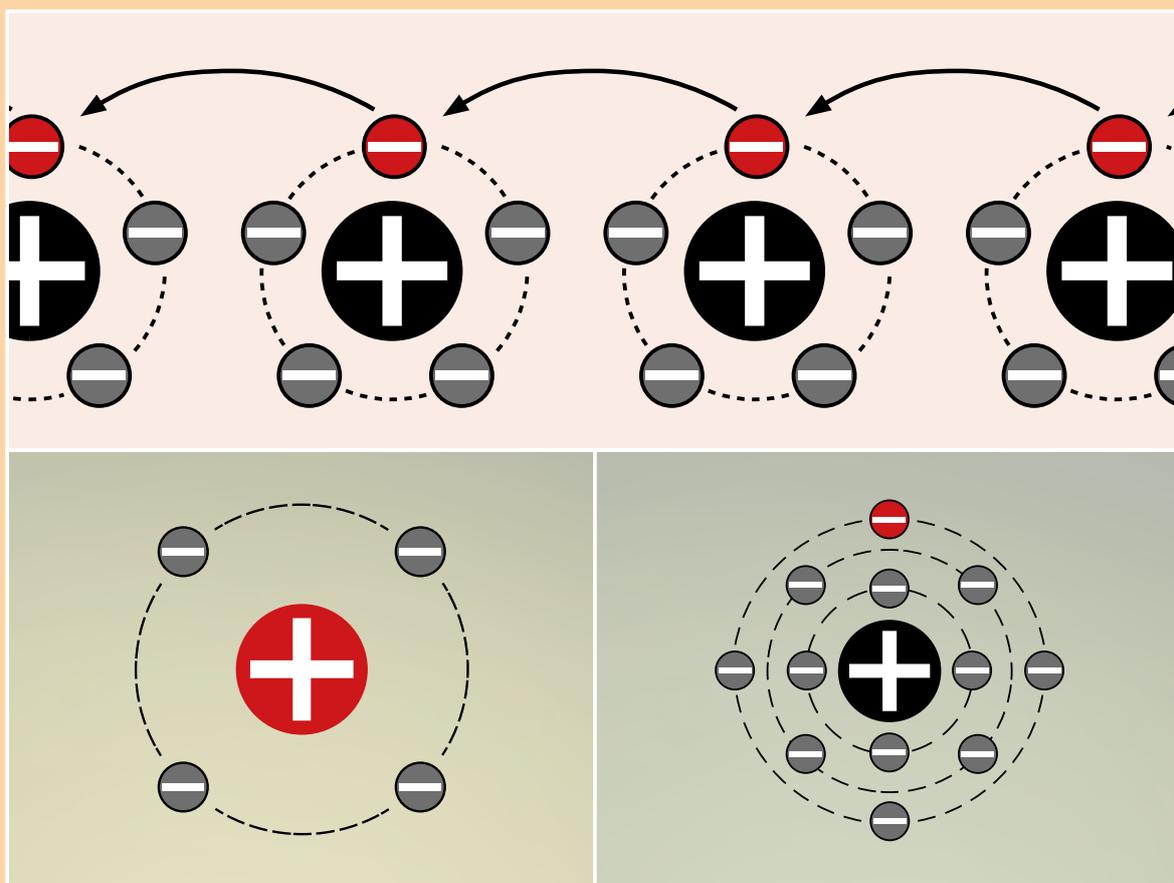


# ELETRICISTA: ESTUDO DA ELETRICIDADE



Serviço Nacional de Aprendizagem Rural  
Administração Regional do Estado do Paraná

**FRANCISCO DE PAULA MEDEIROS**

**ELETRICISTA:  
ESTUDO DA ELETRICIDADE**

**CURITIBA  
SENAR-PR  
2010**

Depósito legal na CENAGRI, conforme Portaria Interministerial n. 164, datada de 22 de julho de 1994, e junto a Fundação Biblioteca Nacional.

**Autor:** Francisco de Paula Medeiros

**Coordenação técnica:** Néder Maciel Corso CREA-PR-62260/D

**Coordenação metodológica:** Patrícia Lupion Torres

**Ilustrações:** Senar-Pr.

**Normalização:** Rita de Cassia Teixeira Gusso – CRB 9./647

**Revisão técnica e final:** CEDITEC/SENAR-PR.

**Diagramação:** Virtual Publicidade

**Catálogo no Centro de Editoração, Documentação  
e Informação Técnica do Senar-Pr.**

Medeiros, Francisco de Paula.

M488

Eletricista : estudo da eletricidade / Francisco de Paula Medeiros. –  
Curitiba: SENAR - Pr., 2010.

ISBN: 978-85-7565-061-5

1. Energia elétrica. 2. Unidades elétricas. 3. Redes de energia elétrica. 4.  
Consumo de energia elétrica. I. Título.

CDD630

CDU696.6+537

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, por qualquer meio, sem a autorização do autor.

IMPRESSO NO BRASIL – DISTRIBUIÇÃO GRATUITA

# APRESENTAÇÃO

O Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – SENAR – é uma instituição prevista na Constituição Federal e criada pela Lei nº 8.315, de 23.12.1991. Tem como objetivos a formação profissional e a promoção social do homem do campo para que ele melhore o resultado do seu trabalho e, com isso, aumente sua renda e a sua condição social.

No Paraná, o SENAR é administrado pela Federação da Agricultura do Estado do Paraná – FAEP – e vem respondendo por um amplo e diversificado programa de treinamento.

Todos os cursos ministrados pelo SENAR são coordenados pelos Sindicatos Rurais e contam com a colaboração de outras instituições governamentais e particulares, Prefeituras Municipais, Cooperativas e empresas privadas.

O material didático de cada curso levado pelo SENAR-PR é preparado de forma criteriosa e exclusiva para seu público-alvo, a exemplo deste manual. O intuito não é outro senão o de assegurar que os benefícios dos treinamentos se consolidem e se estendam. Afinal, quanto maior o número de trabalhadores e produtores rurais qualificados, melhor será o resultado para a economia e para a sociedade em geral.



# SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>1 ELETRICIDADE</b> .....	<b>9</b>
1.1 PRIMEIROS SINAIS DA ELETRICIDADE.....	9
1.2 O ÁTOMO E A ELETRICIDADE .....	9
<b>2 UNIDADES ELÉTRICAS</b> .....	<b>13</b>
2.1 TENSÃO ELÉTRICA .....	13
2.2 CORRENTE ELÉTRICA.....	14
2.3 RESISTÊNCIA ELÉTRICA.....	18
2.4 POTÊNCIA ELÉTRICA.....	21
2.5 CALCULANDO O CONSUMO DE ENERGIA DE UM APARELHO ELÉTRICO.....	23
2.6 MEDIDORES DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA .....	25
<b>3 REDES DE ENERGIA ELÉTRICA</b> .....	<b>26</b>
<b>4 PILHAS</b> .....	<b>30</b>
<b>5 BATERIAS DE CHUMBO-ÁCIDO</b> .....	<b>33</b>
<b>6 TRANSFORMADORES</b> .....	<b>36</b>
<b>7 MOTORES ELÉTRICOS</b> .....	<b>38</b>
<b>8 CHUVEIROS ELÉTRICOS</b> .....	<b>41</b>
<b>9 CERCAS ELÉTRICAS</b> .....	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>45</b>



# INTRODUÇÃO

O homem, com a sua inteligência e curiosidade, descobriu na natureza diferentes fontes de energia, que são transformadas e utilizadas para produzir trabalho e conforto em seu benefício.

Há algum tempo ele percebeu que, apesar da abundância de certas fontes de energia, algumas já dão os primeiros sinais de esgotamento.

O crescimento populacional descontrolado proporciona o esgotamento dos recursos naturais, desequilibra e polui o meio ambiente com danos, muitas vezes irreversíveis. Isto obriga a adoção de políticas governamentais direcionadas a uma produção, cada vez maior, de energia.

Economizar energia visando à preservação do meio ambiente, produzir alimentos sem agredir a natureza, poupar os recursos naturais do planeta e não poluir a terra, a água e o ar, é dever de todos. Somente assim é possível garantir a sobrevivência com qualidade de vida e por mais tempo na terra, já que os recursos naturais tendem a desaparecer.

Dentre as diversas fontes de energia descobertas atualmente, a “elétrica” é a mais utilizada pelo homem devido à disponibilidade, menor custo e por agredir menos a natureza. É uma fonte de energia que pode ser produzida em grande quantidade, com emprego fácil, prático e utilização imediata.



# 1 ELETRICIDADE

A versatilidade da eletricidade proporciona ao homem uma enorme variedade de aplicações no seu dia a dia. A luz fornecida pelas lâmpadas, a força que movimenta os motores, a voz que ouvimos no rádio e no telefone, a imagem que vemos na televisão, o calor do ferro de passar, chuveiros e aquecedores, são fenômenos produzidos pela eletricidade. Estamos tão acostumados que nem percebemos que ela existe. Na verdade não podemos vê-la, mas podemos sentir seus efeitos.

## 1.1 PRIMEIROS SINAIS DA ELETRICIDADE

O primeiro efeito da eletricidade foi sentido por **Tales de Mileto**, quando pastoreava suas ovelhas, na Grécia, há 2.500 anos.

Ao esfregar a pedra “*elektron*” (em grego) no pelo dos animais para dar brilho, Tales percebeu uma produção significativa de faíscas, causando-lhe um enorme susto. Ao cair no chão a pedra atraiu para si folhas secas, penas e outros materiais, tornando ainda mais intrigante o acontecimento, que despertou a curiosidade de muitas pessoas, cientistas e estudantes.

Com os estudos este fenômeno logo deixou de ser um mistério, pois é bastante comum no nosso dia a dia. É conhecido como “eletricidade estática”, que é o deslocamento de cargas de um corpo para outro, provocado por atrito entre eles.

A pedra de cor amarela, encontrada por Tales de Mileto, na Grécia, tem o nome de *Elektron*, dando nome de eletricidade ao efeito ocorrido na época. No Brasil, esta pedra tem o nome de âmbar amarelo.

### DE ONDE VEM A ELETRICIDADE?

Depois de muitos estudos, os cientistas concluíram que a base da eletricidade está no **átomo**, que é a matéria-prima de tudo o que existe na natureza. É correto afirmar, portanto, que todas as substâncias da natureza são constituídas de átomos.

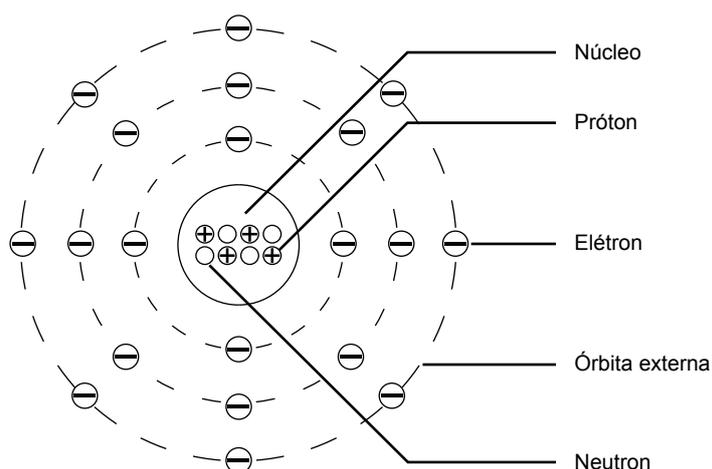
## 1.2 O ÁTOMO E A ELETRICIDADE

Depois dos cientistas terem afirmado que o átomo era considerado a menor partícula da natureza, descobriu-se mais tarde que na sua constituição havia três substâncias de conteúdos diferentes, denominados de **elétrons**, **prótons** e **nêutrons**.

