ou 20 A, mas não faça o uso inverso, ou seja, nunca use um plugue para 20 A em uma tomada para 10 A.

Em salas e quartos deve haver pelo menos uma tomada a cada 5 m lineares e em cozinhas, copas e áreas de serviço, uma tomada pelo menos a cada 3,5 m lineares.

Tomadas podem ser instaladas em altura baixa, média ou alta. A tomada baixa deve ser instalada a 30 cm do piso acabado, a média, em torno de 1,2 m do piso acabado e a alta, em torno de 2 m.



Espaçamento entre tomadas em um cômodo



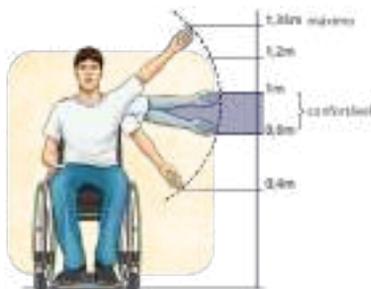
Tomada baixa



Tomada média

## Atenção

As alturas e posições que foram consideradas para as tomadas são valores médios e podem assumir outros valores ou posições, dependendo do equipamento elétrico a ser ligado ou de adaptações para situações particulares, como para cadeirantes.



### 3.3. Conheça as chaves liga/desliga de circuitos

Para ligar e desligar motores ou equipamentos de maior potência, podem ser usadas as chaves comutadoras ou de seccionamento.

No acionamento de motores elétricos, a chave deve ser dotada de câmara de extinção de arco voltaico nos contatos.

Para especificar a chave, é necessário definir a corrente elétrica, o número de fases (monofásica ou trifásica) e o tipo de montagem (interna ou externa).

Abaixo estão ilustradas chaves usadas em massajadoras, guinchos e esteiras, entre outros.

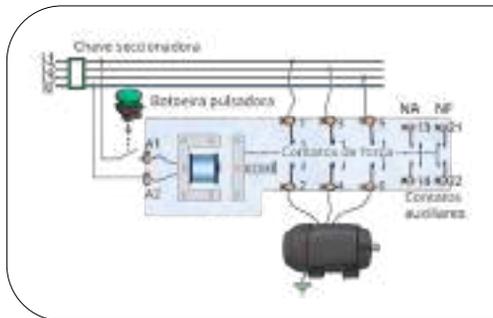




### 3.4. Conheça os contatores ou o comando a distância

Contatores são dispositivos eletromecânicos para acionar cargas que exigem correntes maiores, como motores elétricos e resistências industriais de maior potência.

Eles possuem uma bobina, um núcleo e um conjunto de contatos de força, ou principais, e um de comando, ou auxiliar, que podem ser acionados a distância por um sensor ou pela ação de um operador sobre uma botoeira de partida (a botoeira verde a seguir).

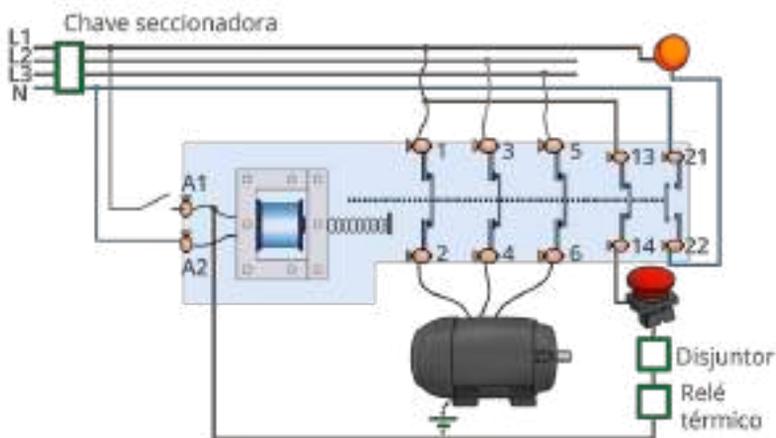


Nesse exemplo, ao acionar a botoeira verde, a bobina fica energizada e seu núcleo atrai uma barra ligada aos contatos de força e aos auxiliares, fechando o circuito e alimentando o motor.

Quando a botoeira é solta, a bobina desliga, mas os contatos 13-14 que já fecharam continuam alimentando a bobina e o motor permanece ligado.

A bobina pode ser desligada acionando-se a botoeira vermelha (veja na figura a seguir), de parada do motor, ou pelo disjuntor, se houver curto-circuito, ou pelo relé térmico, se houver sobrecarga (estes não representados na figura a seguir).

Se o circuito desligar por qualquer motivo, os contatos voltam à sua posição normal e os contatos 21-22 fecham e ligam uma lâmpada piloto de alarme.



# IV

## Conhecer os dispositivos de proteção da rede elétrica domiciliar

Uma instalação elétrica pode ficar sujeita a defeitos ou acidentes e a norma NBR 5419 estabelece critérios para a garantia da segurança de pessoas, animais domésticos, bens materiais e da própria instalação elétrica.

A instalação elétrica precisa de alguns dispositivos para a proteção adequada contra choques, curto-circuito, sub e sobretensão elétrica e contra falta de fase.



### Atenção

Lembre-se de que condutores elétricos, interruptores e tomadas devem também atender aos critérios da NBR 5410 e, em locais de maior incidência de raios, um para-raios pode ser necessário para completar a proteção.



## 1. Conheça os fusíveis

Os fusíveis protegem contra curto-circuito ou sobrecarga de longa duração, pois têm um elemento de baixo ponto de fusão que se rompe quando a corrente elétrica é muito alta. São fabricados para uma ampla faixa de corrente elétrica e classificados pelo tempo de acionamento:

- **Retardado:** para uso em motores elétricos, com pico de corrente na partida, mas que entram em regime normal rapidamente. Esse fusível suporta o excesso de corrente por um tempo um pouco maior, permitindo a partida do motor. Caso a corrente continue alta, indicando a existência de problema no funciona-

mento, o fusível funde e interrompe o circuito protegendo a instalação elétrica;

- **Rápido:** para uso em cargas resistivas (ex.: forno elétrico com resistência), que partem geralmente com a corrente nominal; e
- **Ultrarrápido:** para proteção de circuitos eletrônicos.

Os fusíveis tipo Diazed são destinados a circuitos de corrente máxima de 200 A.



Os fusíveis tipo NH são destinados a circuitos de alta potência, usados na indústria.



Em domicílios, os disjuntores substituem os fusíveis e não há nenhuma restrição na norma técnica para que isso seja feito.

### Atenção

Como o fusível não pode mais ser usado após acionado (pois “queima”), na ligação de pequenos motores ele costuma ser substituído pelo disjuntor termomagnético, que pode ser rearmado e continuar em uso.

## 2. Conheça os disjuntores

Disjuntores são dispositivos que protegem contra curtos-circuitos e sobrecarga de maior duração.

### 2.1. Conheça os disjuntores termomagnéticos

Quando acontece um curto-circuito ou uma sobrecarga, o disjuntor termomagnético (DTM) ligado aos condutores fase desarma o circuito, protegendo a instalação.



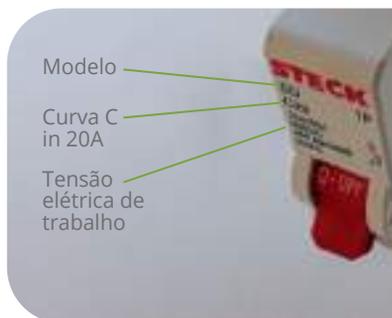
Disjuntor tripolar (3), bipolar (2) e monopolar (1)

Os disjuntores são caracterizados por curvas de resposta ou reação ao curto-circuito:

- **Curva B:** para cargas resistivas e curtos-circuitos de baixa intensidade. Desligam com três a cinco vezes a corrente nominal, a exemplo de chuveiros, ferros elétricos e tomadas de uso geral;
- **Curva C:** para curtos-circuitos de média intensidade e onde a corrente de partida dos equipamentos é mediana. Desligam com três a dez vezes a corrente nominal, a exemplo de ares-condicionados, pequenas bombas e lâmpadas fluorescentes com reator; e
- **Curva D:** para curtos-circuitos de alta intensidade e corrente de partida acentuada. Desligam com dez a vinte vezes a corrente nominal, a exemplo de máquinas de solda, motores de maior porte e transformadores.



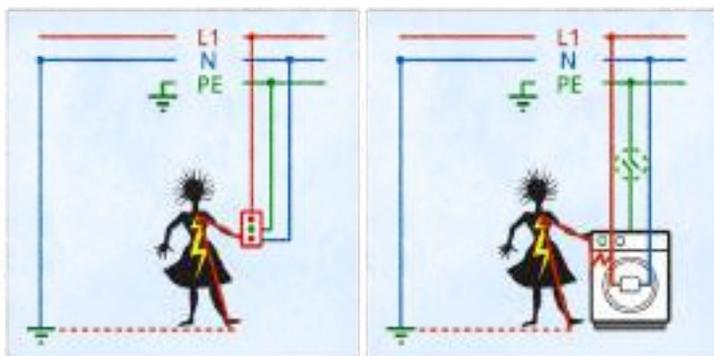
Disjuntor monopolar



Identificação de suas características

## 2.2. Conheça os disjuntores diferenciais residuais

A norma NBR 5410 exige o disjuntor diferencial residual (DDR), que desliga o circuito em caso de “fuga de corrente” antes que ela atinja valor prejudicial ao corpo humano ou ao equipamento alimentado ou em caso de curto-circuito.



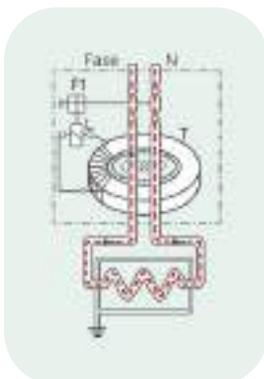
Choque elétrico causado por baixa isolamento no circuito ou equipamento

A corrente que passa pela fase cria um campo magnético na bobina interna **T** do DDR, mas a corrente que volta pelo neutro cria outro campo em sentido contrário que anula o primeiro campo criado.

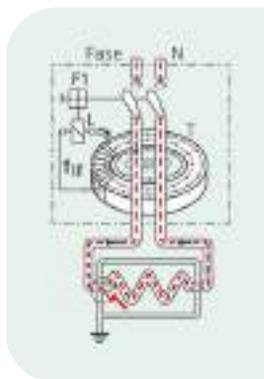
Se houver “fuga de corrente”, a corrente que volta pelo neutro é menor, assim como o campo magnético criado por ela, não conseguindo anular todo o campo criado pela fase. O campo magnético residual atua na bobina **L** e desarma o circuito.



Circuito elétrico de um DDR trifásico



Corrente que passa pela fase igual à do neutro



Corrente da fase maior que a do neutro: **desliga**

O DDR deve ser instalado após os fusíveis e/ou disjuntores do quadro de distribuição. Todas as fases e o neutro devem passar pelo DDR.

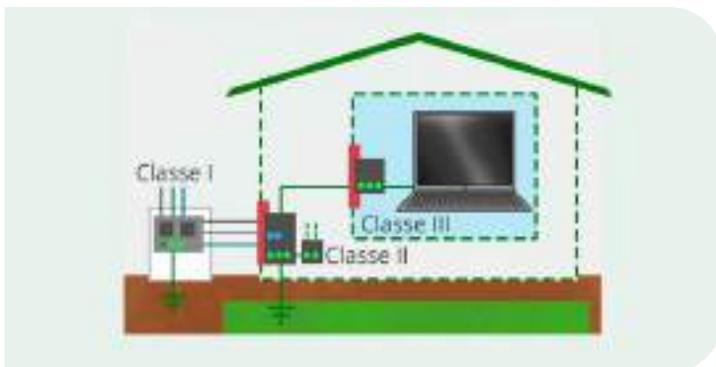
### Atenção

Existe também o interruptor diferencial residual (IDR), que atua no caso de “fuga de corrente”, mas não em caso de curto-circuito.

