

## CAPÍTULO 1

### A ENERGIA ELÉTRICA

#### 1. A ENERGIA ELÉTRICA! USINAS

Um princípio físico importante nos assegura que energia, de qualquer tipo, não pode ser obtida do nada. Assim, aquilo que conhecemos com o nome de energia elétrica, na realidade, é resultado da transformação de outras formas de energia que estão disponíveis na natureza.

Isso significa que a energia elétrica produzida pelas usinas, na verdade, deve ser obtida a partir de alguma outra forma de energia que esteja em disponibilidade.

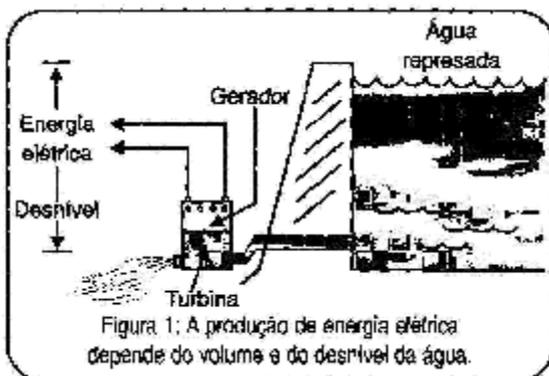
O sol é, em princípio, o grande fornecedor de energia à Terra, entregando-lhe luz e calor que podem dar origem a muitos processos que acabam tornando disponível esta energia de outras formas.

Assim, um primeiro tipo de energia, que nos interessa em especial, é a das correntes de água, que aparecem em nosso planeta justamente devido à evaporação (pelo calor do sol) e condensação em locais altos na forma de chuva, dando origem aos rios.

Se um certo volume de água apresenta um desnível em relação a um determinado ponto, este volume tem energia potencial mecânica que pode ser transformada quando houver o seu escoamento.

Assim, podemos aproveitar os grandes volumes de água que estejam em condições de escoar (caso haja um desnível para esta finalidade), para gerar energia elétrica.

As usinas hidroelétricas fazem justamente isso, veja figura 1.



A água é represada de modo a se definir melhor um desnível, e depois canalizada para turbinas que convertem a energia disponível em eletricidade. Esta eletricidade pode, então, ser enviada aos centros de consumo por meio de fios condutores.

Evidentemente, o melhor aproveitamento da força da água exige que haja ao mesmo tempo volume e desnível.

É por esse motivo que a Amazônia, apesar de ter os maiores rios do mundo, não apresenta um potencial gerador de energia muito alto. Os rios são todos de planície, ou seja, correm "muito baixos", não havendo desníveis que permitam a construção das represas e a movimentação das turbinas.

Para os casos em que não se dispõe da energia dos rios, entretanto, existem alternativas como as usinas termoelétricas.

Nestas usinas queima-se algum tipo de combustível como, por exemplo, o óleo ou carvão de modo a produzir calor, que aquece a água e se transforma em vapor sob pressão.

Esse vapor é usado para movimentar as turbinas que geram eletricidade, observe a figura 2.

Veja que, em princípio, a energia dos combustíveis fósseis e mesmo naturais como o

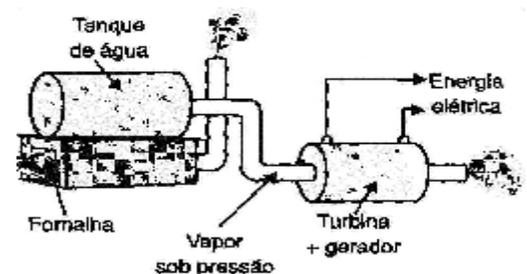
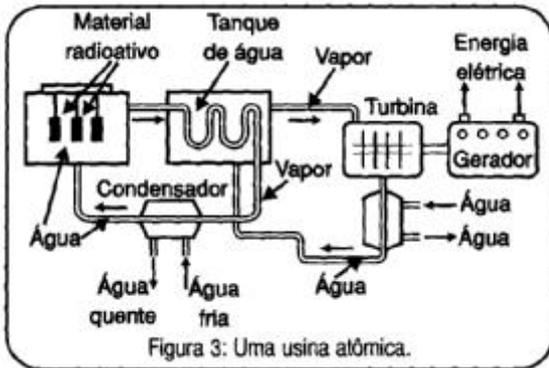


Figura 2: Uma usina (gerador) termoelétrica.

óleo, o carvão vegetal ou mineral é obtida a partir do sol. Nos vegetais, é por meio da fotossíntese que as substâncias orgânicas que dão origem aos vegetais são produzidas, o mesmo ocorrendo em relação ao óleo.

Além dos dois tipos de usinas que vimos, existem também as usinas atômicas que, além de operarem segundo um princípio completamente diferente, também causam muitas discussões por motivos de segurança.

Na figura 3 temos uma usina atômica esquematizada de maneira bastante simples. Nestas usinas existe um tanque onde são colocadas substâncias radioativas.



Estas substâncias se desintegram gradualmente liberando grande quantidade de energia. O urânio é um exemplo de substância radioativa.

Em contato com a água do tanque, a energia liberada pelo material radioativo a aquece, a ponto de elevar sua temperatura acima do ponto de ebulição. No entanto, a água não ferve porque é mantida sob pressão (como

ocorre numa panela de pressão, em que se obtém uma ebulição acima dos 100 graus Celsius, porque ela é mantida fechada).

Essa água superaquecida entra em contato, por meio de canalizações, com a água de um segundo tanque que então se aquece a ponto de ferver. Esta sim, produz, vapor usado para movimentar as turbinas.

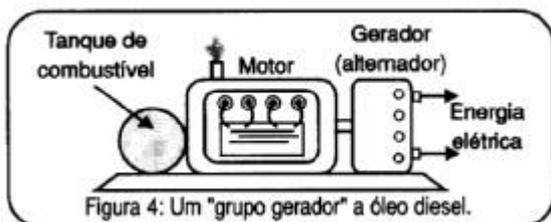
A água que entra em contato com a substância radioativa tem um sério problema: ela também se torna radioativa, o que significa que, se ela escapar, existe o perigo de contaminação do meio ambiente. Assim, a maior preocupação dessas usinas é evitar o "escape" desse vapor que tem contato com o material radioativo, já que o outro que movimenta a turbina é inofensivo.

Pequenas porções de material radioativo podem produzir energia em grande quantidade durante anos. As três formas de geração de energia que vimos são usadas na maioria dos países, inclusive o nosso, pois permitem obter grandes quantidades de eletricidade.

Todavia, existem ainda alternativas que podem ser usadas quando se deseja menos energia ou ainda quando em condições favoráveis de obtenção.

Na Islândia, por exemplo, que é um país de muitos vulcões, existem fontes onde brota água fervente. Esta água é usada em alguns casos para produzir vapor que movimenta turbinas geradoras de eletricidade.

Em muitas localidades isoladas ou fazendas, o gerador que produz eletricidade é movimentado por um motor a óleo diesel ou outro combustível, formando assim os "grupos geradores"

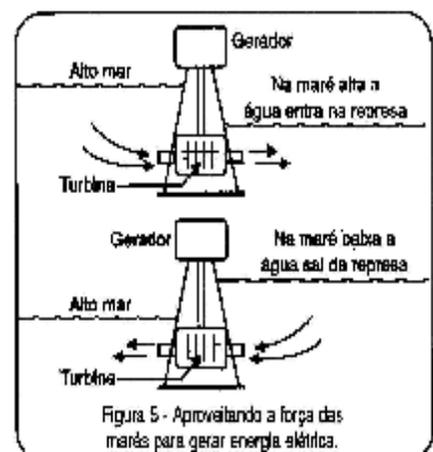


conforme

ilustra a figura 4.

Estudos feitos em alguns países, como a Holanda, já levam em

consideração o aproveitamento da energia das marés. Uma grande enseada seria represada. Quando a maré subisse, a água forçaria sua entrada, movimentando as turbinas num sentido e



quando a maré baixasse, o movimento da água movimentaria a turbina em sentido oposto, conforme mostra a figura 5.

Como as marés são provocadas pela atração gravitacional da Lua, estaríamos consumindo, indiretamente, "energia lunar" para gerar eletricidade nestas usinas.

O vento também é usado para gerar eletricidade por meio de grandes geradores denominados "eólicos".

E claro que, estas formas de obtenção de energia elétrica são muito restritas.

## 2. COMO A ENERGIA VAI ATÉ SUA CASA

A energia gerada pelas usinas não está numa forma apropriada para consumo.

Para que ocorram poucas perdas na transmissão por longas distâncias, no local em que a usina produz a energia, ela é transformada, ou seja, sua tensão é modificada (mais adiante veremos o que isso significa).

Assim, a tensão enviada da usina até os centros de consumo é, muito alta. Existem linhas de transmissão de energia que operam com 80 000, 150 000, 250 000 e até 750 000V!

Obviamente, esta tensão é extremamente perigosa: se fosse levada diretamente até nossa casa, não precisaríamos sequer tocar nos fios para levar choques mortais.

A simples aproximação de um fio com tais tensões faria com que saltassem faíscas, fulminando-nos instantaneamente.

Assim, a energia, para chegar até nossa casa, passa por uma série de transformações, entrando em ação dispositivos que, justamente por sua função, são denominados transformadores.

Para que o leitor tenha uma idéia do que ocorre, damos na figura 6 todo o processo pelo qual a energia passa até chegar nas nossas casas.

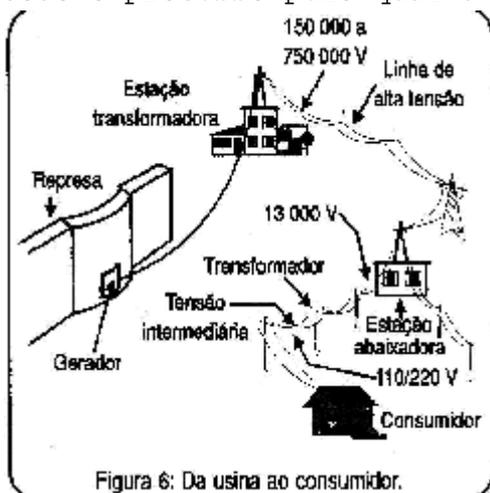


Figura 6: Da usina ao consumidor.

Partindo da usina em que a energia é gerada, ela passa por um primeiro transformador que eleva sua tensão para um valor da ordem de dezenas de milhares de volts a centenas de milhares de volts. A energia que vem de Itaipu para São Paulo, por exemplo, está na forma de uma tensão de 750 000 V.

Perto do centro de consumo, a energia sofre uma transformação no sentido de baixar sua tensão para um valor menor, mais apropriado para as redes urbanas, ou seja, para ser levada para os bairros em fios colocados em postes comuns.

Normalmente, a tensão usada neste caso é da ordem de 13 000 volts.

Mas, mesmo 13 000 V é demais para se colocar numa instalação elétrica domiciliar. Portanto, temos nos postes, transformadores que fazem o "abaixamento final" da tensão de modo que ela possa ser usada de maneira mais segura nas residências.

Estes transformadores fornecem tensões de 110V a 220V que são levadas até os locais de consumo. Os valores exatos das tensões encontradas nas redes de energia serão vistos mais adiante.

### 3. TENSÃO E CORRENTE

(Volts e Ampères)

A maioria das pessoas, mesmo os técnicos, fazem confusão entre tensões e correntes, misturando volts e ampères, e com isso podem ser levados a falsos entendimentos de muitas coisas que ocorrem numa instalação elétrica.

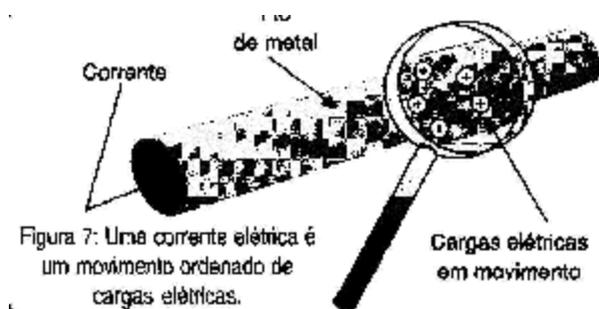
Para entender bem eletricidade, seja ela a de uma instalação comum ou mesmo de circuitos eletrônicos complicados, o ponto fundamental é saber diferenciar tensão e corrente.

Por este motivo, mesmo visando fazer deste livro algo que trate apenas de coisas práticas, para um bom entendimento dessas coisas, precisamos abrir de quando em quando espaços para explicar algo teórico.

Se bem que isso possa parecer maçante, observamos ao leitor a necessidade de entender bem as próximas linhas, para que no futuro não seja um daqueles técnicos "entendidos" que falam besteiras, como dizer que a "corrente" de uma tomada é 110V, confundindo-a com tensão e coisas semelhantes, que só podem levar o cliente mais esclarecido a desconfiar de sua competência. Evidentemente, a confiabilidade de um profissional ou mesmo do trabalho de alguém que mexa com eletricidade, por que gosta ou por que necessita, está no correto entendimento das coisas.

Mas, vamos ao que interessa: corrente e tensão.

A eletricidade pode ser usada para transportar energia, porque ela pode se movimentar através de fios de metal. Desta forma, quando um fio elétrico está conduzindo eletricidade, existe nele o movimento ordenado de minúsculas partículas de eletricidade denominadas elétrons, observe a figura 7.



Chamamos ao movimento ordenado destas cargas (todas no mesmo sentido) de corrente elétrica. A corrente é portanto o fluxo da eletricidade nos fios e nos aparelhos que estão funcionando e é medida numa unidade denominada Ampère (abreviada por A). Não existe portanto a tal "corrente" de 110V.

Lembre-se: sempre que falarmos em corrente, a unidade é o ampère

(A).

Uma corrente, para se estabelecer por um fio, precisa de uma, força externa, ou seja, de algum tipo de ação externa que "empurre" as cargas.

Esta pressão externa ou força externa é denominada "tensão elétrica" e é medida em volts (abreviado por V).

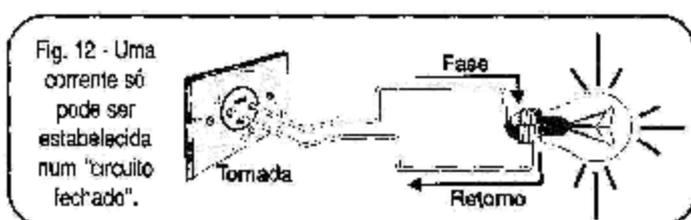
Assim, a tensão é a "CAUSA" da corrente e a corrente é o EFEITO.

Sem uma não pode haver a outra.

Veja, entretanto, que podemos estabelecer uma tensão num fio elétrico, mas sem circular corrente alguma:

Na ponta do fio, a tensão se manifesta e "fica à espera" de que alguma coisa

seja ligada para que a corrente possa passar. È mais ou menos o que ocorre nas tomadas de força de sua casa:



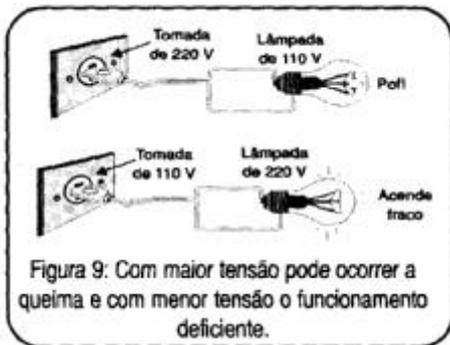
nelas pode existir uma tensão elétrica de 110V ou 220V, mas sem corrente alguma.

A corrente só vai existir no momento em que "ligarmos" a esta tomada alguma coisa, por exemplo uma lâmpada, conforme ilustra a figura 12.

Perceba que uma tensão maior significa uma "pressão" maior para a corrente. É por esta razão que, se ligarmos uma lâmpada que foi projetada para funcionar com uma tensão de 110 V numa tomada de 220 V, ela queima:

a "pressão elétrica" será demais, fazendo passar uma corrente maior do que ela suporta. Da mesma forma, se ligarmos uma lâmpada de 220V numa tomada em que tenhamos só 110 V, ela não queima, mas a "pressão elétrica" será insuficiente para produzir a corrente desejada e a lâmpada acenderá com brilho reduzido (bem fraca!).

Veja a figura 9.

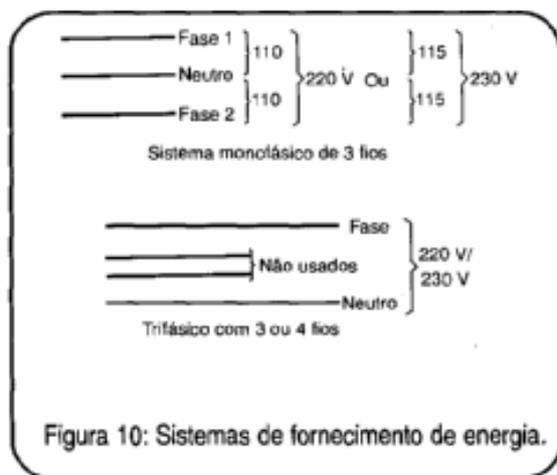


Este mesmo raciocínio é válido para outros aparelhos que sejam ligados numa tomada de 110V e 220V conforme a tensão para a qual tenham sido fabricados ou para a qual tenham sido ajustados (muitos aparelhos possuem "chavinhas" que permitem programá-los para funcionar em 110 V, 115V, 127V ou 220V - observe sempre estas chavinhas antes de ligar qualquer um a uma tomada e sempre certifique-se do valor da tensão que vai encontrar na tomada onde irá usá-lo!).

Corrente e tensão são coisas diferentes. A tensão está sempre presente numa tomada de energia, mas a corrente só circula quando ligamos alguma coisa. E a circulação da corrente que leva a energia elétrica até o aparelho ou dispositivo que está sendo alimentado.

#### 4. AS TENSÕES DE NOSSAS REDES DE ENERGIA

Para consumo doméstico, podemos encontrar diversos valores de tensões nas redes brasileiras. Essas tensões dependem do sistema de fornecimento, se ele é trifásico de 3 ou 4 condutores ou se ele é monofásico de 3 condutores, conforme a figura 10.



Essas diferenças trazem algumas confusões e podem levar equipamentos mais sensíveis a apresentar problemas de funcionamento, se indevidamente ajustados.

Em geral, os aparelhos elétricos e eletrônicos indicados como "110 V" funcionam bem com tensões na faixa de 110 a 127 volts, enquanto que os indicados por "220 V" funcionam bem com tensões de 220 a 254 V.

Entretanto, o usuário precisa estar atento, principalmente se na sua localidade já houver precedentes de funcionamento indevido.

Assim, temos as seguintes

tensões nas redes de energia de nosso país:

- a) Sistema trifásico de 3 ou 4 condutores:
  - 115/230 V
  - 120/240 V

127/220 V

220/380 V

220 V

b) Sistema monofásico de 3 condutores:

110/220 V

115/230 V

127/254V

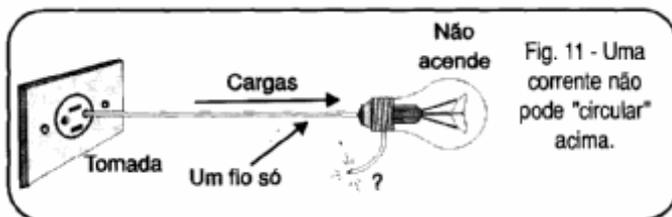
Para facilitar o entendimento, quando nos referirmos daqui por diante à rede de 110 V, o que for dito será válido para tensões entre 110 e 127 V, e quando nos referirmos à rede de 220V, estaremos considerando as tensões de 220 a 240 V. Para o caso da tensão de 240V, especificamente, será sempre interessante verificar se os equipamentos alimentados podem operar com esta tensão.

## 5. O CIRCUITO ELÉTRICO

Da mesma forma que a energia não pode ser criada nem destruída, mas somente transformada, as cargas elétricas que transportam a energia elétrica precisam ser "recicladas".

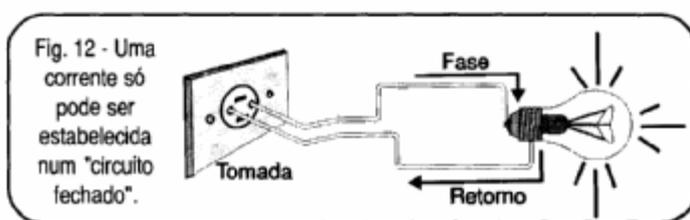
Isso significa que os aparelhos alimentados pela corrente elétrica não "consomem" cargas, mas somente a energia que elas transportam.

Não podemos simplesmente ligar um fio a uma lâmpada e "bombear" cargas indefinidamente para que ela acenda, "consumindo" essas cargas para produzir luz, segundo a figura 11.



Uma vez que as cargas entregam a energia que transportam à lâmpada, elas precisam continuar com seu movimento e ir para algum lugar, ou seja, precisam "circular".

O que se faz normalmente é usar dois fios, de modo a permitir que as mesmas cargas possam ser usadas para transportar a energia, formando assim um circuito elétrico, figura 12.

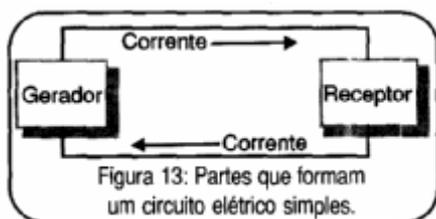


O que se faz normalmente é usar dois fios, de modo a

Assim, a tensão estabelecida pelo gerador da empresa de energia "empurra" as cargas, estabelecendo a corrente na lâmpada, e uma vez que as cargas entregam esta energia, fazendo a lâmpada acender, elas voltam ao

gerador de modo a poderem ser usadas novamente, sendo "empurradas" de volta para alimentar a mesma lâmpada ou outras lâmpadas.

Podemos comparar o gerador da empresa de energia a uma bomba que "empurra" constantemente água através de um cano para movimentar algum tipo de dispositivo, mas uma vez que a água fez "seu trabalho" ela volta à bomba para ser reaproveitada. Veja que a bomba simplesmente "repõe" a energia na água, pressionando. O mesmo acontece com o gerador que "repõe" a energia às cargas que voltam a circular pelos fios.



Tudo isso significa que, para que a energia elétrica possa ser usada deve haver um percurso completo entre a tomada de energia que está ligada ao gerador e o aparelho alimentado, conforme mostra a figura 13.

Este caminho fechado ou percurso fechado para a corrente é denominado "circuito elétrico".

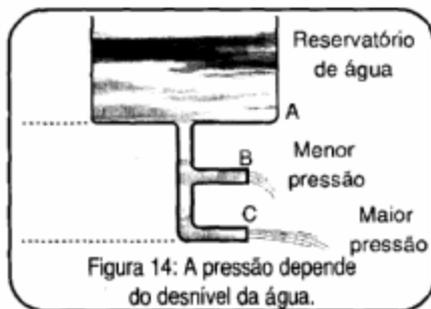
Só há corrente elétrica se houver um percurso fechado ou um circuito fechado para sua circulação.

É por essa razão que sempre precisamos de DOIS fios para alimentar qualquer aparelho elétrico: um serve para "enviar" a energia e outro para fazer o retorno, ou seja, para permitir a movimentação das cargas que já estejam sem energia. A pressão elétrica é, portanto, a energia disponível num fio, pode ser medida por sua pressão elétrica, ou seja, por sua tensão.

## 6. TERRA E NEUTRO

Da mesma forma que só podemos falar na pressão da água num reservatório em relação a um nível de referência, só podemos falar na "pressão elétrica" em relação a uma tensão de referência.

Assim, conforme ilustra a figura 14, entre os pontos A e B do reservatório existe uma diferença de pressão ou potencial hidráulico menor do que a que existe entre os pontos A e C.



Para a represa, a referência é o seu nível mais baixo, ou ainda pode ser considerado como o nível do mar.

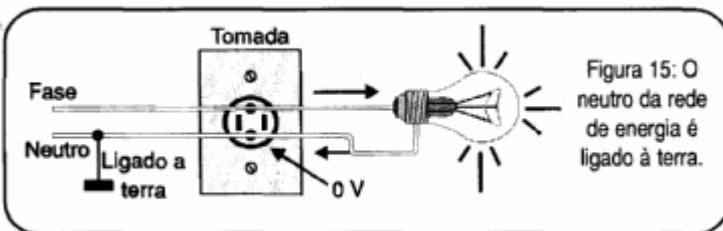
Este nível pode ser considerado o "zero" de pressões e a partir dele, estabelecidas todas as outras pressões.

Para a eletricidade, o nível "zero" de tensão, ou seja, de "potencial elétrico", é um corpo para o qual todas as cargas podem escoar quando pressionadas: a terra.

De fato, a terra conduz a eletricidade como um fio de metal e por isso pode "absorver" ou "fornecer" qualquer quantidade de cargas.

A terra é então tomada como referência ou zero para o potencial elétrico. Assim, por definição, a terra tem um potencial de zero volt (0 V).

As empresas de energia elétrica, ao gerarem energia, precisam de um fio para enviar a energia e outro para fazer o retorno, por isso as tomadas têm dois fios (figura 15).

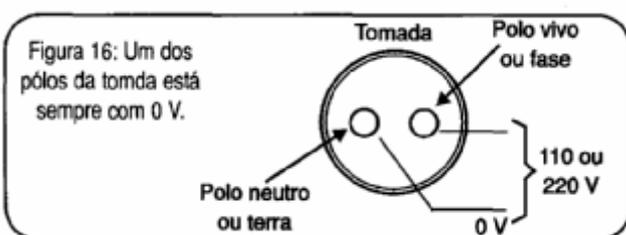


O fio de retorno é denominado neutro, pois ele é aproveitado como um retorno comum para muitos circuitos.

Entretanto, de modo a ter algumas comodidades nas instalações, as

empresas de energia costumam ligar este fio de retorno ou neutro à terra, isso por meio de barras de metal enterradas profundamente no solo, nas entradas das instalações elétricas e em muitos lugares da própria rede de distribuição de energia. Isso faz com que o potencial do pólo neutro seja

igual ao da terra, daí este pólo ser confundido com a terra e às vezes chamado de "terra", conforme demonstra a figura 16.



Todavia pelos motivos que vimos, é sempre bom levar em conta que "terra" e "neutro" são coisas diferentes, se bem que em alguns instantes coincidam.

Tudo isso faz com que no outro pólo possamos ter potenciais em relação à terra ou diferenças de potenciais diferentes, que podem ser 110V ou 220 V, conforme o caso.