O átomo possui uma parte central chamada **núcleo** e em torno dele giram os **elétrons** em altíssimas velocidades seguindo caminhos chamados **órbitas**.

O núcleo do átomo é constituído de **prótons** que possuem carga positiva (+) e **nêutrons** (que não possuem carga). Assim, pode-se afirmar que o núcleo do átomo possui carga positiva (+). Os elétrons são componentes do átomo que possuem cargas negativas (-).

**Figura 1** – Representação gráfica de um átomo qualquer.



Depois de muitos estudos e exaustivas experiências, os cientistas descobriram que a origem da eletricidade estava dentro do próprio átomo, fonte fornecedora de tensão elétrica.

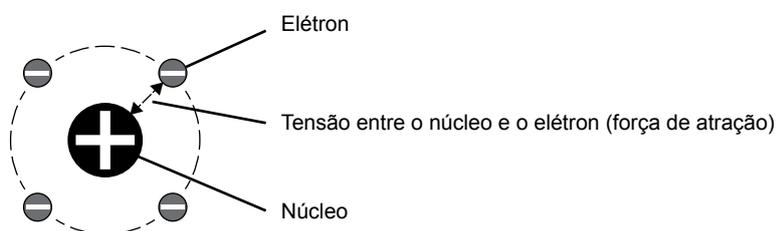
Percebendo a força de atração entre os próprios componentes internos do átomo, os cientistas concluíram que os efeitos elétricos se originavam nele próprio.

Os efeitos elétricos ocorrem a partir de duas cargas que foram descobertas dentro do átomo, a carga positiva (+) e a carga negativa (-).

A força de atração entre estas cargas deu origem à primeira propriedade da eletricidade, que diz o seguinte: **“corpos com cargas iguais se repelem e com cargas diferentes se atraem”**. Isto significa que dois corpos com cargas positivas ou negativas, se repelem. E que dois corpos com cargas diferentes, negativas e positivas, se atraem.

As cargas diferentes são atraídas por uma força chamada **tensão elétrica** que existe dentro do próprio átomo.

**Figura 2** – Representação gráfica de um átomo, mostrando a força de atração entre o elétron e o núcleo (tensão).

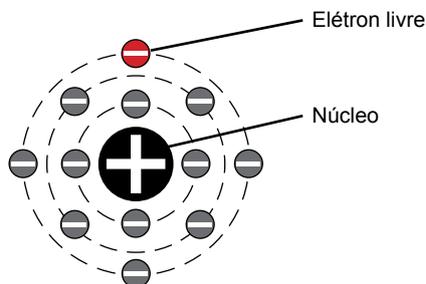


Em condições normais, no interior de um átomo, as cargas positivas e negativas são iguais, mantendo um equilíbrio entre elas. Entretanto, por uma ação física ou química, é possível romper o equilíbrio das cargas, retirando ou colocando elétrons nos átomos.

Quando se retira elétrons de um átomo, ele fica carregado positivamente e deixa de ser um átomo em equilíbrio, pois está com falta de elétrons. Se o processo ocorrer ao contrário e o átomo receber elétrons, também fica desequilibrado, com excesso de elétrons.

Este processo só é possível de acontecer entre os átomos dos **metais**, que têm em sua constituição um **elétron livre**, que pode deixar um átomo e “pular” para outro a partir de um efeito físico ou químico.

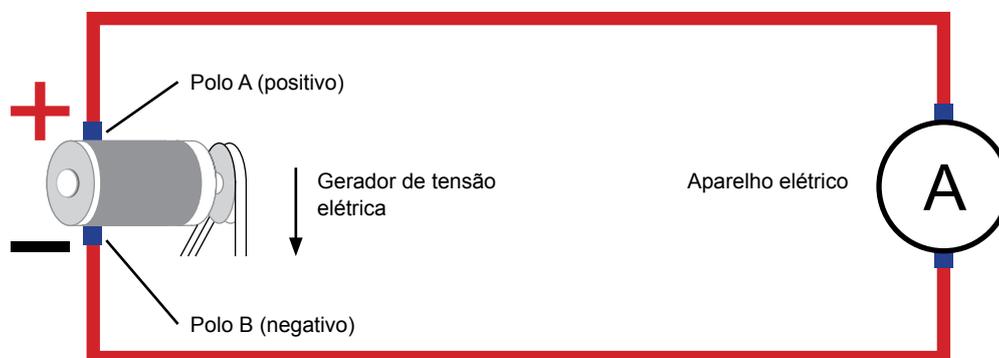
**Figura 3** – Representação gráfica de um átomo de metal, mostrando o elétron livre.



Utilizando um gerador de tensão elétrica é possível atrair **elétrons livres** dos primeiros átomos da ponta do fio de um circuito e transportá-los para a outra, ambas ligadas ao gerador em funcionamento.

Na figura 4, os átomos do polo A do gerador cedem seus elétrons livres e ficam com carga positiva (átomos positivos, com falta de elétrons). Os átomos do polo B que recebem elétrons ficam com carga negativa (átomos negativos, com excesso de elétrons).

**Figura 4** – Circuito elétrico com um gerador produzindo tensão elétrica.

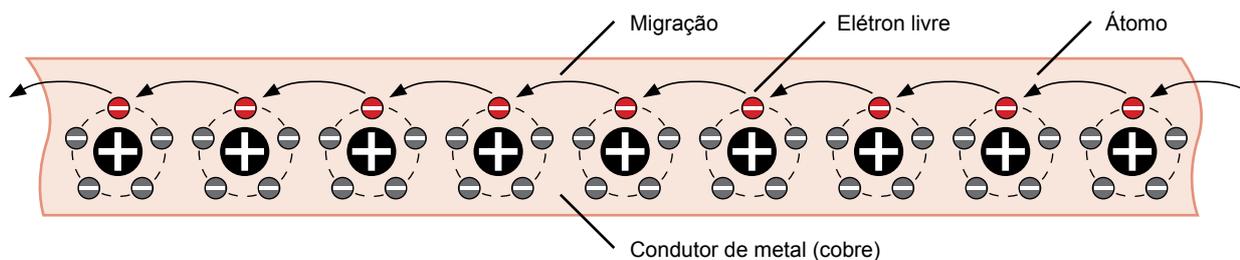


A função do gerador é produzir uma tensão com carga positiva (+) superior à existente no núcleo do átomo, com o objetivo de atrair os elétrons livres.

Quando um átomo é positivo, com falta de elétrons (+) e outro é negativo, com excesso de elétrons (-), ocorre uma diferença de cargas entre eles, chamada de **Diferença de Potencial**, ocorrendo uma força de atração entre eles.

Os átomos não podem ficar desequilibrados, então, imediatamente, os elétrons que estão sobrando “pulam” para os átomos que estão em falta. Nesse instante se inicia uma corrida constante dos elétrons entre os átomos do fio condutor, produzindo uma **corrente elétrica** que passa através do aparelho, provocando o seu funcionamento, com a finalidade de novamente equilibrar os átomos.

Figura 5 – Passagem de elétrons pelo fio condutor.



Enquanto o gerador estiver em movimento e o circuito permanecer fechado, ele estará produzindo **tensão** e provocando uma **diferença de potencial**, conseqüentemente, produzindo uma **corrente elétrica**.

#### SAIBA MAIS

##### O que é a eletricidade?

É a passagem de elétrons pelo circuito.

A eletricidade produzida por geradores é chamada de **eletricidade dinâmica**.

## 2 UNIDADES ELÉTRICAS

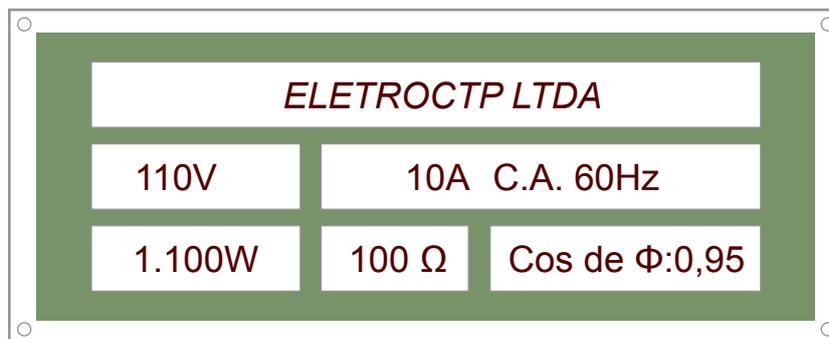
Ainda nos dias de hoje, mesmo com a grande quantidade de aparelhos eletroeletrônicos de voltagens automáticas, muitos equipamentos são danificados devido à falta de atenção na hora de ligá-los a uma tomada.

Sempre que conectar um equipamento elétrico a uma tomada é necessário, antes de tudo, verificar a sua plaqueta de identificação. Nela estão impressas as unidades elétricas que informam as condições exigidas para o bom funcionamento, a potência, o consumo e o tipo de rede requerida.

Para o bom funcionamento, evitando danos na rede de energia elétrica e nos aparelhos, as **unidades elétricas** informadas na plaqueta devem ser interpretadas corretamente.

Uma plaqueta de identificação deverá trazer o maior número possível de informações do aparelho, principalmente as unidades elétricas.

**Figura 6** – Plaqueta de identificação de um aparelho elétrico qualquer.



### Principais unidades elétricas:

- tensão elétrica
- corrente elétrica
- resistência elétrica
- potência elétrica

### 2.1 TENSÃO ELÉTRICA

É conhecida também como **diferença de potencial (ddp)**, **força eletromotriz (fem)** e **voltagem**. É uma força de atração que existe naturalmente nos ímãs, se manifesta entre corpos de cargas diferentes, e pode ser produzida por várias fontes de força, inclusive geradores. A tensão produz uma pressão sobre os elétrons, obrigando-os a percorrer um circuito elétrico qualquer, produzindo uma corrente.

**Unidade de medida de tensão** → Volt (V)

**Instrumento de medição** → Voltímetro

#### ATENÇÃO

A tensão impressa na plaqueta de identificação dos aparelhos deverá ser igual a tensão existente na tomada da rede elétrica, para evitar danos no equipamento.

## 2.2 CORRENTE ELÉTRICA

É conhecida também como **corrente eletrônica**, **fluxo de elétrons** e **amperagem**. Pode ser definida como: “a passagem de elétrons pelo circuito”. É preciso ter um aparelho em série no circuito, para servir de ponte para a passagem da corrente elétrica. Portanto, só existirá corrente num circuito se houver um aparelho em funcionamento.

### EFEITOS DA CORRENTE ELÉTRICA

#### Efeito térmico

É o efeito produzido pelos aparelhos que produzem aquecimento (calor). Estes aparelhos possuem resistências fabricadas com materiais que suportam altas temperaturas, como os elementos **níquel** e **cromo**.