## 3. Conheça os protetores contra surtos elétricos

O surto de tensão pode vir da descarga de um raio perto da rede, do liga/desliga de um motor elétrico de maior potência ou do desligamento do transformador de um vizinho ligado na mesma rede da concessionária. Esse surto pode queimar eletrodomésticos e equipamentos eletrônicos. Os dispositivos de proteção contra surtos (DPS) são divididos em três classes:

- **Classe I:** para regiões com maior incidência de raios, instalado próximo ao medidor de energia e ligado ao aterramento do medidor de energia;
- **Classe II:** para regiões com baixa incidência de raios, instalado no quadro de distribuição de circuitos (QDC) e ligado ao aterramento do medidor de energia, ao aterramento do QDC ou ao aterramento do condutor de proteção (PE) mais próximo; e
- **Classe III:** para pontos nos quais se necessita de uma proteção adicional específica, como em sistemas de computação ou de comunicação eletrônica.



Local de instalação do DPS, conforme a sua classe

## 4. Conheça o aterramento elétrico

O aterramento elétrico é a ligação dos circuitos à Terra com um condutor de proteção elétrica (PE), de cor verde ou verde com listras amarelas. Todos os componentes metálicos da instalação devem ser aterrados (QDC, eletrodutos, caixas de passagem, luminárias, ventiladores de teto e o pino central de todas as tomadas), pois eles estão conectados ao ponto de aterramento do chuveiro, da geladeira, do forno elétrico, entre outros.

O aterramento é composto por uma haste metálica (de cobre, ferro cobreado ou zincado) enterrada em solo com boa condutividade e o condutor PE é ligado à haste por um conector que garante o contato elétrico.



Haste de aterramento



Haste sendo cravada na terra



Fio terra da instalação ligado à haste de aterramento



Condutor de proteção  
no barramento do QDC



Cores do isolante do  
condutor de proteção

## 4.1. Conheça os para-raios

Os raios procuram o menor caminho entre as nuvens e a Terra. Logo, incidem mais sobre pontos altos, como torres de igrejas, edifícios, antenas de televisão ou de celular, árvores ou até mesmo cercas de arame.

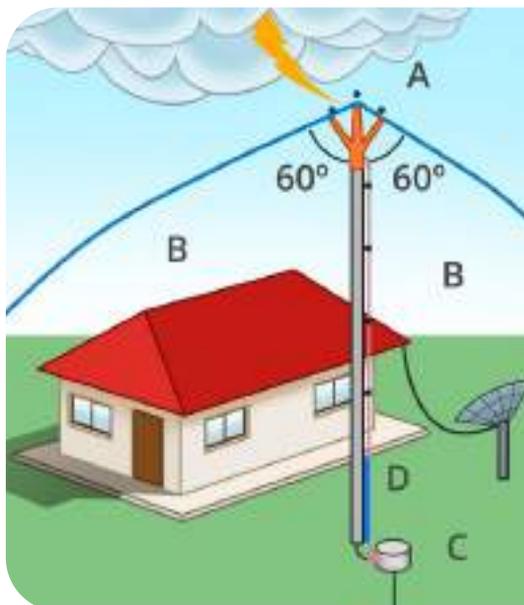
O para-raios mais comum é constituído de um captor ou uma ponta colocada acima do ponto que se deseja proteger, ligada à Terra por um condutor que será o caminho mais curto e de menor resistência para a descarga do raio. Ele funciona como um guarda-chuva, com abertura em torno de 120°, que protege o que estiver debaixo do “volume” que ele forma.



Captor ou ponta



Isolador no suporte para  
guiar o cabo condutor  
até o solo



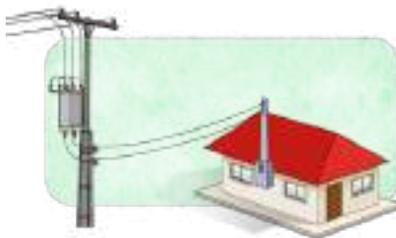
A – captor ou ponta  
B – área de proteção do para-raios  
C – tampa de inspeção do local  
da haste de aterramento  
D – tubo de PVC para isolar o condutor de descida



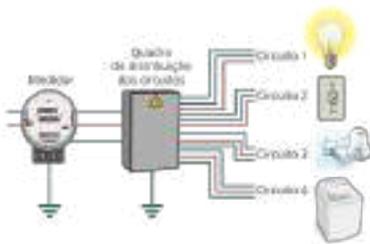
# Conheça a implantação de uma instalação elétrica domiciliar

O domicílio rural recebe a energia do transformador, que baixa a tensão da rede. Até os isoladores no pequeno poste do medidor de energia, a responsabilidade pelo circuito elétrico é da concessionária. Deste ponto para a frente, o responsável é o proprietário, sendo necessário um projeto elétrico para o domicílio, definindo a carga e a capacidade do disjuntor geral, que será instalado no padrão.

## 1. Entenda a instalação elétrica



Transformador e a entrada de serviço de uma residência



Relógio medidor, QDC e a divisão dos circuitos de uma residência

### 1.1. Conheça os diagramas elétricos

Construção Rural: energia elétrica no meio rural (instalação, operação e manutenção)

Diagramas elétricos são representações gráficas das cargas, dos pontos de comando e de uso da energia e dos condutores elétricos. Essas representações gráficas são padronizadas internacionalmente e estabelecidas em normas técnicas. Veja os principais diagramas elétricos:

- **Diagrama funcional** – demonstra com clareza o funcionamento dos componentes do circuito. Contudo, não representa com exatidão a posição dos componentes, suas medidas ou o percurso real do circuito. Geralmente é utilizado para destacar a visualização de alguma parte da instalação, não sendo muito utilizado em projetos.

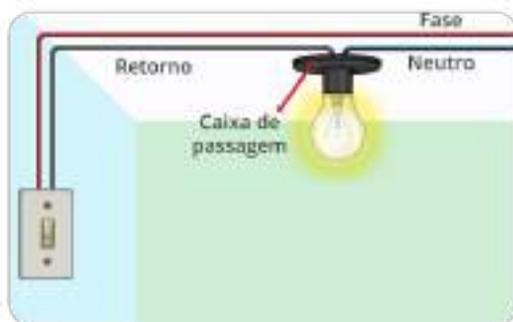
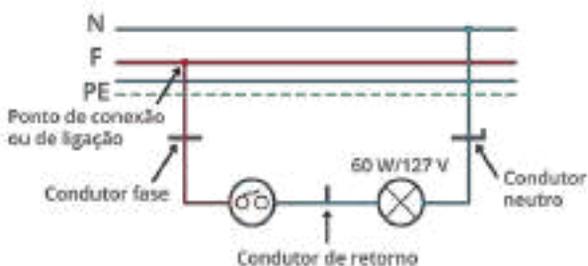


Diagrama funcional

- **Diagrama multifilar** – representa todos os componentes da instalação, mas devido à sua complexidade, tem maior aplicação em catálogos de produtos e livros técnicos ou didáticos, sendo pouco usado em projetos elétricos.



- **Diagrama unifilar** – representa os dispositivos elétricos e os trajetos dos condutores em suas posições exatas na construção.

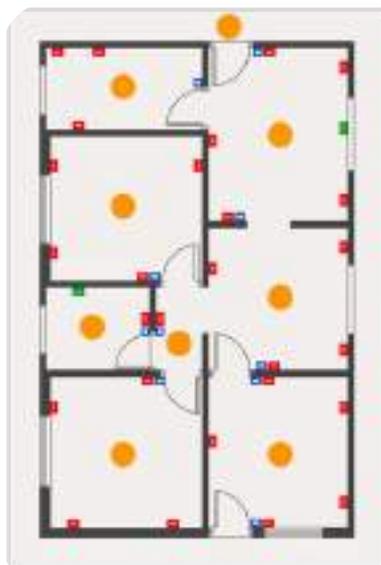
Todos os condutores em um mesmo percurso são representados por um único traço, sobre o qual são desenhados símbolos que indicam quais condutores estão presentes.

É o diagrama mais utilizado por eletricitas e instaladores, pois identifica os condutores que passam em cada eletroduto, facilitando o trabalho de instalação.

O diagrama unifilar é desenhado sobre a planta baixa da edificação após a identificação na planta de cada tomada, seja de uso específico (chuveiro, micro-ondas, entre outros) ou de uso geral (TV, ferro elétrico, entre outros), e de cada interruptor, lâmpada ou luminária.



Planta baixa do domicílio com medidas e definição dos cômodos



Lâmpadas ou luminárias (●), tomadas 10 A (■), tomadas de 20 A (■) e interruptores (■) planejados

O melhor traçado para os eletrodutos e o número de eletrodutos para uma boa distribuição ou separação dos circuitos são definidos ainda na fase de projeto do domicílio.

Sobre o traçado de cada eletroduto é planejado qual ou quais circuitos irão passar. Na planta elétrica, os eletrodutos são representados por linhas (contínua, tracejada ou traço-ponto), sobre as quais são desenhados os símbolos gráficos que identificarão os condutores elétricos que por ele passarão.

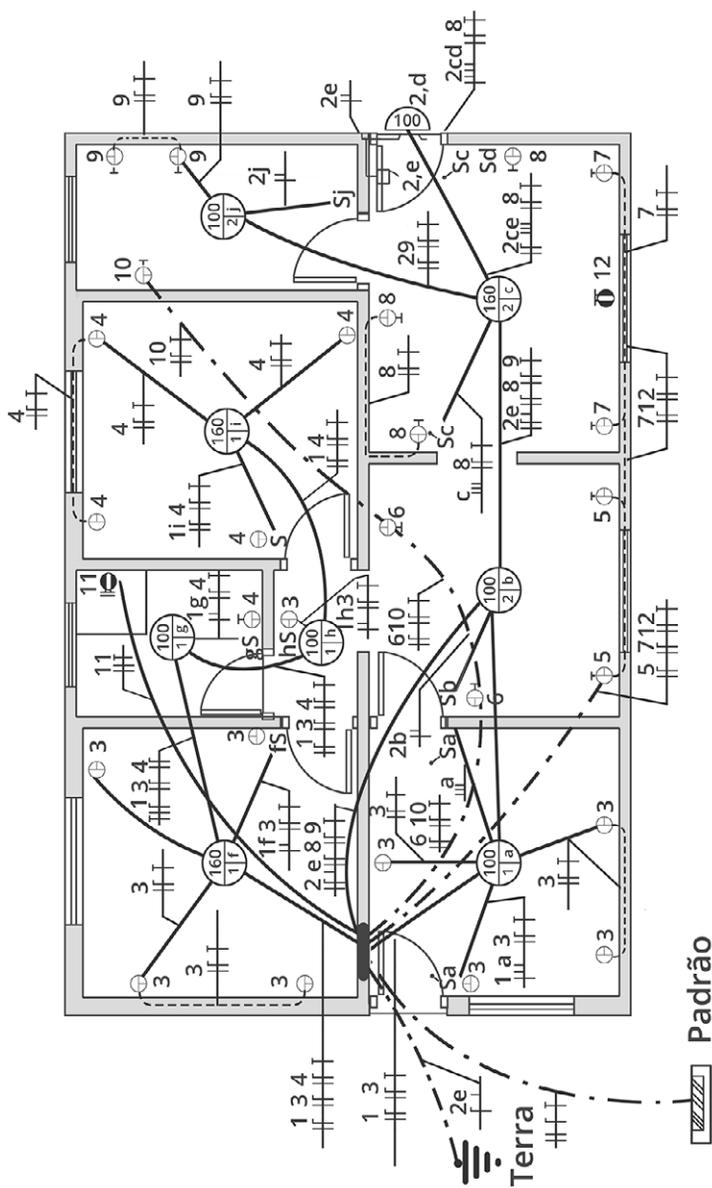


Diagrama unifilar de uma residência

## Quadro 2. Alguns símbolos gráficos usados no diagrama unifilar

Símbolo	Descrição do significado do símbolo
	Quadro de distribuição de circuitos (QDC) embutido
	Eletroduto embutido na laje
	Eletroduto embutido na parede
	Eletroduto embutido no piso
	Condutor fase
	Condutor neutro
	Condutor de retorno
	Condutor de proteção elétrica (PE) ou condutor terra
	Ponto de luz: 100 = potência da lâmpada / 2 = número do circuito / a = interruptor que ligará a lâmpada
	Interruptor simples
	Interruptor paralelo, ou <i>tree way</i> , ou que acende a lâmpada de dois pontos diferentes

Símbolo	Descrição do significado do símbolo
	Tomada baixa monofásica, com terra (a 30 cm do piso acabado)
	Tomada média monofásica, com terra (a 1,2 m do piso acabado)
	Caixa de saída média bifásica, com terra (ex.: para o micro-ondas)
	Caixa de saída alta bifásica, com terra (ex.: para o chuveiro)

## 1.2. Conheça o quadro de distribuição de circuitos domiciliar

Toda a energia elétrica do domicílio passa pelo quadro de distribuição de circuitos (QDC), onde ficam os dispositivos de proteção e partem todos os circuitos do domicílio.