## 7. O CHOQUE ELÉTRICO

O corpo humano pode conduzir a corrente elétrica. No entanto, como nosso sistema nervoso também opera com correntes elétricas, qualquer corrente que "venha de fora" consiste numa forte interferência que pode causar sérios problemas ao nosso organismo.

Dependendo da intensidade da corrente que circular pelo nosso organismo, diversos efeitos podem ocorrer.

Se a corrente for muito fraca, provavelmente nada ocorre pois o sistema nervoso não será estimulado o suficiente para nos comunicar alguma coisa e as próprias células de nosso corpo não sofrerão influência alguma.

Contudo, se a corrente for um pouco mais forte, o sistema nervoso poderá ser estimulado e teremos algum tipo de sensação como, por exemplo, um "formigamento".

Se a corrente for mais forte ainda, o estímulo proporcionará a sensação desagradável do choque e até a dor.

Finalmente, numa intensidade muito grande, além de poder paralisar órgãos importantes como o coração, poderá ainda danificar as células, "queimando-as", pois correntes intensas quando encontram certa resistência à sua passagem, geram calor. A tabela abaixo nos mostra as diversas

### EFEITOS DA CORRENTE NO ORGANISMO HUMANO

100 pA a 1 mA	- limiar da sensação
1 mA a 5 mA	- formigamento
5 mA a 10 mA	- sensação desagradável
10 mA a 20 mA	- pânico, sensação muito desagradável
20 mA a 30 mA	- paralisia muscular
30 mA a 50 mA	- a respiração é afetada
50 mA a 100 mA	- dificuldade extrema para respirar, ocorre a fibrilação ventricular
100 mA a 200 mA	- morte
200 mA	- queimaduras severas

Obs: 1 pA (um micro ampère = 1 milionésimo de ampère)

1 mA (um mili ampère = 1 milésimo de ampère)

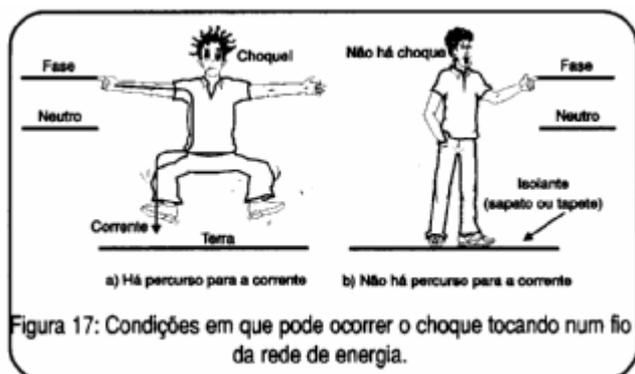


Figura 17: Condições em que pode ocorrer o choque tocando num fio da rede de energia.

Uma crença que deve ser examinada com muito cuidado, já que muitas pessoas aceitam-na como definitiva, é a de que usando sapatos de borracha não se leva choque, e portanto pode-se mexer à vontade em instalações elétricas. Nada mais errado!

A eletricidade é perigosa e mesmo usando sapatos de borracha o choque ainda pode ocorrer, será importante analisarmos o assunto

mais profundamente.

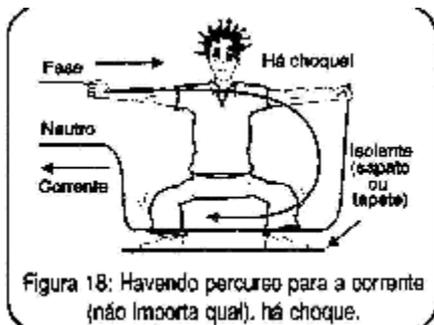
Conforme vimos, uma corrente elétrica só pode circular entre dois pontos, ou seja, é preciso haver um ponto com potencial mais alto e um ponto de retorno ou potencial mais baixo.

A terra é um ponto de retorno, pois conforme vimos, as empresas de energia a usam para ligar o pólo neutro. Isso significa que, se a pessoa estiver isolada da terra (usando um sapato com sola de borracha ou estando sobre um tapete de borracha ou outro material isolante) um primeiro percurso para a corrente é eliminado, veja a figura 17.

Isso quer dizer que, se uma pessoa, nestas condições, tocar num ponto de uma instalação elétrica que não seja o neutro, e portanto houver um potencial alto (110V ou 220 V), a corrente não terá como circular e não haverá choque.

Estando isolado da terra e tocando num único ponto de uma instalação elétrica não há choque. No entanto, o fato de usar sapatos de borracha não o livra do perigo de choque.

Todavia, se a pessoa tocar ao mesmo tempo num outro ponto que ofereça percurso para a corrente, quer seja por estar no circuito para isso, quer seja por estar ligado à terra, o choque ocorre, independentemente da pessoa estar ou não com sapatos de sola de borracha, verifique a figura 18.



É por este motivo que uma norma de segurança no trabalho com eletricidade é a de sempre se tocar apenas num ponto do circuito em que se está trabalhando, caso exista o perigo de ele estar ligado. Nunca segurar dois fios, um em cada mão! Nunca apoiar uma mão em local em contato com a terra, enquanto se

trabalha com a outra!

## 8. ELETRICISTAS DE "MÃOS GROSSAS"

Um fato interessante que pode ter sido notado é que as pessoas podem sentir choques de maneiras diferentes.

Quem já não viu eletricitistas calejados que seguram nas pontas de fios para saber se a tensão é 110 V ou 220 V?

Para os menos experientes - que não façam a experiência - dizem que se sair fumaça por uma orelha é porque a tensão é de 110V e se sair pelas duas, a tensão é 220V.

Ocorre que, não é o fato da tensão ser 110V ou 220V que vai provocar a morte pelo choque, mas sim a intensidade da corrente que circula pela pessoa, de acordo com a tabela que demos anteriormente.

Assim, 220 V é mais perigoso do que 110 V no sentido de que, para um mesmo circuito (que tenha determinada resistência), os 220 V podem forçar a circulação de uma corrente mais intensa.

A intensidade da corrente que vai circular pelo corpo de uma pessoa vai depender justamente de como essa pessoa pode conduzir a eletricidade e existem diferenças de indivíduo para indivíduo. Diversos são os fatores que vão influir nesta "capacidade" que a pessoa tem de conduzir a corrente elétrica como:

a) espessura da pele

Uma pele mais grossa é mais isolante que uma pele fina. Por esse motivo, os eletricitistas "calejados" que possuem a pele dos dedos bem mais

grossas (e sujas!) quase não sentem choques, pois a intensidade da corrente que pode passar por ela é muito pequena.

b) umidade

Uma pele úmida se torna excelente condutora de eletricidade, principalmente se estiver molhada de suor que, pela presença de sal, é mais condutora ainda.

Isso torna o choque nas condições de um banho, extremamente perigoso, pois as correntes podem ser dezenas de vezes maiores do que em condições normais.

c) presença de cortes

Um corte coloca a parte "molhada" de nosso corpo que é formada pelo fluido sanguíneo e outros fluidos internos em contato direto com a eletricidade. Esta parte é um excelente condutor de corrente, aumentando em muito a sua intensidade em caso de choque.

d) exposição a partes sensíveis

Um choque nos dedos, onde a pele é mais grossa, certamente será devido a uma corrente de muito menor intensidade do que se ele ocorrer numa parte mais sensível com pele mais fina ou úmida. Segurar um fio na boca pode ser terrivelmente perigoso, para um técnico desavisado.

Existem normas de segurança para o trabalho em instalações elétricas com o mínimo de perigo de choques, mas o melhor mesmo é DESLIGAR TUDO antes de mexer em qualquer ponto da instalação!

## 9. CORRENTE ALTERNADA E CORRENTE CONTÍNUA

Existe um ponto que não tocamos antes, para não "complicar", mas que, no fundo, não vai afetar o entendimento de muitas coisas que vimos e iremos ver. Talvez, se ele tivesse sido abordado antes, poderia confundir um pouco o leitor pela falta de uma base, que procuramos dar.

Na verdade, a corrente que chega em nossa casa não é contínua, mas sim alternada.

Obviamente, isso não faz diferença alguma para o leitor, se não ficar claro que se tratam de tipos distintos de corrente elétrica.

Vamos explicar melhor:

Conforme vimos, quando um gerador estabelece uma corrente através de uma lâmpada, "pressionando" as cargas de modo que elas se movam através de um fio, elas se movimentam num único sentido, observe a figura 19.

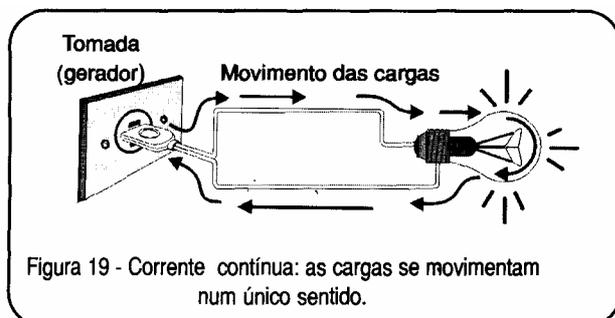
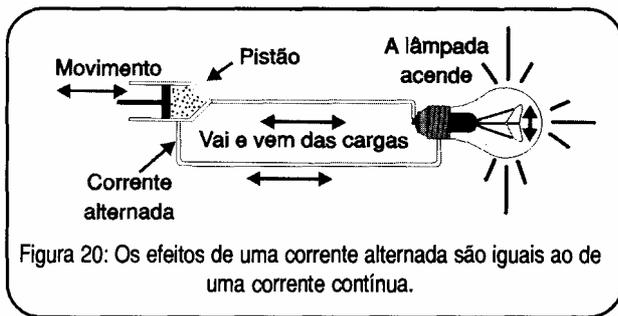


Figura 19 - Corrente contínua: as cargas se movimentam num único sentido.

A corrente sai de um dos pólos do gerador, passa pela lâmpada, onde entrega sua energia e volta ao gerador para que as cargas em movimento sejam "reaproveitadas". O gerador "bombeia" constantemente as cargas que "giram" num único sentido.

Este tipo de corrente que flui num único sentido é denominado corrente contínua ou corrente direta. Esta corrente é indicada comumente pela abreviação CC ou DC. Todavia, não é preciso que a corrente seja "bombeada" somente desta maneira para poder entregar energia a algum aparelho, como uma lâmpada.



Se em lugar de uma "bomba" que empurre as cargas, colocarmos um "vibrador" ou um "pistão" que empurre e puxe as cargas elétricas pelo fio, o efeito obtido será o mesmo, conforme sugere a figura 20.

Quando o vibrador ou pistão pressionar as cargas no sentido delas "irem" e passarem pela lâmpada, neste movimento haverá entrega de energia e a lâmpada acenderá. Quando

o vibrador ou pistão voltar e "puxar" as cargas de volta, elas passarão de novo pela lâmpada e entregarão a energia dispendida neste esforço.

Em outras palavras, se o vibrador ou pistão fizer com que as cargas se movimentem para frente e para trás rapidamente, passando pela lâmpada, o efeito será o mesmo de uma corrente contínua e a lâmpada acenderá do mesmo jeito.

A diferença está no fato de que esta corrente não é mais contínua, pois ela inverte constantemente de sentido ou de polaridade.

Para que a corrente vá, a tensão deve ter polaridade tal que as cargas sejam empurradas num sentido, mas para que volte, a tensão deve inverter a sua polaridade, de modo a "puxar" as cargas.

Este tipo de corrente é denominado corrente alternada (abreviada por AC ou CA) e também serve para transmitir energia elétrica de um gerador até um receptor, que é o aparelho que a consome.

Os geradores que produzem energia na forma de corrente alternada são denominados "alternadores".

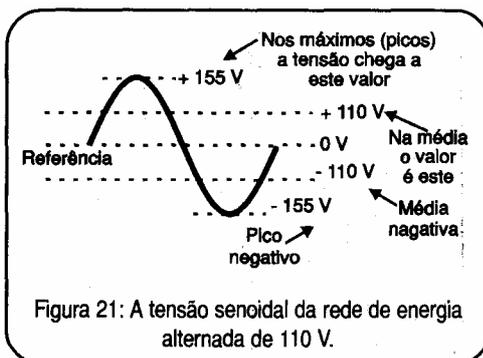
Em nossa casa recebemos a energia desta forma: a cada instante os pólos de uma tomada de energia se invertem tornando-se ora positivos ora negativos, de modo que a corrente "vai e vem" por qualquer aparelho que seja alimentado por ela.

Em nossa casa dispomos de rede de energia de correntes alternadas.

Em nossa rede de energia, os fios se tornam 60 vezes positivos e 60 vezes negativos em cada segundo. Dizemos que a freqüência da nossa rede de energia é de 60 hertz (abreviamos como 60 Hz).

Existem países em que a freqüência da rede é de 50 Hz. É importante observar essa diferença, pois existem aparelhos que funcionam igualmente bem nas duas redes como, por exemplo, lâmpadas, mas outros não: relógios projetados para funcionar numa rede de 50 Hz, adiantam quando ligados numa rede de 60 Hz.

Representamos a tensão de uma rede de energia de corrente alternada por meio de uma curva suave que retrata muito bem como ocorrem as variações. Esta curva recebe o nome de "senóide" e é mostrada na figura 21.



Veja que o fato de que a corrente da rede é alternada, não afetando muito o que vimos:

a) O terra continua tendo um potencial de 0V, com o outro pólo invertendo de polaridade em relação a ele, de modo a "empurrar" e "puxar" as cargas.

b) os choques podem ocorrer da mesma maneira, pois se houver percurso para a corrente ir ou vir, os danos podem ocorrer.

Diversas são as vantagens que temos em usar correntes alternadas na rede de

energia: a principal está no fato de que as correntes contínuas não "passam" pelos transformadores, enquanto as alternadas "passam". Sem os transformadores, ficaria muito difícil fazer a transmissão eficiente da energia de uma usina até uma residência usando apenas uma tensão. Somente usando corrente alternada é que os transformadores podem ser empregados.

(Na verdade, existem outros meios de realizar a transformação e até a possibilidade de trabalhar com os dois tipos de corrente - assim, existem linhas que transportam a energia de usinas até os centros de consumo na forma de correntes contínuas, que depois são transformadas em alternadas).

## **10. CONCLUSÃO**

Os fundamentos teóricos vistos são importantes para que o leitor possa entender os termos que vamos usar na parte prática e também ter uma idéia melhor de como funcionam alguns dispositivos importantes.

No próximo capítulo veremos a instalação elétrica propriamente dita.

## **CAPÍTULO 2**

### **A INSTALAÇÃO ELÉTRICA**

#### **1. A INSTALAÇÃO BÁSICA**

A energia que chega em nossas casas deve ser usada para alimentar diversos tipos de dispositivos, O conjunto de fios e acessórios que levam a energia elétrica aos dispositivos alimentados forma a instalação elétrica. Os dispositivos alimentados podem estar permanentemente ligados à rede como, por exemplo, chuveiros, lâmpadas, campainhas, etc, bem como podem ser ligados à rede por meio de tomadas de energia somente no momento em que serão utilizados, como é o caso de ventiladores, rádios, televisores, etc, o que permite sua mudança de lugar.

Assim, na figura 22 temos uma instalação elétrica típica de uma residência, onde destacamos os seguintes setores:

A) Entrada de energia, que consta de um conjunto de dispositivos (fios e acessórios) que vai da rede pública até o relógio de energia.

B) Ponto de entrega. Este é o ponto de transição de responsabilidade. Até este ponto a responsabilidade no fornecimento de energia é da empresa concessionária. A partir deste ponto, o que ocorre com a energia é de responsabilidade do usuário.

C) Relógio medidor de consumo

D) Dispositivos gerais de proteção e barra de terra.

E) Circuito primário de distribuição de energia.

F) Quadro de distribuição secundário com dispositivos de proteção.

G) Circuitos terminais que fornecem energia aos pontos de consumo como tomadas, lâmpadas, chuveiros, torneiras, aquecimento central, hidromassagem, etc.

Neste circuito destacamos os seguintes elementos que serão analisados separadamente:

a) Fios elétricos que transportam a energia para os diversos dispositivos alimentados.

b) Caixa de medição ou entrada, por onde entra a energia que deve ser distribuída e onde está o relógio medidor de consumo e sistema de proteção e comando de entrada.

c) Barra de terra.

d) Quadro de distribuição com chaves gerais, chaves parciais, terra, neutro, disjuntores ou fusíveis.

e) Tomadas de energia, que são os pontos em que a energia se torna disponível para alimentar aparelhos diversos como rádios, televisores, geladeiras, etc.

f) Lâmpadas que são alimentadas diretamente pela energia da rede de distribuição.

g) Interruptores que controlam as lâmpadas e outros dispositivos ligados diretamente na rede de energia.

h) Chuveiro, torneira elétrica, campainha elétrica, exaustores e outros dispositivos alimentados diretamente pela rede de energia.

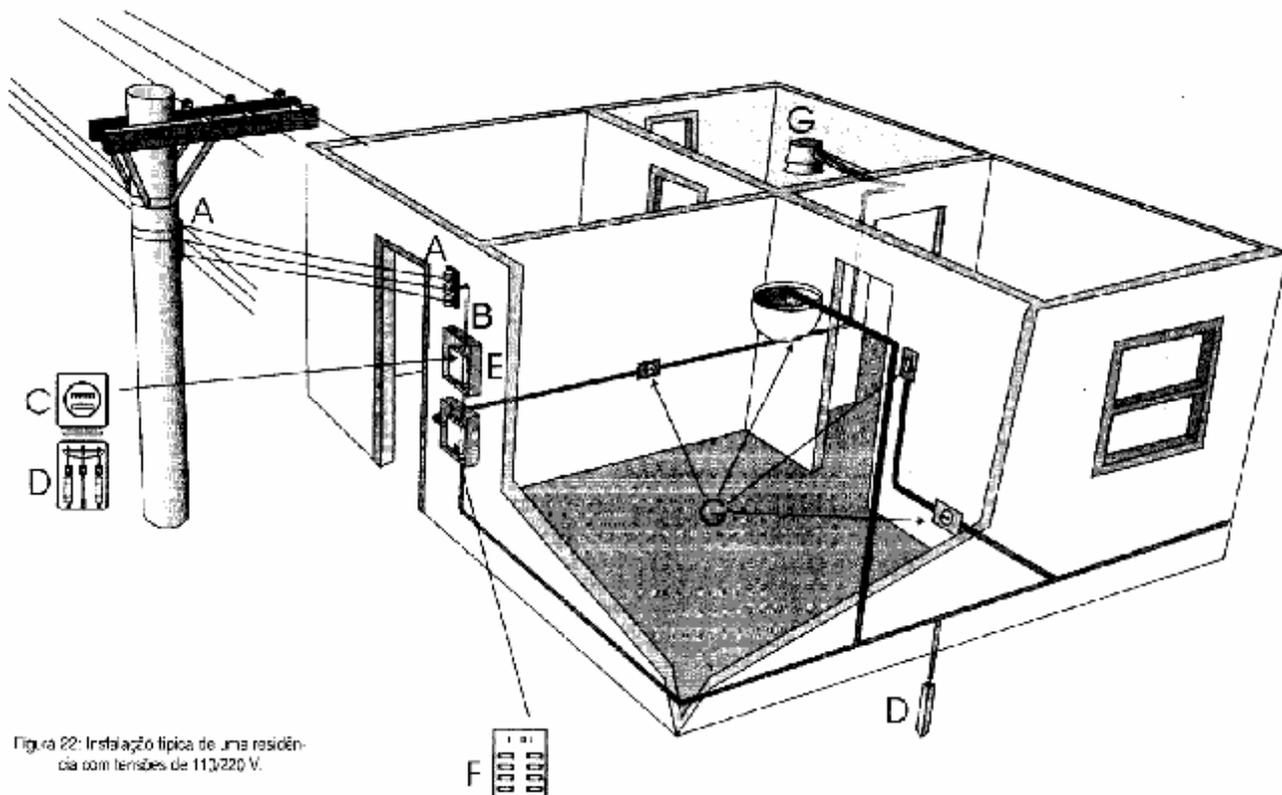


Figura 22: Instalação típica de uma residência com tensões de 110/220 V.

## 2. A CAIXA DE ENTRADA

A caixa de entrada de energia elétrica é o ponto inicial de uma instalação elétrica domiciliar, por onde entra a energia em sua casa e onde existem alguns dispositivos importantes.

Ela representa o ponto de separação entre o que você pode fazer numa instalação e que, portanto, é de sua responsabilidade e o ponto em que a empresa que fornece energia passa a ter responsabilidade. Na verdade, este ponto de transição, denominado ponto de entrega está um pouco antes, conforme mostramos na figura 22.

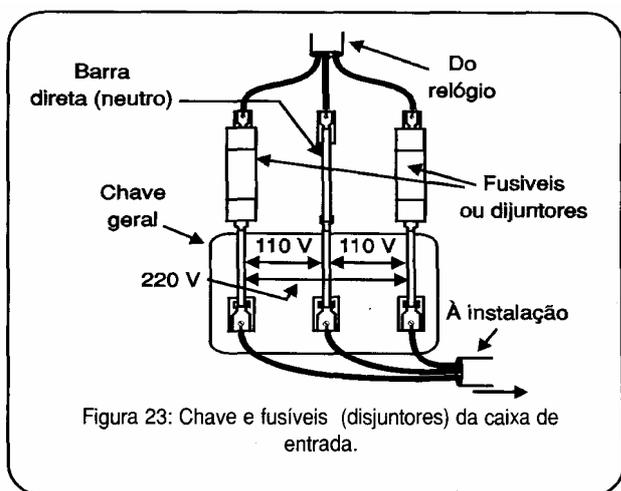


Figura 23: Chave e fusíveis (disjuntores) da caixa de entrada.

Na figura 23 temos a representação de uma caixa de entrada típica de uma residência, em que a alimentação é feita por meio de três fios (monofásico de 3 condutores).

Nesta caixa de entrada temos duas tensões disponíveis, 110 V e 220 V (veja o item 9 para mais informações), que podem ser usadas segundo os tipos de eletrodomésticos a serem alimentados.

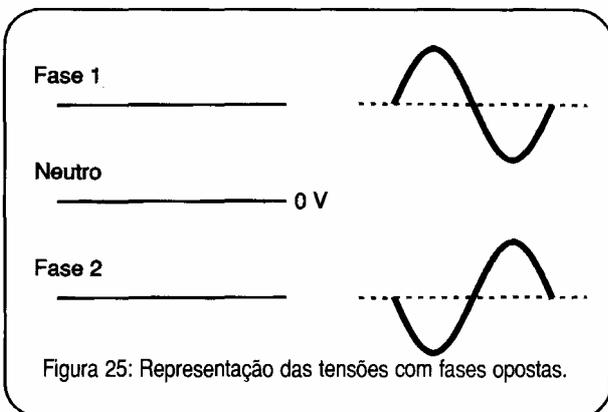
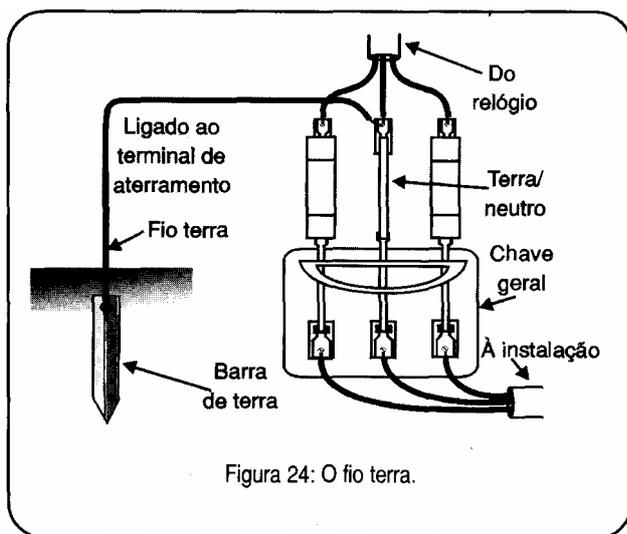
Os três fios de entrada vão dar em um "relógio" indicador de consumo e um conjunto de chaves com fusíveis ou disjuntores (dispositivos de proteção de entrada). O fio central ou neutro está ligado a uma barra de terra, cuja finalidade será analisada mais adiante.

### 3. A CHAVE GERAL

Passando pelo relógio, os três fios por onde chega a energia, são ligados a uma "chave geral" que permite ligar e desligar a instalação elétrica de uma residência.

Nesta chave devemos observar as tensões disponíveis na instalação.

Assim, o fio "do meio" é ligado à terra por meio de uma barra enterrada profundamente, de modo a representar o terra ou neutro da instalação (figura 24).



Quando ligamos qualquer dispositivo entre este pólo central (terra) e um dos extremos da chave, ele será alimentado por uma tensão de 110V. Isso significa que entre o pólo central e os extremos temos, separadamente, tensões de 110V.

Ocorre, entretanto, que as tensões dos pólos opostos desta chave estão em oposição de fase. Em linguagem simples, lembrando que se trata de uma tensão alternada, ou seja, que a corrente "vai e vem", quando num pólo a corrente está "indo", no outro ela está "voltando", ou seja, um pólo estará positivo no instante em que o outro se encontra negativo, figura 25.

O resultado disso é que entre os pólos opostos temos uma tensão de 220 V, ou seja, o dobro da obtida entre cada pólo extremo e o pólo central.

Desta caixa de entrada ou medição saem três condutores que vão até uma segunda caixa ou quadro de distribuição onde existem novos dispositivos de proteção e controle, além de uma chave geral.

A partir desta caixa de distribuição podemos tirar diversos

circuitos de alimentação ou distribuição de energia para nossa casa:

a) Os primeiros circuitos de 110V, usando um pólo vivo e o neutro da chave principal servem para alimentar as tomadas ou pontos de retirada de energia de uma casa.

b) Os segundos circuitos, também de 110 V, são usados para os dispositivos fixos que exigem esta tensão, como por exemplo, lâmpadas, exaustores, a campainha de entrada, etc.