As resistências são fabricadas com fios finos (com pouco espaço para a passagem da corrente) e os elétrons passam com grande pressão e atrito entre eles, produzindo o calor. Nesta categoria estão os chuveiros, ferros de passar, aquecedores, secadores, etc.

#### Efeito luminoso

Assim como no efeito térmico, a corrente passa pelo filamento das lâmpadas provocando um princípio de chama que produz a luz. O **tungstênio** é o elemento (metal) mais usado na fabricação de filamentos de lâmpadas por suportar melhor as altas temperaturas, resultando em maior durabilidade.

A ausência de oxigênio no interior do bulbo da lâmpada é que mantém o filamento aceso. Nesta categoria estão as **lâmpadas incandescentes** de diversos tipos.

#### Efeito fisiológico

O choque elétrico é um efeito provocado principalmente pela tensão elétrica, que produz certo desconforto no organismo. Conforme a intensidade da corrente que está

em conjunto com a tensão e que venha a circular pelo corpo de um animal ou de uma pessoa, o efeito fisiológico pode ser muito perigoso, até mesmo fatal.

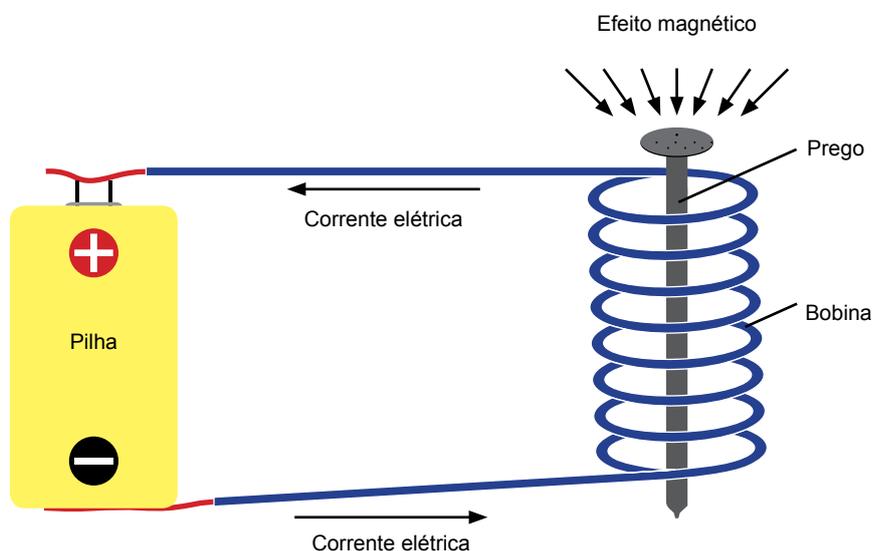
A corrente elétrica pode provocar graves queimaduras, rupturas de órgãos, paradas cardíacas e lesões graves.

### Efeito magnético

O magnetismo é uma força natural dos ímãs, mas que pode ser produzido a partir da corrente elétrica. A passagem da corrente elétrica por um fio enrolado com várias voltas em forma de bobina, sobre um bastão de ferro, produz uma força magnética que atrai metais ferrosos. Esse tipo de ímã recebe o nome de **eletroímã**.

Podemos facilmente fazer um eletroímã improvisado, utilizando uma pilha, um prego e um pedaço de fio encapado ou esmaltado.

Figura 7 – Eletroímã feito com prego, fio encapado e uma pilha.



Nessa categoria estão os motores elétricos, transformadores, rádios, gravadores, televisores, videocassetes, DVDs, aparelhos de comunicação em geral, relês, contactores, etc.

**Unidade de medida de corrente** → Ampere (A)

**Instrumento de medição** → Amperímetro

Ampere é a unidade utilizada para indicar a intensidade de corrente elétrica num circuito. A passagem de **6.280.000.000.000.000.000 elétrons** num ponto determinado de um circuito elétrico, no tempo de **1 segundo**, equivale a um Ampere.

A corrente passa pelo circuito a uma velocidade de 300.000 quilômetros por segundo (Km/s). A intensidade (quantidade) de corrente elétrica que um aparelho precisa para funcionar é determinada em amperes, devido a dificuldade de expressar em elétrons, em razão do número ser muito elevado .

## TIPOS DE CORRENTES ELÉTRICAS

Os aparelhos elétricos trazem em suas plaquetas de identificação o tipo de corrente para a qual foi fabricado.

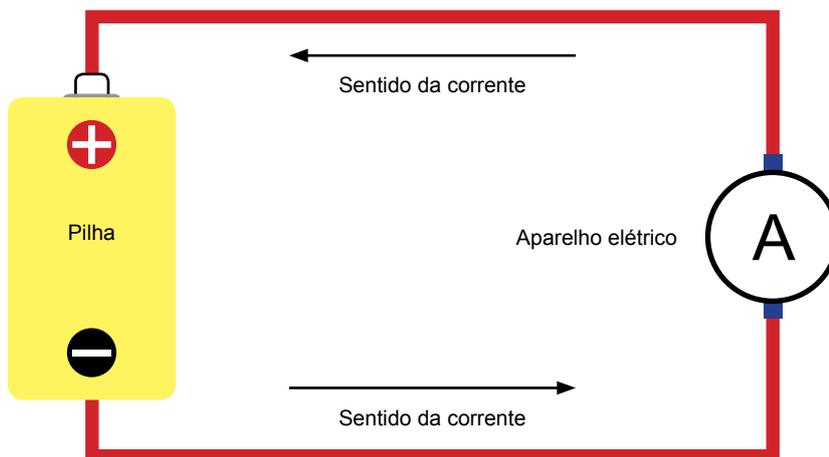
**Os tipos de correntes elétricas existente são:**

- corrente contínua
- corrente alternada

### Corrente contínua

É a corrente na qual os elétrons circulam somente **num sentido**. Os elétrons partem do **polo negativo (-)** que está com sobra para o **polo positivo (+)**, que está com falta de elétrons. A corrente contínua é produzida por dínamos, pilhas, baterias e por outros meios químicos.

**Figura 8** – Na corrente contínua os elétrons circulam somente do polo negativo ao positivo.



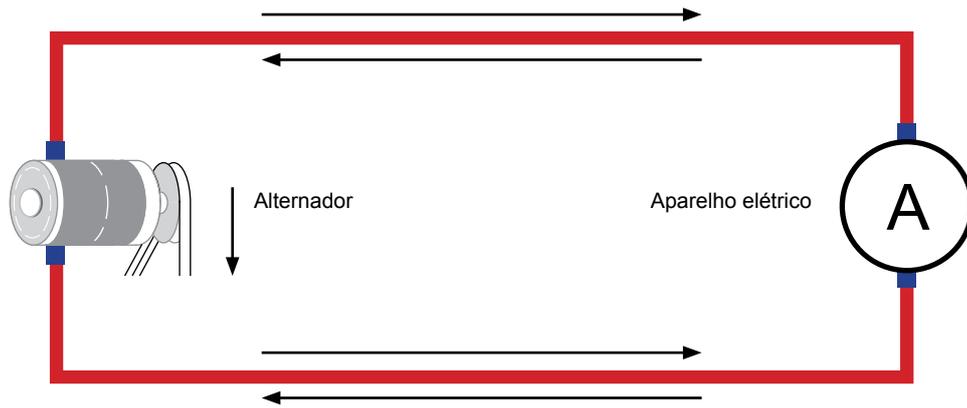
**Os símbolos da corrente contínua são:**

- C.C. (corrente contínua)
- D.C. (*direct current*, em inglês)
- - - - - - (corrente contínua)

### Corrente alternada

É a corrente na qual os elétrons circulam alternando o sentido de movimento. A corrente alternada é produzida pelos **alternadores**, que invertem constantemente os seus pólos (positivo e negativo), fazendo com que os elétrons mudem a direção de circulação no circuito.

**Figura 9** – Na corrente alternada os elétrons circulam nos dois sentidos do circuito (ida e volta).



#### Os símbolos da corrente alternada são:

- C.A. (corrente alternada)
- A.C. (*alternating current*, em inglês)
- ~ (representação gráfica do ciclo)

#### O que é ciclo ou Hertz?

O ciclo ou Hertz é o movimento completo de “ida e volta” dos elétrons no circuito elétrico, em corrente alternada passando pelo aparelho.

#### Os símbolos do Ciclo ou Hertz são:

- C (Ciclo)
- Hz (Hertz)
- ~ (sinal gráfico do ciclo)

#### O que é ciclagem ou frequência da corrente alternada?

A ciclagem ou frequência da corrente alternada é a quantidade de ciclos ou Hertz, que ocorrem num circuito elétrico durante o tempo de **1 segundo**. A frequência da corrente alternada no Brasil é de 60Hz/s, mas muitos países como a Argentina, Paraguai e outros adotam a frequência de 50Hz/s.

Nas redes de 60Hz, os elétrons invertem o sentido de circulação 120 vezes por segundo (ida e volta) e em redes de 50Hz os elétrons invertem o sentido apenas 100 vezes por segundo. Quando os aparelhos são ligados em redes de frequências diferentes, apresentam problemas de funcionamento e podem sofrer danos prematuros.

## 2.3 RESISTÊNCIA ELÉTRICA

É toda e qualquer **oposição** que os elétrons encontram ao percorrer um circuito. Os materiais chamados de **isolantes** bloqueiam a passagem dos elétrons e os materiais **condutores** permitem a passagem deles. Assim, conclui-se que os isolantes são materiais de alta resistência elétrica e os condutores são de baixa resistência elétrica. Tanto os materiais condutores como os materiais isolantes são de grande importância em eletricidade.

Os materiais condutores são utilizados para a fabricação de fios e contatos elétricos dos aparelhos. Já os isolantes têm importância na fabricação das carcaças e alavancas de acionamento dos aparelhos, para evitar choques.

Todos os metais são condutores de eletricidade, mas eles ainda oferecem certa resistência contra a passagem da corrente elétrica.

**Unidade de medida da resistência** → Ohm ( $\Omega$ )

**Instrumento de medição** → Ohmímetro

**A resistência dos condutores depende dos seguintes fatores:**

- material do condutor
- grossura do condutor
- comprimento do condutor

Material do condutor: entre os metais, os melhores condutores de eletricidade são prata, cobre, ouro, alumínio, etc. A prata é o metal que apresenta a menor resistência (melhor condutor de eletricidade).

Grossura do condutor: quanto mais grosso o condutor, menor é a sua resistência, e quanto mais fino, maior é a sua resistência elétrica.

Comprimento do condutor: quanto mais comprido o condutor, maior é a sua resistência, e quanto mais curto, menor é a sua resistência elétrica.

### A LEI DE OHM

As três unidades básicas da eletricidade são: tensão, corrente e resistência elétrica. O cientista alemão George Simon Ohm, descobriu a relação entre estas três unidades, que ficou conhecida como a “**Lei de Ohm**”, que diz o seguinte: “A **corrente**, que atravessa um circuito elétrico, é **diretamente** proporcional à **tensão** aplicada e **inversamente** proporcional à **resistência** do circuito”.

**A Lei de Ohm pode ser expressa pela seguinte fórmula:**

$$I = \frac{E}{R} \text{ Amperes} = \text{Volts} / \text{Ohms}$$

Onde:

- **I** = Intensidade de corrente, em Amperes (A)
- **E** = Tensão, em Volts (V)
- **R** = Resistência, em Ohms ( $\Omega$ )

Afirmar que a corrente é **diretamente proporcional** à tensão significa que:

- se aumentarmos a tensão, aumentará também a corrente.
- se diminuirmos a tensão, diminuirá também a corrente.