A instalação elétrica é dividida em circuitos específicos, que trazem os seguintes benefícios:

- **Facilitar a verificação de curto-circuito:** se ocorre um curto-circuito em apenas um circuito, só o disjuntor daquele circuito é desarmado; e
- **Facilitar a manutenção da instalação:** para fazer a manutenção de um circuito, só se desliga um disjuntor e os outros cômodos do domicílio continuam operando normalmente.

## Atenção

Nenhum circuito pode ser usado para energizar outro em qualquer dos cômodos, pois é preciso assegurar que, ao desligar o disjuntor de um circuito para manutenção, o trabalhador não receberá descarga elétrica de outro circuito a ele interligado.

O que exige a NBR 5410 para cada circuito:

- A potência de cada circuito está limitada a 1.200 VA em 127 V e 2.200 VA em 220 V;
- Circuitos de iluminação e tomadas em geral devem ser independentes, existindo uma exceção para domicílios, atendidas as demais exigências;
- A tomada com corrente superior a 10 A é denominada tomada de uso específico (TUE) e tem de ter circuito exclusivo para atender a apenas uma carga;
- As tomadas de um circuito contendo corrente inferior a 10 A são denominadas tomadas de uso geral (TUGs). Circuito de TUGs podem atender a várias cargas; e
- Copa, cozinha e área de serviço devem ter circuitos independentes para suas TUGs.

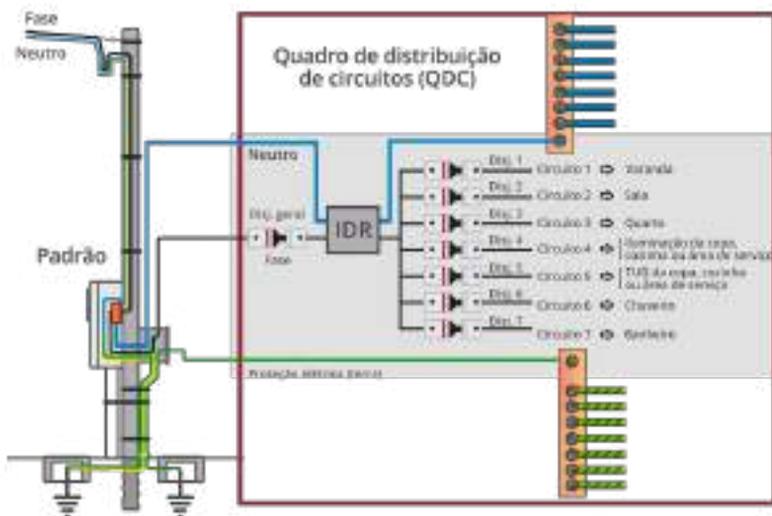
Exemplos de alguns eletrodomésticos que podem exigir circuitos exclusivos (TUE):

- Secador de cabelo ou “chapinha” no banheiro (além da TUE do chuveiro);
- Micro-ondas na cozinha (além do circuito exclusivo já existente para a cozinha); e
- Ferro elétrico na área de serviço (além do circuito exclusivo já existente na área de serviço).

## Atenção

Se a iluminação for por circuito independente, é interessante dividi-la em dois circuitos, de modo a haver iluminação parcial se ocorrer um curto-circuito em um dos circuitos de iluminação da instalação.

O QDC pode ser chumbado ou parafusado na parede. Veja a seguir a ilustração simplificada de um QDC monofásico, contendo o disjuntor geral, o interruptor diferencial residual e os disjuntores de proteção dos circuitos:



## Precaução

Cada circuito deve ter seu cabo fase (---), seu cabo neutro (---) e seu cabo terra (---), todos com origem no QDC, independentes dos cabos dos outros circuitos, garantindo a segurança de cada circuito.

### 1.3. Entenda o que são demanda e carga instalada

Carga instalada é o valor da soma das potências de todos os equipamentos elétricos que a propriedade tem ou declarou.

Demanda é o valor da soma das potências dos equipamentos que estão efetivamente ligados em determinado intervalo de tempo.

A razão entre a demanda máxima num intervalo de tempo especificado e a carga instalada é denominada “fator de demanda”. Ele é utilizado para calcular a potência do transformador que atende à propriedade, calcular a corrente máxima do disjuntor geral e a corrente que passa pelos cabos até o disjuntor geral.

#### Atenção

Evite ligar muitos equipamentos ao mesmo tempo, pois a demanda pode ser maior que a prevista e a rede elétrica pode se desligar.

## 2. Entenda os circuitos elétricos

Os componentes dos circuitos elétricos são interligados por condutores (fios ou cabos) que partem do QDC, passam por eletrodutos, chegam às caixas de passagem e são redirecionados ou usados como ponto de iluminação, interruptor ou tomada.

### 2.1. Instale um circuito elétrico domiciliar

Use o diagrama unifilar para localizar os eletrodutos na edificação. Eles são embutidos em paredes, lajes, pisos ou no solo, em ligação na área externa, ou ainda podem ser aparentes. São usados para proteger os condutores contra choques mecânicos e da ação de agentes

químicos. Também protegem as dependências da construção contra aquecimento e risco de incêndio em caso de curto-circuito.

Os eletrodutos podem ser de plástico flexível corrugado (mais comum), de plástico flexível com parede plana, de plástico rígido com parede plana para uso externo ou em concreto ou de metal para uso externo ou aparente.



Eletroduto embutido na parede



Eletroduto flexível corrugado



Eletroduto de parede plana



Eletroduto rígido

A NBR 5410 exige que se deixe nos eletrodutos pelo menos:

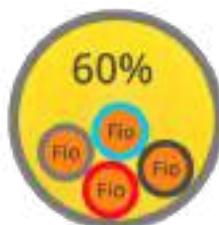
- 47% de espaço livre quando só passa um condutor;
- 69% quando passam dois condutores; e
- 60% quando passam três ou mais condutores.



Área livre mínima dentro do eletroduto



Área livre mínima dentro do eletroduto



Área livre mínima dentro do eletroduto

### Atenção

O eletroduto deve ter diâmetro maior se existir previsão de ampliação futura da instalação.

## 2.2. Passe a fiação pelos eletrodutos

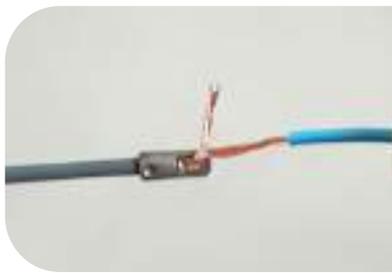
Inicialmente, limpe os eletrodutos passando por dentro um arame com um pano amarrado na ponta. Limpe também as caixas de passagem.

Após a limpeza, passe o(s) condutor(es) pelos eletroduto(s) usando uma sonda.

Se foi escolhido o eletroduto certo e as curvas são suaves no encontro parede/teto ou parede/piso, fica fácil passar o arame para limpeza ou os condutores elétricos.



Veja o furo que a sonda tem em uma de suas pontas



Passa o primeiro condutor pelo furo da sonda para prendê-lo nela



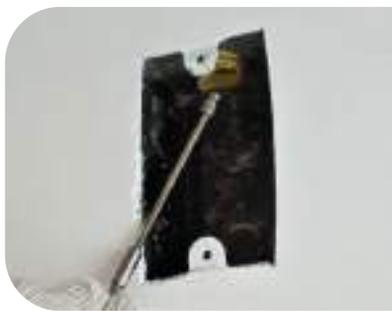
Enrole a ponta do condutor para prendê-lo na sonda e abra um espaço entre as "pernas" do condutor para inserir a ponta do próximo condutor que passará pelo eletrodo



Faça o mesmo com o próximo condutor que passará pelo eletrodo, fixando todos na sonda de forma "escalonada", evitando formar um "caroço" na ponta da sonda



Passa fita isolante cobrindo as emendas dos condutores para evitar que agarrem no interior do eletrodo



Introduza a outra ponta da sonda no eletrodo que irá receber os condutores para iniciar a passagem dos condutores no eletrodo



“Empurre” a sonda pelo eletroduto e cuide para que a fita isolante não “agarre” na entrada. Use luvas para evitar machucar as mãos



Quando a sonda sair no ponto desejado, puxe os condutores o suficiente para terem o comprimento apropriado

## Atenção

1. Se algo dificultar a passagem dos condutores, não use detergente, manteiga ou óleo para lubrificar, pois eles podem atacar o revestimento isolante dos condutores e provocar fuga de corrente, trazendo perigo e aumento do consumo de energia.
2. Para resolver o problema, sobre um pouco de talco neutro dentro dos eletrodutos para diminuir o atrito e vá passando mais talco nos condutores enquanto a sonda vai sendo puxada.

Os eletrodutos, quando aparentes, podem ser de material metálico ou plástico, em barras de 3 metros, geralmente circulares, soldáveis ou rosqueáveis nos pontos de união. Eles necessitam de acessórios para a instalação.



Caixa de passagem



Curvas



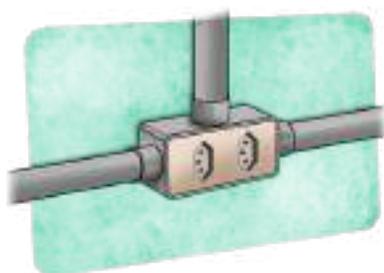
Fixadores do eletroduto à parede



Fixadores do eletroduto à caixa de passagem



Caixa de passagem no teto



Caixa de passagem na parede

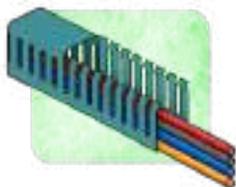
## Atenção

Existe também o eletroduto flexível metálico, principalmente revestido de PVC. Este é mais caro e é mais usado na ligação de máquinas sujeitas a vibração.

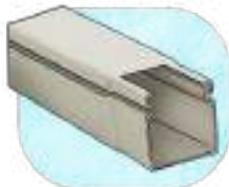
Em instalações comerciais ou industriais, os condutores podem ser alojados em eletrodutos, eletrocalhas, bandejas ou canaletas, fixados às paredes e/ou ao teto, de modo a facilitar a passagem, a distribuição, a proteção e a manutenção da fiação elétrica.

As **eletrocalhas** podem ser metálicas ou plásticas, com tampa, laterais fechadas ou perfuradas.

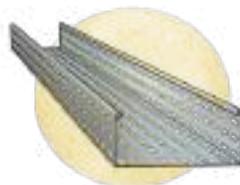
As **bandejas** são metálicas, com laterais fechadas ou perfuradas e sem tampa.



Eletrocalha aberta



Eletrocalha fechada

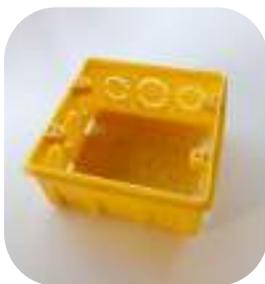


Bandeja

As **caixas de passagem** são utilizadas para a passagem da fiação ou para a instalação de dispositivos elétricos (lâmpadas, interruptores, entre outros).