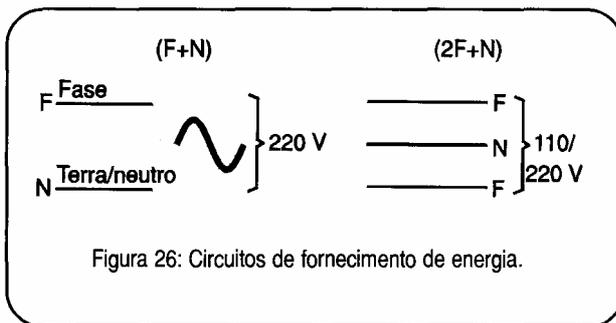
c) Os terceiros, obtidos dos pólos extremos e portanto de 220 V servem para alimentar dispositivos que exijam esta tensão como, por exemplo, os chuveiros, torneiras elétricas, aquecedores, etc. Eventualmente pode ser prevista uma tomada para esta tensão, caso seja exigida para algum eletrodoméstico que precise funcionar com 220 V.

Cada uma destas três redes tem logo após a saída da chave principal uma chave própria que permite fazer seu controle.

Esta chave independente para cada rede é interessante, pois além de proporcionar proteção e controle, permite desligar somente a rede que alimenta as tomadas, para fazer uma reparação ou troca numa delas, sem a necessidade de desligar a rede que aciona as lâmpadas. Desta forma, o reparo pode ser feito à noite, sem necessidade de cortar a iluminação...

Da mesma forma, pode ser feito um reparo ou instalação de um chuveiro, sem a necessidade de cortar a iluminação para esta finalidade.

Para as localidades em que a tensão é única de 220 V, temos um circuito típico de distribuição semelhante, com a diferença de que são apenas dois fios de entrada, e todos os circuitos partem destes dois fios com a mesma tensão, conforme vemos na figura 26.



Assim, para 110V com 3 fios, temos duas fases opostas e um neutro (2F + N), enquanto que para tensão única de 220 V temos apenas uma fase e o neutro (F + N).

#### 4. O CONSUMO EM CHEQUE

Qual é a vantagem de se usar 220V em lugar de 110V numa instalação que tenha as duas tensões disponíveis?

Muitos acreditam que se usarmos um chuveiro numa rede de 220 V "gastaremos" menos energia do que se usarmos esse mesmo chuveiro com alimentação de 110V.

O que pagamos de energia não depende nem da corrente e nem da tensão, mas sim dos dois, ou seja, do produto da tensão pela corrente que resulta numa grandeza denominada "potência elétrica", medida em watts.

Assim, a medida do gasto de qualquer eletrodoméstico é dada pelos "watts" (W) que ele exige para funcionar.

Uma lâmpada de mais "watts" de potência é mais forte, porque exige mais energia e portanto, converte mais energia elétrica em luz.

Para obter uma determinada quantidade de watts exigida por um aparelho de maior consumo a partir da rede de energia, podemos partir tanto da tensão de 110 V como de 220 V.

Supondo que desejamos alimentar um chuveiro de 2200 W, temos então duas possibilidades:

Se usarmos a rede de 110 V, para obter os 2 200 W a corrente deverá ser de 20 A (pois  $20 \times 110 = 2200W$ ).

No entanto, se usarmos a rede de 220V, para obter os 2 200 W a corrente deverá ser de 10 A (pois  $10 \times 220 = 2 200W$ ).

Veja então que, ligando o chuveiro em 220 V a corrente será menor (o consumo não! Será absolutamente o mesmo: 2 200 W), o que nos leva a uma grande vantagem na instalação:

os fios usados podem ser mais finos e as "perdas" neste fio são menores.

Assim, é sempre interessante alimentar os aparelhos de maior consumo, se possível com 220V, pois, como eles exigem correntes mais altas, podemos economizar na instalação, que não exige fios tão grossos além de termos perdas menores e mais segurança.

Quanto ao consumo, não se iluda:

você vai pagar a mesma coisa no final do mês...

A seguir, de modo a facilitar o cálculo de consumo, damos as potências nominais de alguns eletrodomésticos comuns.

Obs: esta potência pode variar sensivelmente em alguns casos, dependendo do tipo e tamanho do aparelho considerado.

Nestes casos, o valor exato pode ser obtido na etiqueta ou plaqueta de características fixada no próprio aparelho.

(\*) Para os aparelhos indutivos, ou seja, que possuem motores, é mais interessante especificar a potência em volt-ampère (VA), havendo uma pequena diferença técnica desta grandeza em relação ao watt.

(\*\*) Não confundir este forno térmico que possui um elemento de aquecimento interno resistivo com o forno de microondas que tem um princípio de funcionamento diferente.

**Aquecedor de água (boiler) de 50 a 100 litros: 1 000 W**

**120 a 200 litros: 1 300 W**

**220 a 290 litros: 1 500 W**

**300 a 390 litros: 2 000 W**

**400 a 500 litros: 2 500 W**

**Aquecedor de aquário:**

**10 a 40 W**

**Aquecedor de água de passagem:**

**3 000 a 8000 W**

**Aquecedor de ambiente:**

**300 a 1200 W**

**Aspirador de pó residencial:**

**400 a 1 200 W**

**Barbeador:**

**5 a 20 W**

**Batedeira de bolo:**

**100 a 300 W**

**Bomba de água de poço (cisterna):**

**200 a 800 VA(\*)**

**Cafeteira elétrica:**

**600 a 1 200 W**

**Condicionador de ar de janela**

**(7 100 BTU/h):**

**900 W**

**(8 500 BTU/h)... 1300 W**

**(10 000 BTU/h)... 1400 W**

**(12 000 BTU/h)... 1600 W**

**(14 000 BTU/h)... 1900 W**

**(18 000 BTU/h)... 2600 W**

**(21 000 BTU/h)... 2800 W**

**(30 000 BTU/h)... 3600 W**

**Carregador de pilhas e bateria**

**(celular):**

**5 a 10 W**

**Centrífuga:**

**120 a 300 W**

**Churrasqueira elétrica:**

**2 000 a 4 000 W**

**Chuveiro elétrico:**

**2 000 a 6 500 W**

**Cobertor elétrico:**

**50 a 200 W**

**Condicionador de ar central:**

**5 000 a 8 000 W**

**Computador:**

**200 a 600 VA(\*)**

**Congelador (freezer) residencial:**

**350 a 600 VA(\*)**

**Copiadora (xerox):**

**1200 a 3600VA(\*)**

**Cortador de grama:**

**600 a 1800 W**

**Ebulidor:**

**1600 a 2500 W**

**Esterilizador:**

**150 a 300 W**

**Exaustor de ar de cozinha:**

**200 a 400 W**

**Faca elétrica:**

**40 a 100 W**

**Ferro de passar roupa:**

**600 a 2000 W**

**Ferro de soldar:**

**20 a 100 W**

**Fogareiro elétrico:**

**1200 a 2000 W**

**Forno residencial elétrico (\*\*):**

**2000 a 5000 W**

**Forno de microondas:**

**600 a 1200 W**

**Freezer:**

**200 a 600 VA(\*)**

**Furadeira elétrica:**

**150 a 400 VA(\*)**

**Geladeira residencial:**

**150 a 500 VA(\*)**

**Lâmpadas comuns:**

**5 a 150 W**

**Lavadora de pratos:**

**1000 a 3000VA(\*)**

**Lavadora de roupas:**

**600 a 1000 VA(\*)**

**Liquidificador:**

**150 a 300 W**

**Máquina de costura:**

**50 a 200 W**

**Máquina de escrever elétrica:**

**100 a 200 VA (\*)**

**Projektor de slides:**

**200 a 500 W**

**Rádio-relógio:**

**4 a 10 W**

**Retroprojektor:**

**700 a 1500 W**

**Secador de cabelos portátil:**

**500 a 1400 W**

**Secadora de roupas (tipo térmico):**

**1200 a 6000 W**

**Televisor:**

**50 a 500 W**

**Torneira elétrica:**

**1800 a 5000 W**

**Torradeira elétrica:**

**500 a 1200 W**

**Ventilador:**

**50 a 400 W**

**Videocassete:**

**30 a 50 W**

## 5. CURTO-CIRCUITO

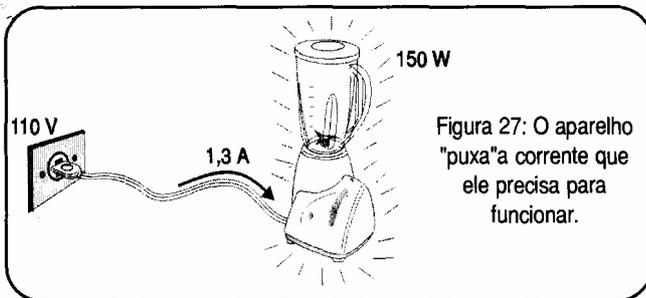
A grande ameaça à integridade de qualquer instalação elétrica é o curto-circuito.

Quando ligamos qualquer aparelho elétrico à rede de energia, ele fica submetido a uma determinada tensão (que pode ser 110V ou 220 V), mas

a corrente que vai passar por ele depende exclusivamente de suas características internas.

Cada dispositivo "dosa" a corrente de acordo com o que precisa de energia para funcionar. Assim, a corrente que um eletrodoméstico ligado à rede de energia "puxa" depende exclusivamente de suas exigências de energia. Uma lâmpada de 60W precisa de mais energia do que uma de 40 W, o que significa que na primeira passa uma corrente mais intensa, se ambas forem alimentadas pela mesma tensão.

Os dispositivos alimentados pela rede de energia dosam esta corrente com uma espécie de "freio" interno, que impede que a corrente seja excessiva em função da forte "pressão" com que as cargas são empurradas. Assim, podemos dizer que cada dispositivo apresenta uma certa oposição ou "resistência", que determina quanto de corrente deve passar para que eles funcionem normalmente, recebendo a energia que precisam. A figura 27 dá uma idéia do que ocorre neste caso.



Ocorre, entretanto, que em condições anormais, o dispositivo ligado à rede de energia pode "perder o freio" e a corrente aumentar descontroladamente a ponto de se tornar perigosa.

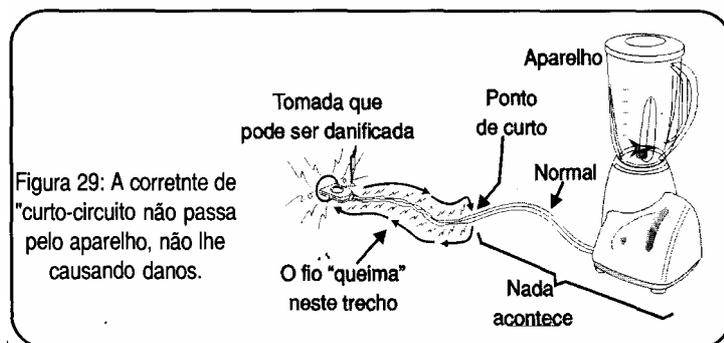
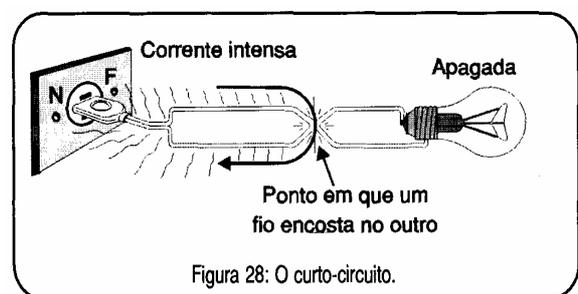
Isso acontece, por exemplo, quando um fio de alimentação encosta no outro de retorno ou de fase oposta, conforme sugere a

figura 28.

Nestas condições não há resistência alguma para "frear" a circulação da corrente e ela pode fazer seu percurso (circuito) de uma maneira direta sem encontrar qualquer oposição, aumentando enormemente de intensidade.

Este caminho "sem freio" para a corrente, é um percurso ou circuito mais curto, ou seja, um "curto-circuito" e pode ser muito perigoso.

A intensidade da corrente pode aumentar de tal maneira que os fios da instalação não suportem sua condução e se aqueçam em demasia a ponto de "queimarem". O mesmo ocorre em relação ao próprio fio do aparelho em que essa forte corrente passa, veja a figura 29.



ocorrer, como os "estouros" acompanhados do lançamento de estilhaços dos elementos de uma tomada ou de um fio.

Observe, entretanto, que a corrente circula pelo ponto de curto-circuito e não depois, ou seja, em condições normais, o que está depois deste ponto não sofre dano algum.

A corrente num curto-circuito pode se tornar tão intensa que além do calor, outros efeitos violentos podem

Cuidar dos isolamentos de modo que os fios de uma rede não encostem uns nos outros é um ponto fundamental para evitar curto-circuito.

## 6. OS FUSÍVEIS

Se não houver um meio de interromper a forte corrente que ocorre em caso de curto-circuito, a instalação elétrica pode ficar danificada, isso sem falar no perigo de incêndio.

Uma maneira de proteger uma instalação elétrica é através dos fusíveis.

Se uma corrente excessiva produz calor, quando passa por determinados materiais, por que não usar esse fator para proteger a instalação em caso de perigo?

Um fusível faz justamente isso: nele temos um elemento que oferece uma certa resistência à passagem da corrente, mas ainda assim, incapaz de afetar a alimentação que uma instalação precisa em funcionamento normal.

Se a corrente na instalação aumenta e ultrapassa o valor que se considera normal, o primeiro a sentir os efeitos é o fusível, que queima e com isso o circuito é aberto, ou seja, a corrente é imediatamente interrompida.

Como o fusível queima com uma corrente muito menor do que aquela que os fios suportam, a instalação não chega a sofrer nenhum dano.

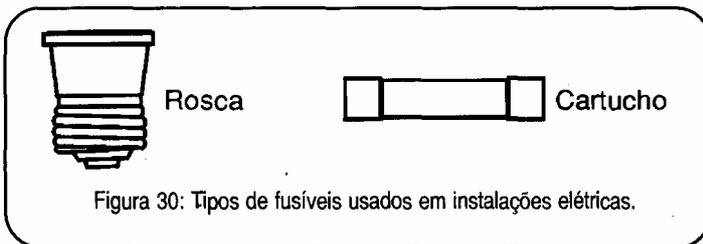


Figura 30: Tipos de fusíveis usados em instalações elétricas.

Na figura 30 temos os dois tipos de fusíveis mais comuns, usados em instalações elétricas domiciliares.

O primeiro tipo é o de "rosca", que é colocado num suporte semelhante ao usado por lâmpadas comuns nas chaves da caixa de entrada e na caixa

de distribuição, conforme indica a figura 31.

Neste fusível existe um pequeno pedaço de fio de chumbo-estanho cujo ponto de fusão é relativamente baixo de modo que ele derrete facilmente com uma corrente mais elevada.

O segundo é do tipo "cartucho" e é também instalado junto com a chave geral e chaves de distribuição na proteção dos circuitos.

No interior do cartucho também temos um fio dimensionado de modo a "derreter" com determinada corrente.

Veja então que a especificação principal de um fusível é a corrente em que ele deve queimar.

Esta especificação não é feita de qualquer maneira, sem critério. A corrente de um fusível numa instalação depende do que ela deve alimentar, ou seja, do número de lâmpadas, tomadas e dispositivos existentes que determinarão também a espessura do fio usado.

Assim, se numa instalação for exigido um fusível de 20 A, por exemplo, e ele queimar, NUNCA deveremos substituí-lo por outro que não seja de 20 ampères.

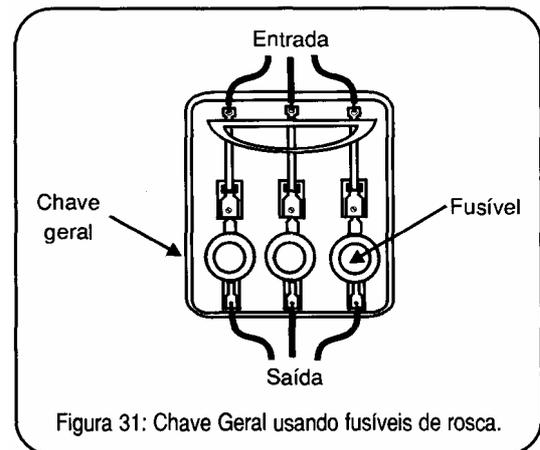


Figura 31: Chave Geral usando fusíveis de rosca.

Um fusível menor vai queimar facilmente quando ainda não houver perigo para a integridade da instalação, quando alguns aparelhos a mais forem usados ao mesmo tempo. Dois chuveiros ligados ao mesmo tempo, ainda que a instalação tenha sido projetada para suportá-los, irão causar a queima do fusível.

Um fusível maior, entretanto, é mais perigoso: a corrente pode subir para além do valor que a instalação suporta e ainda não chegar ao valor em que o fusível queima. A instalação sofrerá danos antes que o fusível queime!

O dimensionamento de um fusível para uma instalação depende da intensidade da corrente exigida pelos aparelhos alimentados e pela espessura do fio utilizado.

Mais adiante veremos como escolher fusíveis.

## 7. DISJUNTORES

Um fusível, uma vez queimado, não pode ser reaproveitado. Deve ser jogado fora e substituído por um novo.

Este incômodo pode ser evitado com um dispositivo de proteção denominado disjuntor.

O disjuntor é uma chave de proteção termomagnética que desliga automaticamente quando a intensidade da corrente ultrapassa certo valor.

Na figura 32 temos o aspecto de um disjuntor, que é especificado da mesma maneira que os fusíveis comuns: pela corrente em que "abre" o circuito.

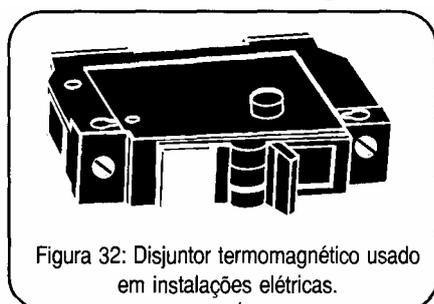


Figura 32: Disjuntor termomagnético usado em instalações elétricas.

Uma vez que ocorra um curto-circuito em algum aparelho ou numa instalação e o disjuntor interrompa a corrente, basta que se verifique qual a causa deste curto e esta seja removida para que a corrente possa ser restabelecida, simplesmente rearmando-se o disjuntor. Evidentemente, se o curto-circuito permanecer, o disjuntor vai desarmar de novo.

É comum que nas instalações domiciliares sejam usadas duas caixas para as chaves de controle e distribuição, conforme mostra a figura 33.

Uma delas é colocada na entrada da instalação, onde está também o relógio medidor de consumo, usando fusíveis de valores apropriados ou disjuntores.

Outra, colocada no interior da casa, em local acessível, no ponto em que se tem o começo da rede de fios que distribui a energia, usando disjuntores.

Os disjuntores e os fusíveis são dimensionados de tal maneira que se houver um curto de pequeno porte, como algum eletrodoméstico com problemas, os disjuntores correspondentes desarmam.

No entanto, se o problema for mais grave ou antes do ponto em que estão os disjuntores como, por exemplo, um curto na própria instalação, então os fusíveis de entrada queimam.

O dimensionamento da corrente de atuação de um disjuntor é função da corrente exigida pelos aparelhos alimentados por seu circuito e da espessura do fio utilizado.

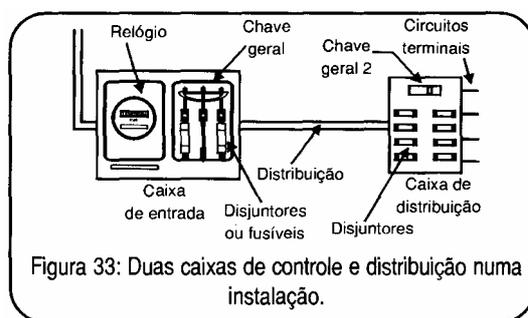


Figura 33: Duas caixas de controle e distribuição numa instalação.

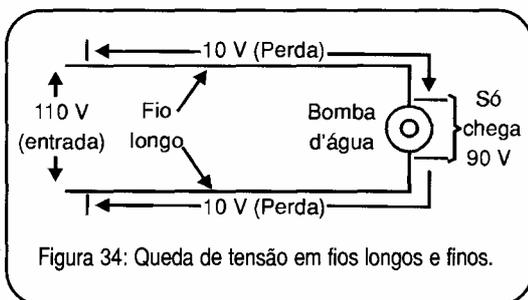
## 8. OS FIOS

Os fios usados numa instalação devem ser escolhidos com o máximo cuidado. Sua função é conduzir a corrente, e se eles não fizerem isto da maneira esperada, teremos problemas de segurança e poderemos até comprometer o funcionamento dos aparelhos alimentados.

Dependendo da intensidade da corrente conduzida, os fios devem ter uma espessura apropriada: maior corrente significa a necessidade de usar fios mais grossos.

Um fio mais fino também significa uma dificuldade maior para a corrente passar, ou seja, uma certa resistência.

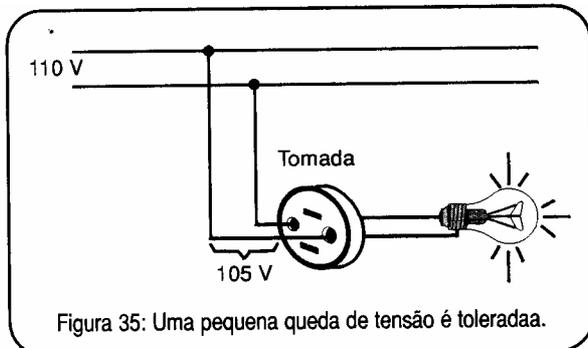
Assim, conforme mostra a figura 34, se um fio for muito fino ou muito longo, ele "divide" a tensão da rede de energia em duas partes: uma usada para vencer a sua própria resistência e a outra para chegar ao aparelho alimentado.



Logo, um fio muito comprido alimentando um aparelho no final da instalação pode significar problemas: o aparelho que deveria receber a tensão da rede para o qual foi especificado, acaba recebendo uma tensão muito menor, o que pode afetar seu funcionamento.

Nesta mesma instalação, um fio mais grosso pode reduzir a resistência e assim as perdas que ocorrem, obtendo-se um funcionamento melhor do aparelho que está distante.

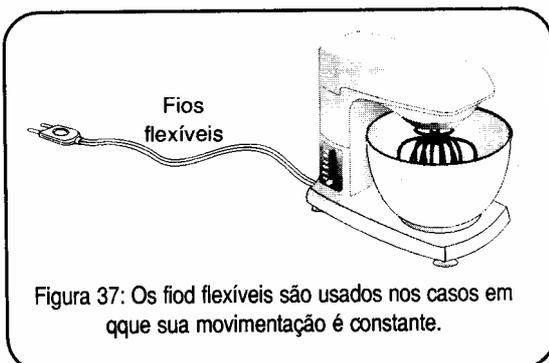
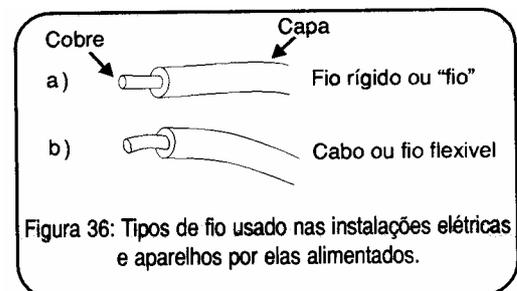
As normas prevêm a queda de tensão máxima que pode ocorrer num fio quando usado na alimentação de um eletrodoméstico, ou seja, de quanto a tensão pode "ficar" reduzida no final do fio.



Esta queda está entre 4 e 5% para os aparelhos eletrodomésticos comuns. Isso significa que, se no início de uma linha de distribuição houver uma tensão de 110V e no final, no ponto onde está ligado o aparelho alimentado tivermos 105 V, teremos uma "perda" dentro dos limites aceitáveis, conforme a figura 35.

Para uso em instalações elétricas domiciliares encontramos vários tipos de condutores, veja alguns na figura 36.

O primeiro tipo é o fio rígido usado nas instalações e que consiste num fio de cobre único isolado por uma capa de



material plástico. Este fio também é denominado condutor sólido. Este fio é pouco flexível, por isso é usado nos casos em que a instalação é definitiva, ou seja, nas próprias instalações, embutidos ou mesmo aparentes.

O segundo tipo é o denominado fio flexível ou simplesmente "cabo", formado por um conjunto de fios trançados ou compactados de modo que os fios de cobre mais finos fiquem bem juntos, sendo isolados por uma capa plástica.

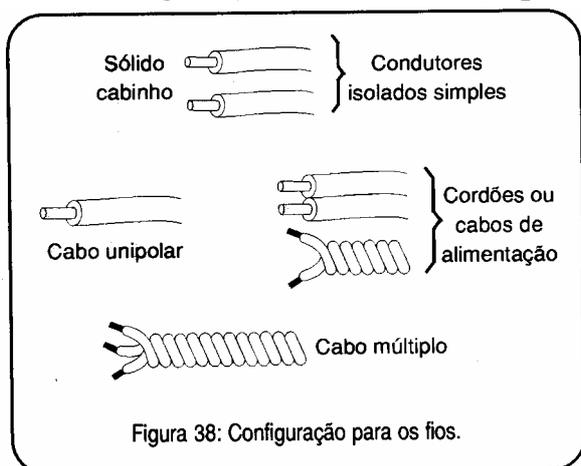
Este tipo de fio apresenta grande flexibilidade e por isso é usado nas aplicações em que se deseja movimentar o aparelho alimentado.

Encontramos este tipo de fio nas extensões, nos aparelhos eletrodomésticos e em aplicações em que o fio esteja sujeito a movimentos constantes, veja a figura 37.

O isolamento externo destes fios pode ser de polímeros termoplásticos como o PVC (cloreto de polivinila), PE (polietileno), etc., ou ainda de polímeros termofixos como o XLPE (polietileno reticulado), EPR (borracha etileno-propileno), borracha de silicone, etc. Em aplicações especiais podemos encontrar isolamentos de fibra de vidro, O importante no isolamento é a tensão máxima suportada.

Normalmente, para os fios de instalações domésticas, cujas tensões não superam os 240 V, a tensão de isolamento dos fios é da ordem de 600 V.

Os fios dos tipos indicados podem ser apresentados ainda em diversas configurações ou formas, que são mostradas na figura 38.



Assim, nesta figura temos: a) condutor isolado simples - que consiste num fio sólido ou num cabinho com isolamento externo.

b) cabo unipolar - consiste num fio flexível único ou cabo com um isolamento.

c) cabo multipolar - dois condutores ou mais com um isolamento em comum.

d) cordão ou cabo de alimentação - dois condutores isolados paralelos ou torcidos.

e) cabo multiplexado três ou mais condutores (cabos ou rígidos)

torcidos ou paralelos.