**Exemplo:**

A resistência é de  $100\Omega$ .

Tensão de 110V → Corrente de 10A.

Tensão de 220V → Corrente de 20A.

#### ATENÇÃO

A resistência permanece a mesma ( $100\Omega$ ).

Afirmar que a corrente é **inversamente proporcional** à resistência, significa que:

- se aumentarmos a resistência, diminuirá a corrente.
- se diminuirmos a resistência, aumentará a corrente.

**Exemplo:**

A tensão é de 110V.

Resistência de  $200\Omega$  → Corrente de 5A.

Resistência de  $100\Omega$  → Corrente de 10A.

**Atenção:** a tensão permanece a mesma (110V).

#### ATENÇÃO

A tensão permanece a mesma (110V).

**Por que os aparelhos 220V podem utilizar redes de fios mais finos que os aparelhos de 110V?** Porque os aparelhos 220V consomem a metade da corrente que os 110V. Isto acontece porque a resistência dos aparelhos 220V é o dobro da resistência dos aparelhos 110V.

**Exemplo:**

Um aparelho de 1100W:

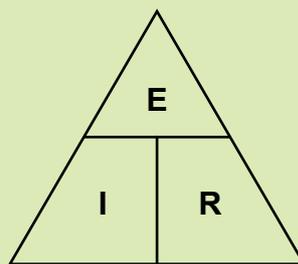
Tensão 110V → Resistência 100Ω → Corrente 10A (fio mais grosso).

Tensão 220V → Resistência 200Ω → Corrente 5A (fio mais fino).

**ATENÇÃO**

A potência do aparelho permanece a mesma (1100W).

A Lei de Ohm pode ser representada pelo triângulo abaixo:

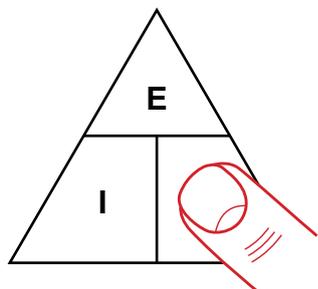


Triângulo de Ohm

**Utilizando o triângulo de Ohm para cálculos de eletricidade do dia a dia**

As três unidades elétricas (tensão, corrente e resistência) são correlacionadas entre si, uma dependendo da outra. Conhecendo-se duas delas pode-se descobrir a terceira, pela fórmula do Triângulo de Ohm. Cobrindo-se com o dedo a unidade que se quer achar, obtém-se a operação matemática para fazer o cálculo.

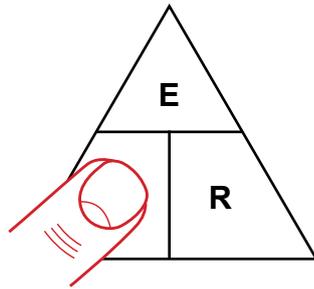
1. Um ferro de passar, alimentado com a tensão de **120V**, absorve a corrente de **5A**. Qual o valor da sua **Resistência (Ω)**?



$$R = \frac{E}{I} \quad \text{ou} \quad R = E \div I$$
$$R = 120V \div 5A$$
$$R = 24\Omega$$

Resposta: o valor da sua resistência será de 24 Ohms.

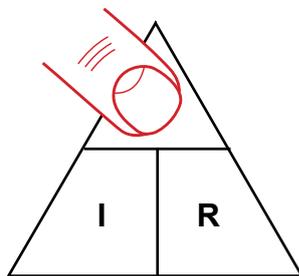
2. Um ferro de passar, cuja resistência é  $15\ \Omega$  é alimentado com uma tensão de  $120\text{V}$ . Qual será o valor da **Corrente (A)**?



$$I = \frac{E}{R} \quad \text{ou} \quad I = E \div R$$
$$I = 120\text{V} \div 15\Omega$$
$$I = 8\text{A}$$

Resposta: o valor da corrente será 8 Amperes.

3. Um ferro de passar absorve uma corrente de  $10\text{A}$ , possui uma resistência de  $12\ \Omega$ . Qual será a sua **Tensão (V)** de funcionamento?



$$E = I \times R$$
$$E = 10\text{A} \times 12\Omega$$
$$E = 120\text{V}$$

Resposta: a tensão será de 120 Volts.

## 2.4 POTÊNCIA ELÉTRICA

A potência pode ser entendida como uma conversão de energia elétrica em outra qualquer. Além de representar a **capacidade de trabalho** indica também o **consumo de energia elétrica por hora de funcionamento**.

O resultado dessa conversão é considerado como **trabalho** ou **potência**, que pode ser em forma de calor, luz, movimento, força, som, imagem, etc.

Se num circuito elétrico a resistência não alterar, a tensão, a corrente e a potência são proporcionais, isto é:

- se aumentarmos a tensão, aumentará a corrente e a potência.
- se diminuirmos a tensão, diminuirá a corrente e a potência.

### Exemplo:

Tensão  $110\text{V}$  → Corrente  $10\text{A}$  → Potência  $1.100\text{W}$

Tensão  $220\text{V}$  → Corrente  $20\text{A}$  → Potência  $2.200\text{W}$

### ATENÇÃO

A resistência permanece a mesma.

### **A potência elétrica pode ser dividida em três tipos:**

- potência ativa
- potência aparente
- potência reativa

## **POTÊNCIA ATIVA**

É a potência especificada somente nos aparelhos “resistivos” (que possuem resistência) como: lâmpadas, chuveiros, aquecedores, ferros de passar, etc.

O valor especificado no aparelho representa o total da energia elétrica que será consumida por ele e convertida em trabalho, com 100% de aproveitamento da energia fornecida pela distribuidora.

Isto quer dizer que se foi fornecido **100kWh** de energia elétrica no mês, o medidor registrou os **100kWh** que foram consumidos e a distribuidora receberá integralmente.

**Unidade de medida da potência ativa** → Watt (W) ou QuiloWatt (kW)  
**Instrumento de medição** → Wattímetro

## **POTÊNCIA APARENTE**

É a potência especificada nos aparelhos “indutivos” (que possuem enrolamentos de fios), tais como: motores elétricos, reatores, transformadores, contactores, etc. Estes aparelhos (indutivos) provocam certa perda de energia, aproveitando somente uma porcentagem do que foi fornecido pela distribuidora.

O valor especificado no aparelho representa o total da energia elétrica que será consumido por ele para produzir trabalho, mais as perdas. A energia que o aparelho não utiliza para produzir trabalho não será registrada pelo medidor, portanto a distribuidora não irá receber.

Essa energia que o aparelho não transforma em trabalho, ele utiliza para a produção de campo magnético para seu funcionamento. A distribuidora irá receber do consumidor somente uma parte da energia que ela forneceu para os aparelhos indutivos.

**Unidade de medida da potência aparente** → Volt-Ampere (VA) ou QuiloVolt-Ampere (kVA)  
**Instrumento de medição** → Cosfímetro

## POTÊNCIA REATIVA

Esta potência não vem especificada nos aparelhos. É a parte da potência aparente que a distribuidora não recebe porque o relógio medidor de kWh não marca. É utilizada para produzir campo magnético e garantir o funcionamento do aparelho.

**Unidade de medida da potência reativa** → Volt-Ampere – reativo (VAr) ou QuiloVolt-Ampere – reativo (kVAr)

**Instrumento de medição** → Cosfímetro

## FATOR DE POTÊNCIA

É um valor que indica o índice de aproveitamento da energia elétrica em porcentagem, de um aparelho indutivo (motores, transformadores, reatores, etc.). Pode ser chamado também de *coseno de  $\phi$*  (*co-seno  $\phi$* ).

Assim, um aparelho com fator de potência igual a 0,95 representa uma perda de 5% da energia (potência reativa) e 95% de aproveitamento (potência ativa). Portanto, a distribuidora irá receber somente os 95% da energia fornecida.

- Potência aparente: 100% (total fornecido: 100VA)
- Potência ativa: 95% (total aproveitado: 95W)
- Potência reativa: 5% (valor usado para produzir campo magnético no aparelho, que não foi marcado no medidor: 5VAr)
- Fator de potência ou *coseno de  $\phi$*  (*co-seno  $\phi$* ): 0,95

O **menor índice de fator de potência permitido** pela legislação brasileira para todos os aparelhos elétricos indutivos é de **0,92**. Em um aparelho com potência aparente de 100kVA a sua potência ativa ou fator de potência deve ser de, pelo menos, 92kW, representando uma perda de 8% da energia fornecida pela distribuidora, que não será registrado pelo medidor de quilowatt-hora. Esta perda causa prejuízo às distribuidoras e provoca sobrecargas nas linhas de distribuição. O índice do fator de potência deve estar o mais próximo possível da unidade (1).

O fator de potência pode ser corrigido nas linhas de distribuição ou diretamente nos aparelhos através de capacitores refasadores.

## 2.5 CALCULANDO O CONSUMO DE ENERGIA DE UM APARELHO ELÉTRICO

A potência ativa indica o consumo de energia dos aparelhos por hora de funcionamento, além da sua capacidade de trabalho. Esta indicação serve como orientação para o usuário

escolher um aparelho a comprar, pela sua capacidade de trabalho e consumo de energia por hora.

**Exemplo:** uma lâmpada de 100W é mais forte em luminosidade que uma de 60W, e consome 100W por hora de energia, gastando 40W a mais que a lâmpada de 60W.

Fórmula para cálculo de consumo de energia de um aparelho elétrico:

$$C = P \times t$$

Onde:

**C** = Consumo (kWh)

**P** = Potência do aparelho em Watts (W)

**t** = Tempo de funcionamento (h)

## Exemplos

1. Qual o consumo diário de energia de um chuveiro de 4.000Wh, funcionando 1 hora por dia?

$$C = P \times t$$

$$C = 4000Wh \times 1$$

$$C = 4000Wh = 4kWh$$

**O consumo diário é de 4kWh de energia.**

2. Se o valor de 1kWh cobrado pela distribuidora for R\$ 0,50 (incluídos os impostos), qual será a despesa diária de um chuveiro de 4kWh funcionando 1 hora por dia?

$$4kWh \times R\$ 0,50/kWh = R\$ 2,00$$

**A despesa diária será de R\$ 2,00.**

3. Qual a despesa mensal de um chuveiro com potência de 4kWh funcionando 1 hora por dia, sendo que o valor do kWh cobrado pela distribuidora é de R\$ 0,50 (incluídos os impostos)?