Caixa de passagem octogonal de teto ou laje



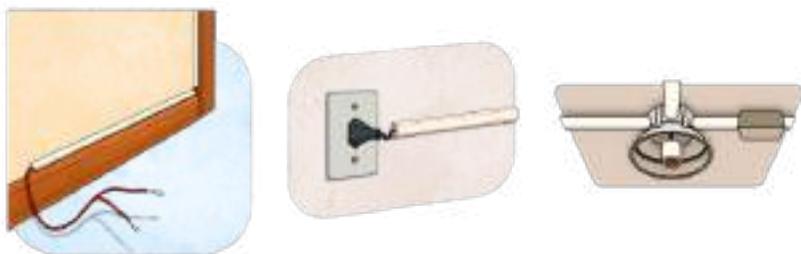
Caixa de passagem propriamente dita



Caixa de passagem ou de uso final

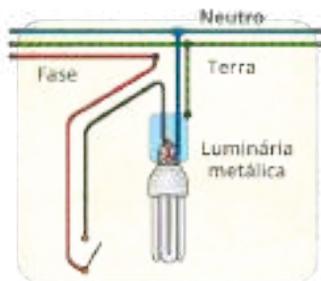
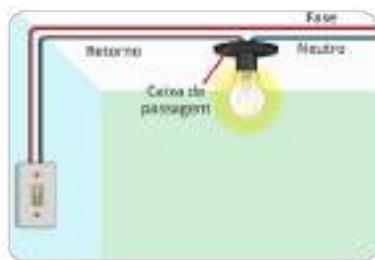
## Atenção

Na impossibilidade de expansão da rede, passando pelos eletrodutos, podem ser utilizadas canaletas de plástico aparentes para atender a pontos específicos.



### 2.3. Instale um interruptor e uma lâmpada

- Identifique, no diagrama unifilar, o circuito que leva energia até a lâmpada e a caixa de passagem em que ela será instalada;
- Ligue o condutor azul (neutro) ao terminal do bocal ligado à rosca metálica;
- Faça uma emenda no condutor fase (cabo vermelho nesse caso) e leve-o até a caixa do interruptor. Ligue o condutor a um dos terminais do interruptor;
- Ligue um condutor retorno (preto nesse caso) ao outro terminal do interruptor, leve-o até onde está a lâmpada e ligue-o ao terminal que vai ao centro do bocal;
- Instale a lâmpada no bocal, ligue a energia e o interruptor e a lâmpada acenderá; e
- Caso a lâmpada esteja em uma luminária metálica, não se esqueça de ligar o fio terra na parte metálica da luminária.

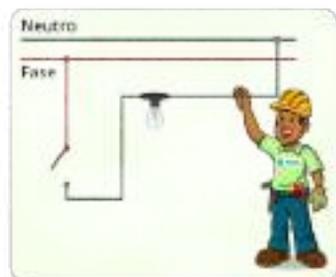


## Atenção

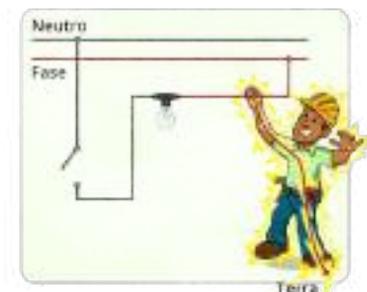
1. A norma exige que a seção do condutor de cobre utilizada em circuito de iluminação seja de, no mínimo,  $1,5 \text{ mm}^2$ , ou maior, se o cálculo da corrente assim o exigir.
2. Em circuitos de tomada de uso geral (TUG) ou tomada de uso específico (TUE) – circuitos considerados de força –, a norma exige seção mínima de  $2,5 \text{ mm}^2$ , ou maior, se o cálculo da corrente assim o exigir.

## Precaução

1. O cabo que vai ao interruptor sempre será a fase, pois, em caso de manutenção, estando o interruptor desligado, não haverá risco de o bocal estar energizado.
2. Use sempre os EPIs apropriados, com o número do Certificado de Aprovação (CA) emitido pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) no trabalho com eletricidade.



Ligação correta com fase no interruptor



Ligação incorreta com neutro no interruptor

## 2.4. Instale uma tomada

Para instalar a tomada, providencie uma que atenda às normas e:

- Identifique a caixa de passagem onde será instalada a tomada;
- Ligue o condutor de proteção (terra, de cor verde) no terminal central da tomada;
- Ligue o condutor neutro (cor azul) em um terminal livre da tomada; e
- Ligue o condutor fase no outro terminal ainda livre.



Em área externa, sujeita a água ou chuva, use tomadas com tampa.



### Precaução

Use sempre os EPIs apropriados, com o número do Certificado de Aprovação (CA) emitido pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) no trabalho com eletricidade.

## 3. Conheça a manutenção da rede elétrica domiciliar

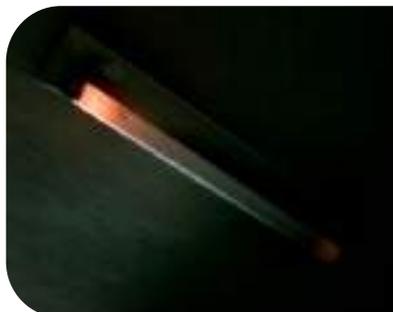
A manutenção corretiva é de grande importância. Realize-a sempre que surgir um problema e, a cada dez anos, faça uma revisão geral em toda a instalação para verificar o estado de conservação dos componentes, o aperto dos contatos, o estado do circuito de aterramento e as conexões da haste.

Outra preocupação deve ser com a ampliação da capacidade de uso da energia no domicílio em relação ao seu projeto original. A aquisição de uma TV maior e mais potente, uma geladeira maior ou a instalação de um ar-condicionado podem passar a exigir mais da rede e dos condutores elétricos originais.

É preciso avaliar se os novos equipamentos não irão sobrecarregar a fiação e exigir sua alteração ou seu redimensionamento.



Furo da tomada com aparência de sobrecarga e aquecimento



Luminária com lâmpada fluorescente com luz localizada indicando seu fim de vida

## Precaução

Fique atento a cheiro de queimado, temperatura elevada nos interruptores ou tomadas, conta de energia alta sem motivo ou equipamentos que “queimam” com frequência e sem motivo aparente.

## Atenção

1. Para identificar se a instalação tem algum curto-circuito ou está “roubando” corrente, desligue todas as lâmpadas, retire todos os plugues das tomadas dos eletrodomésticos e observe se o medidor de energia continua a marcar consumo. Se marcar, há curto na rede, sendo necessário desligar o disjuntor de um circuito por vez até identificar quando o medidor irá parar de marcar consumo.
2. O disjuntor que parou o consumo é o circuito que tem o curto.

## VI

# Conhecer motores elétricos

Os motores elétricos são fundamentais na transformação da energia elétrica em movimento e força. São eles que equipam a maioria das máquinas usadas hoje em dia em muitos processos de transformação dos produtos agrícolas.

Portanto, conhecer as partes do motor elétrico e o seu funcionamento é fundamental para qualquer trabalhador das modernas empresas rurais.

De forma simplificada, os motores elétricos podem ser classificados em:

- Acionados por corrente contínua;
- Acionados por corrente alternada; e
- Acionados por corrente contínua ou por corrente alternada.

Os motores acionados por corrente alternada são divididos em monofásicos e trifásicos e os acionados por corrente contínua ou por corrente alternada são denominados universais.



Motor de corrente contínua



Motor universal



Motor monofásico



Motor trifásico

## 1. Conheça a instalação de motores elétricos monofásicos

A potência de motores monofásicos vai de 1/4 de cv a 15 cv, podendo ser ligados em 127 V ou 220 V, além de poderem ser de baixa rotação (1.730 rpm) ou alta rotação (3.480 rpm).



### 1.1. Conheça os componentes construtivos do motor monofásico

O motor monofásico tem os seguintes componentes mecânicos:



## 1.2. Conheça as especificações técnicas do motor monofásico

Veja, em cada linha da plaqueta de motor, a descrição de suas características técnicas:

1ª Linha			Motor de Indução Monofásico de Gaiola NBR 17094-2	
2ª Linha	MOD 56	46/14	Cód. M241808800	ME-6181
3ª Linha	Cv(Hp)	1,0 (1,35)	Hz	60
4ª Linha	RPM	1740	REG	S1
5ª Linha	ISOL	B		
6ª Linha	IP	23	RES	1,75
7ª Linha	Pf(N)	4,9	Coste	0,67
8ª Linha	Sentido de Rotação - Ambos			
9ª Linha	Cap 1x540-400µF - 110VCA		Para Inverter a Rotação Troque o nº 3 por nº 4	
10ª Linha	RLMP4036			
11ª Linha	ATENÇÃO		O MOTOR DEVE SER ATRIBUÍDO DE ACORDO COM AS NORMAS NACIONAIS PARA PREVENIR CHOQUE ELÉTRICO	

- **1ª linha da plaqueta:**
  - » Nome do fabricante;
  - » Identificação do tipo de motor (monofásico);
  - » Informação que atende à norma brasileira (NBR 1794-2); e
  - » Informação que atende às normas europeias (CE).
  
- **2ª linha da plaqueta:**
  - » Modelo (MOD 56), data de fabricação (46/14) e número de fabricação (Cod.).
  
- **3ª linha da plaqueta:**
  - » cv: potência do motor em cavalo vapor (1 cv na plaqueta mostrada);
  - » kW: potência do motor em quilowatt (0,75 kW);
  - » Hz: frequência necessária na rede elétrica (60 Hertz);
  - » 110-127 V: tensão elétrica de trabalho do motor, dependendo da ligação em seus terminais; e
  - » 220-254 V: tensão elétrica de trabalho do motor, dependendo da ligação em seus terminais.
  
- **4ª linha da plaqueta:**
  - » RPM: velocidade de trabalho em rotações por minuto;
  - » REG: S1 (pode trabalhar em regime contínuo, 24 horas por dia);
  - » 15,4-19,0 A: corrente de trabalho em 110 V ou 127 V; e
  - » 7,7-9,5 A: corrente de trabalho em 220 V ou 254 V.
  
- **5ª linha da plaqueta:**
  - » ISOL B: temperatura máxima que o isolamento elétrico do enrolamento do motor aguenta em regime de trabalho (isolamento classe B = 130 °C);

- » 16,6-19,4 AFS: corrente quando acima do FS igual 1,15 em 110-127 V; e
- » 8,3-9,7 AFS: corrente quando acima do FS igual 1,15 em 220-254 V.

- **6ª linha da plaqueta:**

- » IP: proteção contra objetos sólidos e contra água;
- » Primeiro dígito (2): proteção contra objetos sólidos maiores que 12 mm;
- » Segundo dígito (1): proteção contra queda vertical de gotas de água;
- » FS: fator de serviço ou sobrecarga de potência admissível de forma contínua; e
- » AMB: para trabalhar em até 40 °C de temperatura e até 1.000 m de altitudes.

- **7ª linha da plaqueta:**

- » IP/IN: razão entre a corrente elétrica na partida e em regime normal (4,9);
- »  $\cos \varphi$ : razão entre potência elétrica ativa e aparente (defasagem da corrente); e
- » Rend: razão entre potência disponível no eixo e potência elétrica consumida.

- **8ª linha da plaqueta:**

- » Sentido de rotação do eixo.

- **9ª linha da plaqueta:**

- » Cap: capacidade do capacitor (de 340-408  $\mu\text{F}$  a 110 VCA).

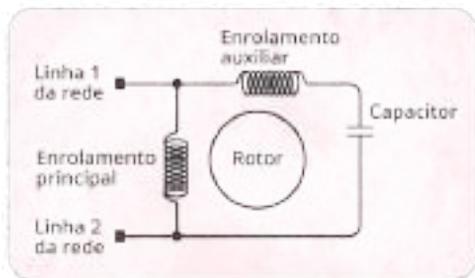
- **10ª linha da plaqueta:**
  - » Identificação dos rolamentos no eixo do rotor.
- **11ª linha da plaqueta:**
  - » Recomendação para o aterramento do motor.
- **1º quadrado vermelho:**
  - » Esquema da ligação dos terminais em 110 V.
- **2º quadrado vermelho:**
  - » Esquema da ligação dos terminais em 220 V.