Conforme vimos, na escolha de um fio, a espessura deve estar de acordo com a intensidade da corrente a ser conduzida.

As espessuras dos fios são indicadas de duas formas: numa série métrica, de acordo com as normas IEC, em milímetros quadrados de secção e numa série AWG (American Wire Gauge) por um número, de acordo com a tabela da página seguinte em que temos as correntes correspondentes indicadas. Observe que esta tabela é válida para fios com isolamento de PVC.

Nas instalações domésticas (instalações fixas em geral) temos a indicação das espessuras mínimas dos fios por meio de normas

(NBR541 90):

a) Circuitos de iluminação (pontos de luz); 1,5 mm<sup>2</sup> (fio AWG 14)

b) Circuitos de alimentação (tomadas, eletrodomésticos fixos, etc): 2,5 mm<sup>2</sup> (fio AWG 12)

c) Sinalização e controle: 0,5 mm<sup>2</sup> (fio AWG 20)

Nas ligações com cabos e cordões flexíveis, a mesma norma estabelece as seguintes espessuras mínimas para os fios:

a) equipamentos específicos:

Conforme a norma respectiva.

b) outras aplicações: 0,75 mm<sup>2</sup> (fio AWG 18)

Observamos ainda que, para fios de seção até 25 mm<sup>2</sup>, o neutro e fase são iguais. Para seções maiores de fase, o neutro pode ser mais fino, segundo normas existentes.

Nunca use um fio mais fino numa aplicação, pois pode haver comprometimento do funcionamento do aparelho alimentado e até da segurança.

Um problema comum ocorre com o uso de extensões.

Se você usar uma extensão que suporte uma corrente máxima de 10 A, por exemplo, para alimentar um aspirador de pó de 1400 W (o que é visto com bastante frequência) na rede de 110V, você está se arriscando.

Em 110 V, um aspirador de 1400 W exige algo em torno de 13 A para funcionar, acima do suportado pela extensão.

O resultado é desastroso (nem sempre a curto prazo).

O fio se aquece demais, colocando em risco a integridade do isolamento e além disso, as perdas aumentam fazendo com que chegue ao aspirador uma tensão mais baixa do que a normal para seu funcionamento.

Esta tensão mais baixa faz com que ele "puxe" mais corrente e ao mesmo tempo seja forçado, com o perigo de haver danos para sua integridade.

Se tiver de ligar um aspirador ou outro eletrodoméstico de alto consumo através de uma extensão, tenha certeza de que a extensão seja capaz de operar com a corrente exigida. Um procedimento simples que significa eficiência e segurança.

Usar o fio certo em cada aplicação é fundamental para a instalação e aparelhos funcionarem corretamente.

Nas instalações domésticas, os fios podem tanto correr em locais abertos como passar por eletrodutos.

Existem algumas recomendações importantes com relação à passagem dos fios nesses dutos.

Devemos lembrar que a passagem de correntes por fios sempre gera calor e se diversos condutores estiverem aglomerados num duto, o calor gerado por todos pode ter um efeito cumulativo que põe em risco a integridade da instalação.

Portanto, nunca passe mais do que 3 condutores de uma mesma instalação, sempre respeitando o diâmetro apropriado.

A soma das áreas totais dos fios não deve superar 40% da área do duto.

Nunca passe fios sem isolamento por dutos juntamente com outros fios.

Os dutos devem ser planejados de modo a não terem curvas que dificultem a passagem dos fios.

AWG	Corrente (A)	Métrica(mm <sup>2</sup> )	Corrente (A)
22	3,5	0,30	3,5
20	6,0	0,50	6,0
18	10,0	0,75	9,0
16	13	1	12,0
14	15	1,5	15,5
12	20	2,5	21
10	30	4	28
8	40	6	36
6	55	10	50
4	70	16	68
2	95	25	89
1	110	35	111
1/0	125	50	134

2/0	145	-	-
3/0	165	70	171
4/0	195	-	-
250	215	95	207
300	240	120	239
350	260	150	272

## 9. CIRCUITO ABERTO E CIRCUITO FECHADO

É muito comum em eletricidade falar que um circuito está "aberto" ou "fechado". Por este motivo, é interessante que o leitor tenha noção do que isso significa.

Dizemos que um circuito está fechado quando existe um percurso completo para a corrente e ela pode circular alimentando algum aparelho conforme mostra a figura 39.

O circuito está aberto, quando existe alguma interrupção que impede a circulação da corrente, figura 40.

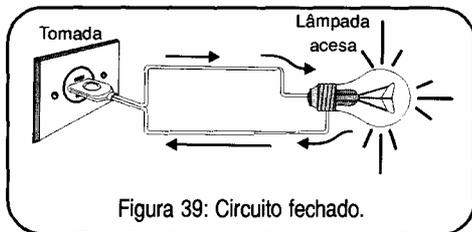


Figura 39: Circuito fechado.

Veja que o circuito não precisa estar interrompido obrigatoriamente antes do aparelho alimentado, em relação ao pólo vivo. A

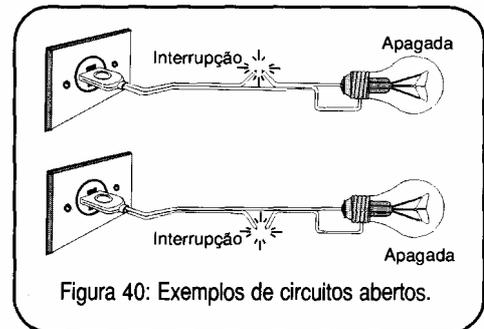


Figura 40: Exemplos de circuitos abertos.

interrupção pode ser "depois", uma vez que a corrente não tendo para onde ir, simplesmente pára'

Na verdade, na instalação elétrica, como a corrente usada é alternada, não tem muito sentido se falar em "antes ou depois" de algum dispositivo alimentado.

Assim, quando falarmos que um circuito ou um dispositivo está aberto é porque ele não deixa a corrente passar, ou seja, o circuito está interrompido. Quando um circuito ou dispositivo está fechado é porque ele permite que a corrente passe.

Uma outra forma de indicar isso é dizer que um circuito aberto não tem "continuidade" para a corrente, enquanto um circuito fechado apresenta "continuidade" para a corrente.

## 10. INTERRUPTORES

A finalidade dos interruptores nas instalações elétricas é abrir e fechar um circuito. Isso permite estabelecer ou interromper a corrente de modo a controlar o funcionamento do dispositivo alimentado.

Podemos usar os interruptores para ligar ou desligar uma lâmpada, ou seja, para estabelecer ou interromper a corrente que circula através de uma lâmpada, conforme sugere a figura 41.

Note que podemos ligar o interruptor "antes" ou "depois" da lâmpada, pois numa instalação a posição não importa, conforme já vimos.

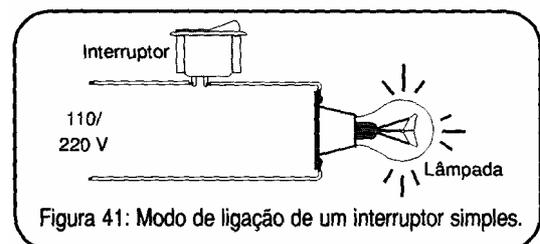


Figura 41: Modo de ligação de um interruptor simples.

É interessante observar que não precisamos desligar os dois fios para que a corrente seja interrompida. Assim, os interruptores simples têm apenas um pólo, ou seja, possuem dois pontos de ligação, observe a figura 42. Ocorre entretanto que, por medida de segurança, é interessante desligar os dois fios. Isso porque normalmente não sabemos numa tomada ou num ponto de uma instalação, qual é o vivo e qual é o terra.

Na verdade, ao fazer uma instala-

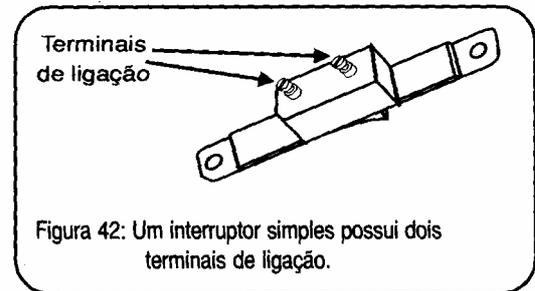


Figura 42: Um interruptor simples possui dois terminais de ligação.

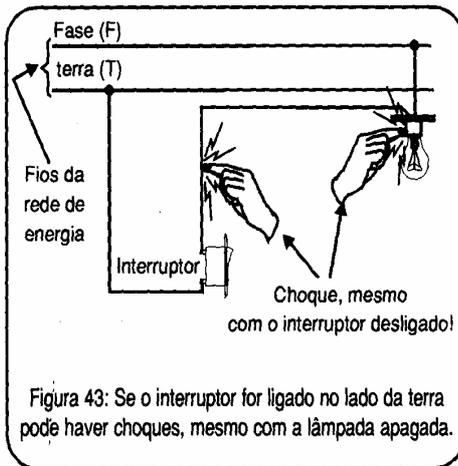


Figura 43: Se o interruptor for ligado no lado da terra pode haver choques, mesmo com a lâmpada apagada.

ção, o interruptor deve ser sempre colocado de modo a desligar o vivo (fase), e não o pólo neutro.

Na figura 43 verificamos que se usarmos o interruptor para desligar o terra, o vivo (fase) permanece e isso significa que um toque accidental pode causar choques. Se quisermos ter mais segurança será interessante desligar os dois pólos.

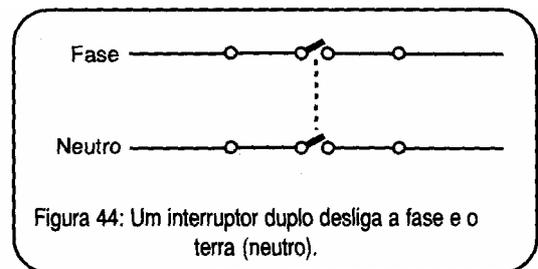


Figura 44: Um interruptor duplo desliga a fase e o terra (neutro).

Isso pode ser conseguido com interruptores duplos. As chaves gerais usadas nas caixas de entrada das instalações fazem justamente isso, (figura 44).

## 11. SÉRIE E PARALELO

Os interruptores são ligados em série com os aparelhos que devem controlar, enquanto que os aparelhos alimentados pela rede de energia são ligados em paralelo. Esta afirmação deixa a maioria das pessoas confusa.

O que é "série" e o que é "paralelo". Estes dois termos podem ser facilmente entendidos se tomarmos duas aplicações simples como exemplo.

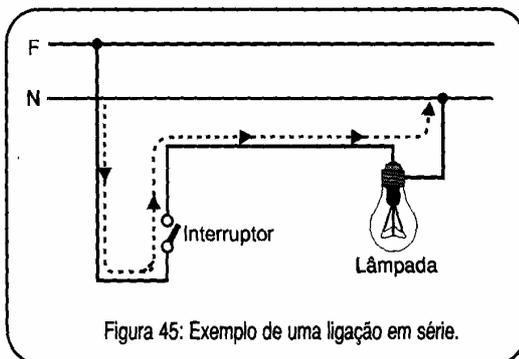


Figura 45: Exemplo de uma ligação em série.

na figura 45 onde temos um interruptor ligado em SÉRIE com uma lâmpada de modo a poder controlá-la.

Assim, neste circuito, a corrente passa primeiro pelo interruptor e depois pela lâmpada (ou vice-versa, se o interruptor for ligado depois).

A primeira aplicação é mostrada

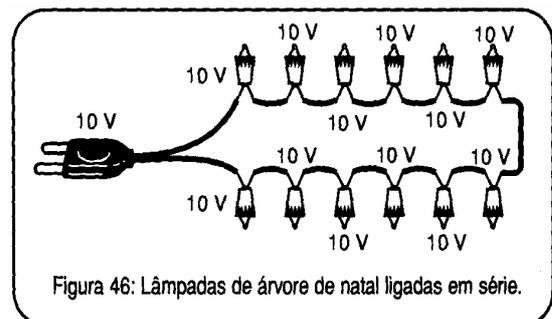


Figura 46: Lâmpadas de árvore de natal ligadas em série.

Um conjunto de lâmpadas de árvore de natal é obtido pela ligação em série dessas lâmpadas, (figura 46).

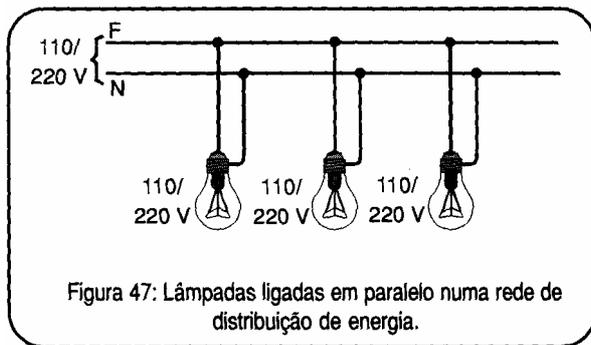
Veja que, neste tipo de ligação, se uma das lâmpadas queimar, a corrente é interrompida em todo o circuito e todas as lâmpadas apagam!

Observe também que a tensão da rede de energia se divide entre as lâmpadas. Se o conjunto tiver 10 lâmpadas, os 110 V da rede de energia ficarão divididos por 10 e cada lâmpada recebe 11 V.

Outra aplicação consiste num conjunto de lâmpadas alimentado pela mesma rede de modo que todas fiquem sujeitas mesma tensão de 110V.

Isso é mostrado na figura 47 e corresponde ao que existe naturalmente na instalação elétrica de nossa casa.

Nesta aplicação as lâmpadas estão em PARALELO e as correntes são independentes. Assim, cada lâmpada exige a corrente que precisa para funcionar, e se uma delas queimar, a outra não é afetada, continuando



acesa da mesma forma.

Nas instalações elétricas encontramos dispositivos que são ligados em série como os fusíveis e os interruptores, e dispositivos que são ligados em paralelo como as lâmpadas, tomadas e outros que devem receber alimentação de modo independente.

## 12. TOMADAS E SOQUETES

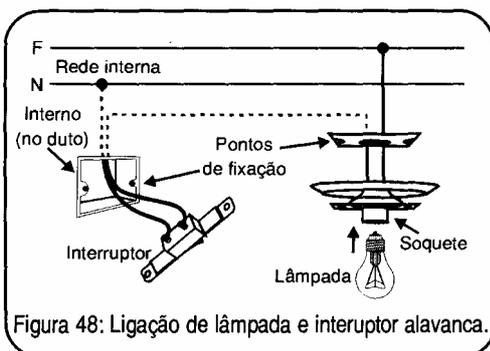
As tomadas são pontos da instalação onde podemos ligar os mais diversos tipos de aparelhos elétricos e eletrônicos para alimentação. Estas tomadas estão ligadas em paralelo com a instalação e por isso podem fornecer tensões de 110V ou 220V, conforme o caso.

Os soquetes são pontos em que são rosqueadas lâmpadas comuns para que recebam a alimentação da rede de energia.

Estes soquetes, na maioria dos casos, são ligados em série com um interruptor, que pode controlar a alimentação das lâmpadas.

Na figura 48 temos exemplos desses dois elementos e sua ligação.

Na parte prática veremos como fazer a instalação, tanto de lâmpadas comuns como de outros tipos.



## 13. DIMENSIONAMENTO DE TOMADAS E INTERRUPTORES

A maioria das pessoas não tem preocupação alguma em saber se determinado eletrodoméstico pode ou não ser ligado de forma segura numa tomada de sua casa: simplesmente chega lá e liga-o! O resultado disso pode ser avaliado pelo número de tomadas que em pouco tempo apresentam sinais

de sobrecarga como enegrecimento ou mesmo causam problemas maiores como curto-circuito e até mesmo princípio de incêndio.

Por que devemos nos preocupar com as tomadas e como fazer a escolha correta é o tema deste item.

O contato entre dois condutores elétricos é algo tão simples que a maioria das pessoas, mesmo os técnicos, não costuma parar para pensar na sua importância.

No entanto, os problemas causados por contatos imperfeitos ou mal dimensionados vão muito além do que essas mesmas pessoas podem suspeitar.

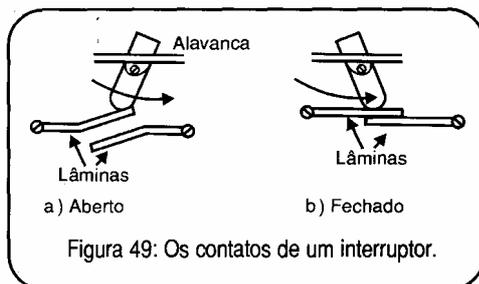
Analisando a importância dos contatos no funcionamento dos aparelhos elétricos e eletrônicos, o leitor poderá avaliar melhor a escolha dos elementos que vão fazer parte da instalação de sua casa.

#### 14. O CONTATO ELÉTRICO

Para que uma corrente passe de um meio condutor para outro, é preciso haver um contato físico entre eles.

Quando emendamos dois fios, logo imaginamos que a superfície total de um esteja em contato com o outro e assim a corrente encontre um percurso fácil para sua circulação.

O mesmo deveria ocorrer quando duas lâminas de um interruptor encostam uma na outra de modo a fechar um circuito, veja a figura 49.



No entanto, na prática as coisas não ocorrem como desejamos.

Examinando o ponto de contato entre os condutores, verificamos que, numa escala microscópica, suas superfícies são irregulares, e aquilo que pensamos ser duas superfícies lisas encostando uma na outra, na verdade, são duas superfícies com muitas irregularidades, observe a

figura 50.

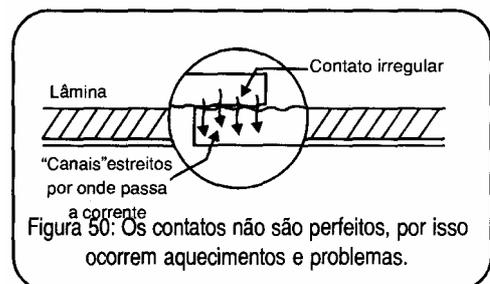
Isso significa que existem canais estreitos por onde a corrente tem de passar, o que resulta numa certa resistência.

Ora, o resultado dessa resistência é o aquecimento.

Esse aquecimento será tanto maior, quanto mais intensa for a corrente que precisar passar por um desses "canais" dos contatos entre os condutores.

Para evitar estes problemas, a superfície de contato entre dois condutores deve ser muito maior do que o diâmetro do fio que está conduzindo a corrente, de modo a termos "no todo", uma superfície efetiva de contato maior, reduzindo a resistência.

Podem ser usados materiais especiais de menor resistividade, como a platina ou a prata, mas isso encarece a construção de um interruptor. A melhor solução, portanto, é garantir o contato com a maior superfície e maior robustez.



## 15. O QUE ACONTECE COM O EXCESSO DE CORRENTE

Contatos que sejam corretamente dimensionados para uma determinada intensidade de corrente, prevê que não teremos nem aquecimento excessivo e nem uma redução daquela própria corrente a ponto de afetar o funcionamento do aparelho alimentado.

Todavia, se a intensidade máxima for superada, podem ocorrer diversos problemas:

O primeiro deles é que a elevação excessiva da intensidade da corrente pode chegar a ponto de "queimar" os contatos, ou seja, facilitar a ação do oxigênio atmosférico que então vai oxidar o ponto de contato. Ora, os óxidos são isolantes e com o tempo a corrente não mais passa por aquele local...

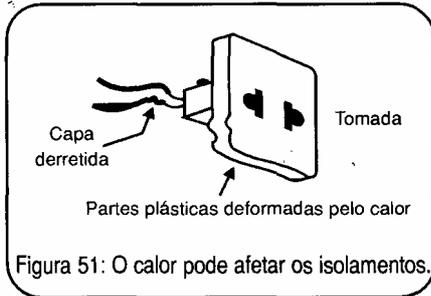


Figura 51: O calor pode afetar os isolamentos.

O segundo é que o calor gerado pode causar deformações do próprio suporte do dispositivo em que está esse contato e em alguns casos, derreter capas de condutores, o que pode causar curto-circuitos, figura 51.

O terceiro é que o aquecimento pode chegar a ponto de inflamar o próprio dispositivo, causando curto-circuitos ou mesmo

incêndios.

## 16. COMO EVITAR PROBLEMAS DE CONTATOS

Os problemas maiores de contatos numa instalação doméstica ocorrem com os interruptores e com as tomadas.

Esses dispositivos são dimensionados para funcionar satisfatoriamente com uma intensidade máxima de corrente, que freqüentemente é ultrapassada. Além disso, muitos desses dispositivos operam sob condições que facilitam a deterioração dos contatos mesmo com correntes menos intensas.

Analise os casos principais:

a) Tomadas e interruptores sobrecarregados:

A maioria das tomadas comuns e interruptores é especificada para operar com uma corrente máxima de 10 A.

No entanto, existem diversos tipos de eletrodomésticos que, em condições normais de funcionamento, exigem correntes maiores. São eles justamente os que causam a sobrecarga dessas tomadas e interruptores que, em pouco tempo, passam a apresentar problemas como:

- \* não atuam mais (interruptores) aquecem excessivamente (interruptores e tomadas)
- \* produzem faíscas (interruptores e tomadas)
- \* causam funcionamento intermitente do aparelho alimentado (tomadas e interruptores)

Dois exemplos comuns podem ser citados para este tipo de uso indevido com eletrodomésticos de consumo elevado: ferros de passar e lavadoras de roupas.

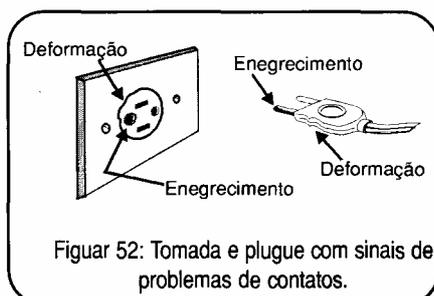


Figura 52: Tomada e plugue com sinais de problemas de contatos.

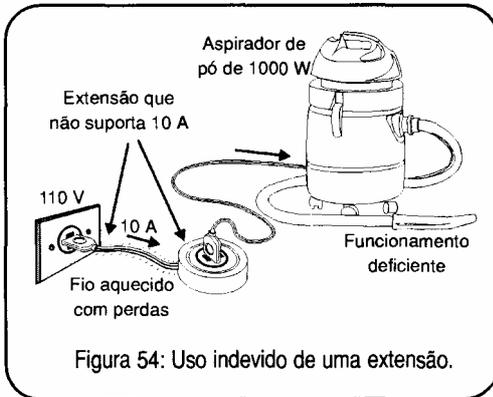
Em pouco tempo de uso, tomadas comuns passam a apresentar sinais de aquecimento, queima, maus contatos e até com os fios de ligação derretidos o que pode causar curto-circuitos, conforme mostra a figura 52.

Para estes eletrodomésticos, a solução está no uso de tomadas de alta corrente (e também interruptores, se forem agregados).

Tomadas de 20 A ou mais, com contatos

mais robustos e de maior superfície garantem a passagem da corrente que tais aparelhos necessitam sem problemas, conforme indicado na figura 53.

b) Fios e emendas. Ocorre também que em muitas instalações que alimentam

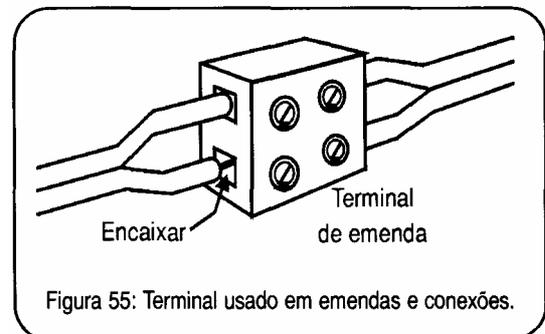


aparelhos de correntes elevadas, são feitas emendas nos fios e os próprios fios podem não ter a espessura



apropriada. Nunca use extensões de fios finos (figura 54), que normalmente não suportam a corrente de aparelhos maiores como alguns tipos de aspiradores de pó, ferros de passar, lavadoras, aquecedores de ambientes, etc.

Se precisar fazer emendas nos fios que alimentam aparelhos de alto consumo, use terminais apropriados com parafusos do tipo mostrado na figura 55.



Esses terminais garantem o melhor contato, evitando que a emenda seja um ponto de aquecimento e futura falha na instalação com perigo de curto-circuito.

## 17. COMO VERIFICAR O CONSUMO DE UM ELETRODOMÉSTICO

Nem todos os eletrodomésticos indicam a corrente que exigem para funcionar. Normalmente, os eletrodomésticos são especificados pela sua potência.

Ora, a potência está ligada de uma forma direta à corrente, logo, se conhecermos a potência e a tensão de alimentação, podemos facilmente calcular a corrente.

Essa corrente é calculada dividindo-se a potência pela tensão da rede.

Por exemplo, um ferro de passar de 1100W é ligado na rede de 110 V. Sua corrente será:

$$\text{Corrente} = \text{Potência} / \text{tensão}$$

$$\text{Corrente} = 1100 / 110 \text{ Corrente} = 10A$$

Nunca ligue numa mesma tomada diversos aparelhos, que em conjunto exijam uma corrente maior do que ela pode fornecer.

O uso dos chamados "benjamins" só deve ser tolerado se os aparelhos conectados forem todos de baixo consumo.

Enfim, respeitando os limites de corrente de tomadas e interruptores, sua instalação funcionará corretamente, seus eletrodomésticos durarão mais e você terá segurança.

## CAPÍTULO 3

### REPARANDO E CONTROLANDO A INSTALAÇÃO ELÉTRICA

#### 1. PARTINDO PARA A PARTE PRÁTICA

De posse das ferramentas, dos conhecimentos básicos que demos nos capítulos anteriores, é hora do leitor colocar "mãos à obra".

Existem dezenas de pequenos trabalhos numa instalação elétrica incluindo a própria instalação, que podem ser feitos com facilidade desde que sejam seguidas algumas instruções básicas e tomados certos cuidados, principalmente os que envolvem segurança.

Nos itens seguintes veremos uma grande quantidade desses trabalhos, que permitem que o leitor mexa com sua instalação "sem levar choques", quer no sentido imediato da palavra, quer no sentido direto, ao ter que chamar um profissional e ver a conta ou ao constatar que seu caríssimo sistema de som-laser com computador e monitor de vídeo que funciona em 110V acabou de ser ligado numa tomada de 220 V.