$$4kWh \times R\$ 0,50/kWh = R\$ 2,00$$

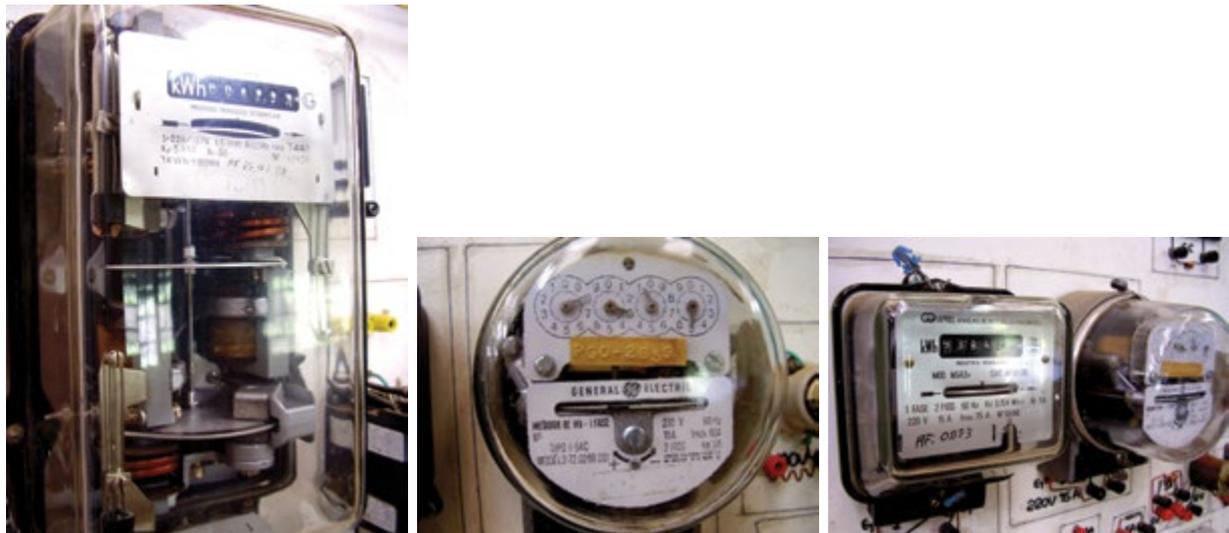
$$R\$ 2,00 \times 30 \text{ dias} = R\$ 60,00$$

**A despesa mensal será R\$ 60,00.**

## 2.6 MEDIDORES DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

O relógio medidor de QuiloWatt-hora (kWh) registra a energia elétrica utilizada pelo consumidor. Os medidores mais comuns são os que usam pequenos relógios com ponteiros ou roldanas numeradas (contador), acionados por engrenagens comandadas por um disco giratório. Atualmente, já estão sendo utilizados medidores eletrônicos com visores digitais de maior precisão e facilidade na leitura.

Figura 10 – Medidores de consumo de energia elétrica.



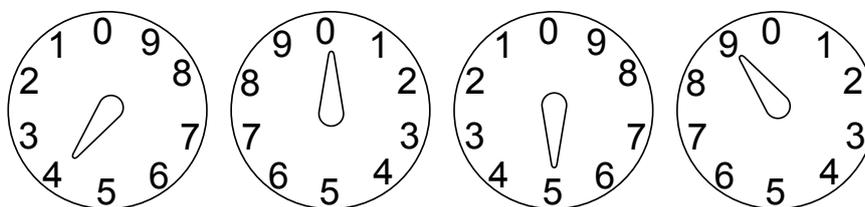
1. Trifásico.

2. Bifásico.

3. Monofásicos.

A leitura dos medidores de ponteiros é feita por pequenos relógios marcadores da direita para a esquerda, levando em conta sempre o último número por onde passou o ponteiro, em ordem crescente de cada relógio marcador. O primeiro pequeno relógio (da esquerda) representa a casa do “milhar”, o seguinte da “centena”, o próximo da “dezena” e o último a casa da “unidade”.

Figura 11 – Pequenos relógios marcadores do medidor de kWh.



Leitura: 4.059kwh.

A leitura, no exemplo acima, é 4.059kWh. Supondo que a leitura do mês anterior foi 3.247kWh, subtraindo-se o valor da leitura atual da leitura do mês anterior, obteremos, então, um consumo de 812kWh.

### 3 REDES DE ENERGIA ELÉTRICA

As redes de energia elétrica são divididas em sete (7) tipos:

- redes de transmissão
- redes de distribuição
- redes de distribuição primárias
- redes de distribuição primárias monofilar retorno por terra
- redes de distribuição secundárias
- redes internas primárias
- redes internas secundárias

**Redes de transmissão:** são redes utilizadas para o transporte de energia elétrica da usina geradora até as estações terminais, nas regiões distribuidoras. O transporte é feito em tensões muito elevadas (alta tensão – AT) devido às perdas que ocorrem no sistema por causa da distância. Estas redes transportam tensões de 500.000V podendo chegar até 750.000V.

**Redes de distribuição:** são as redes que distribuem a energia elétrica das estações terminais para as subestações das cidades de menor população. O transporte é feito também em alta tensão (AT), para evitar as perdas devido à distância. Estas redes transportam tensões de 34.500 a 138.000V.

**Redes de distribuição primárias:** são as redes que transportam a energia elétrica das subestações das cidades, para os bairros e propriedades rurais. O transporte é feito em média tensão (MT), devido às perdas causadas pela distância, apesar de serem menores. A tensão transportada por essas redes são de 13.800V. No final dessas redes estão instalados os transformadores redutores de média tensão (MT) para baixa tensão (BT).

**Redes de distribuição primárias monofilar retorno por terra (MRT):** a distribuição é feita por um único fio condutor em média tensão, que alimenta o enrolamento primário do transformador que está ligado ao solo pela outra extremidade. A transmissão da energia é feita em tensões de 19.900V.

É chamada também de Clic Rural Monofásico ou *S.W.E.R. (Single Wire Earth Return System, em inglês)*. Estas redes são utilizadas em pequenas propriedades rurais, onde o consumo não é muito grande. As potências dos transformadores são: 3,5; 5; 10 e 15kVA.

As tensões de saída (BT) na rede monofásica é 127V e na rede bifásica é de 254V, portanto é preciso tomar certos cuidados na aquisição dos equipamentos elétricos para estas redes.

**Redes de distribuição secundárias:** são as redes de baixa tensão (BT), que levam a energia elétrica do transformador redutor de média tensão para as indústrias, comércio

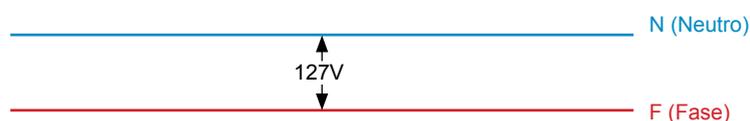
e residências. O seu comprimento não deve ultrapassar 400 metros e o cabo mais baixo deve ter no mínimo 5 metros de altura.

### Tipos de redes de baixa tensão:

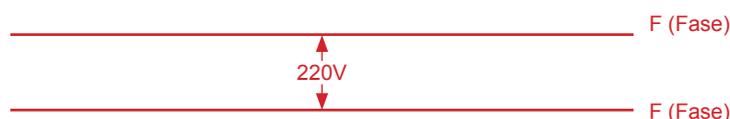
- rede bifilar
- rede trifilar
- rede quadrifilar

Rede bifilar: é a rede de baixa tensão composta por 2 condutores. Pode ser dividida em 2 tipos: **monofásica** e **bifásica**.

- Rede bifilar monofásica (127V): é composta por 1 condutor neutro e outro fase (vivo).

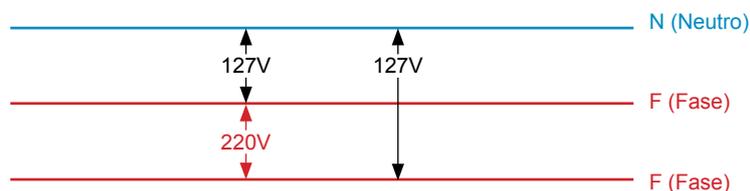


- Rede bifilar bifásica (220V): é composta por 2 condutores fases (vivos).

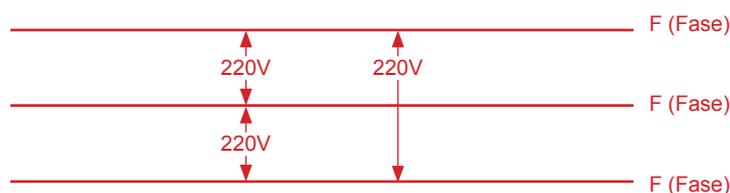


Rede trifilar: é a rede de baixa tensão composta por 3 condutores. Pode ser dividida em dois tipos: **mista** e **trifásica**.

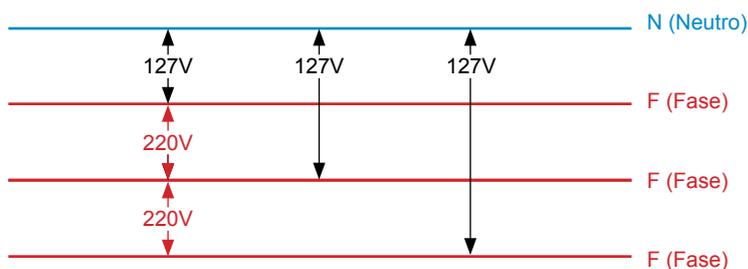
- Rede trifilar mista (127/220V): é composta por 1 condutor neutro e 2 fases (vivos).



- Rede trifilar trifásica (220/380V): é composta por 3 condutores fases (vivos).



- **Rede quadrifilar:** é a rede composta por 4 condutores, 1 neutro e 3 fases (vivos).



**Redes internas primárias:** são as redes instaladas dentro do local de consumo, com condutores de cobre e encapados (isolados). São chamadas também de “Linha mestre”, “Rede geral” e “Rede principal”.

São feitas com condutores de espessura maior, nos quais são instaladas as redes internas secundárias, que vão até os pontos de consumo, onde são ligados os aparelhos elétricos.

A rede interna primária (rede geral) deve começar no quadro de distribuição onde estão instalados os dispositivos de proteção (disjuntores). O quadro de distribuição deve ter um disjuntor principal (geral) de maior corrente e os secundários na saída para os setores da construção, com correntes menores.

Figura 12 – Quadros de distribuição.



1. Monofásico.

2. Bifásico.

3. Trifásico.

**Observação:** o condutor “neutro” atua também como proteção do sistema elétrico, portanto, não pode ser interrompido. O fio neutro não deve passar pela chave geral ou disjuntor.

Tabela 1 – Escolha dos disjuntores principais dos quadros de distribuição.

Capacidade nominal do disjuntor (Amperes – A)	Bitola do condutor (mm <sup>2</sup> )
15	1,5
20	2,5
30	4
40	6
50	10

### **Espessura dos condutores para as redes internas primárias:**

- redes de 127V → condutores de 10mm<sup>2</sup>
- redes de 220V → condutores de 6mm<sup>2</sup>
- redes mistas 127 e 220V → condutores de 10mm<sup>2</sup>

**Redes internas secundárias:** são as linhas derivadas das redes internas primárias que vão até os pontos onde são conectados os aparelhos elétricos. Os condutores das redes internas secundárias devem ser bem fixados nas redes gerais para garantir o bom funcionamento dos aparelhos e evitar superaquecimento nas conexões e riscos de incêndios.

### **Espessura dos condutores para as redes internas secundárias:**

- para tomadas comuns → condutores de 2,5mm<sup>2</sup>
- para tomadas especiais → ver tabela
- para lâmpadas → condutores de 1,5mm<sup>2</sup>

## **Código de cores para os condutores das redes elétricas**

Nas instalações elétricas, as cores dos condutores são de suma importância. Os instaladores devem usar os padrões recomendados para as cores dos condutores, o que irá facilitar o trabalho da instalação e manutenção das redes internas.