### **1.3. Conheça o circuito elétrico do motor monofásico**

Os motores elétricos podem ser mais bem entendidos conforme os componentes de seu circuito elétrico ou segundo a forma de sua ligação na rede elétrica.

- **Motores monofásicos e seus principais componentes elétricos**

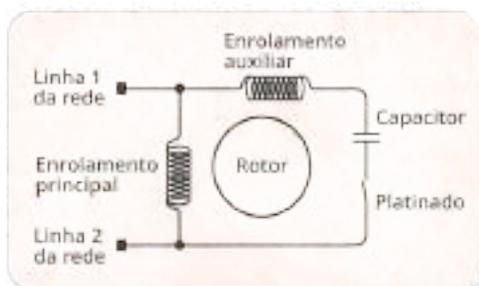
Motores com um enrolamento principal e um enrolamento auxiliar em série com um capacitor ligado permanentemente no circuito. Podem ter potências que vão até 1,5 cv e são usados principalmente em ventiladores, bombas centrífugas e esmeris, entre outros.



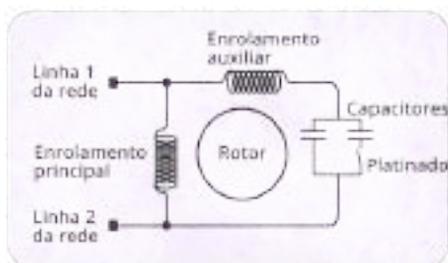
## Atenção

O enrolamento auxiliar tem resistência elétrica ( $\Omega$ ) menor do que a do enrolamento principal. No entanto, ao se medir a resistência dos enrolamentos no circuito do motor, a resistência total medida nos terminais do enrolamento auxiliar em série com o capacitor ( $k\Omega$ ) será bem maior do que a do enrolamento principal ( $\Omega$ ).

- » Motores com enrolamento principal e enrolamento auxiliar em série com um capacitor de partida e um platinado ou chave centrífuga. Podem ter potências que vão até 3 cv e são usados em qualquer máquina de potência compatível. O platinado, ou chave centrífuga, tem a função de desligar o enrolamento auxiliar e o capacitor após o motor atingir de 75% a 80% de sua velocidade de trabalho.



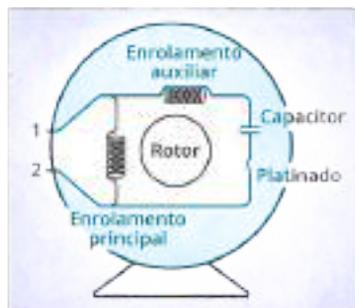
- » Motores com enrolamento principal e enrolamento auxiliar em série com dois capacitores: um ligado permanentemente no circuito e outro (capacitor de partida) em série com o platinado ou chave centrífuga. Podem ter potências entre 1 cv e 15 cv e são usados em qualquer máquina de potência compatível. O platinado, ou chave centrífuga, também tem a função de desligar o capacitor de partida após o motor atingir de 75% a 80% da sua velocidade de trabalho.



### 1.3.1. Conheça as formas de ligação dos motores monofásicos na rede elétrica

- **Motores a dois fios**

Só podem ser ligados em 127 V ou em 220 V. Não permitem que a rotação seja invertida. Ligue o terminal 1 na linha 1 da rede elétrica e o terminal 2 na linha 2.

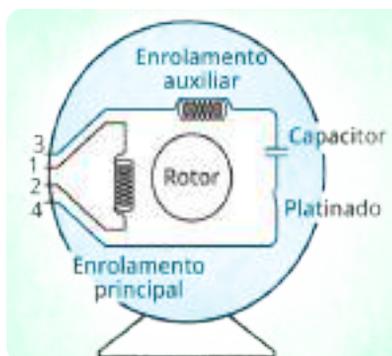


## Atenção

1. Observe a plaqueta ou o manual do motor e identifique a tensão elétrica correta.
2. Pode haver capacitor ligado permanentemente no circuito ou platinado e capacitor só para a partida.

### • Motores a quatro fios

Só podem ser ligados em 127 V ou em 220 V, mas permitem que a rotação seja invertida. Ligue os terminais 1 e 3 na linha 1 da rede e os terminais 2 e 4 na linha 2. Para inverter a rotação, ligue os terminais 1 e 4 na linha 1 da rede e os terminais 2 e 3 na linha 2 (invertem-se os terminais 3 e 4).



## Atenção

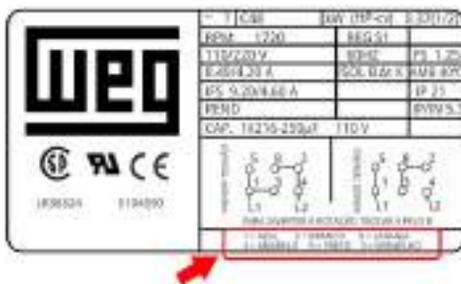
Observe a plaqueta ou o manual do motor e identifique a tensão elétrica correta.

### • Motores a seis fios

Podem ser ligados em 127 V ou em 220 V, de acordo com a ligação dos terminais:

- » Para ligar em 127 V: junte os terminais 1, 3 e 5 e ligue na linha 1 da rede; junte os terminais 2, 4 e 6 e ligue na linha 2; e





## 1.4. Instale um motor elétrico monofásico de 1 cv

A instalação de um motor pode ser considerada sob o ponto de vista mecânico ou elétrico.

### 1.4.1. Fixe e alinhe um motor

As recomendações gerais para a instalação mecânica do motor são:

#### a) Fixe o motor

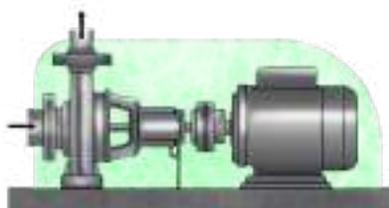
É importante:

- Fixar motores e máquinas mais leves sobre estruturas metálicas, apoiadas sobre o piso ou o local de trabalho;

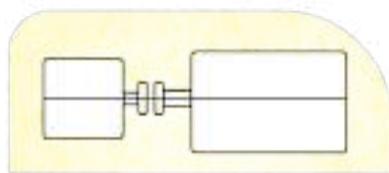
- Fixar motores e máquinas de maior porte sobre concreto, com chumbadores que suportem a tensão ou o “esticamento” das correias e o torque do motor;
- Instalar motor com aleta de ventilação em local com circulação de ar (mantenha as entradas e saídas de ar da carcaça sempre limpas e desobstruídas); e
- Usar defletor, ou “chapéu”, sobre o motor se ele for instalado com o eixo na vertical para evitar a entrada de corpos estranhos ou água pelas aberturas de ventilação.

## b) Faça o alinhamento

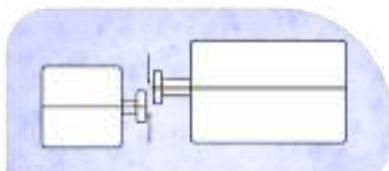
Alinhar o motor e a máquina prolonga a vida dos mancais e evita vibrações. Se o acoplamento for eixo a eixo, alinhe os centros dos eixos.



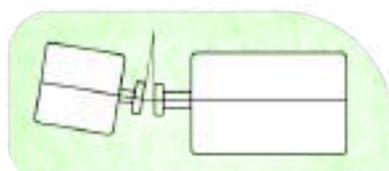
Acoplamento de um motor a uma bomba



Acoplamento correto



Acoplamento incorreto

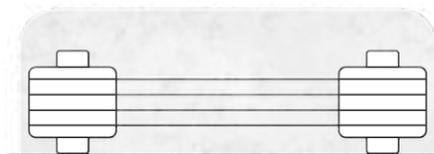


Acoplamento incorreto

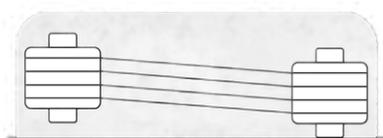
Se o acoplamento for por polias e correias, alinhe-as.



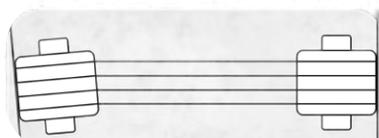
Acoplamento de um motor a uma máquina



Acoplamento correto



Acoplamento incorreto

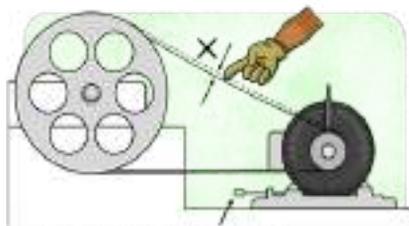


Acoplamento incorreto

## Atenção

1. Instale polias balanceadas para evitar vibrações.
2. Use preferencialmente correias trapezoidais ou em "V".
3. Proteja as partes girantes, evitando o acesso de pessoas e animais.
4. Mantenha o conjunto abrigado do tempo.

Após instalar as correias, tensione-as ("estique-as") segundo a recomendação do manual do fabricante.



Parafuso para "esticar" a correia  
X - conforme recomendado no manual

## Atenção

1. Verifique se o motor é apropriado para o tipo de serviço e máquina.
2. Verifique se os sentidos de rotação do motor e da máquina estão corretos.
3. Verifique se os diâmetros das polias acionam a máquina com a velocidade correta.
4. Verifique se as partes girantes estão protegidas para evitar acidentes.
5. Verifique se a corrente de funcionamento do motor elétrico é compatível com a corrente indicada na plaqueta (use um alicate amperímetro para confirmar).

### 1.4.2. Dimensione a instalação elétrica do motor

A potência do motor e a tensão elétrica de alimentação definem a corrente elétrica que irá circular. É ela que define o dimensionamento dos cabos elétricos, dos dispositivos de proteção e o comando dos motores.

A NBR 5410 estabelece os seguintes critérios para circuitos elétricos com um motor de até 2 cv:

- Condutores elétricos com capacidade de corrente igual ou superior à corrente nominal do motor multiplicada pelo fator de serviço;
- Queda de tensão nos terminais do motor abaixo de 7%;
- Dispositivo de proteção contra sobrecarga, independente, com capacidade de corrente igual à capacidade de corrente dos condutores elétricos que atendem o motor; e

- Proteção contra curto-circuito por disjuntor, com disparo magnético maior do que a corrente de rotor bloqueado, mas não superior a 12 vezes a corrente nominal do motor.

### a) Dimensione os condutores elétricos do motor

Dimensione os condutores elétricos conforme as informações do motor de 1 cv e da rede elétrica:

- Motor situado a 20 m do QDC, com circuito elétrico exclusivo para ele;
- Tensão de alimentação: 127 V;
- Corrente nominal ( $I_n$ ): 19,0 A (veja na 4ª linha da plaqueta do motor; imagem do item 1.2, página 128); e
- Corrente de rotor bloqueado ( $I_p = 4,9 \times I_n$ , conforme 7ª linha da plaqueta do motor; imagem do item 1.2, página 128).

Para dimensionar o cabo elétrico, é preciso primeiro calcular a corrente elétrica:

- Corrente elétrica no circuito do motor em funcionamento ( $I_c$ ):

$$I_c = FS \times I_n = 1,15 \times 19,0 = 21,85 \text{ A}$$

Em que:

$I_c$  – corrente elétrica no circuito;

FS – fator de serviço do motor (veja na 6ª linha da plaqueta do motor; imagem do item 1.2, página 128); e

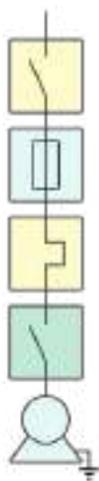
$I_n$  – corrente nominal do motor.