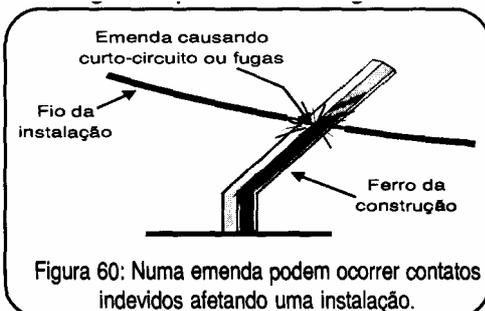
Observe ilustração da figura 59.

#### 2. O CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

A conta de energia elétrica no final do mês preocupa a maioria das pessoas e muita gente não tem a mínima idéia de como verificar quanto se gasta de energia, simplesmente observando as indicações do relógio de luz, e até sentem um pouco de inveja do funcionário da concessionária que faz isso. Como seria interessante saber ler as indicações do relógio de consumo de energia e poder com isso comparar com a própria conta!

Mas, não é somente o controle do consumo que pode ser feito pela observação do relógio de luz. A simples observação do indicador de consumo pode indicar algum tipo de abuso no uso de eletrodomésticos, e também, pode indicar alguma anormalidade na própria instalação, que esteja causando fugas ou perdas de energia.

Um curto interno ou ainda um problema de isolamento entre fios, conforme sugere a figura 60, pode ser responsável por anormalidades de funcionamento numa instalação, consumindo energia e até pondo em risco a sua integridade.



Um fio da instalação que encoste num ponto de metal da estrutura da casa (um ferro de laje, por exemplo) pode causar fugas de energia, que serão registradas como consumo pelo relógio de entrada.

Além da preocupação em prever o consumo de energia no final do mês, também é importante para o consumidor saber quanto irá pagar a mais por ela quando comprar algum eletrodoméstico.

um eletrodoméstico.

Geladeiras, aquecedores de ambientes, condicionadores de ar costumam trazer marcados de maneira bem visível (por exigência da legislação) os seus consumos.

No entanto, para o comprador, o valor em quilowatts-hora marcado em tais aparelhos não diz muito, pois o que realmente lhe interessa é quanto a mais vai pagar em dinheiro no final do mês.

Assim, ao comparar duas geladeiras, o máximo que o leitor pode saber é se uma é mais "gastona" do que outra, mas praticamente nada em termos de valores em dinheiro.

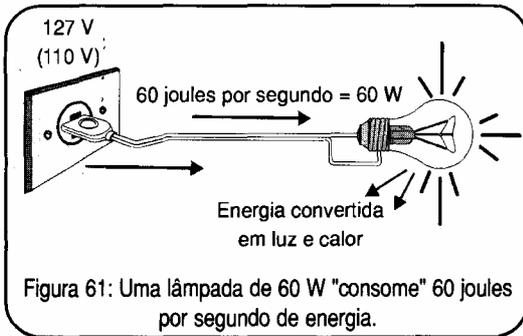
Será interessante, antes de aprendermos a medir o consumo de energia saber como isso realmente ocorre.

#### a) o consumo de energia

Não se pode criar energia, assim, o que um motor consegue em termos de energia mecânica, uma lâmpada consegue em energia luminosa ou um aquecedor consegue em calor são resultado da energia elétrica consumida.

A especificação da quantidade de energia que um aparelho consome é dada de uma forma indireta: pela sua potência.

A potência é a quantidade de energia consumida (ou fornecida) em cada segundo, e é medida em watts (abreviado por W) - (ver figura 61)



Para que o leitor tenha uma idéia da ordem de grandeza do watt (W), basta dizer que precisamos de 4,18 W de energia aplicados durante 1 segundo a 1 grama de água para elevar sua temperatura em 1 grau Celsius, ou seja, para produzir 1 caloria.

Para aquecer 1 litro de água de 20 a 100 graus Celsius, por exemplo, precisamos de 80 000 calorias, que convertidas em watts resultam em 334 400

W ou joules por segundo.

Se quisermos aquecer esta água em 1 segundo precisaremos de um aquecedor com essa enorme potência, o que na prática não é muito conveniente.

No entanto, se pudermos esperar uns 334 segundos, ou aproximadamente 5 minutos e meio, um aquecedor de 1 000 W resolve... (supondo o rendimento máximo).

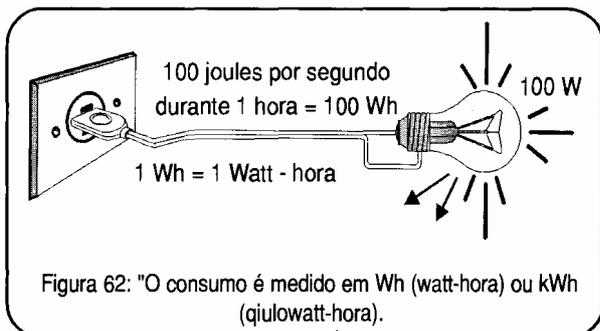
Assim, conforme o leitor pode perceber, para obtermos a quantidade de energia a ser gasta, devemos multiplicar a potência do aparelho pelo tempo que ele fica ligado.

Um aquecedor de 1 000 W ligado durante 334,4 segundos produz os 334 400 W que correspondem a 80 000 calorias.

Evidentemente, não são todos os aparelhos que produzem calor a partir da energia elétrica e além disso, seria muito mais prático trabalharmos com tempos medidos em horas em lugar de minutos.

Assim, expressamos a energia que a concessionária entrega em nossa casa e a energia que consumimos em termos de quilowatts x horas, ou seja, milhares de watts multiplicados pelo tempo em horas. Abreviamos por kWh.

Uma lâmpada que tenha uma potência de 100W, "consome" 100



watts hora de energia por hora. Veja na figura 62.

Durante 10 horas essa lâmpada "consumirá" 1 quilowatt-hora ou 1 kWh.

Para calcular o consumo mensal ou durante um determinado período de um aparelho, basta multiplicar sua potência (consumida) pelo número de horas que ele fica ligado no intervalo considerado.

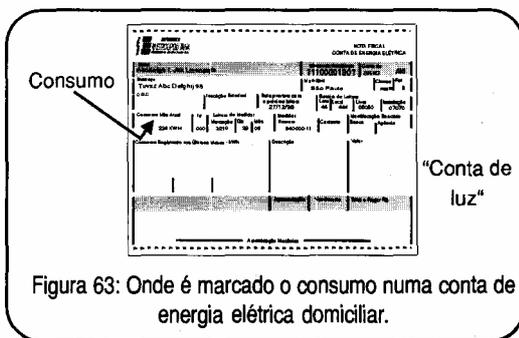
Uma lâmpada de 100 W que fique ligada durante 4 horas por dia, durante 30 dias por mês, consumirá:

Consumo = 100 x 4 x 30 = 12 000 watts-hora

Consumo = 12 quilowatts-hora (12 kWh)

É pela soma do consumo de todos os aparelhos que temos em casa que pagamos a conta de energia elétrica.

O número de quilowatts hora consumidos durante o mês (no intervalo entre as leituras do relógio) é marcado na conta de energia, figura 63.



Veja então que, dada a potência consumida por um eletrodoméstico qualquer e o tempo médio de acionamento desse aparelho no uso normal, podemos facilmente prever quanto a mais ele custará em nossa conta de energia.

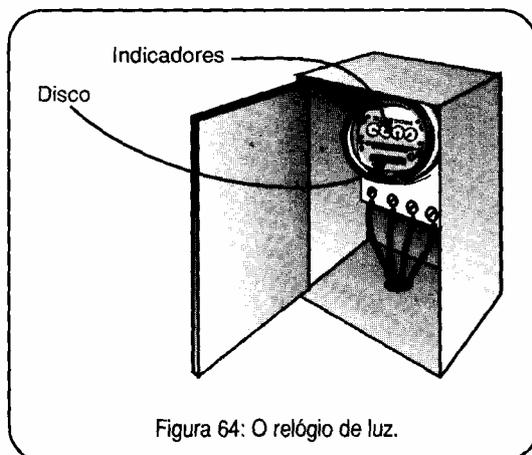
Mas, cuidado: no caso de aparelhos eletrônicos como amplificadores de som, não devemos confundir a potência de áudio de sua saída com a potência que ele exige da rede de energia.

Um amplificador de 200 watts RMS, por exemplo, não tem um rendimento de 100% na conversão de energia, o que significa que ele, quando à plena potência, consome mais do que isso.

Por outro lado um amplificador de 100 W PMPO tem uma potência "real" bem menor, e a consumida não chegará aos 50 W em uso normal.

### 3. COMO LER O "RELÓGIO DE LUZ"

Na entrada das instalações domiciliares temos normalmente um medidor de consumo de energia ou "relógio" de luz, que pode ser de um dos tipos apresentados na figura 64.



Estes relógios possuem indicadores que permitem formar os números correspondentes aos quilowatts-hora consumidos. No entanto, como o relógio não é "zerado", quando uma leitura é feita, o valor em quilowatts-hora consumidos num mês é obtido subtraindo a leitura atual da anterior.

Por exemplo, se na leitura atual temos a indicação de 12350 kWh e na anterior o valor marcado era de 12050, o consumo a ser considerado é de 300 kWh. Em alguns locais a leitura está sendo realizada bimestral ou trimestralmente e o consumo é calculado pela média dos me-

ses).

Mas, como ler esses valores?

Vamos tomar como exemplo o relógio mostrado na figura 65.

Os ponteiros apontam para os dígitos que formam o número de quilowatts da leitura. O que pode ocorrer, e confunde um pouco as pessoas, é que um ponteiro não esteja exatamente sobre um número, como indica a mesma figura, mas sim entre dois deles, dificultando a leitura.

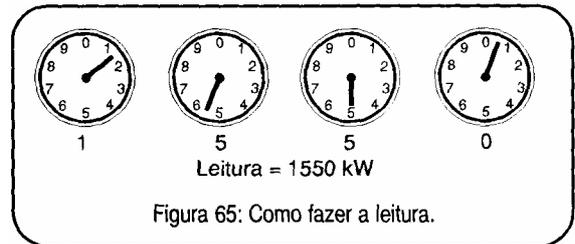


Figura 65: Como fazer a leitura.

Assim, no desenho, o ponteiro do segundo dígito está entre o 5 e o 6. Qual valor considerar? No caso, sempre consideramos o menor, pois se o ponteiro está entre o 5 e o 6 é porque o ponteiro seguinte provavelmente está no meio da escala de 0 a 9 ou seja, nas proximidades do 5. Basta verificar.

Para o relógio com a aparência mostrada na figura 66, o procedimento é o mesmo.



Figura 66: Outro tipo de "relógio de luz".

Uma maneira de controlar o consumo de energia é, sempre que for feita a leitura (normalmente existe um dia certo para isso - quando o cachorro deve ficar preso e o portão de acesso ao medidor aberto!), o morador também anotar num papel o valor da leitura. Em muitos casos isso não precisa ser feito, pois na conta temos o valor medido e o valor anterior!

Tirando a diferença temos o consumo e aí é só consultar na própria conta os valores cobrados.

Em nosso país a tarifa é diferenciada por faixas de consumo. Assim, observando a conta, veremos que para consumos de 0 a 30 kWh temos uma tarifa menor do que para de 30 a 70 kWh/h.

Vamos tomar um exemplo de cálculo com base numa conta comum e ver como isso é feito:

a) Numa leitura em uma residência foi registrado o consumo de 237 kWh (diferença entre a leitura anterior e a atual).

Quanto o morador dessa residência irá pagar (sem o imposto)?

A energia consumida de 0 a 30 kWh custa R\$ 0,01940 por kWh. Multiplicando por 30 temos:

$$30 \times 0,01940 = 0,58$$

A energia consumida de 31 a 100 kWh custa R\$ 0,0489 por kWh. Por isso temos 70 kWh (de 31 a 100) neste preço, o que resulta em:  $70 \times 0,0489 = 3,42$

Para a faixa de 101 a 200 kWh que correspondem a mais 100 kWh consumidos, o preço é de R\$ 0,08817 por kWh, o que resulta em:  $100 \times 0,08817 = 8,81$

Finalmente para a faixa acima de 200 kWh o preço é de R\$ 0,11733 por kWh. Nesta faixa temos somente 37 kWh de consumo a considerar, o que resulta em:  $37 \times 0,11733 = 4,34$

Somando todos os valores temos o Fornecimento de Energia que no caso foi de R\$ 17,15.

Em São Paulo, sobre este valor incide 25% de ICMS (Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) que corresponde a mais R\$ 5,71. Com a soma desses dois valores temos o total a pagar que será de R\$ 22,86.

#### 4. CONTROLANDO O CONSUMO

Evitar desperdício de energia é fácil e pode reduzir bastante a conta, mas exige algo que nem sempre é fácil de implantar: o hábito.

Os seguintes hábitos podem ajudar muito na redução do consumo:

a) Apagar a luz de uma dependência da casa em que não haja ninguém. Muitas pessoas (e não são crianças) têm o costume de deixar três ou quatro lâmpadas acesas na casa, mesmo estando sozinhas e ocupando apenas uma dependência!

Duas horas por dia de economia numa lâmpada de 100 W significam 6 kWh a menos no final do mês!

b) Não deixar portas de geladeiras abertas por muito tempo. As geladeiras possuem um termostato que as liga somente quando a temperatura se eleva no seu interior pela entrada de ar quente do exterior com a porta aberta. Assim, o consumo desse eletrodoméstico depende muito da quantidade de vezes que a porta é aberta e fechada e pelos tempos em que permanece aberta. Sendo rápido ao tirar e colocar coisas na geladeira e principalmente, não deixando sua porta aberta, alguns quilowatts podem ser economizados facilmente.

Lembramos que a geladeira é um dos eletrodomésticos de maior consumo numa residência, pelo tempo que permanece ligada (constante) e pela sua própria potência.

c) Controle o uso do chuveiro. O chuveiro é o eletrodoméstico de maior consumo instantâneo (potência) numa residência: alguns tipos chegam aos 6 kW de potência.

Assim, o costume de se despir com o chuveiro ligado de modo a encontrá-lo quente, pode significar um aumento considerável nos gastos. Apenas 5 minutos por dia nesta operação significam 150 minutos por mês ou 2 horas e meia, o que para um chuveiro de 6 kW significam 15 kWh a mais na conta! Se na sua casa 4 pessoas fazem isso todos os dias, o consumo "cresce" em 60 kWh! Isso representa perto de 25% da conta de energia de uma residência de porte médio!

d) Saiba usar os eletrodomésticos de alto consumo. Existem muitos eletrodomésticos que realmente trazem conforto e comodidade, mas em alguns casos, o consumo de tais aparelhos não é dos menores. A relação custo/benefício deve ser examinada antes de sua aquisição e uso constante. Os eletrodomésticos que produzem calor, são os mais "gastões". Pequenos fornos de mesa (não os de microondas), aquecedores de ambientes, fogareiros elétricos, torneiras elétricas são alguns exemplos. Estes aparelhos podem ter consumos na faixa de 0,8 a 2 kWh, o que significa que devem ser usados com moderação.

e) Iluminação correta e lâmpadas corretas.

As lâmpadas incandescentes comuns são mais baratas que as fluorescentes, mas consomem mais energia. Por que não usar lâmpadas mais baratas nos locais em elas são pouco usadas, para termos menor investimento na instalação com um gasto que não é significativo pelo tempo de uso? E por outro lado, fluorescentes nos locais em que elas são muito usadas, para termos menor consumo, com um investimento um pouco maior na instalação?

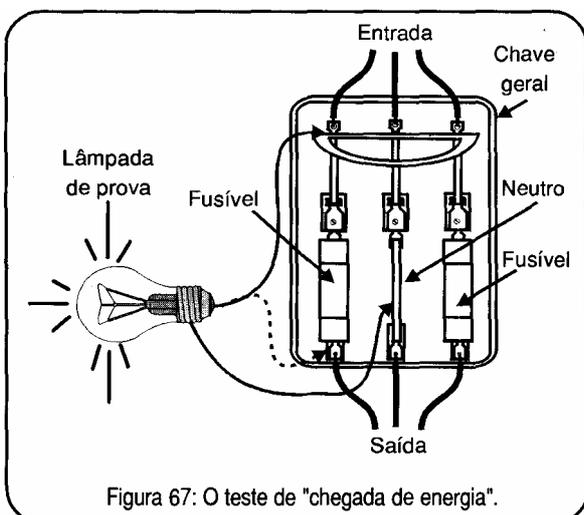


Figura 67: O teste de "chegada de energia".

Cozinhas e escritórios devem usar fluorescentes, enquanto salas de estar, dormitórios e banheiros podem perfeitamente usar lâmpadas comuns.

Para os que desejam realmente maior economia, por que não pensar nas lâmpadas PL? Uma lâmpada deste tipo consome apenas 9 W e fornece tanta luz como uma incandescente de 75 W!

## 5. NÃO HÁ ENERGIA, O QUE FAZER?

Você constata alguma anormalidade no fornecimento de energia em sua casa, no entanto, na casa da vizinhança está tudo normal. Como proceder?

**PRIMEIRO CASO:** Na sua casa não há energia, nada funciona, mas nas casas vizinhas está tudo normal, uma série de pequenos procedimentos podem ajudá-lo a detectar o problema e até solucioná-lo. O problema pode estar num simples fusível queimado que facilmente será trocado. O primeiro procedimento será:

a) Verificar os fusíveis principais. O melhor procedimento e também o mais seguro é o que faz uso de uma lâmpada de prova.

Ligando a lâmpada antes do fusível em teste e o neutro, deverá acender se a energia estiver chegando até este ponto, conforme indica a figura 67.

No entanto, se o fusível estiver aberto, ligando a lâmpada depois do fusível, ela não acende. Se acender, o problema pode estar em outro ponto da casa. Se houver uma caixa de disjuntores, este será o próximo ponto da verificação.

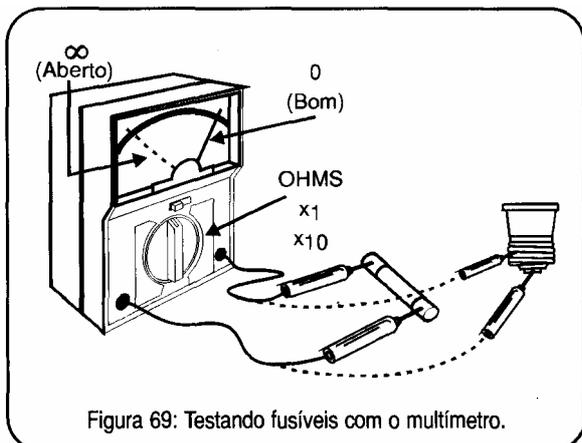
Se não chegar energia até a chave de entrada, ou seja, a lâmpada não acender, quando a ligamos antes dos fusíveis, o problema pode estar nos fios de entrada de sua casa. Neste caso a empresa distribuidora de energia deverá ser acionada.

Teste os dois fusíveis da chave principal e depois, seguindo o mesmo procedimento, teste os fusíveis das chaves de distribuição.

Uma outra forma de se testar os fusíveis é fazendo sua troca por outros em bom estado. No entanto, para isso desligue a chave geral, e com cuidado proceda a troca. Se o fusível retirado estiver muito quente é sinal de que pode ter sido queimado por uma sobrecarga ou outro motivo. Veja a figura 68

Colocando o fusível novo, ligue a

cha-  
ve.  
Se  
ele



voltar a queimar, não insista! Existe algum curto-circuito na sua instalação que deve ser removido antes de colocar novamente o novo fusível.

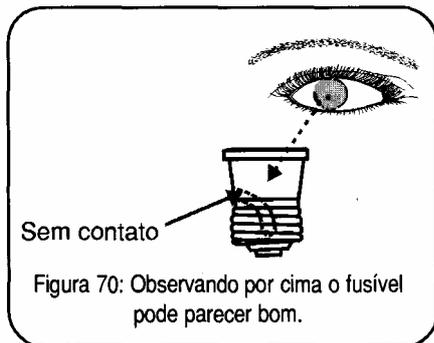
Os leitores que possuem um multímetro podem testar os fusíveis com facilidade, observe figura 69.

Basta colocar o instrumento numa escala baixa de resistências e depois tocar nos terminais do fusível, que deve estar fora do circuito. Se a agulha do instrumento se movimentar, indicando baixa resistência, o fusível está bom.

Caso contrário, se a agulha não mexer, é porque o fusível está aberto.

Observação: visualmente, nem sempre o exame de um fusível pode ser conclusivo. Pode ocorrer, no caso dos fusíveis de rosca, que o elemento apenas se desprenda do ponto de contato; dando a impressão de que ele está bom, quando na verdade, está interrompido, veja figura 70.

Se os fusíveis estiverem bons e na caixa de entrada houver energia, devemos passar à caixa de distribuição.



#### b) Verificação dos disjuntores

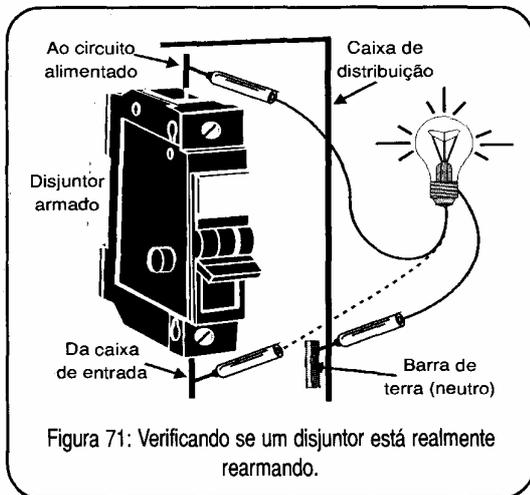
Conforme vimos, os disjuntores são chaves que desligam automaticamente em caso de sobrecarga e ficam numa caixa em algum ponto depois da chave de entrada.

Ocorre em alguns casos, que a simples observação da posição de suas alavancas não é suficiente para saber se estão ou não desarmados.

Assim, será interessante verificar se existe um disjuntor geral nesta segunda caixa

e desligá-lo e ligá-lo novamente.

Se ele voltar a desarmar é porque depois desse ponto da instalação existe algum problema de curto ou sobrecarga que deve ser verificado.



Se mesmo com o disjuntor rearmado, não houver energia na rede, será interessante verificar com a lâmpada de prova se até este ponto a energia está chegando, o que é feito da maneira indicada na figura 71.

Havendo energia antes do disjuntor e, se mesmo com ele rearmado não houver energia depois e ele também não desarmar, podemos suspeitar de um problema com o próprio disjuntor (que não está armando). Deve ser feita sua substituição por um de mesma corrente.

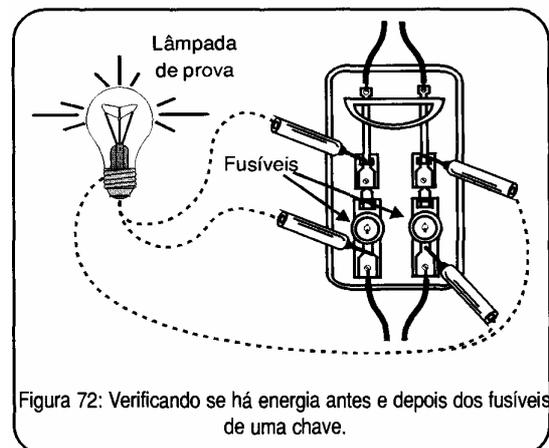
SEGUNDO CASO: Apenas um setor de sua casa recebe

alimentação. Ou as tomadas têm energia e as lâmpadas não acendem, ou ainda as lâmpadas acendem, mas os eletrodomésticos não funcionam.

Neste caso, podemos suspeitar que os fusíveis da chave correspondente a este setor ou os disjuntores abriram.

Os procedimentos são os seguintes:

a) Verificação dos fusíveis. Com a lâmpada de prova, verificamos se existe tensão até a chave do setor que



está apresentando problemas.

Em seguida, verificamos se existe tensão depois do fusível. Se isso não ocorrer (a lâmpada permanece apagada), verifique a figura 72, os fusíveis devem ser testados. (Veja no item anterior como fazer este teste)

Para trocar os fusíveis, abra a chave correspondente de modo a interromper a corrente e coloque sempre unidades com a mesma especificação de corrente.

Se ao religar a chave, o fusível queimar novamente, é porque existe algum problema no setor correspondente da rede de distribuição de energia.

Não tente nova troca, antes de verificar a causa da queima dos fusíveis.

Se os fusíveis estiverem bons e a energia passar deste ponto, mas ainda assim o setor da instalação correspondente não for alimentado, devem ser verificados os disjuntores da caixa seguinte (se houver).

O procedimento é o mesmo visto no caso da falha geral, mas com os disjuntores do setor que não recebe energia.

## **6. OS FUSÍVEIS E DISJUNTORES ABREM CONSTANTEMENTE**

A queima de fusíveis numa instalação ou a abertura constante de disjuntores indica que alguma coisa de anormal está ocorrendo e a corrente está acima do valor suportado.

Devemos considerar os seguintes casos para a queima constante de fusíveis ou a abertura de disjuntores.

**PRIMEIRO CASO:** Os fusíveis queimam em determinado instante e, feita a substituição voltam a queimar. Não é possível restabelecer a energia.

Para o caso dos disjuntores, eles abrem e mesmo depois que os rearmamos, voltam a abrir, indicando que há uma forte corrente na instalação.

Este caso indica que ocorreu um problema momentâneo, ou seja, algo ligado à instalação ou a própria instalação apresenta um curto-circuito.

### **a) procedimento inicial.**

O primeiro passo para a localização do defeito é desligar de todas as tomadas os aparelhos alimentados pelo setor que apresenta problemas.

Se, rearmando o disjuntor que abre ou trocando o fusível, o problema não se manifestar, ficará caracterizado que se trata de um curto num dos aparelhos que estava ligado ao setor. O aparelho deve ser identificado e enviado para reparo.

(\*) Veremos mais adiante como verificar se aparelhos eletrodomésticos ou eletrônicos estão em curto. Procure no índice.

Se mesmo assim, o fusível volta a queimar ou o disjuntor abrir, o problema está na instalação.