**Figura 13** – Código de cores para condutores das redes elétricas.

Fio Terra	_____	Verde
Fio Neutro	_____	Azul-claro
Fio Fase 1	_____	Vermelho
Fio Fase 2	_____	Amarelo
Fio Fase 3	=====	Branco

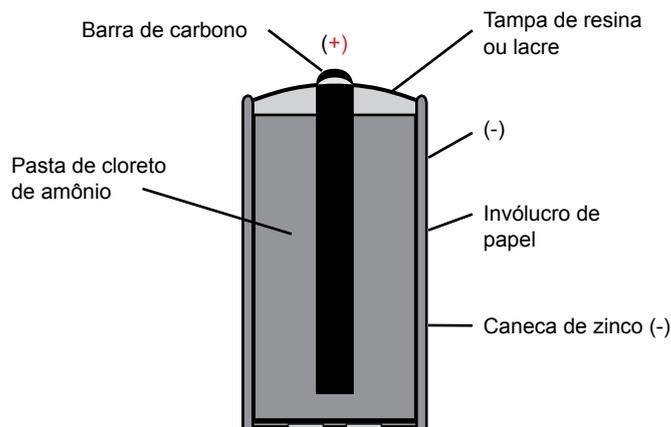
## 4 PILHAS

As pilhas são dispositivos capazes de gerar eletricidade através de processos químicos.

### PILHAS SECAS

São constituídas de uma caneca de zinco, que é o polo negativo (-). Dentro desta caneca existe uma pasta de “cloreto de amônia” (sal amoníaco), com um pouco de água. Um pó de “bióxido de manganês” é misturado com pó de “carbono” (carvão) para absorver as bolhas de “hidrogênio” que se acumulam ao redor da barra de carbono, que é o polo positivo (+).

Figura 14 – Componentes de uma pilha seca.



#### ATENÇÃO

As pilhas secas não são recarregáveis, por isso são chamadas de “pilhas primárias”. Se tentar recarregar pilhas secas, elas podem explodir.

O cloreto de amônia é corrosivo e, durante a vida útil da pilha, ele corrói a caneca de zinco, provocando vazamentos. Para evitar danos nos aparelhos, é preciso retirar as pilhas se forem ficar muito tempo sem uso.

Capacidade das pilhas secas: uma pilha seca fornece uma tensão de 1,5V, mas a corrente varia de acordo com o seu tamanho. Quanto maior a pilha mais corrente ela pode fornecer por hora, com a mesma tensão de 1,5V.

Tabela 2 – Classificação das pilhas quanto ao tamanho.

Tipo	Tensão - V	Corrente por hora - Ah	Dimensões
Mini (AAA)	1,5 V	100 mAh	10 x 44 mm
Pequena (AA)	1,5 V	150 mAh	14 x 50 mm
Média (C)	1,5 V	200 mAh	25 x 50 mm
Grande (D)	1,5 V	300 mAh	33 x 60 mm

As pilhas para usos especiais são classificadas por números.

## PILHAS ALCALINAS

São pilhas fabricadas à base de soluções alcalinas. Apresentam vantagem na durabilidade e não vazam com facilidade. Possuem as mesmas características físicas das pilhas secas.

## ASSOCIAÇÕES DE PILHAS

Às vezes é preciso juntar várias pilhas para obter “maior tensão”, “maior corrente” ou “maior tensão e maior corrente”, do que uma única pilha pode fornecer.

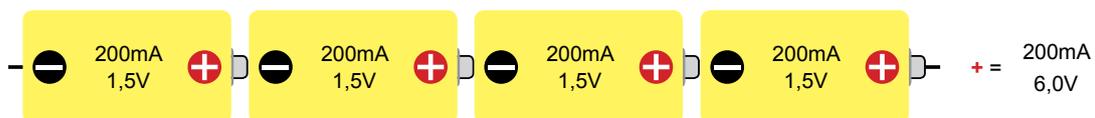
### Associações que podem ser feitas com pilhas:

- associações em série
- associações em paralelo
- associações em série-paralelo

### Associação de pilhas em série

É feita quando se necessita tensão maior do que uma só pilha fornece (1,5V). A associação em série consiste no acoplamento de pilhas ligando o polo positivo (+) de uma pilha com o negativo (-) da outra. A tensão fornecida pela associação em série de pilhas é a soma das tensões de todas elas. A tensão aumenta, mas a corrente fornecida por hora permanece a mesma de uma única pilha.

Figura 15 – Associação de pilhas em série.

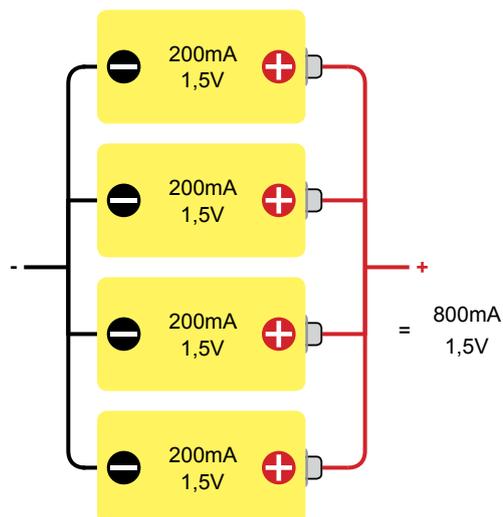


### Associação de pilhas em paralelo

Empregada em circuitos onde se necessita corrente maior do que a fornecida por uma única pilha. A corrente fornecida por uma pilha depende do seu tamanho. A associação em paralelo permite aumentar a capacidade de fornecimento de corrente de pilhas por hora mantendo a tensão de uma única pilha (1,5V).

A associação em paralelo consiste na conexão de todos os polos positivos (+) entre si (um no outro), e da mesma forma os polos negativos (-). A corrente total fornecida por hora é igual a soma de suas correntes individuais.

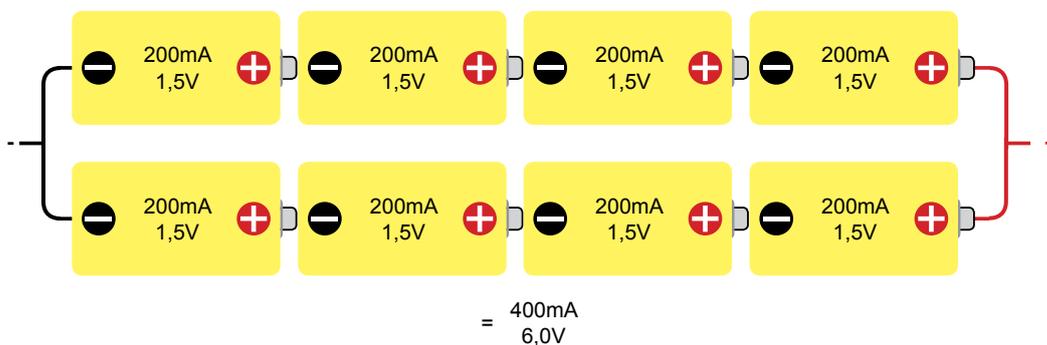
**Figura 16** – Associação de pilhas em paralelo.



### Associação de pilhas em série-paralelo

Empregada em circuitos em que se necessita maior corrente, mas também maior tensão. A associação em série-paralelo consiste em ligar em paralelo dois ou mais conjuntos de pilhas que foram ligadas em série.

**Figura 17** – Associação de pilhas em série-paralelo.



### PILHAS RECARREGÁVEIS

As pilhas recarregáveis têm tensões de 1,2V cada. As mais comuns são AAA e AA.

## 5 BATERIAS DE CHUMBO-ÁCIDO

As baterias de chumbo-ácido são chamadas também de “acumuladores” e “células eletrolíticas”. São consideradas baterias secundárias por serem recarregáveis.

As baterias são divididas em células que são compostas por placas de “chumbo puro” ligadas ao polo negativo (-) e por placas de “peróxido de chumbo” (chumbo e oxigênio), ligadas ao polo positivo (+). Cada célula fornece 2,0Volts e a tensão total de uma bateria representa a soma das tensões de todas as células (vasos). Exemplo: 12V (6 vasos de 2,0V cada).

As placas positivas e negativas são entrelaçadas, separadas por chapas isolantes e ficam mergulhadas dentro de uma solução de ácido sulfúrico, chamada “solução eletrolítica” ou “eletrólito”. A solução eletrolítica é composta de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) diluído em água destilada ( $H_2O$ ), numa proporção de 40 partes de ácido sulfúrico (40%) e 60 partes de água destilada (60%). O ácido sulfúrico é composto de hidrogênio, enxofre e oxigênio.

Figura 18 – Bateria 12 Volts.



### FUNCIONAMENTO DAS BATERIAS DE CHUMBO-ÁCIDO

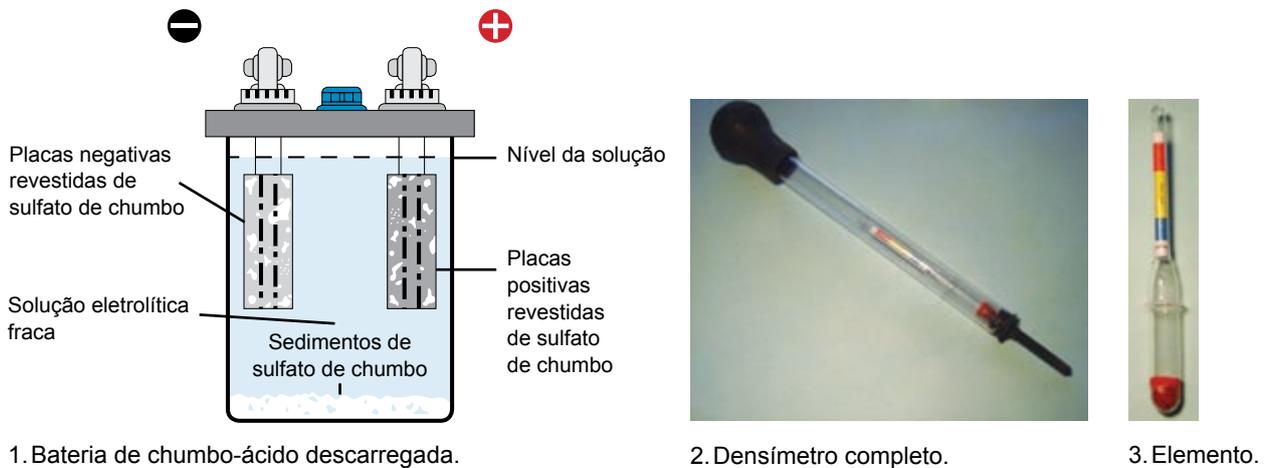
Processo de descarga da bateria: nas placas negativas de chumbo puro há um excesso de elétrons e nas positivas de peróxido de chumbo, uma falta. Isto ocorre devido a uma reação química entre os elementos, provocada por uma corrente elétrica externa na hora da carga.

Durante a descarga (uso da bateria) o ácido combina com o chumbo das placas para formar o “sulfato de chumbo” ( $PbSO_4$ ), que é um pó branco. Numa bateria totalmente descarregada a maior parte da superfície das placas fica coberta por esse pó branco (sulfato de chumbo).