Para o valor de  $I_c = 21,85 \text{ A}$ , um cabo de seção ( $S$ ) de  $1,5 \text{ mm}^2$  seria suficiente. Contudo, a NBR 5410 exige como seção mínima um cabo de cobre de  $2,5 \text{ mm}^2$  para circuitos de força.

O comprimento do cabo entre o QDC e o motor de 1 cv foi considerado em 30 m. O valor foi superior aos 20 m de distância informado devido ao percurso (subidas, descidas e curvas) que o cabo deverá fazer entre o QDC e o motor. Cálculos realizados indicaram que a queda de tensão ao longo do cabo elétrico de seção  $2,5 \text{ mm}^2$  é menor que os 7% exigidos pela norma (veja o cálculo da queda de tensão no Apêndice 4).

## b) Dimensione a proteção e o comando do motor

Em geral, os principais dispositivos de proteção e comando de motores monofásicos e suas funções seriam:



### Rede elétrica

**Seccionamento** – chave seccionadora para isolar o motor do circuito elétrico nos momentos de verificação ou manutenção.

**Proteção contra curto-circuito** – disjuntor termomagnético e/ou fusíveis.

**Proteção contra sobrecargas** – relé térmico de sobrecarga ou disjuntor motor (função de relé térmico e disjuntor).

**Dispositivo de manobra** – para ligar e desligar o motor de forma segura, sem contato do trabalhador com o circuito elétrico.

### Motor

### Aterramento

Para o motor de 1 cv em questão, o dispositivo de seccionamento, proteção contra curto-circuito e sobrecargas pode ser realizado por

um disjuntor termomagnético. Já o dispositivo de manobra pode ser executado por uma chave liga/desliga blindada.

Conforme a norma, a corrente do disjuntor escolhido deve ser maior que a corrente de rotor bloqueado (corrente mínima) e menor que 12 vezes a corrente nominal do motor (corrente máxima). Então:

$$\text{Corrente mínima} = 4,9 \times I_n = 4,9 \times 19,0 \text{ A} = 93,1 \text{ A}$$

$$\text{Corrente máxima} = 12 \times I_n = 12 \times 19,0 = 228 \text{ A}$$

Logo, um disjuntor de curva C, com corrente de 100 A, atende à instalação.

O conjunto final está ilustrado na figura a seguir.



**Rede elétrica**

**Seccionamento e proteção contra** curto-circuito – disjuntor termomagnético.

**Dispositivo de manobra** – para ligar e desligar o motor sem contato do trabalhador com partes energizadas do circuito elétrico.

**Motor**

**Aterramento**

## 1.5. Conheça a operação de motores monofásicos

Para o uso seguro, eficiente e com baixo custo, alguns cuidados na operação dos motores são necessários:

- Evite partidas do motor quando a máquina acionada por ele estiver com carga ou alimentada;

- Use correia(s) que é(são) “esticada(s)” em motores de 5 cv ou maiores;
- Não sobrecarregue o motor, exigindo mais da máquina acionada por ele;
- Evite partidas frequentes, pois a corrente de partida esquenta muito o motor;
- Evite partidas simultâneas de motores para não sobrecarregar a rede elétrica;
- Evite colocar sacos ou caixas em volta do motor, pois estes atrapalham sua ventilação;
- Evite instalar motores em locais úmidos de modo a não aumentar o risco de choque elétrico; e
- Enxugue e seque qualquer água no entorno do motor antes de realizar seu funcionamento.

## **1.6. Conheça a manutenção de motores monofásicos**

Os principais cuidados de manutenção são:

- Inspeção sempre as condições da fiação e os dispositivos de proteção e comando;
- Confira e corrija, periodicamente, a tensão de “esticamento” das correias;
- Troque as correias desgastadas (troque todas se a polia usar mais de uma);
- Limpe e desobstrua aberturas e aletas para facilitar a ventilação do motor;
- Limpe o platinado periodicamente em serviços com muito pó (ex.: moer milho); e

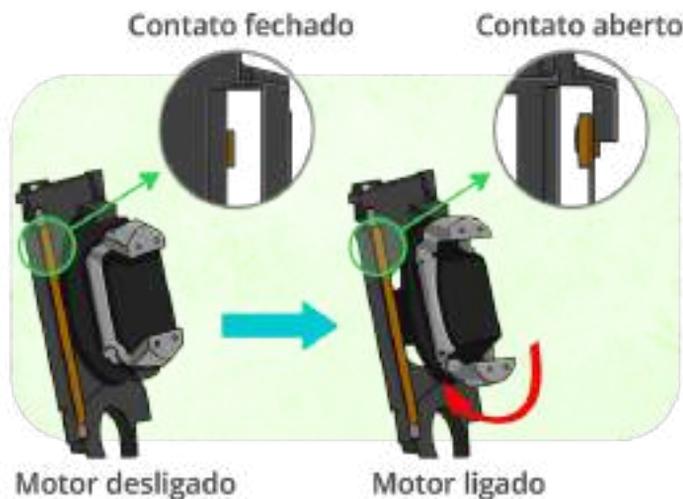
- Lubrifique ou troque os rolamentos de acordo com a recomendação do fabricante.

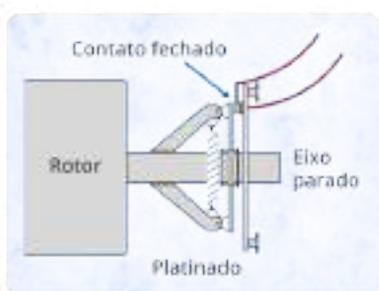
### 1.6.1. Conheça o interruptor centrífugo ou platinado do motor

O motor com platinado usa o enrolamento auxiliar somente para a partida.

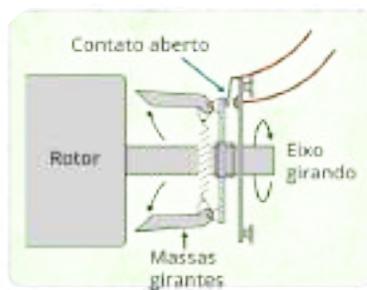
Se o motor está desligado, os contatos do platinado estão fechados, o enrolamento auxiliar do motor fica ligado ao capacitor de partida e os dois ligados ao circuito do motor.

Quando se liga o motor, o rotor ganha velocidade e a força da rotação afasta as massas girantes do platinado. Um sistema de alavancas abre os contatos desligando o enrolamento auxiliar e o capacitor de partida do circuito do motor.





Platinado fechado



Platinado aberto (girando)

Os contatos do platinado podem “colar” em determinadas condições, “queimando” o motor se ele continuar funcionando, sendo as principais causas:

- Corrente excessiva durante a partida:
  - » Motor partindo com carga excessiva;
  - » Enrolamento auxiliar em curto parcial, drenando mais corrente que o normal;
  - » Motor rebobinado de forma incorreta;
  - » Capacitor alterado ou com valor de capacitância inadequado;
  - » Retirada de uma resistência de 15 k $\Omega$  que vem de fábrica no capacitor de alguns motores (ela descarrega o capacitor de forma lenta enquanto o motor trabalha e evita faíscas no fechamento do platinado quando o motor desliga);
  - » Falta de pressão da mola, resultando em mau contato e aquecimento;
  - » Pouca distância entre contatos e salto de corrente entre eles; e
  - » Sistema de abertura centrífugo com defeito.

Os contatos do platinado podem também “isolar” se entrar sujeira entre eles (trabalho em local com muito pó suspenso). O motor, então, não inicia seu funcionamento.

## 1.6.2. Conheça o capacitor do motor

Os capacitores são usados em motores monofásicos em três combinações:

- Um capacitor de partida, desligado em seguida pelo platinado ou um relé;
- Um capacitor ligado permanentemente no circuito do motor; e
- Dois capacitores: um de partida e outro permanentemente ligado no circuito do motor.

### Quadro 3. Diferenças entre capacitor de partida e capacitor permanente

Capacitor de partida	Capacitor permanente
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Na partida, cria um campo magnético girante no enrolamento auxiliar do motor e força o induzido a iniciar seu movimento com alto torque;</li> <li>• É do tipo eletrolítico, bipolar e "úmido" e não suporta bem a constante mudança de polaridade da corrente alternada, sendo usado somente na partida; e</li> <li>• É desligado do circuito pelo platinado, assim que o rotor atinge 75% a 80% de sua velocidade nominal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Na partida, cria um campo magnético girante no enrolamento auxiliar do motor e força o induzido a iniciar seu movimento, mas com baixo torque;</li> <li>• É do tipo eletrolítico, bipolar e "seco" e suporta bem a constante mudança de polaridade da corrente alternada; e</li> <li>• Permanece ligado no circuito, melhora o fator de potência do motor e aumenta o rendimento do enrolamento principal.</li> </ul>

## Precaução

Antes de manusear qualquer capacitor, feche o curto entre seus contatos para descarregá-lo e evitar choques.

### 1.6.3. Identifique por que o motor não inicia seu funcionamento

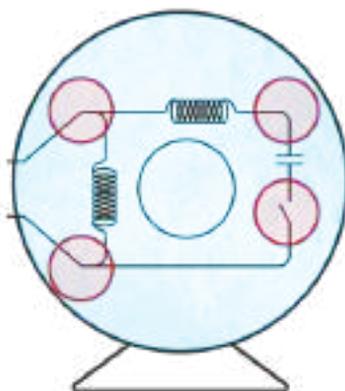
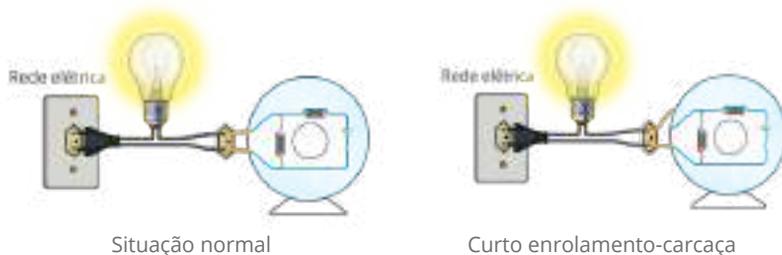
Se a eletricidade chega aos terminais do motor e ele não funciona, as causas podem ser:

- Enrolamento(s) "queimado(s)";
- Enrolamento(s) em curto com a carcaça do motor;
- Capacitor em curto ou com o seu circuito interno aberto;
- Contatos do platinado isolado ou aberto; e
- Interrupção em alguma das ligações internas entre enrolamentos ou entre enrolamentos e outros componentes (platinado e capacitor).

Use uma lâmpada de teste ou um multímetro e teste os circuitos do motor.

No motor a dois fios:

- Se a lâmpada acende ou o multímetro indica continuidade entre um terminal do enrolamento e a carcaça do motor, o enrolamento está em curto com a carcaça;
- Se não há curto com a carcaça e existe continuidade entre os terminais 1 e 2, o enrolamento principal está normal; e
- Abra o motor e confira se há continuidade nas ligações internas (círculos vermelhos), inclusive nos contatos do platinado, e teste ou troque o capacitor.



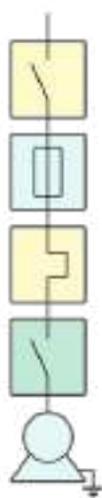
Em outros motores, o procedimento é igual, aumentando apenas o número de pontos a serem testados.

### Atenção

Se o motor funciona, mas esquenta muito e rápido, use o alicate amperímetro e compare a corrente elétrica medida com o valor que consta na plaqueta. O aquecimento pode ser devido ao platinado "colado". Se o motor continuar funcionando, poderá "queimar".

## 2. Conheça a instalação de motores trifásicos

Os dispositivos para motores trifásicos têm as seguintes funções:



### Rede elétrica

**Seccionamento** – chave seccionadora para isolar o motor do circuito elétrico nos momentos de verificação ou manutenção.

**Proteção contra curto-circuito** – disjuntor termomagnético e/ou fusíveis.

**Proteção contra sobrecargas** – relé térmico de sobrecarga ou disjuntores com elementos térmicos e magnéticos específicos para motores.