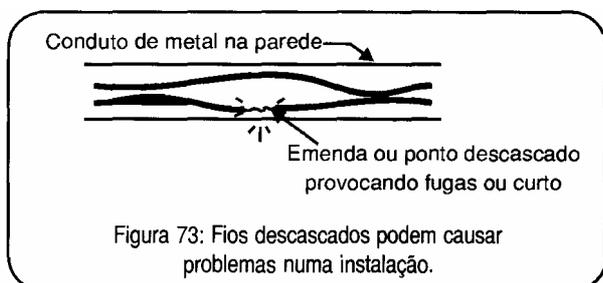
As tomadas de energia e os fios do setor afetado devem ser analisados.

### **b) segundo passo.**

O exame visual do setor da instalação que apresenta um curto nem sempre é simples, pois existem partes (dentro dos condutos) que estão fora do alcance deste tipo de inspeção.

O mais simples é começar pela inspeção de tomadas de energia que podem estar danificadas causando curtos. Veja no item correspondente como fazer este exame.

Depois, podemos examinar os fios da instalação visíveis verificando se não existem pontos descascados que encostem em outros fios ou em partes metálicas da estrutura da casa, conforme figura 73.



Finalmente, testamos os fios que passam pelos condutos, verificando se têm mobilidade, puxando-os levemente. Se houve um curto, os fios podem "soldar" ou ficar presos no conduto, o que será constatado por esta prova. Se não for possível detectar nenhuma anormalidade com este procedimento, tente desligar o setor suspeito e

verifique se o setor volta a funcionar.

Se, desligando um par de fios que desce por um conduto, o setor da instalação voltar ao normal (o fusível não queima mais e o disjuntor não abre), estará caracterizado que em algum ponto deste conduto ou nos dispositivos que ele alimenta existe um curto-circuito.

SEGUNDO CASO: Os fusíveis abrem sempre em condições de elevado consumo, quando por exemplo, são ligados dois chuveiros na mesma residência, ou ainda quando o chuveiro é usado à noite no momento em que todas as lâmpadas estão acesas e o televisor ligado.

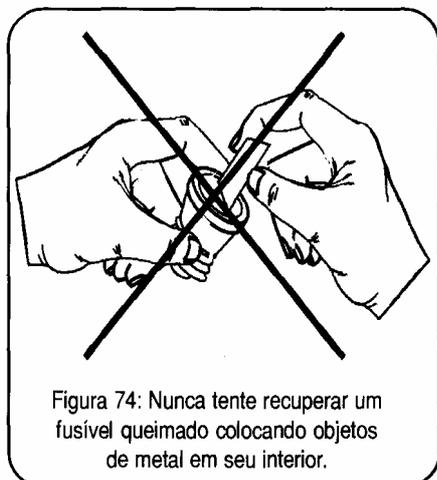
Neste caso, podemos perceber que a instalação não está dimensionada para o consumo de energia que tem.

A simples troca de fusíveis que abrem (ou disjuntores) por outros de maior corrente não é a solução indicada. Devem ser trocados também os fios da instalação por outros de maior diâmetro, que suportem o novo consumo de energia.

Em outras palavras, a instalação deve ser refeita para suportar a nova condição de maior consumo. Este fato é comum em instalações antigas, feitas em épocas quando existiam menos eletrodomésticos e portanto, os consumos eram muito menores.

## 7. TROCANDO FUSÍVEIS

Podem parecer muito simples fazer a troca de um fusível, mas existem certos vícios que podem causar sérios problemas para uma instalação.



Um deles, e o mais perigoso, é o de colocar um pedaço de metal ou mesmo papel alumínio dentro do fusível queimado quando não houver outro em bom estado disponível. Observe a figura 74.

Evidentemente, esta "nova configuração" não protege a instalação e se o problema persistir, o fusível não vai abrir com a corrente esperada. O resultado é que a instalação, diante de uma corrente maior do que pode suportar e não interrompida, vai se queimar totalmente.

Existe até o perigo de incêndio na instalação ou no próprio aparelho que se encontra em curto.

Outro problema consiste em colocar no lugar do fusível original "qualquer um", sem observar o valor. A própria

troca de fusíveis de uma chave para outra, sem critério, pode trazer os mesmos defeitos do caso anterior e mais alguns.

Se o fusível for maior que o original, ele não abre com a corrente perigosa para a instalação, e esta pode "queimar".

Se o fusível for menor, mesmo que o problema tenha sido eliminado, o limite de corrente da instalação se reduz, e em funcionamento normal com aparelhos que ela suportaria, pode ocorrer nova queima.

A troca do fusível deve ser feita sempre com a chave desligada.

Isso é importante, pois se o problema ainda persistir, o novo fusível pode queimar no instante em que ele fizer o contato com o circuito, com o instalador segurando-o. O "estouro" que ocorre pode assustar ou mesmo ferir o instalador.

Para os tipos "de cartucho", um pedaço de tecido pode ajudar exigindo menos força para a retirada, principalmente se eles estiverem muito duros, conforme sugere a figura 75.

Se o fusível quebrar na

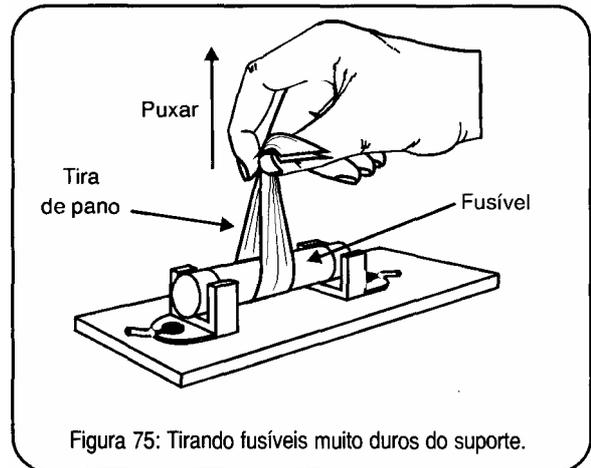


Figura 75: Tirando fusíveis muito duros do suporte.

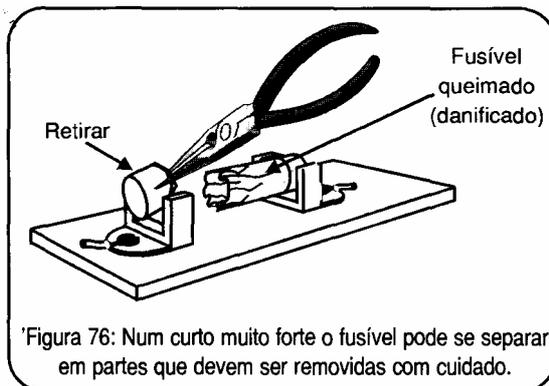


Figura 76: Num curto muito forte o fusível pode se separar em partes que devem ser removidas com cuidado.

operação de retirada, tanto para os tipos de rosca como de cartucho deve ser usado um alicate para remover suas partes, com muito cuidado para não tocar nos pedaços que ainda se encontrem energizados. Na figura 76 mostramos como deve ser feita esta operação.

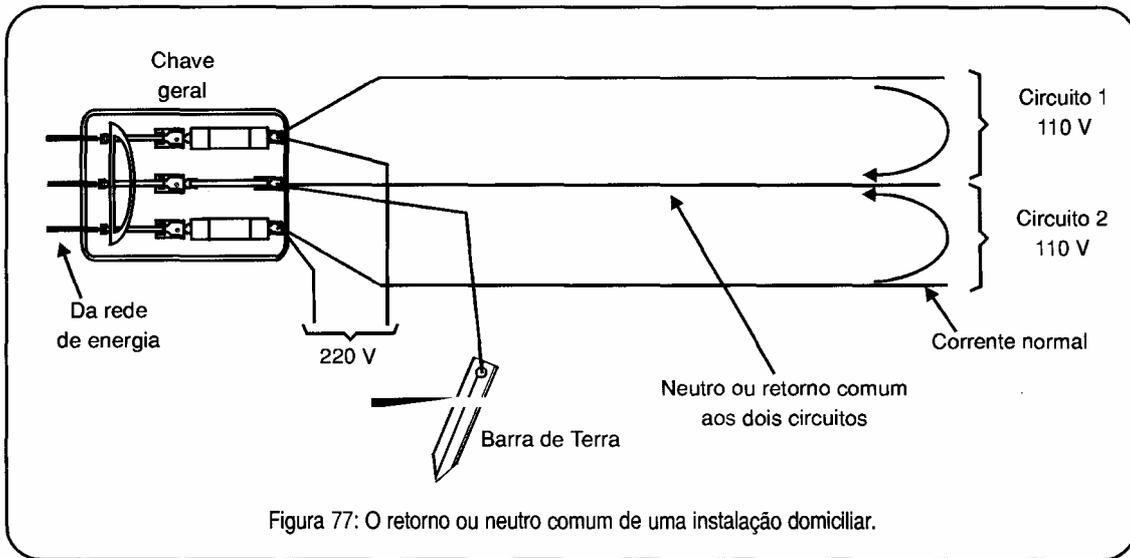
Obs.: se a chave ou o suporte em que se encontra o fusível estiver muito oxidado, uma limpeza pode ser feita antes de colocar este componente. Mas, se houver sinais de corrosão profunda,

o que pode ocorrer se o local foi atingido por muita umidade ou chuva, o melhor procedimento é a troca da chave.

## 8. OSCILAÇÕES DA ENERGIA

Um defeito que pode ocorrer em algumas instalações se manifesta na forma de fortes oscilações da tensão. As lâmpadas começam a piscar, aumentando e diminuindo de intensidade e aparelhos eletrodomésticos e eletrônicos podem até queimar em vista de uma sobrecarga.

O que acontece pode ser entendido se tomarmos como base uma insta-

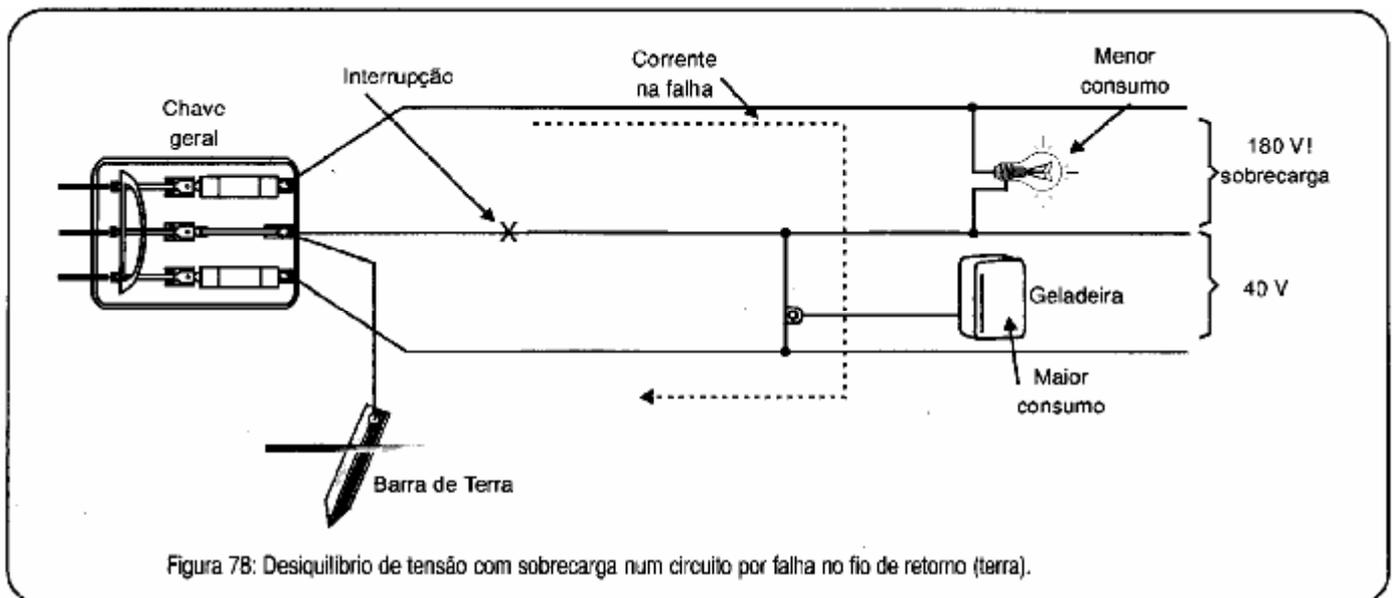


lação domiciliar típica monofásica com três fios, observe a figura 77.

Conforme podemos ver, os dois circuitos possuem um retorno comum e também uma barra de terra comum, normalmente conectada junto à saída da caixa de entrada.

Se o fio de retorno apresentar problemas de contato ou ainda a barra de terra, os dois circuitos passam a não ter retorno e o resultado é que as duas fases passam a se comportar como circuitos em série. Em outras palavras, a instalação passa a se comportar como um circuito de 220 V, onde esses 220 V não são divididos igualmente em duas saídas de 110V.

Um dos circuitos, o menos carregado, pode receber uma tensão maior que o outro, ocorrendo então as fortes oscilações, veja a figura 78.

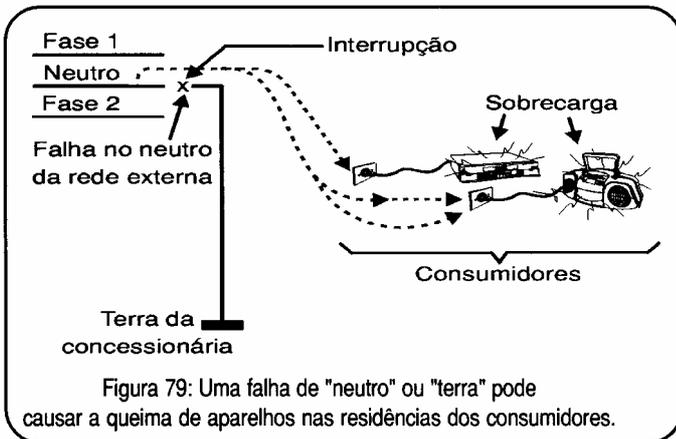


Se num ramo tivermos ligados equipamentos de alto consumo, a queda neles pode ser muito grande, ficando com o ramo de menor consumo uma tensão muito alta capaz de causar sua queima.

Assim, se ocorrer este tipo de problema, deve ser verificado o fio terra (de retorno) e também a própria barra de ligação à terra, que pode estar corroída pelo tempo ou ainda com problemas de conexão em seu fio.

O procedimento para verificação consiste em medir a tensão nas fases quando o problema ocorrer, usando para esta finalidade um multímetro, isso tanto depois da chave geral como antes, para detectar se sua origem é interna ou externa.

O mesmo problema também se manifesta caso o fio neutro da rede de energia fora de sua casa tiver algum problema de interrupção.



Nesta situação, conforme mostra a figura 79, todas as residências que forem alimentadas pela rede em questão poderão ter um surto de alta tensão em uma das fases, capaz de causar danos nos aparelhos alimentados.

No caso do problema ser externo, de responsabilidade da concessionária de energia, normalmente é possível obter o reembolso do custo do reparo dos aparelhos danificados.

O procedimento normal é levar à concessionária uma carta

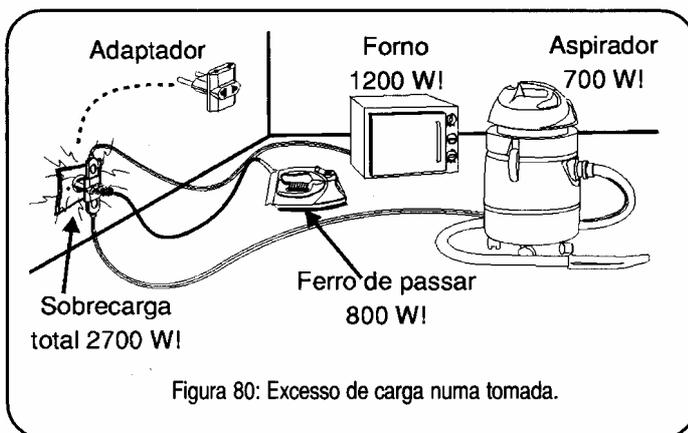
indicando o horário do ocorrido e um orçamento da oficina que vai fazer o reparo do(s) equipamento(s) danificado(s).

## 9. CURTOS EM TOMADAS

Muitas pessoas já passaram pela experiência desagradável de presenciar um "estouro" ao ligar algum eletrodoméstico ou aparelho eletrônico numa tomada. Além do susto e da possibilidade de ficar às escuras, se o fusível da chave principal também queimar, a maior dificuldade é com a troca da tomada danificada.

Por que isso acontece?

Um dos problemas mais comuns que causa o curto nas tomadas de força é o seu desgaste rápido pelo excesso de corrente.



As tomadas são especificadas para operar com uma determinada corrente máxima.

No entanto, é comum que as pessoas liguem aparelhos que exijam mais correntes, quando não, por meio de adaptadores (benjamins) ligando diversos aparelhos ao mesmo tempo, superando assim, a capacidade da tomada, (figura 80).

Passar a ferro, ligar o forno de microondas e a TV numa mesma tomada pode facilmente

acelerar o seu desgaste, causando curtos.

Ligar máquinas de lavar em tomadas comuns, ou ainda, geladeiras e aquecedores de alta potência pode levar a um curto em pouco tempo.

Ocorre que os contatos, não sendo projetados para a corrente que o aparelho ligado está drenando, aquecem e derretem a parte plástica da tomada.

Este aquecimento pode contribuir para a rápida oxidação dos fios, o que aumenta a resistência do contato e com isso produz mais calor ainda num processo cumulativo.

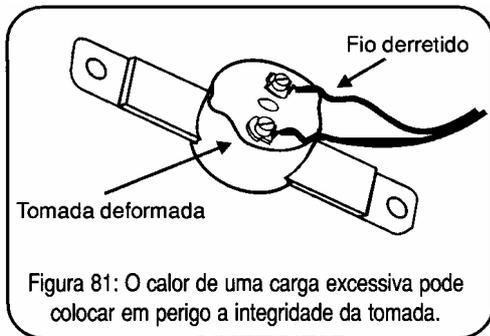


Figura 81: O calor de uma carga excessiva pode colocar em perigo a integridade da tomada.

Como verificamos na figura 81, o resultado deste processo é que a tomada se deforma e os terminais podem escapar, encostando um no outro ou ficando prestes a isso.

Assim, no momento em que o plugue de algum aparelho que deve ser alimentado é ligado nesta tomada, os fios ou terminais internos encostam um no outro, causando o curto-circuito e o "belo estouro" que assusta qualquer um!

## 10. O QUE FAZER DEPOIS DO ESTOURO

Se após o "estouro" que caracteriza o curto, a corrente não foi desligada pela abertura do fusível ou disjuntor (o que pode ocorrer) pois a corrente se reduz, mas continua circulando e "queimando" a tomada, o primeiro procedimento é desligar a chave ou disjuntor que alimenta aquela tomada. Depois, com cuidado, usando uma chave de fendas, abrimos a tomada e separamos os fios que estão encostando um no outro. Para isso soltamos estes fios dos terminais da tomada, veja a figura 82, que deve ser retirada e jogada fora.

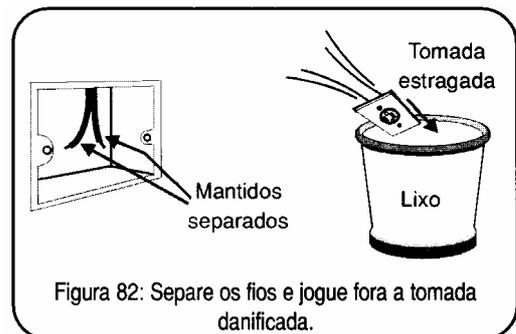


Figura 82: Separe os fios e jogue fora a tomada danificada.

Se no momento não existir uma tomada igual para reposição, podemos dobrar as pontas dos fios ou ainda tampá-las com isoladores plásticos de emendas e recolocar os fios na caixinha de embutir, como mostra a figura 83.

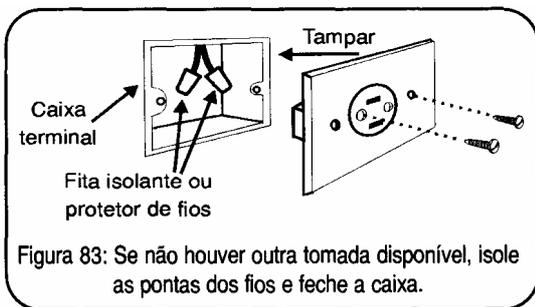


Figura 83: Se não houver outra tomada disponível, isole as pontas dos fios e feche a caixa.

os fios nos contatos e fixá-la em posição de funcionamento.

Depois disso, é só religar a chave ou disjuntor e novamente usar este ponto de fornecimento de energia normalmente.

Obs: será interessante certificar-se de que o curto não foi

nova,  
basta  
enfiar

Observe a figura 84, para colocar a

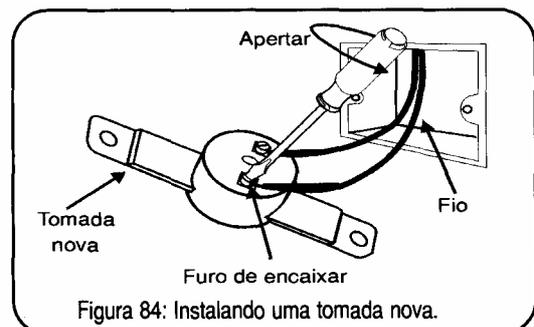


Figura 84: Instalando uma tomada nova.

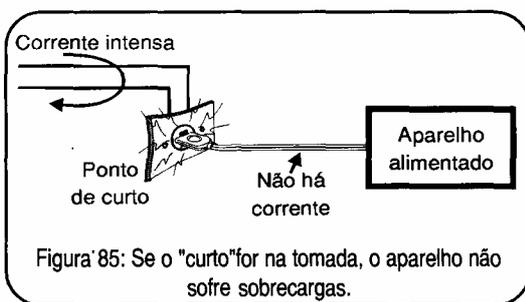
causado por algum problema de consumo no aparelho que foi conectado à tomada.

### 11. OS CURTOS NAS TOMADAS DANIFICAM OS APARELHOS?

Uma primeira preocupação, passado o susto logo depois do estouro, é se o aparelho que foi ligado naquela tomada não sofreu danos.

A possibilidade de que isso ocorra é remota pelos seguintes motivos que passamos a analisar:

a) se o curto foi apenas na tomada, a corrente intensa circula ANTES do aparelho conectado, que não chega se queira receber energia, confira na figura 85.



Devemos levar ainda em consideração o fato de que o interruptor do aparelho alimentado, no momento da conexão, em geral se encontra desligado. Mesmo que não esteja desligado, a probabilidade de ocorrerem danos nestas condições é pequena.

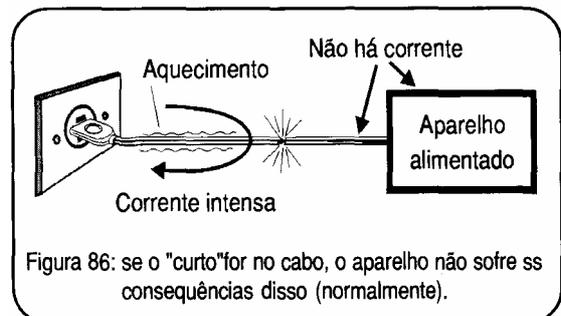
O curto na tomada ficará caracterizado porque o "estouro" se restringe a ela.

No entanto, o curto pode ter outra origem:

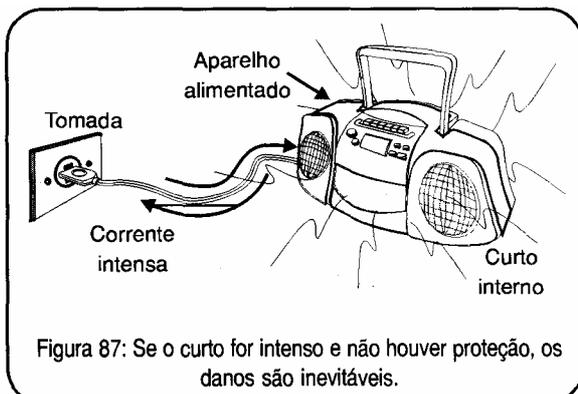
b) Se no momento do "estouro", o cabo de alimentação do aparelho alimentado se aquecer em demasia, chegando mesmo a derreter ou fumer, a origem do problema pode não ser a tomada (que pode ou não sofrer danos!).

O problema pode estar num curto no próprio cabo, caso em que a corrente também vai circular ANTES de chegar ao aparelho e portanto, a probabilidade de dano é mínima, conforme figura 86.

Neste caso, desligando o aparelho da tomada e restabelecendo a alimentação pela troca do fusível ou rearme do disjuntor, nada deve ocorrer de anormal. Se houver a queima do fusível ou desarme do disjuntor, pode ter havido problema com a tomada (o que normalmente é pouco provável, dada a rápida ação de desligamento do disjuntor ou fusível).



Evidentemente, o aparelho causador do curto não deve ser ligado novamente antes de ser feita uma verificação e eventual troca do fio de alimentação danificado.



c) O curto ocorre no momento em que o interruptor do aparelho alimentado é acionado, ou se ele não tem, ao ser conectado, mas com visíveis danos ao aparelho.

Para este caso, o problema terá sido caracterizado como um curto no aparelho que está sendo alimentado, o que significa que ele já tem o problema. Logo, o curto não pode ser considerado a causa de dano ao aparelho, mas sim, uma consequência do da-

no que já existe. Veja a figura 87.

Evidentemente, o aparelho deve ser desligado da tomada e uma verificação realizada em ambos.

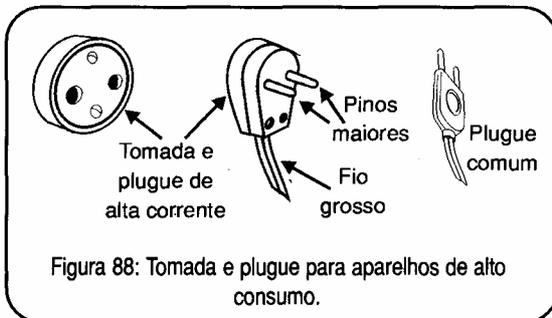
## 12. ADAPTANDO UMA TOMADA AO CONSUMO DE UM ELETRODOMÉSTICO

(Tomadas Para Máquinas de Lavar e Secar Roupas)

Conforme vimos, o excesso de corrente leva uma tomada a um rápido dano pelo aquecimento, que culmina com a deformação das partes plásticas e posteriormente, o perigoso curto-circuito.