Durante a combinação com o chumbo das placas, o ácido vai ficando fraco e a bateria perde a carga. Uma bateria totalmente carregada pode ter até 2,2 Volts por

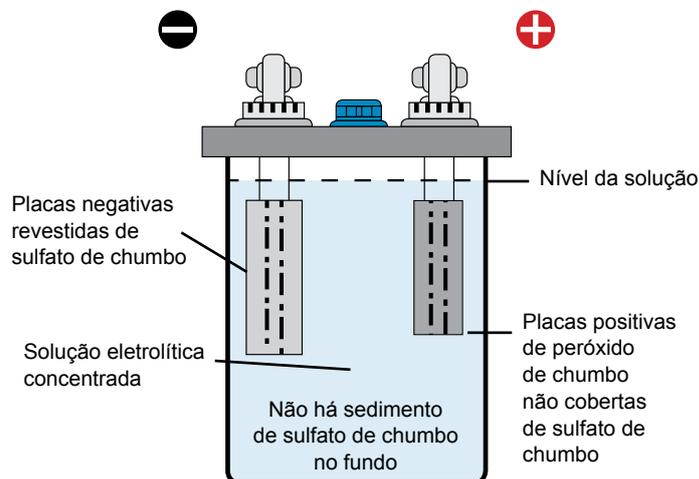
célula e quando totalmente descarregada 1,6Volts. Quando o ácido fica fraco, ele perde a densidade, podendo ser comprovado com o uso de um densímetro.

**Figura 19** – Bateria descarregada, densímetro e elemento.



Processo de carga da bateria: quando as baterias estão descarregadas o ácido sulfúrico está combinado com o chumbo das placas em forma de crosta branca sobre elas. É a reação química entre o chumbo e o ácido que produz a eletricidade. Portanto, para recarregar é necessário dissolver ou separar o composto de sulfato de chumbo (pó branco), de modo que o chumbo volte para as placas e o resto (enxofre, oxigênio –  $\text{SO}_4$ ) para o ácido sulfúrico (solução eletrolítica).

**Figura 20** – Bateria de chumbo-ácido carregada.



As baterias fornecem correntes em Amperes por hora (Ah) e a capacidade de fornecimento varia conforme o número de placas de cada uma. É necessário completar o nível da solução periodicamente com água destilada, por ser considerada quimicamente pura.

Densidade da solução eletrolítica: densidade de um corpo é a relação entre o peso desse corpo e o peso da água destilada. Um litro de água destilada pesa 1000g (1kg), um litro de ácido sulfúrico pesa 1835g (1,835kg). É por isso que se diz que a densidade da

água é igual a 1 (um) e do ácido sulfúrico é 1,835. Os produtos mais grossos são mais densos.

Se a bateria estiver totalmente carregada, a densidade da solução eletrolítica deve estar próxima a 1,300. Se estiver descarregada a densidade da solução deve estar em torno de 1,150. Para comprovar a carga das baterias o mais correto é utilizar o densímetro, conforme a tabela 3.

**Tabela 3** – Densidade da solução eletrolítica em relação à carga da bateria.

Carga da bateria	Densidade da solução
Descarregada	1,190
Média carga	1,220
Carregada	1,280 a 1,300

**IMPORTANTE**

O polo positivo da bateria é **mais grosso e mais escuro** que o polo negativo.

## 6 TRANSFORMADORES

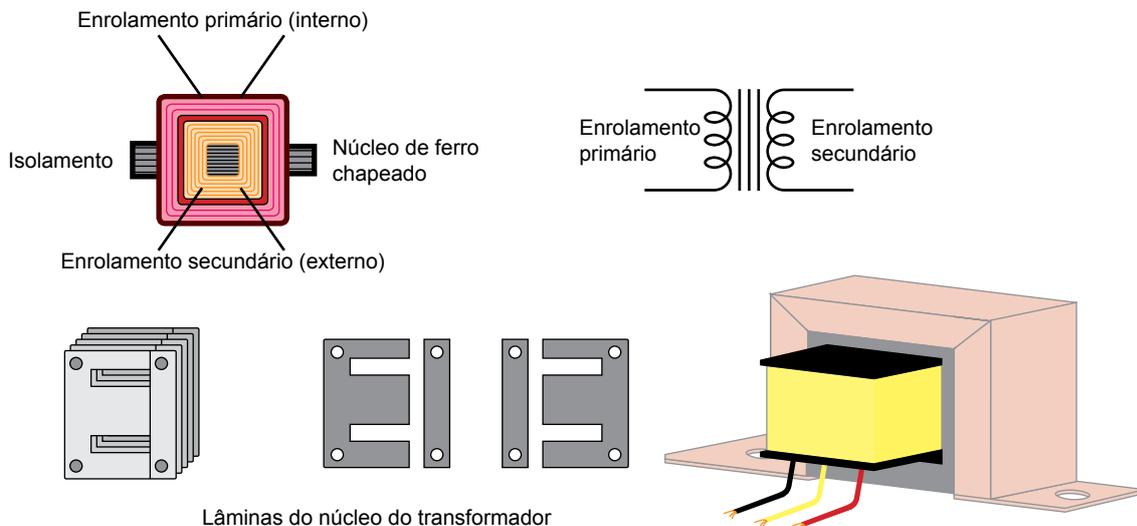
Transformadores são equipamentos que transformam tensões elétricas alternadas (Volts), para mais ou menos (acima ou abaixo da tensão de entrada). Os transformadores funcionam pelo processo de “indução magnética” que é a passagem de tensão de uma bobina para outra próxima.

Possui um enrolamento primário (de entrada) de fio esmaltado de cobre ou alumínio, enrolado sobre um conjunto de chapas de ferro chamado de “núcleo de ferro chapeado”. Sobre o enrolamento primário é feito um isolamento de fibras especiais e sobre o qual é enrolado o “enrolamento secundário” (de saída).

A relação das espiras (volts) dos enrolamentos é 1:2 quando se pretende aumentar ou 2:1 quando se pretende reduzir a tensão do primário. A tensão induzida no secundário do transformador possui as mesmas características da tensão de entrada no enrolamento primário, apenas altera a quantidade de Volts.

Se um número de espiras for igual tanto no primário como no secundário não haverá alteração de tensão na saída do transformador. Se o número de espiras do secundário for maior que o do primário, o transformador é “elevador de tensão”, se for ao contrário, será “reduzidor de tensão”.

**Figura 21** – Esquemas de transformadores de uso geral.



**Figura 22** – Transformadores.



1. Transformador de força.



2. Transformador de aparelhos eletrônicos.

## POTÊNCIA DOS TRANSFORMADORES

A potência dos transformadores é especificada em Volt-Ampere (VA) e depende da corrente (A) fornecida pelo enrolamento secundário, que por sua vez depende da grossura do fio que foi utilizado no enrolamento. Quanto mais grosso o fio do secundário, mais corrente os transformadores podem fornecer e, conseqüentemente, maiores serão as suas potências.

A potência ativa (W) de um transformador deve ser superior a do equipamento no qual será ligado. Para calcular a potência ativa em Watts de um transformador, é preciso conhecer a sua potência aparente em VA e o seu fator de potência.

**Exemplo – Qual a potência ativa (W) de um transformador com potência aparente de 600VA, sendo que seu fator de potência é 0,95?**

$$P = S \times FP$$

Onde: **P** = Potência Ativa (W)

$$P = 600 \times 0,95$$

**S** = Potência Aparente (VA)

$$P = 570W$$

**FP** = Fator de Potência

**RESPOSTA:** a potência ativa é de 570 Watts.

## 7 MOTORES ELÉTRICOS

Os motores elétricos mais utilizados nas propriedades agropecuárias são os de corrente alternada.

**Motores de corrente alternada são classificados em 2 tipos:**

- motores monofásicos
- motores trifásicos

### MOTORES MONOFÁSICOS

São motores de pequeno porte, ligados em redes de dois condutores. Esses motores podem ser ligados em redes monofásicas, que são compostas por um condutor neutro e um fase e também em redes bifásicas com dois condutores fase.

**Figura 23** – Motor elétrico monofásico (presença de capacitor).



O sistema de partida é automático e funciona com capacitores eletrolíticos. Esses motores possuem dois enrolamentos distintos: **enrolamento auxiliar** para ajudar na partida (é desligado automaticamente depois) e o **enrolamento principal** que permanece ligado durante todo o tempo de funcionamento do motor.

**Componentes do sistema de partida de motores monofásicos:**

- enrolamento auxiliar → bobinas de fios envernizados
- centrífugo do automático → para ligar e desligar o platinado
- interruptor (platinado) → para ligar e desligar o sistema
- capacitor eletrolítico de partida → para ajudar na partida

**Figura 24** – Componentes do sistema de partida de motores monofásicos.



1. Platinados de motores.



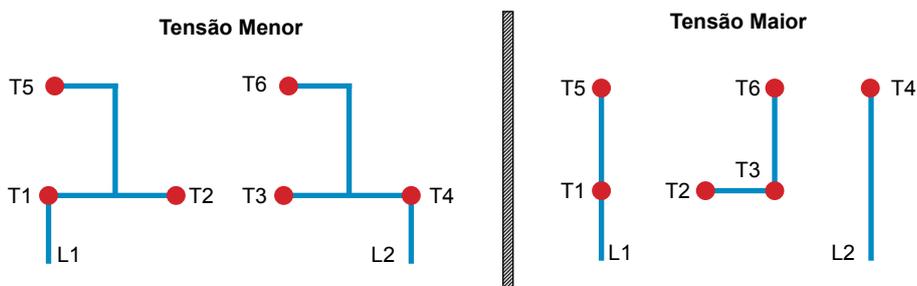
2. Capacitores eletrolíticos.



3. Centrifugo do automático.

Existem dois tipos principais de motores monofásicos quanto à tensão de funcionamento: **motores monofásicos comuns** podem ser ligados nas tensões de 127 e 220V ou 220 e 440V e **motores monofásicos Clic Rural**, que são ligados nas redes monofásicas retorno por terra (MRT), com tensões de 127 e 254V.

**Figura 25** – Esquema básico de ligações de motores monofásicos.



## MOTORES TRIFÁSICOS

São motores que precisam de três linhas fases para funcionar. Só devem ser instalados em redes trifásicas de corrente alternada. Possuem três conjuntos de bobinas ou enrolamentos.

**Figura 26** – Motor elétrico trifásico.





## 8 CHUVEIROS ELÉTRICOS

Apesar do constante aprimoramento tecnológico que tem melhorado de forma significativa sua qualidade, eficiência e segurança, os chuveiros elétricos ainda são considerados os aparelhos de maior consumo nas residências e também de maior risco. No Brasil, os chuveiros elétricos são utilizados na maioria das residências sendo, portanto, o equipamento que representa a maior parcela na conta mensal de energia elétrica.

Na prática, é comum observar o descaso com os chuveiros, que são instalados normalmente com condutores e outros materiais fora do padrão técnico, elevando o consumo de energia acima do especificado pelo fabricante, além dos riscos de vida que correm os usuários.

É preciso estar ciente que esses equipamentos precisam receber maior atenção e cuidado na sua instalação e uso. De uma maneira geral todos os chuveiros elétricos utilizam o mesmo princípio de funcionamento, ligando automaticamente sua resistência pela ação da pressão da água.

A instalação de chuveiros elétricos, tanto na parte elétrica como hidráulica, depende de determinações recomendadas pelos fabricantes. Encontram-se no comércio inúmeras marcas e tipos de chuveiros. Cabe ao consumidor adquirir aquele que atender melhor as suas necessidades.