**Dispositivo de manobra** – para ligar e desligar o motor de forma segura, sem contato do trabalhador com o circuito elétrico.

### Motor

### Aterramento

Além dos dispositivos mencionados, dependendo do tamanho e da finalidade, o motor trifásico ainda precisa ter:

- Relé de proteção contra falta de fase (desligam o motor na falta de alguma fase);
- Relé sequência de fase (desliga o motor para evitar inversão na rotação do motor por uma eventual alteração da ordem das fases na rede elétrica);
- Relé sobretensão ou subtensão entre fases (desliga o motor); e
- Aterramento.

Consulte sempre a concessionária de energia local sobre os limites de potência para a partida direta de motores trifásicos. Pela legislação, o limite é 5 cv, mas algumas concessionárias aceitam potências um pouco maiores.

Para o caso de motores acima do limite permitido pela concessionária, use dispositivos que reduzam a corrente de partida direta, tais como:

- Chave estrela-triângulo;
- Chave compensadora;
- Chave de partida eletrônica (*soft start*); e
- Inversor de frequência.

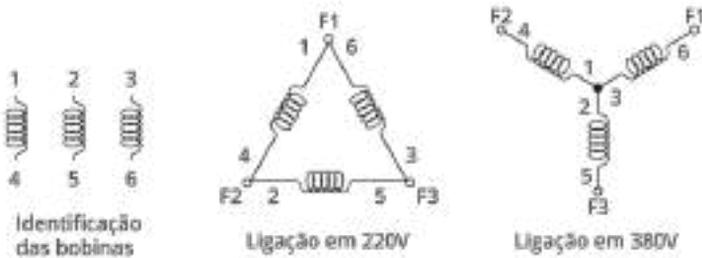
### Atenção

Além de limitar a corrente de partida, o uso de um dispositivo eletrônico denominado inversor de frequência permite ao motor trifásico trabalhar em ampla faixa de rotações, adaptando-o a praticamente qualquer máquina em acionamento direto.

## 2.1. Conheça o circuito elétrico do motor trifásico

Existem no mercado motores trifásicos de indução, com rotor gaiola de esquilo, com potência entre 1 cv e 250 cv, com diversos valores de rotação, dependendo do número de polos (de dois polos a oito polos), e diversas formas de ligação.

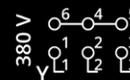
Os motores trifásicos podem ter seis, nove ou 12 terminais para serem combinados e ligados na rede elétrica. Contudo, só será ilustrado o circuito do motor trifásico de seis terminais, o mais comum, que pode ser encontrado na potência que se necessita e pode trabalhar na tensão elétrica que se tem disponível.



Para inverter a rotação do motor trifásico, basta mudar a ligação de duas fases quaisquer. Se trocar F1 e F2, ou F2 e F3, ou F3 e F2, a rotação do motor muda de sentido ou inverte a rotação.

## 2.2. Conheça as especificações técnicas do motor trifásico

Os significados das letras e dos números na plaqueta do motor trifásico são semelhantes aos significados da plaqueta do motor monofásico, com pequenas exceções.

1ª Linha		
2ª Linha	NBR 7094	
3ª Linha	~ 3 80 03/02 FX58681	
4ª Linha	MOTOR INDUÇÃO - GAIOLA INDUCT MOTOR - SQUIRREL CAGE	Hz 60 CAT N
5ª Linha	kW - (HP - cv) 0,55(0.75)	RPM <sub>min</sub> 1150
6ª Linha	F <sub>9</sub> SF 1,15 SOL NSL B Δ t K I <sub>p</sub> /I <sub>n</sub> 4,9 IP55	
7ª Linha	220/380 V 3,49/2,02 A	
8ª Linha	REG DUTY S1	MAX AMB ALT m
9ª Linha		
10ª Linha	 	
11ª Linha	 → 6204-ZZ A BASE DE LÍTIO → 6203-ZZ	Kg
12ª Linha	 PNC55 REND. % = 65,5% COS Φ = 0,63	

- **1ª linha da plaqueta:**

- » Nome do fabricante;
- » Informação de que atende às normas europeias (CE); e
- » Informação de que atende à norma brasileira (NBR 7094).

- **2ª linha da plaqueta:**

- » Corrente alternada ( ~ ), trifásico (3), distância em milímetros do centro do eixo à base do motor (80), data de fabricação (03/02) e número de fabricação (FX58681).

- **3ª linha da plaqueta:**

- » Tipo de motor (motor de indução, rotor tipo gaiola);
- » Hz: frequência necessária na rede elétrica (60 hertz); e
- » CAT: categoria do conjugado de partida ou torque de partida. São três categorias: N, H e D (N significa conjugado normal, para máquinas como bombas, ventiladores, entre outros).

- **4ª linha da plaqueta:**

- » kW(HP): potência do motor em quilowatt, 0,55 kW(0,75 HP); e
- » RPM: velocidade de trabalho em rotações por minuto (1.150 rpm).

- **5ª linha da plaqueta:**

- » FS: fator de serviço ou sobrecarga admissível continuamente (1,15 ou 15%);
- » ISOL: temperatura máxima que o isolamento elétrico do enrolamento do motor aguenta em regime de trabalho (isolamento classe B = 130 °C);
- » Ip/In: razão entre a corrente elétrica na partida e em regime normal (4,9); e

- » IP: proteção contra objetos sólidos e contra água;
  - Primeiro dígito (5): proteção total contra qualquer objeto;
  - Segundo dígito (5): proteção total contra água.
  
- **6ª linha da plaqueta:**
  - » 220/380 V: tensão elétrica de trabalho do motor, dependendo da ligação em seus terminais (220 ou 380 V); e
  - » 3,94/2,02 A: corrente de trabalho em 220 V (3,49 A) ou 380 V (2,02 A).
  
- **7ª linha da plaqueta:**
  - » REG: regime de trabalho (S1 = contínuo ou 24 h/dia);
  - » MAX AMB: temperatura máxima do ambiente de trabalho (40 °C); e
  - » ALT: altitude máxima de trabalho (até 1.000 m).
  
- **8ª e 9ª linhas da plaqueta:**
  - » – Sem informações.
  
- **10ª linha da plaqueta:**
  - » Esquema da ligação dos terminais em 220 V ou 380 V.
  
- **11ª linha da plaqueta:**
  - » Identificação dos rolamentos (6.204-ZZ da ponta do eixo e 6.203-ZZ da outra tampa) e graxa usada para lubrificar (graxa de lítio).
  
- **12ª linha da plaqueta:**
  - » Atende às normas do Inmetro;
  - » REND. %: rendimento mecânico do motor (65,5%); e
  - »  $\cos \varphi$ : fator de potência do motor ( $\cos \varphi = 0,63$ ).

### 2.3. Conheça a operação de motores trifásicos

Os principais cuidados com a operação de motores trifásicos são:

- » Evite partidas do motor quando a máquina acionada por ele estiver com carga;
- » Não sobrecarregue o motor exigindo da máquina acoplada mais que o normal;
- » Evite partidas frequentes, pois a corrente de partida esquenta muito o motor;
- » Verifique e corrija o desequilíbrio de tensão entre as fases;
- » Evite motores funcionando sem executar trabalho;
- » Evite colocar sacos ou caixas em volta do motor, pois estes atrapalham a ventilação; e
- » Enxugue e seque qualquer água no entorno do motor antes de realizar seu funcionamento.

### 2.4. Conheça a manutenção de motores trifásicos

Os principais cuidados com a manutenção de motores trifásicos são:

- Verifique ruídos e vibrações (podem ser devido à folga de mancais);
- Confira a fixação de partes mecânicas e contatos elétricos;
- Verifique o “esticamento” de correias e evite o deslizamento (que desgasta as correias);
- Lubrifique os pontos recomendados pelo fabricante; e
- Limpe a superfície das aletas de resfriamento do motor, entradas e saídas de ar.



# Conhecer o uso de motores elétricos em propriedades rurais

Na agricultura moderna, processar e agregar valor ao produto agrícola é uma necessidade e a indústria disponibiliza diversas máquinas acionadas por motores elétricos.

Conhecer esses processos e as máquinas disponíveis no mercado ajuda o trabalhador na escolha e seleção do maquinário necessário ao crescimento da empresa rural.

## 1. Conheça bombas para elevação de água

As bombas mais comuns são:

- De baixa vazão e baixa altura de elevação, trabalhando submersas ou “afogadas”;
- De baixa vazão, baixa altura de sucção e baixa altura de elevação;
- De alta vazão e grande altura de elevação entre a fonte e o ponto de uso da água (bombas de um ou mais estágios); e
- Para poços profundos (trabalham submersas ou “afogadas”).

O local de instalação da bomba geralmente é úmido e, segundo as normas NR-10 e NBR 5440, alguns itens são obrigatórios:

- Dispositivos de desligamento automático: DTM e DDR; e
- Aterramento da estrutura metálica da bomba e canos metálicos.



Bomba "sapo"



Bomba de um estágio



Bomba multiestágios



Bomba de poço

Na Tabela 1 encontra-se a vazão em litros/hora de uma bomba “sapo” de 380 W de potência, em função da altura manométrica (diferença de nível entre a fonte da água e a caixa d’água, mais perdas por atrito da água no interior de canos, curvas e válvulas).

**Tabela 1. Vazão de uma bomba “sapo” de 380 W em função da altura de elevação**

Altura (m)	0	10	20	30	40	50	60	70
Vazão (L/h)	1.970	1.600	1.300	1.100	900	730	600	500

## 2. Conheça o triturador ou o desintegrador/ picador/moedor (DPM)

O DPM é usado para **desintegrar** mandioca e abóbora, entre outros, para **picar** forragens e para **moer** grãos (daí o nome DPM: D de desintegrador, P de picador e M de moedor).



Picando capim



Moendo milho

**Tabela 2. Produção de forragem picada e potência necessária**

Modelo	Produção (kg/h)	Potência do motor (cv)
DPM 1	1.000-2.000	5,0-7,5
DPM 2	2.000-3.000	7,5-10,0
DPM 4	3.000-4.000	10,0-12,5

**Tabela 3. Produção de milho moído em função da peneira usada e da potência necessária para uma das marcas de DPM disponível no mercado**

Modelo	Peneira de 3 mm Produção (kg/h)	Peneira de 5 mm Produção (kg/h)	Potência do motor (cv)
DPM1	350-550	500-750	5,0-7,5
DPM2	550-700	600-850	7,5-10,0
DPM4	700-900	880-1.150	10,0-12,5

### Precaução

Use EPIs apropriados, com o número do Certificado de Aprovação (CA) emitido pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) no trabalho com eletricidade, e siga as recomendações da NR-12 ao trabalhar com máquinas.

## 3. Conheça a picadora de forragens

A capacidade de produção de uma picadora de forragens depende do tipo de forrageira ou capim, do estágio de desenvolvimento da forrageira (mais ou menos fibrosa), da afiação das facas e da potência do motor.

**Tabela 4.** Produção de forragem picada e potência necessária

Potência do motor (cv)	Produção (kg/h)
3	500
5	2.500

## 4. Conheça o engenho moedor de cana-de-açúcar

A capacidade de produção do engenho moedor depende da variedade da cana, da época de corte e do próprio engenho.

**Tabela 5.** Produção média de garapa em litros/hora de engenhos de três moendas

Dimensões das moendas	2 ¾" X 4 ½"	4" X 6 ¼"	6" X 9"
Rotação (rpm)	35	35	15
Produção (litros/hora)	100 - 120	200 - 300	400 - 550
Potência do motor (cv)	1,0	3,0	5,0

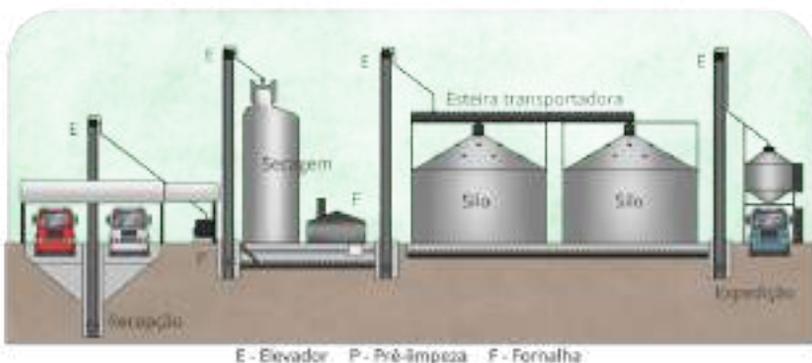
## Precaução

Use os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) indicados ao operar essas máquinas e siga as recomendações da NR-12.