Além disso, no caso de máquinas de lavar roupas, máquinas de lavar pratos ou de secagem, a presença de umidade constante aumenta a probabilidade de problemas, pois esta umidade tende a atacar o metal dos contatos.

Assim, recomenda-se que aparelhos de alto consumo, e que portanto drenem correntes elevadas, não usem plugues e tomadas comuns, como as encontradas nos eletrodomésticos de menor potência.



Existem plugues e tomadas especiais projetados para suportar correntes elevadas, como as de máquinas de lavar e que portanto, não apresentam a curto prazo o problema do desgaste e deformação pelo calor gerado nos contatos.

Na figura 88 temos um exemplo de plugue e tomada de alta corrente.

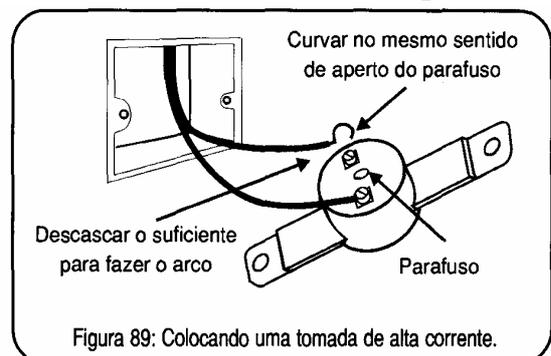
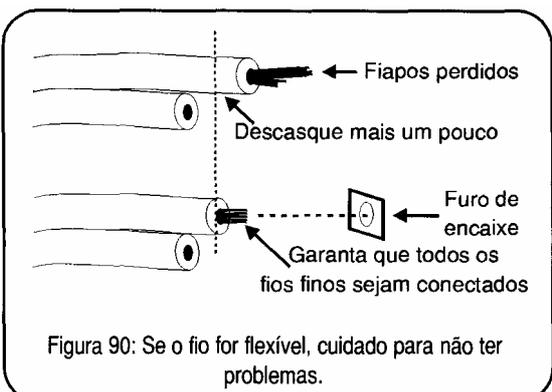
O primeiro ponto importante na troca de uma tomada para uma máquina de lavar roupas é verificar se o fio usado tem espessura compatível com a corrente drenada. Um fio mais grosso nessa instalação sempre é recomendável, principalmente se for feita uma extensão para esta finalidade.

Depois, a troca é simples, verifique o procedimento na figura 89.

a) Desligue a chave ou disjuntor que alimenta o setor em que está a tomada.

b) Retire a tomada antiga, usando as ferramentas apropriadas.

c) Verifique se as pontas dos fios estão em bom estado para uma conexão. Descasque a ponta um pouco mais se for necessário para garantir bom contato, ou ainda, se o fio for do



tipo "cabo", corte um pedaço, se notar que ele perdeu alguns fiapos no processo de retirada, ficando mais fino, conforme figura 90.

d) Coloque a tomada nova com cuidado, prendendo bem os fios de modo a garantir um contato perfeito.

Se necessário, troque o plugue do cabo de alimentação da máquina de lavar ou outro eletrodoméstico que vai ser usado na tomada. Isso vai ocorrer se o plugue original não servir na tomada nova.

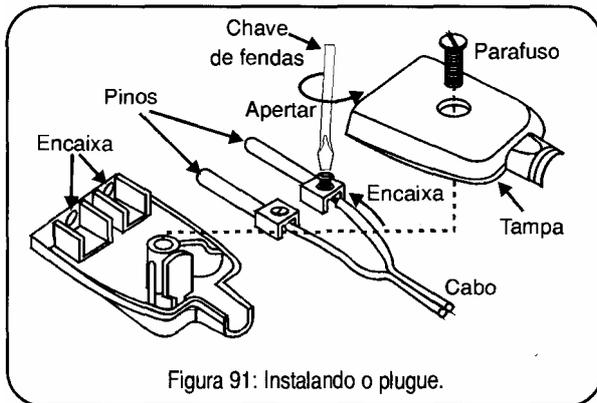


Figura 91: Instalando o plugue.

Para isso, siga o procedimento apresentado na figura 91:

a) Retire o plugue antigo, desmontando-o e soltando as pontas dos fios.

b) verifique o estado das pontas dos fios, cortando-as, caso estejam muito ruins (desgastadas, com sinais de oxidação ou ainda com

fiapos a menos).

c) descasque o comprimento necessário para fazer a conexão ao plugue novo.

d) Coloque o plugue novo, apertando bem os fios e verificando os isolamentos.

Depois disso, é só experimentar o novo conjunto, observando que a conexão neste caso é muito melhor e que o plugue e a tomada não mais se aquecem quando o eletrodoméstico entra em funcionamento.

### 13. A SEGURANÇA DO FIO TERRA

Conforme já vimos, ao falarmos dos choques, as condições piores para a segurança do usuário ocorrem na presença de umidade ou mesmo de água.

Desta forma, os eletrodomésticos que operam com água e drenam correntes elevadas, representam um potencial de risco dos maiores, devendo ser tomadas precauções especiais com seu uso e alimentação.

Vimos também que, qualquer corpo

em contato com a

terra descarrega-se, logo, se um fio que tenha um potencial de choque (fio vivo da rede) tocar em algo que esteja ligado na terra, ocorre um curto e os fusíveis ou

disjuntores são

abertos. No local do curto o potencial cai a zero e o perigo de choque é minimizado.

Da mesma forma, se houver uma fuga qualquer de corrente que possa causar choques, se entre ela e o usuário existir um caminho mais curto para à terra, o usuário ficará protegido, (fi-

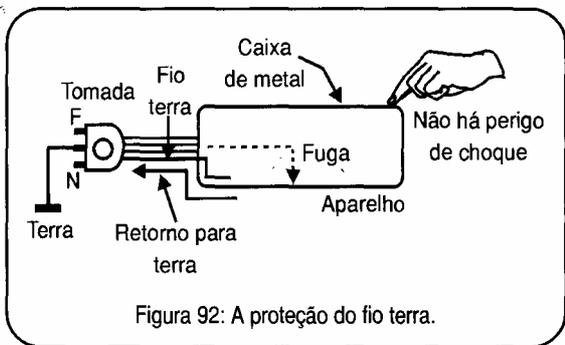


Figura 92: A proteção do fio terra.

os disjuntores são abertos. No local do curto o potencial cai a zero e o perigo de choque é minimizado.

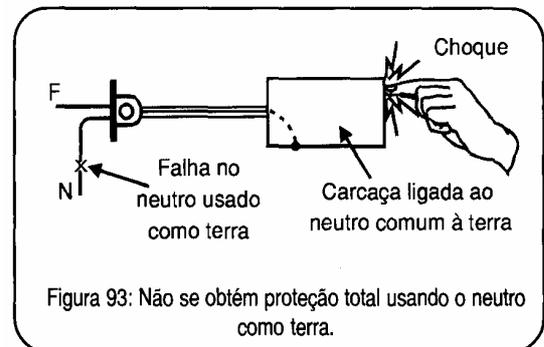


Figura 93: Não se obtém proteção total usando o neutro como terra.

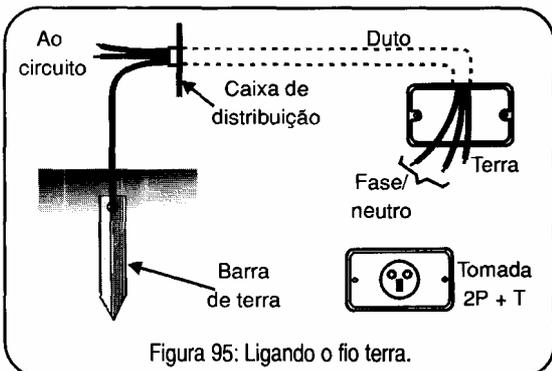


Figura 95: Ligando o fio terra.

gura 92).

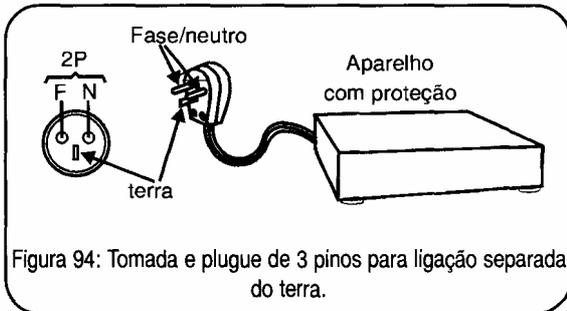
Assim, a melhor proteção que pode existir para os usuários destes eletrodomésticos é a ligação da carcaça ou qualquer parte que eventualmente possa ficar submetida à tensão da rede, à terra.

Veja que, neste caso, não é conveniente usar o neutro da tomada para esta ligação, pois mesmo estando ligado a terra na instalação, pode

perfeitamente ocorrer uma interrupção neste circuito que elimina toda a segurança desejada, não evitando o choque (figura 93).

Nestes eletrodomésticos é utilizado um terceiro fio para ligação a terra (figura 94).

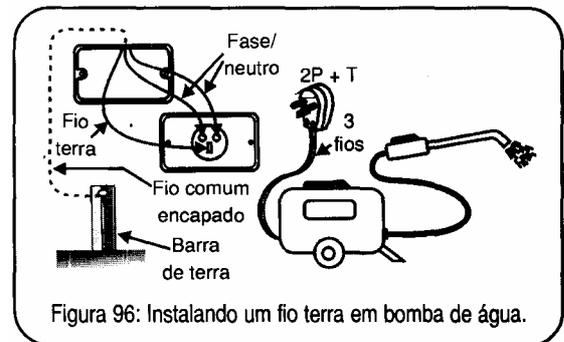
Este terceiro fio corre pelo mesmo duto dos fios de alimentação, então, se houver possibilidade, é ligado a uma barra enterrada profunda-



mente no solo nas proximidades da tomada (figura 95).

Para ligação desses eletrodomésticos normalmente são usadas tomadas e plugues especiais do tipo 2P + T (dois pólos mais terra), e recomendações especiais são dadas para seu uso.

Na figura 96 damos um exemplo de instalação do fio terra para a ligação de uma bomba d'água usada em lavagens domésticas e de veículos, que representa um perigo em potencial de choques sem esta conexão.



#### 14. A PROTEÇÃO NÃO É SÓ DO USUÁRIO

Alguns aparelhos eletrônicos são muito sensíveis às variações da tensão da rede de energia que ocorrem sob diversas condições.

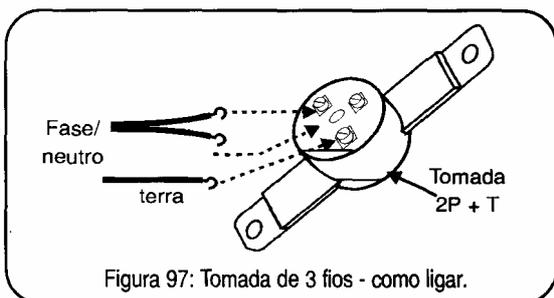
Nestes aparelhos existem dispositivos de proteção, mas eles somente são eficientes se houver uma conexão do aparelho à terra.

Ocorre que computadores, secretárias eletrônicas, aparelhos de videocassete, rádios-relógios e muitos outros possuem componentes de uma tecnologia denominada CMOS, que possuem finíssimas camadas de óxido isolante, muito sensíveis a descargas elétricas.

Qualquer aumento de tensão num circuito, devido a uma descarga de um raio nas proximidades ou mesmo a ligação de aparelhos nas proximidades (que causem variações) pode "furar" esta capa, danificando de modo permanente o circuito eletrônico.

A proteção é feita por meio de dispositivos denominados varistores, que conduzem o excesso de tensão, devendo desviá-lo para a terra. Assim, a conexão a terra é indispensável para que tais dispositivos funcionem.

Em tais aparelhos já é previsto o plugue de três fios (figura 97) que deve ser ligado numa tomada que tenha o

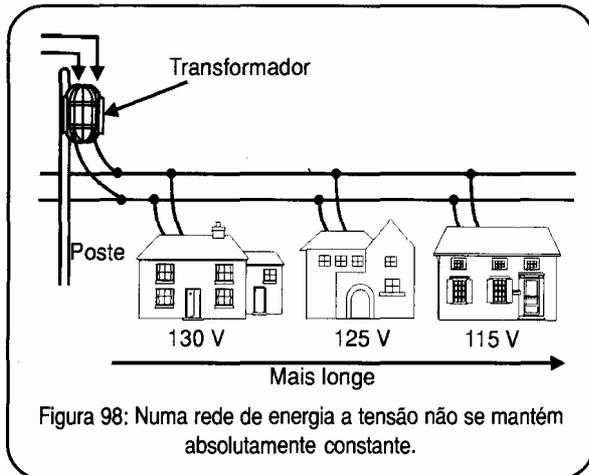


fio terra, conforme vimos no item anterior.

Neste caso, a ligação a terra não protege apenas o usuário que pode acidentalmente tocar em algum ponto de caixa, mas o próprio aparelho contra os chamados surtos e transientes que se propagam pela rede de energia.

## 15. FLUTUAÇÕES DA TENSÃO DA REDE DE ENERGIA

Não é possível manter em toda a extensão de uma rede de energia a tensão em 110V ou 220V.



A própria resistência dos fios que distribuem esta energia faz com que a tensão caia progressivamente a partir do transformador, que é o ponto de partida de cada circuito, veja a figura 98.

É comum que no início da linha (perto do transformador) tenhamos uma tensão um pouco maior que o normal, enquanto que no final, esta tensão possa cair para menos de 100 V, no caso de uma distribuição de 110V.

Os aparelhos eletrodomésticos e eletrônicos normalmente são projetados para operarem satisfatoriamente mesmo quando a tensão varia uns 10% para mais ou para menos e as próprias fiações, conforme vimos, admitem quedas de até 4 ou 5%, no entanto, existem casos em que as variações podem ultrapassar estes limites.

Com uma tensão muito alta, existe o perigo da sobrecarga, quando então o aparelho pode "queimar".

Alguns aparelhos possuem uma chave de ajuste que permite operar com tensões acima dos 110V (117 ou 127V, por exemplo) ou dos 220V (230 ou 240 V, por exemplo) para que nestes casos não ocorram sobrecargas.

De qualquer maneira, suspeitando de tensões anormalmente altas na sua rede, o melhor é fazer medições (veja como proceder no item correspondente).

Para a baixa tensão, os problemas de queima são mais raros nos eletrônicos, mas existem nos eletrodomésticos.

Assim, uma geladeira que esteja sendo alimentada com uma tensão anormalmente baixa (90 V, por exemplo) fica "tentando" dar a partida quando o termostato o exige, mas não consegue, pois não há tensão suficiente para acionar o motor.

O resultado é, que sem poder partir, o motor apresenta uma resistência muito baixa, exigindo uma corrente muito maior (as piscadas das lâmpadas mostram como a geladeira "puxa" corrente neste momento!).

Se a geladeira continuar muito tempo neste esforço, além de um bom aumento no consumo de energia da residência, o próprio motor pode sofrer danos por superaquecimento.

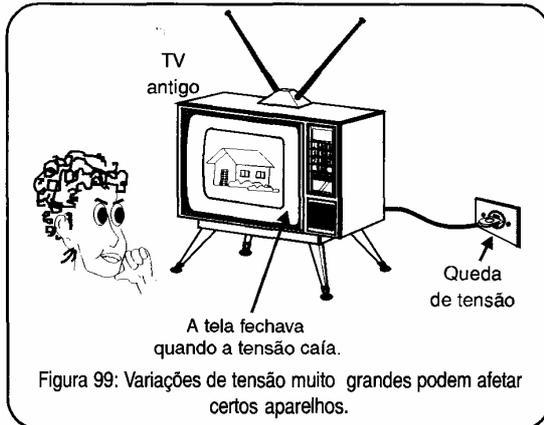
As variações de tensão numa rede de energia não ocorrem apenas em função do comprimento dos fios, mas também em função das variações de consumo durante o dia. Nos horários de pico de consumo, quando a corrente se eleva, a tensão pode sofrer quedas bastante grandes.

## 16. ESTABILIZADORES DE TENSÃO

Muitos aparelhos eletrônicos modernos como, por exemplo, os televisores, possuem circuitos internos que compensam as variações da tensão de entrada de modo automático. Existem até aparelhos que reconhecem se a tensão de uma tomada é de 110 V ou 220 V, adaptando-se de modo automático para seu funcionamento.

Outros aparelhos, como pequenos eletrodomésticos, não sofrem problemas maiores com variações de tensão, a não ser que ela se eleve muito além do limite superior.

Assim, eletrodomésticos com motores (ventiladores, liquidificadores etc...) podem apenas ter pequenas variações da velocidade ou da potência. Lâmpadas têm apenas variações de brilho, ficando "mais fracas" quando a tensão cai.



Para os casos em que o aparelho é sensível às variações da tensão da rede de energia, o problema pode ser resolvido com o uso de um estabilizador de tensão.

Antigamente, nos televisores que eram muito sensíveis às baixas tensões, quando a imagem "fechava" com a tensão mais baixa eram usados os transforma-

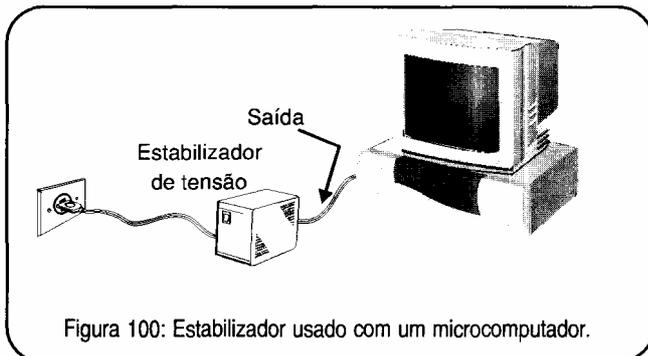
dores manuais, (figura 99).

Atualmente são usados estabilizadores automáticos que servem para manter constante a tensão de alimentação de televisores, geladeiras, computadores e outros aparelhos mais sensíveis.

Na compra de um estabilizador, o usuário deve estar muito atento à sua POTÊNCIA.

Esta potência é dada em quilo volts x ampères ou kVA.

O estabilizador deve ter uma potência maior do que a exigida pelo aparelho que vai ser alimentado.



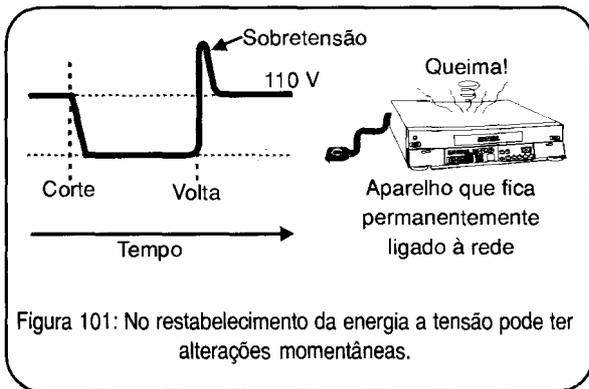
Assim, se o televisor exige uma potência de 200 W que pode, em princípio, sem levar em conta os denominados "ângulos de defasagem", ser dada como 0,2 kVA, o estabilizador deve fornecer pelo menos 0,4 kVA para maior segurança.

Na figura 100 temos o aspecto de um estabilizador automático e o modo como ele deve ser usado, intercalado entre a rede de energia e o aparelho alimentado.

## 17. O APARELHO QUEIMA POR PROBLEMAS DE TENSÃO

Acidentes podem ocorrer quando há um corte de energia ou é feito um reparo na rede pela concessionária.

Quando é restabelecido o fornecimento de energia, podem ocorrer picos capazes de danificar aparelhos eletrodomésticos e eletrônicos comuns.



acontecerá. Observe a figura 101.

Se acontecer a queima de um aparelho em sua casa por problemas de fornecimento de energia de uma forma anormal ou por acidente (como a interrupção do neutro da rede, conforme vimos) a empresa distribuidora deve indenizá-lo.

O procedimento normal consiste em fazer um orçamento do reparo do aparelho danificado e depois encaminhar à concessionária de energia uma carta, indicando o dia e a hora do corte ou anormalidade com o dano e o custo do reparo.

Em geral, depois de verificado se naquela data houve realmente uma anormalidade de fornecimento de energia, o pagamento dos reparos é efetuado.

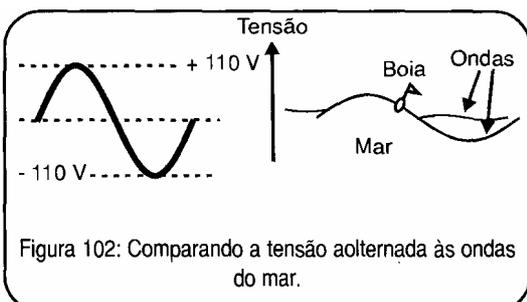
## 18. A FREQUÊNCIA DA REDE DE ENERGIA

Conforme vimos, a frequência da rede de energia em nosso país é de 60 hertz (60 Hz). Isso significa que o "vai e vem" da corrente ocorre 60 vezes por segundo. 60 vezes a corrente "vai" e 60 vezes "vem", Isso significa uma mudança constante de polaridade que caracteriza a corrente alternada. Este ritmo é mantido rigorosamente constante pelas empresas de energia, pois existem muitos aparelhos que o utilizam para seu sincronismo.

E o caso dos relógios elétricos e rádio-relógios de cabeceira em que o tempo é totalmente determinado por este ritmo. Se a frequência da rede se alterasse, estes relógios adiantariam ou atrasariam.

## 19. A "SUJEIRA" DA REDE DE ENERGIA

Se você pensa que a energia elétrica que chega até sua casa, vinda



pelos cabos da empresa fornecedora é "limpa", está enganado. Da mesma forma que a água pode conter algumas impurezas, a energia elétrica também pode ter suas "sujeiras".

É claro que a empresa fornecedora faz todo esforço possível para "filtrar" qualquer tipo de sujeira que possa chegar a sua casa e afetar os aparelhos alimentados. Computadores, videocassetes, rádio-relógios, secretárias eletrônicas, aparelhos de som são alguns dos

equipamentos mais sensíveis a estas "sujeiras", que podem chegar junto com a eletricidade que você consome causando sérios estragos e até funcionamento anormal.

A energia da rede é fornecida na forma de uma corrente alternada. Isso, conforme já vimos, significa que a tensão entre os pinos da tomada de força deve variar suavemente entre um valor positivo e um valor negativo.

Essa variação suave da tensão provoca um movimento de vai-e-vem dos elétrons através dos aparelhos alimentados, permitindo que eles transfiram a energia que precisam para funcionar.

O movimento de vai-e-vem dos elétrons pelos aparelhos pode ser comparado ao movimento de sobe e desce de uma bóia num mar agitado, conforme figura 102.

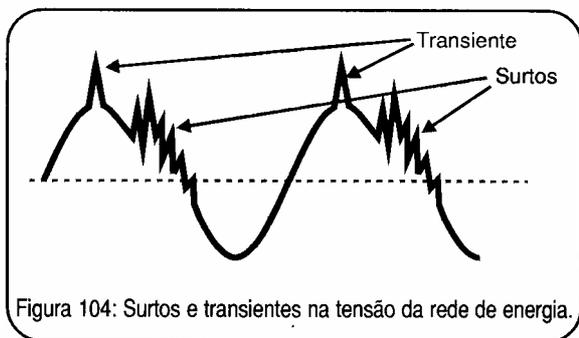
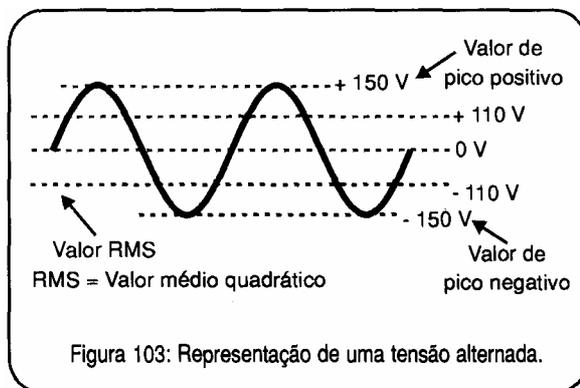
No caso da rede de energia, o vai e vem dos elétrons ocorre numa frequência de 60 Hz, ou seja, em cada segundo os elétrons vão 60 vezes e voltam 60 vezes, isso de um modo suave.

A representação desse vai-e-vem, que identifica uma corrente alternada, é feita por um gráfico suave que lembra uma onda do mar: a senóide. Veja a figura 103.

Em cada ciclo da corrente alternada, a tensão sobe até o valor máximo positivo, quando a corrente é empurrada, para depois de atingi-lo, voltar suavemente ao zero e depois, invertendo sua polaridade, atingir o valor máximo negativo ou pico negativo. No pico negativo, podemos dizer que a corrente é "puxada" com mais força invertendo seu sentido de circulação.

Tudo ocorreria bem com os aparelhos alimentados, se as variações da tensão numa tomada seguissem esse ritmo de uma forma suave, sem problemas.

No entanto, exatamente como no caso de uma onda do mar, podem existir "marolas" superpostas e até mesmo ondas que se sobrepõem a onda original, figura 104.



Quando um interruptor é aberto ou fechado nas vizinhanças de sua casa, alimentando algum aparelho, ele provoca uma pequena variação no consumo de energia, a qual é sentida, se bem que, de maneira quase imperceptível, por todos os aparelhos alimentados pela mesma rede de energia. Uma pequena "ondulação" pode sobrepor-se à energia que chega à sua casa, com talvez uma pequena queda de tensão.

Se o aparelho ligado naquele instante pelo interruptor acionado tiver um alto consumo, a queda de tensão pode ser verificada por meio de um multímetro ou pelo súbito piscar das lâmpadas, veja a figura 105.

Mesmo dentro de sua casa, quando a geladeira, ou um aparelho de maior consumo é acionado, percebemos este tipo de variação, mas em especial nos interessam aqui as variações ou "sujeiras" que vêm de fora.

Esta variação não causa muito problema, mesmo deformando um pouco a nossa senóide, por ser muito pequena. A maioria dos aparelhos eletrônicos não é sensível a esta variação, a não ser quando ela causa uma queda de tensão muito grande.

O problema maior acontece quando os aparelhos ligados ou desligados por uma chave ou interruptor, ou ainda de modo automático na mesma linha de energia, possuem características especiais.