É preciso levar em consideração, na hora da compra, o tipo, praticidade, vazão, controle de temperatura, potência e tensão da rede.

**Figura 28** – Chuveiros elétricos.



1. Chuveiro do tipo ducha.



2. Chuveiro do tipo ducha.



3. Chuveiro tipo turbo com controle eletrônico de temperatura.

## 9 CERCAS ELÉTRICAS

O alto custo de produção obriga o produtor a fazer o melhor aproveitamento possível das pastagens para evitar prejuízos pelo desperdício causado pelos animais. Somente utilizando métodos de pastoreio práticos e eficientes será possível aproveitar bem as pastagens.

Sabe-se que o método mais eficiente para uso e aproveitamento das pastagens é a utilização do pastoreio rotativo. Para que o pastoreio rotativo seja prático e eficiente o melhor sistema que existe é o uso da **cerca elétrica**. Além de ser eficiente é o método mais funcional e seguro de divisão de pastagens. A cerca elétrica se destaca das outras pela facilidade de implantação e baixo custo.

### ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE CERCAS ELÉTRICAS

- Produz pulsos elétricos em alta tensão.
- Não deve substituir outras cercas.
- Todas elas são eficientes, dentro dos seus objetivos.
- Para o bom funcionamento, trate bem os animais.
- Para que os animais as respeitem é preciso ter boa alimentação.

### VANTAGENS DAS CERCAS ELÉTRICAS

- Baixo custo.
- Prática, leve e pouco volume.
- Fácil de montar, desmontar e transportar.
- Permite fazer ajustes no tamanho do piquete.
- Segura com eficiência os animais.

### CUIDADOS COM AS CERCAS ELÉTRICAS

- Não utilizar aparelhos de procedência clandestina.
- Utilizar somente aparelhos de boa qualidade.
- Não construir redes elétricas improvisadas.
- Os aparelhos portáteis são mais seguros.
- Animais mortos podem indicar falha do aparelho. Desligue-o antes de se aproximar.
- Desligar o aparelho durante tempestades.
- Não fazer cercas improvisadas, ligando-as diretamente nas tomadas elétricas.

### APARELHOS ELETRIFICADORES DE CERCAS

São aparelhos eletroeletrônicos que produzem alta tensão para conter animais no pasto, mas podem ser usados para outros fins, como proteção de comércios e residências.

A escolha de um aparelho eletrificador é muito importante, pois se deve levar em conta o objetivo, a capacidade de liberar energia e o comprimento do fio (cerca). É preciso deixar claro que a eficiência do sistema não depende somente do aparelho mas, principalmente, da cerca que deve seguir os padrões técnicos.

### **Dados técnicos dos aparelhos eletrificadores de cercas**

As indústrias fabricam aparelhos de diversos tipos, potências, capacidades e aplicações. Antes de adquirir equipamentos de cercas elétricas, o produtor rural deve estar ciente das suas necessidades e da forma como vai ser utilizado o material. É importante esclarecer que a cerca elétrica deve ser feita com equipamentos adequados para não torná-los ineficientes e com operações demoradas.

#### **Dados técnicos importantes dos eletrificadores de cercas**

- Fonte de alimentação: energia elétrica, solar, pilhas ou baterias.
- Voltagem de saída: acima de 1000V (média: 8000V).
- Capacidade de energia: acima de 100mJ (Média: 250mJ).
- Consumo de energia: máximo 50W.
- Corrente elétrica de saída: máximo 0,5A (média: 0,05A).
- Intervalo de pulso elétrico: máximo 1 pulso por segundo.
- Comprimento do fio: acima de 1km (média: 50km)
- Resistência do sistema: menos de 1000 Ohms.

Fonte de alimentação: no comércio é possível encontrar aparelhos para todas as fontes de energia descritas. Cada uma delas apresenta alguma vantagem sobre a outra. Apesar do choque elétrico dos eletrificadores serem inofensivos para os animais, é preciso mencionar que os aparelhos não ligados em tomadas são mais seguros, porém mais caros. Os aparelhos ligados em tomadas são 127 ou 220VAC. Já os demais são alimentados por 6, 9 ou 12VCC.

Voltagem de saída: a voltagem de saída dos eletrificadores é de “alta tensão (AT)”, que pode variar de 1.000 a 17.000V, dependendo do tipo e marca do aparelho. A tensão mais utilizada para gado leiteiro está por volta dos 8.000V.

Capacidade de energia: a capacidade de força de um aparelho de cerca elétrica é determinada em **Joules**, que é uma unidade de medida de energia liberada. Aparelhos com liberação de energia muito baixa podem não atender as expectativas de controle dos animais. Existem aparelhos de alta capacidade que podem ultrapassar a 500mJ de energia.

Consumo de energia: os aparelhos devem consumir a menor quantidade possível de energia elétrica das suas fontes de alimentação. O consumo de energia é determinado em Watts (W). Quanto menor o consumo, maior é a durabilidade das fontes de alimentação (pilhas ou baterias).

Corrente de saída: a corrente de saída não deve ultrapassar 0,5A (500mA). As altas tensões de saída dos aparelhos são inofensivas, porque a corrente é muito baixa (máximo 0,5A). Acima disso poderá se tornar perigosa e pode até matar animais e pessoas.

Intervalo de pulso elétrico: os pulsos determinam as interrupções de choques em intervalos rápidos. Na maioria dos aparelhos os pulsos acontecem na frequência de um pulso por segundo. Porém, alguns aparelhos possuem sistemas de ajustes para aumentar ou diminuir esta frequência.

Comprimento do fio: deve-se tomar cuidado ao adquirir aparelhos, quando se pretende eletrificar grandes lances de cercas. É possível encontrar no mercado aparelhos que podem eletrificar até 100km de cerca.

Resistência do sistema: a eficiência depende muito da resistência ôhmica da cerca. Quanto mais fino e mais comprido o fio, maior é a sua resistência e menor é a eficiência.

**Figura 29** – Montagem de um equipamento de cerca elétrica simples.



Cercas mal feitas e materiais inadequados contribuem para o aumento da resistência e perda de eficiência. É conveniente utilizar equipamentos adequados para a montagem da cerca (como postes, isoladores e fios) para garantir o bom funcionamento do sistema.

## REFERÊNCIAS

BELGO MINEIRA COMPANHIA SIDERÚRGICA. **Manual de proteção de cercas e currais contra raios**. Belo Horizonte, 1995.

CESP. **Manutenção e reparo de instalações elétricas rurais**. São Paulo, 1984.

ENCICLOPÉDIA CIÊNCIA ILUSTRADA. São Paulo: Abril Cultural, 1969.

KHAN, Fritz N. **O átomo**. 8a ed. São Paulo: Melhoramentos, 1967.

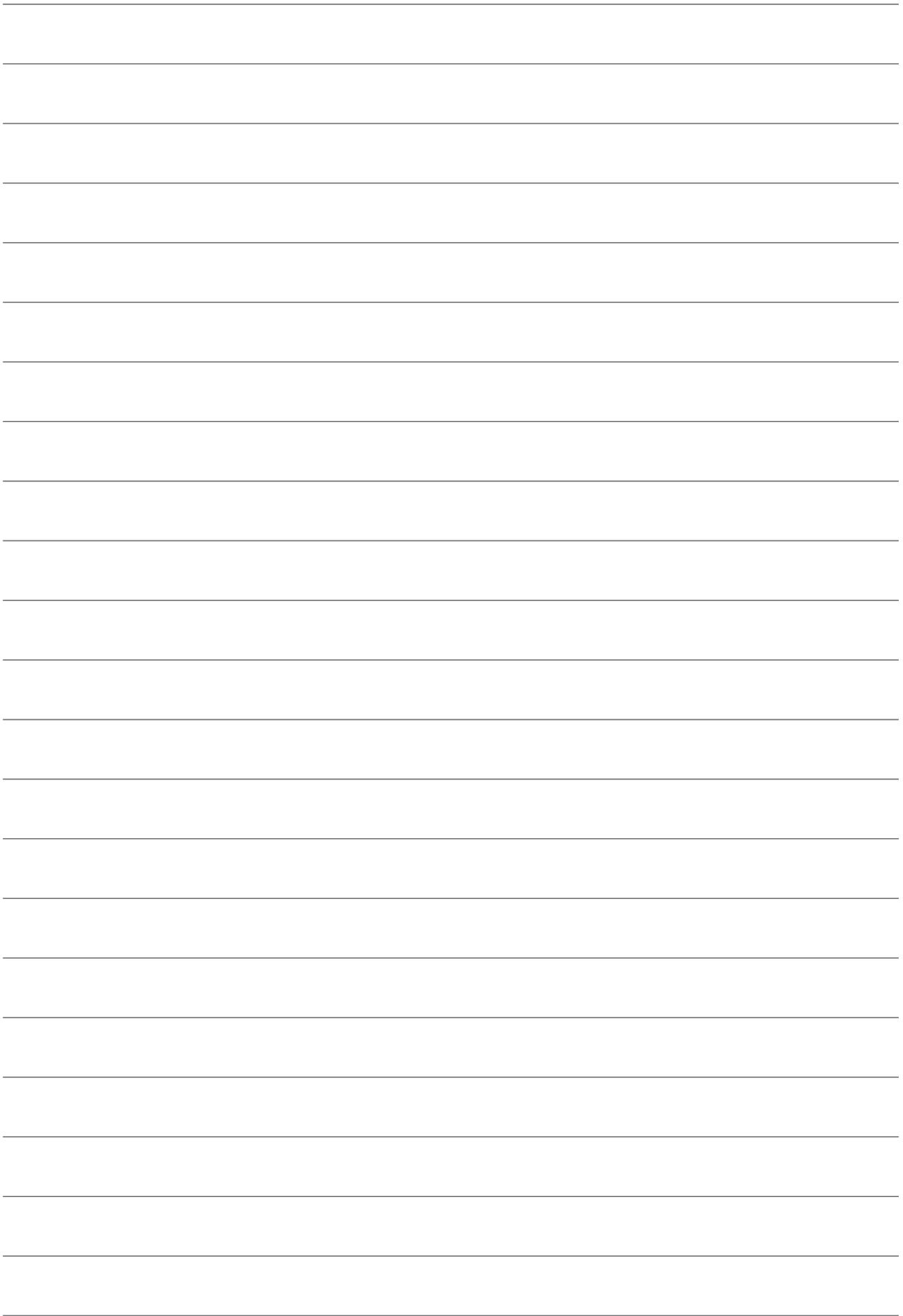
MARTIGNONI, A. **Curso rápido de eletricidade**. Rio de Janeiro: Tecnoprint, Ediouro, 1979.

MARTIGNONI, A. et al. **Eletricista instalador**. Brasília: MEC, 1973.

MEDEIROS, Francisco de Paula. **Eletricista**: módulo I. Curitiba: SENAR-PR, 2004. 80p.







**SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL**

Administração Regional do Estado do Paraná

Rua Marechal Deodoro, 450 - 16º andar

Fone: (41) 2106-0401 - Fax: (41) 3323-1779

80010-910 - Curitiba - Paraná

e-mail: [senarpr@senarpr.org.br](mailto:senarpr@senarpr.org.br)

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