## 5. Conheça o silo para armazenamento de grãos

Antes de se armazenar os grãos, deve ser feita sua secagem para que não estraguem no silo.

A armazenagem de grandes quantidades de grãos exige silos de maior porte e uma série de máquinas e equipamentos com motores acionando transportadores de grãos (esteiras e parafusos sem fim), ventiladores em limpadores de grãos e secadores.



O pequeno produtor seca os grãos ao sol ou em um pequeno secador e os armazena em um paiol, uma tulha ou um pequeno silo. A energia elétrica para os ventiladores pode vir dos condutores em eletrodutos enterrados no solo ou por condutores fixos a postes por isoladores.

Os motores dos parafusos sem fim ficam na ponta superior do parafuso e podem ser alimentados por condutores que saem do ponto de alimentação dos ventiladores.



Vista em corte de um secador e do silo armazenador

## 6. Conheça a ordenhadora mecânica

A ordenha mecânica é feita com uma bomba de vácuo, com teteiras colocadas nas tetas da vaca, com um controlador de vácuo e um depósito para o leite.

A máquina de ordenha ao pé da vaca é uma ordenhadora portátil usada para pequena quantidade de animais e sua capacidade de ordenha depende da vazão da bomba de vácuo, da potência do motor e do número de conjuntos de teteiras.

O local de ordenha é úmido, seja no curral ou em sala de ordenha, e segundo as normas NR-10 e NBR 5410, alguns itens são obrigatórios:

- Dispositivos de desligamento automático: DTM e DDR; e
- Aterramento de toda a estrutura metálica do sistema.



Ordenhadora balde ao pé



Ordenhando a vaca

**Tabela 6. Número de vacas ordenhadas por hora, em alguns modelos de ordenhadoras tipo balde ao pé da vaca**

Vazão da bomba (litros/min)	Potência do motor (cv)	Nº de conjuntos de teteiras	Nº de vacas ordenhadas por hora
120	3/4	1	12
225	1	3	36
500	2	8	96

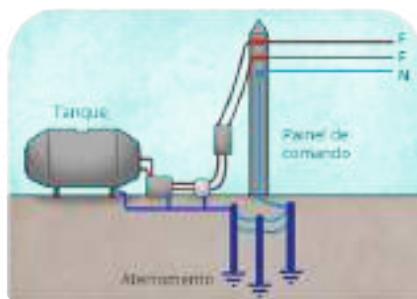
## 7. Conheça o resfriador de leite

A capacidade de resfriamento de leite depende do volume de armazenamento do tanque, do número de ordenhas e da potência elétrica.

Fazendo duas ordenha por dia, o calor a ser retirado do leite de cada vez é menor e exige menos potência elétrica do resfriador.

Os equipamentos estão em locais úmidos, com lavagem frequente e, segundo as normas NR-10 e NBR 5410 alguns itens são obrigatórios:

- Dispositivos de desligamento automático: DTM e DDR; e
- Aterramento da estrutura metálica do tanque de resfriamento.



**Tabela 7. Capacidade de resfriamento de leite e potência elétrica necessária**

Capacidade do tanque (litros)	Produção (kg/h)	Potência do motor (cv)
500	2	1,5
	4	1,0
1.000	2	2,5
	4	1,5
1.900	2	4,5
	4	2,5

## Considerações finais

A energia elétrica é uma realidade na atividade agrícola, aumentando a produtividade da mão de obra e agregando valor ao produto agrícola, além de abrir amplo campo de trabalho para os que se especializarem nessa área.

O trabalho com a energia elétrica exige cuidados. A eletricidade é uma forma de energia cujo resultado se percebe no uso dos equipamentos, mas da qual se tem pouca manifestação visual quando do manuseio do circuito elétrico que alimenta o equipamento. Dessa forma, somente se percebe seu efeito sobre o organismo humano quando se toca em um ponto energizado. Por isso, é importante conhecer as normas de segurança antes de iniciar um trabalho.

Para a montagem e a manutenção em eletricidade, é importante dispor das ferramentas e dos instrumentos de identificação e medição das grandezas elétricas, além de conhecer a legislação e as normas técnicas para efetuar um bom trabalho.

## Referências

ANEEL. **Entendendo a tarifa**. Disponível em: [http://www.aneel.gov.br/entendendo-a-tarifa/-/asset\\_publisher/uQ5pCGhnyj0y/content/revisao-tarifaria/654800?inheritRedirect=false](http://www.aneel.gov.br/entendendo-a-tarifa/-/asset_publisher/uQ5pCGhnyj0y/content/revisao-tarifaria/654800?inheritRedirect=false). Acesso em: 29 out. 2018.

ANEEL. **Resolução Normativa n. 414**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656877/14486448/bren2010414.pdf/3bd33297-26f9-4ddf-94c3-f01d76d6f14a?Version=1.0>. Acesso em: 17 out. 2018.

ENSINANDO ELÉTRICA. **As principais ferramentas do eletricista autônomo**. Disponível em: <https://ensinandoeletrica.blogspot.com/2017/06/as-principais-ferramentas-do.html>. Acesso em: 17 out. 2018.

MEDEIROS, F. P. **Eletricista**: estudo da eletricidade. Curitiba: Senar, 2010. 48 p.

MEDEIROS, F. P. **Eletricista**: materiais elétricos. Curitiba: Senar, 2010, 48 p.

MEDEIROS, F. P. **Eletricista**: instalação, operação e manutenção de motores elétricos. Curitiba: Senar, 2016. 192 p.

WIKIPÉDIA. **Bateria chumbo-ácido**. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Bateria\\_chumbo-%C3%A1cido](https://pt.wikipedia.org/wiki/Bateria_chumbo-%C3%A1cido). Acesso em: 17 out. 2018.

WIKIPÉDIA. **Pilha de volta**. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Pilha\\_de\\_Volta](https://pt.wikipedia.org/wiki/Pilha_de_Volta). Acesso em: 17 out. 2018.

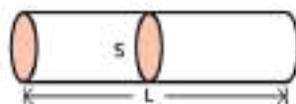
# Apêndices

## Apêndice 1

Calcule a resistência elétrica de um cabo de cobre cilíndrico com 30 m de comprimento e 2,5 mm<sup>2</sup> de área ou seção transversal.

A resistividade do cobre a 20 °C de temperatura ambiente é  $1,72 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$  ou  $0,0172 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ :

$$R = \rho \times (L / S)$$



Em que:

$$\rho = 0,0172 \Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$L = 30 \text{ m}$$

$$S = 2,5 \text{ mm}^2$$

$$R = \rho \times \left(\frac{L}{S}\right) = 0,0172 \Omega \text{ mm}^2 / \text{m} \times \frac{30 \text{ m}}{2,5 \text{ mm}^2} = 0,2064 \Omega \text{ ou ohms}$$

### Atenção

O cálculo da resistência do exercício foi feito para o comprimento do condutor ( $L = 30 \text{ m}$ ). Logo, considerando uma distância “d” entre o quadro de distribuição do circuito (QDC) e o equipamento, o comprimento do condutor (L) para os circuitos monofásico ou bifásico será  $L = 2 \times d$ . Se o circuito for trifásico,  $L = 3 \times d$ .

## Apêndice 2

Calcule a resistência do filamento de uma lâmpada de 12 W em uma rede de 120 V.

Como  $R = \frac{V}{I}$  e só temos V, usamos a potência para primeiro calcularmos a corrente.

$$P = V \times I \quad I = \frac{P}{V} = \frac{12}{120} = 0,1 \text{ A}$$

A resistência interna da lâmpada será:  $R = \frac{V}{I} = \frac{120}{0,1} = 1.200 \Omega$

### Atenção

1. Se a resistência elétrica da lâmpada é medida antes de ligá-la na energia, o valor encontrado é da ordem de pelo menos dez vezes menor (algo próximo de 120  $\Omega$ ). Por que esta diferença? Lembre-se de que o valor da resistência depende da temperatura.
2. Quando se liga a lâmpada, seu filamento se aquece até ficar incandescente e emitir luz (tem-se calor e luz) e sua temperatura sobe muito, o que aumenta o valor da resistência. O valor da resistência do chuveiro, do ferro elétrico e de equipamentos semelhantes irá também aumentar com a elevação da temperatura.

## Apêndice 3

Considere um transformador ideal, com potência de 10 kVA (10.000 VA) e uma propriedade alimentada com 220 V. Levando em conta que

$$P_1 = P_2 \quad P = V \times I \quad V_1 \times I_1 = V_2 \times I_2$$

a corrente que circula nos cabos de alta tensão ( $V = 13.900 \text{ V}$ ) será:

$$P_1 = 10 \text{ kVA} = 10.000 \text{ VA}$$

$$P_1 = V_1 \times I_1$$

$$I_1 = \frac{P_1}{V_1} = \frac{10.000}{13.900} \quad I_1 = 0,72 \text{ A}$$

O valor da corrente elétrica é relativamente baixo, indicando que a seção transversal dos cabos que trazem a energia não precisa ser muito elevada.

Veja agora a corrente que pode circular na rede interna da propriedade:

$$V_1 = 13.900 \text{ V} \quad V_2 = 220 \text{ V}$$

$$V_1 \times I_1 = V_2 \times I_2 \quad 13.900 \times 0,72 = 220 \times I_2$$

$$I_2 = \frac{13.900 \times 0,72}{220} \quad I_2 = 45,4 \text{ A}$$

O resultado evidencia que o transformador disponibiliza alta corrente em baixa tensão (220 V) para acionamento de equipamentos e máquinas elétricas existentes.

## Apêndice 4

A queda de tensão ao longo do cabo que liga o motor de 1 cv pode ser calculada pela seguinte relação:

$$\text{Queda de tensão} = \Delta V = R_{\text{cabo}} \times I_c$$

Em que:

$$\rho = 0,0172 \, \Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$$

$$I_c = 21,85 \text{ A}$$

$$R_{\text{cabo}} = \rho \times \left(\frac{L}{S}\right) = 0,0172 \, \Omega \text{ mm}^2 / \text{m} \times \frac{30 \text{ m}}{2,5 \text{ mm}^2} = 0,2064 \, \Omega$$

$$\Delta V = R_{\text{cabo}} \times I_c = 0,2064 \, \Omega \times 21,85 \text{ A} \approx 4,51 \text{ V}$$

$$\text{Queda de tensão (\%)} = \frac{\Delta V}{V} \times 100 = \frac{4,51 \text{ V}}{127 \text{ V}} \times 100 \approx 3,55\%$$

A exigência da NBR 5410 foi atendida, pois a queda de tensão é menor que 7%.

### Atenção

Devido à simplicidade do exemplo, o cabo de 2,5 mm<sup>2</sup> escolhido conforme a seção mínima para circuitos de força eliminou a necessidade de cálculos e correções considerando as influências ambientais ou da instalação: influência da temperatura e umidade do ambiente na capacidade de condução de corrente dos condutores; se a localização do condutor está sob o solo, ao ar livre ou dentro de eletrodutos; e se o condutor é monopolar ou multipolar. Contudo, deve-se observar que, em circuitos com maior corrente, as correções da influência dos fatores mencionados deverão ser efetuadas.



---

## Formação Profissional Rural

<http://ead.senar.org.br>

SGAN 601 Módulo K  
Edifício Antônio Ernesto de Salvo • 1º Andar  
Brasília-DF • CEP: 70.830-021  
Fone: +55(61) 2109-1300

[www.senar.org.br](http://www.senar.org.br)