São os chamados aparelhos "indutivos" ou seja, aqueles que possuem bobinas e eventualmente escovas de comutação, tais como motores, solenóides, relés, campainhas, máquinas de solda elétrica, etc.

Um aparelho indutivo, conforme o nome diz, possui uma característica de indutância.

Uma indutância tende a apresentar uma oposição forte a qualquer variação de corrente que possa ocorrer em seu circuito.

Quando ligamos um dispositivo qualquer que tenha uma bobina como, por exemplo, um transformador, a corrente logo se estabelece, invertendo e desinvertendo seu sentido de circulação, não sem encontrar uma certa oposição, mas mesmo assim, entregando a energia que ele precisa para funcionar.

As variações da corrente vão fazer com que um campo magnético apareça e desapareça no mesmo ritmo da corrente, invertendo o sentido de orientação de suas linhas de força.

Até aí tudo bem, mas vamos supor que em determinado instante do funcionamento de um dispositivo deste tipo, ele seja desligado. Se a corrente for interrompida justamente num momento em que o campo magnético esteja num valor alto (não importa o sentido), o dispositivo sofre uma alteração muito grande de condição, a que ele tende a se opor. O resultado é que as linhas do campo magnético que estavam presentes naquele instante se contraem com uma velocidade muito maior do que a da variação suave da corrente que o produz (figura 106).

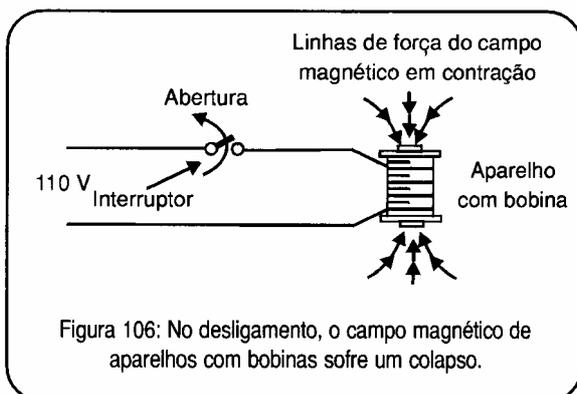


Figura 106: No desligamento, o campo magnético de aparelhos com bobinas sofre um colapso.

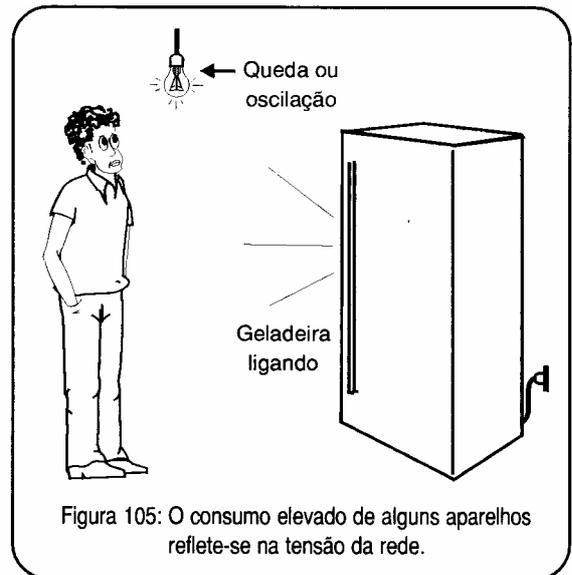


Figura 105: O consumo elevado de alguns aparelhos reflete-se na tensão da rede.

Essa velocidade pode ser tão grande, que na contração, as linhas de força do campo, cortando as espiras do dispositivo, geram um pulso de alta tensão. Essa alta tensão pode ser até dezenas de vezes maior que a tensão da rede de energia que alimenta o dispositivo.

A faísca que aparece nos fios ou interruptores quando desligamos estes tipos de dispositivos pode "saltar" dos contatos passando para a rede de energia, (figura 107).

Essas faíscas de curta duração, que podem chegar a milhares de volts, são denominadas transientes e se propagam pela rede de energia, passando até de uma casa para outra.

Se um vizinho seu aciona uma bomba de água de um poço ou liga uma geladeira (figura 108), o transiente gerado pode chegar até sua tomada na forma de um pulso de curta duração

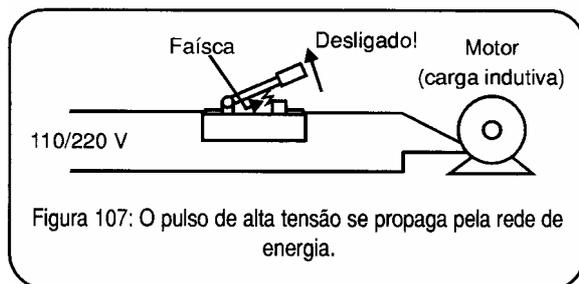


Figura 107: O pulso de alta tensão se propaga pela rede de energia.

(alguns micros segundos).

Em alguns casos, quando um aparelho é desligado sendo fortemente indutivo, a corrente chega a oscilar, indo e vindo várias vezes antes de ser interrompida, mas gerando um trem de pulsos de alta tensão de maior duração, que se propaga pela rede de energia. Dizemos então que se trata de um "surto", que consiste num outro tipo de "sujeira" que chega até nossa casa pela rede de energia.

Motores elétricos, por serem fortemente indutivos e possuírem um sistema que liga e desliga suas bobinas centenas de vezes por

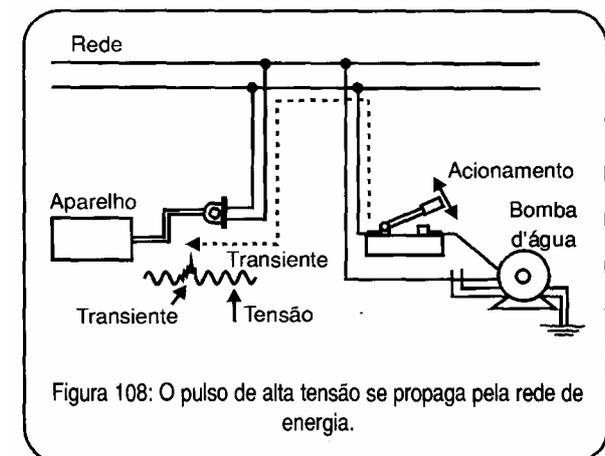


Figura 108: O pulso de alta tensão se propaga pela rede de energia.

segundo, consistem em uma fonte indesejável de transientes.

Outra fonte de "sujeira" na rede de energia é a própria natureza. Descargas estáticas ou mesmo raios que caíam na linha de distribuição podem se propagar pela rede de energia chegando até sua casa. Neste caso, dependendo da distância em que isso acontecer, os picos de tensão podem variar de intensidade e de duração.

## 20. COMO A SUJEIRA AFETA SEUS APARELHOS

Pequenas variações ou variações muito rápidas da tensão da rede de energia não são sentidas por muitos aparelhos que, além de robustos possuem uma inércia suficientemente grande para não reagir. E o caso de uma lâmpada comum que demora um certo tempo para ter seu filamento aquecido por uma corrente. Se vem uma variação brusca da tensão, a lâmpada não tem tempo de reagir e nada acontece. A variação deve durar pelo menos uma fração de segundo para que aconteça alguma coisa, e na maioria dos casos isso não ocorre.

Um motor também não reage rapidamente a uma variação muito brusca de tensão e, mesmo grande, absorvendo a energia que esta variação representa, e assim nada acontece.

Em suma, a maioria dos aparelhos eletrodomésticos tem uma construção robusta e uma inércia suficientemente grande para não sofrer e nem reagir com a "sujeira" da rede de energia, que é representada por transientes e surtos.

No entanto, não é o que ocorre com muitos aparelhos eletrônicos, que em geral são mais sensíveis, com uma inércia muito menor, reagindo facilmente, mesmo às variações de menor duração.

As fontes de alimentação dos aparelhos eletrônicos possuem componentes que deveriam filtrar todos os ruídos ou "sujeiras" que podem chegar junto com a tensão de alimentação, mas não é isso o que acontece na prática.

As fontes filtram a maior parte da energia a ser entregue aos aparelhos eletrônicos por meio de capacitores eletrolíticos.

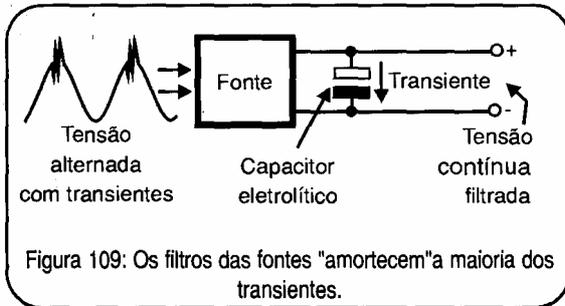


Figura 109: Os filtros das fontes "amortecem" a maioria dos transientes.

Eles funcionam como "amortecedores" que suavizam a corrente de alimentação, evitando "solavancos" devidos a buracos (figura 109).

Os buracos são os transientes que podem afetar o circuito, aplicando-lhes tensões maiores do que suportam normalmente. Porém, existe um

problema:

os "amortecedores", ou melhor, os capacitores dos filtros possuem uma certa inércia e pela sua construção física, são levemente indutivos, ou seja, não respondem às variações muito rápidas da tensão e por isso podem deixar passar os transientes.

O resultado pode ser fatal para os componentes delicados dos circuitos eletrônicos.

Aparelhos como computadores, secretárias eletrônicas, telefones sem fio, video-games, videocassetes, rádio-relógios, entre outros possuem componentes internos denominados circuitos integrados, de um tipo muito delicado denominado CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor e suas

variantes MOSFET, JFET, DMOS, etc) que consistem em pastilhas microscópicas de silício onde são integrados os componentes principais do aparelho. Entradas e saídas destes integrados dão em elementos isolados por uma finíssima camada de óxido metálico isolante (daí o nome). Essa camada de alguns microns de espessura só consegue isolar tensões de alguns volts, justamente o que o aparelho precisa para funcionar e que sua fonte

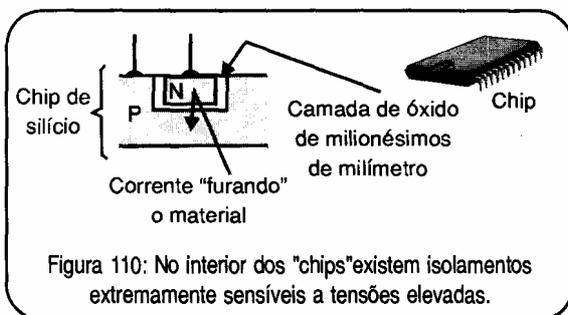


Figura 110: No interior dos "chips" existem isolamentos extremamente sensíveis a tensões elevadas.

fornece em condições normais.

Se um transiente ou surto consegue passar pelo circuito e chega a este componente, sua tensão elevada "fura" a capa de óxido sem condutor, "queimando" de modo irreversível o componente e inutilizando o aparelho. Ver na figura 110.

Em muitos casos, o circuito integrado é o "coração" do aparelho ficando mais cara sua substituição (quando é possível encontrar um semelhante, pois nos equipamentos importados normalmente isso é uma tremenda dificuldade!) do que adquirir um novo.

Existem casos em que o transiente em lugar de entrar pela rede de energia pode entrar de outras formas, como, por exemplo, em telefones sem fio e secretárias eletrônicas, onde ele vem pela linha telefônica.

Quantos aparelhos desse tipo já "pifaram" coincidentemente depois de uma tempestade com muitos raios "caindo" nas vizinhanças?

Mesmo aparelhos menos delicados podem sofrer seriamente com estes transientes, se forem muito fortes. Alguém que esteja próximo demais de

uma indústria ou de alguma oficina com máquina de soldas pode sofrer bastante com a "sujeira" que chega até suas tomadas.

Um caso interessante em que a "sujeira" não queima, mas afeta o aparelho é o de relógios digitais de cabeceira.

O ritmo desses relógios é dado pelas "ondulações" da tensão da rede de energia que se mantém, com boa precisão nos 60 Hz, ou seja, 60 vezes por segundo.

Dividindo por 60 essa frequência, o relógio obtém um pulso em cada segundo para seu funcionamento. No entanto, o circuito que faz a divisão pode ser enganado pela presença de transientes ou surtos, dependendo de sua duração.

Se não houver um bom filtro interno no circuito, um transiente é contado como uma ondulação a mais e o relógio passa a andar mais rápido.

Caso seu relógio de cabeceira adiante alguns minutos por mês, é sinal que ele está sendo enganado pela sujeira de sua rede de energia. Esse problema nada tem a ver com os relógios importados que, projetados para a rede de 50 Hz são ligados em 60Hz e por isso passam a andar mais depressa. Tais relógios contam uma hora em 50 minutos, e por isso adiantam muito mais. Normalmente, levando-os a um técnico ele identificará os pinos de programação do circuito integrado interno e fará a troca de 50 para 60Hz.

## 21. AS PROTEÇÕES QUE JÁ EXISTEM

A presença de transformadores no percurso da energia que chega até sua casa é interessante, porque esses componentes conseguem bloquear uma boa parte de surtos de alta tensão e transientes que podem afetar seus aparelhos.

Os próprios fios longos e a presença de certos dispositivos com características "capacitivas" fazem com que algumas "sujeiras" que chegam com a energia sejam atenuadas ou mesmo desviadas.

Os fusíveis existentes na entrada de sua instalação, infelizmente não são rápidos o bastante para protege-la contra esses picos de tensão que podem entrar, pois eles têm uma duração muito curta. Nem mesmo os disjuntores conseguem isso.

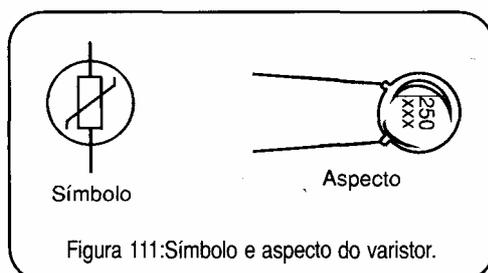
Isso significa que havendo uma certa proteção natural da rede de energia, não se consegue eliminar totalmente os transientes. O problema se agrava nas regiões mais densamente povoadas onde podem existir muitos dispositivos geradores de "sujeira" ligados a uma mesma rede.

## 22. COMO EVITAR PROBLEMAS COM A SUJEIRA DA REDE DE ENERGIA

Muitos aparelhos sensíveis a transientes e surtos vêm com dispositivos de proteção internos ou então com recomendações para que sejam usados com dispositivos de proteção.

Os dispositivos de proteção mais usados nos aparelhos sensíveis é o varistor de óxido de zinco que tem a aparência mostrada na figura 111.

O óxido de zinco é uma substância isolante até uma determinada tensão. Quando a tensão supera um certo valor, ele



torna-se repentinamente condutor.

Assim, se ligarmos a uma rede de energia de 110V um varistor de 220V ele não conduz corrente em condições normais, porque numa rede de 110V conforme vimos a tensão oscila entre -150V e +150V de modo que na média são mantidos os 110V

Entre os dois valores indicados, o varistor é um isolante e nada acontece.

No entanto, se junto com os 110V vier um transiente perigoso, por exemplo um pico que tenha 250V, esse pico estará acima do ponto de disparo do varistor.

A ação do varistor é então muito rápida. Com a chegada do pulso de alta tensão, que poderia causar dano ao aparelho, ele se torna momentaneamente condutor e "curto-circuita" o pulso absorvendo sua energia. O pulso não consegue passar, não chegando portanto ao aparelho alimentado.

Tomadas de computadores podem ser adquiridas contendo jogos de varistores que protegem os computadores contra surtos perigosos e transientes que podem afetar seus delicados circuitos.

Evidentemente tais tomadas protegidas também podem ser usadas com outros aparelhos sensíveis.

Outra maneira de evitar problemas com os transientes e surtos é através de um bom aterramento, caso os aparelhos já possuam proteção interna.

Computadores normalmente possuem varistores nos seus circuitos de entrada mas estes varistores são ligados de tal forma que precisam de um fio terra para que o surto ou transiente seja absorvido. Isso ocorre porque na realidade, as correntes provocadas por eles na condução do dispositivo de proteção precisam escoar a terra.

Logo, sem a presença do fio terra, os varistores perdem sua capacidade de proteção, pois não há para onde escoar a energia absorvida da "sujeira" da rede.

É por esse motivo que os cabos de entrada dos computadores possuem três fios: dois para alimentação em si e um terceiro para conexão a terra.

Essa conexão é feita por meio de um condutor grosso a uma barra de metal enterrada no solo. (Veja no capítulo correspondente às ligações a terra como fazer essa conexão).

### 23. TROCANDO LÂMPADAS

Trocar lâmpadas pode parecer uma operação simples e normalmente é, quando nenhum problema imprevisto aparece. Basta desatarrachar a lâmpada queimada ou que será trocada, tirando-a do soquete ou receptáculo (como alguns chamam o suporte) e colocando a outra, conforme indica a figura 115.

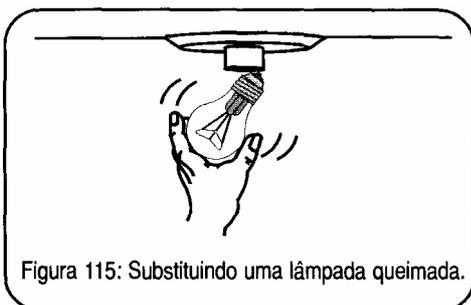


Figura 115: Substituindo uma lâmpada queimada.

Apenas dois cuidados devem ser tomados nesta operação:

a) se a energia não foi desligada, ou seja, a chave geral, evite tocar em qualquer parte metálica da lâmpada ou soquete (principalmente os parafusos que prendem os fios).

Veja que, simplesmente desligando o interruptor, não garantimos, que nenhum ponto do circuito da lâmpada dê choques.

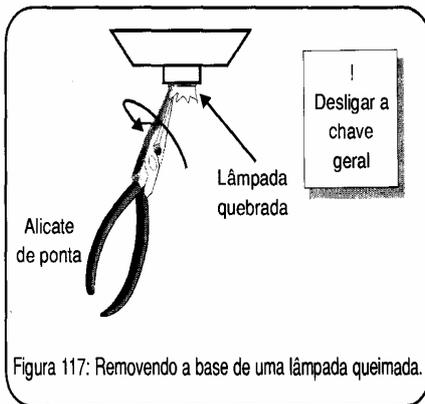
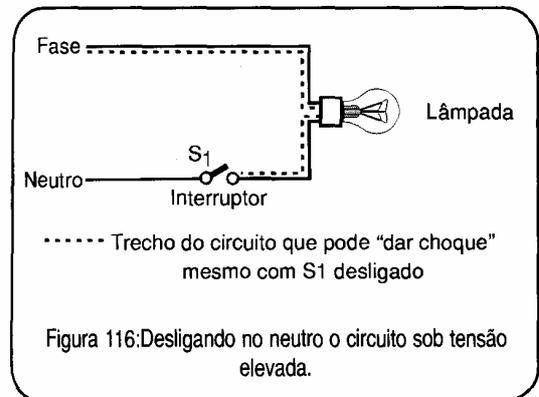
De fato, se o interruptor estiver no pólo neutro da lâmpada, mesmo quando ele estiver aberto, todos os pontos da lâmpada e do soquete estarão submetidos à tensão do pólo vivo, e portanto podem dar choques (figura 116).

Por este motivo, se fizer o trabalho sem desligar a chave geral, evite toques nos pontos "vivos" do circuito.

Evidentemente, numa instalação elétrica bem feita existe o cuidado de sempre instalar os interruptores de modo que eles desliguem o vivo ou fase da alimentação da lâmpada, para maior segurança.

b) Se a lâmpada acabou de queimar ou estava acesa até aquele instante, espere o suficiente para que ela esfrie, O toque direto em seu bulbo de vidro aquecido pode causar queimaduras.

Atenção: não force muito a lâmpada se ela não quiser sair! Veja mais adiante o procedimento.



Pode ocorrer que a lâmpada fique presa no soquete ou então quando for retirá-la, o bulbo se desprenda da base que então fique presa.

Se a lâmpada estiver presa, use um pedaço de tecido bem grosso para envolvê-la, e então poder forçar. Se ela quebrar, o tecido grosso protegerá sua mão contra eventuais acidentes.

Se ocorrer a quebra ou o bulbo se soltar da base, então é preciso remover a parte presa com um alicate, veja a figura 117.

Neste caso desligue a chave geral ou do setor que alimenta esta lâmpada.

#### 24. ESPECIFICAÇÕES DAS LÂMPADAS COMUNS E FLUORESCENTES

As lâmpadas comuns incandescentes são as mais usadas nas instalações elétricas domiciliares, tanto pelo baixo custo quanto pela simplicidade de sua instalação.

No entanto, pelo princípio de funcionamento, estas lâmpadas não têm o melhor dos rendimentos.

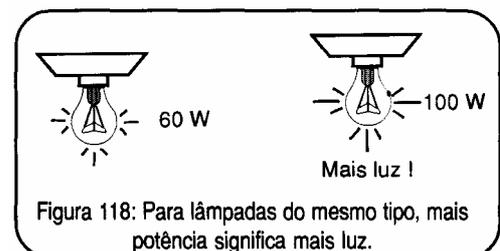
Uma lâmpada incandescente comum converte apenas algo em torno de 20 a 25% da energia aplicada em luz. O restante é convertido em calor.

Assim, uma lâmpada de 100 W, na verdade não produz 100% de energia luminosa. Destes 100 W, aproximadamente 25% são convertidos em luz e os outros 75% em calor.

Veja então que, quando comparamos duas lâmpadas deste tipo, evidentemente a lâmpada de maior potência produz mais luz (figura 118).

Todavia, quando comparamos estas lâmpadas com outros tipos de maior rendimento, elas podem ficar em desvantagem.

Por exemplo, uma lâmpada fluorescente tem um rendimento bem maior, em que 60% da energia é convertida em luz,



aproximadamente.

Assim, numa lâmpada de 40 W fluorescente, temos 24 W de energia convertida em luz e 16 W em calor. A lâmpada fluorescente de 40 W além de aquecer menos que uma lâmpada comum de 100 W, produz quase que a mesma quantidade de luz! Veja a figura 119.

De qualquer maneira, a potência marcada numa lâmpada indica quanto ela consome de energia.

A quantidade efetivamente produzida de luz, vai depender de seu tipo (comum, fluorescente, etc).

Um tipo de lâmpada de altíssimo rendimento é a lâmpada PL. Seu custo é elevado, mas como ela converte mais de 90% de energia em luz, podemos ter a mesma luminosidade de uma lâmpada

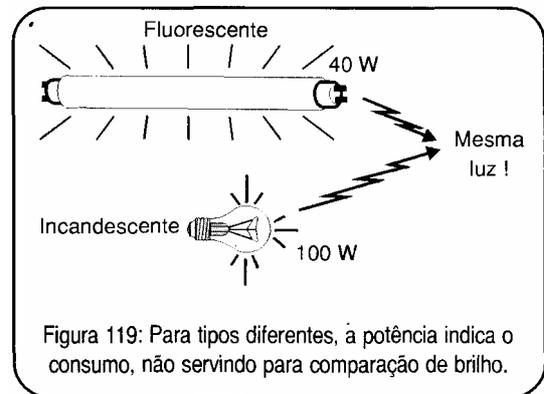


Figura 119: Para tipos diferentes, a potência indica o consumo, não servindo para comparação de brilho.

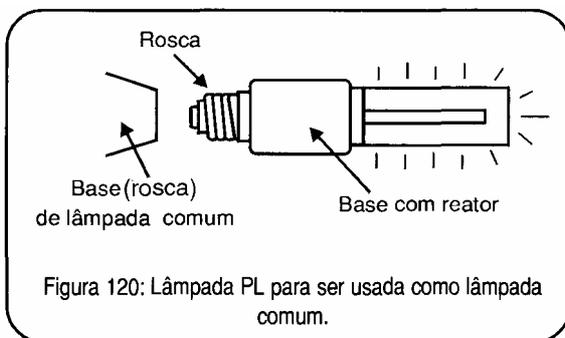


Figura 120: Lâmpada PL para ser usada como lâmpada comum.

incandescente de 60 W usando uma lâmpada PL de apenas 9 W.

Estas lâmpadas, entretanto, exigem uma instalação especial que usa um reator, como as fluorescentes. Alguns tipos são vendidos numa base com rosca (que já contém internamente o reator) e podem substituir diretamente as lâmpadas incandescentes comuns, (figura 120).

## 25. QUE LÂMPADA USAR?

A melhor solução para a iluminação de um ambiente não está no uso da lâmpada de melhor rendimento. Existem diversos fatores que influem no tipo de iluminação a ser adotada.

Os fatores que devem ser levados em consideração são:

### a) Custo da própria lâmpada

As lâmpadas incandescentes comuns são as mais baratas de todas, e podem ser encontradas com facilidade em qualquer lugar: lojas de ferragens, supermercados, pequenos armazens, etc.

As lâmpadas fluorescentes custam bem mais caro, se bem que o seu custo ainda não é assustador.

Para as mistas (vapor de mercúrio) já temos um custo bem mais elevado.

### b) Custo da instalação

Uma lâmpada incandescente comum não precisa mais do que o soquete, que custa pouco e é muito fácil de instalar.

Uma lâmpada fluorescente exige circuitos especiais com o uso de reatores, e em alguns casos de um dispositivo de partida denominado "starter". A instalação geral de uma lâmpada fluorescente é portanto mais cara.

### c) A frequência de uso.

Num local em que a lâmpada não fique acesa por muito tempo como, por exemplo, um corredor, um dormitório ou mesmo uma sala de estar, o uso

de lâmpadas comuns incandescentes é o recomendado. Mesmo gastando um pouco mais de energia, economiza-se na instalação mais simples e no pouco tempo de uso.

Já em locais onde a iluminação deve ser maior e por mais tempo, numa cozinha ou num escritório, o investimento numa instalação fluorescente é compensado pela economia de energia.

#### **d) Intensidade de luz**

Quando não é necessária uma iluminação muito forte, o uso de lâmpadas incandescentes comuns atende perfeitamente, pois não temos um consumo elevado de energia e a instalação é mais simples.

No entanto, quando o nível de iluminação deve ser muito alto, e por isso o consumo se torna importante, temos que pensar em usar fluorescentes ou outros tipos equivalentes (lâmpadas PL).

Para níveis de iluminação muito elevados como salões, pátios, as lâmpadas mistas (vapor de mercúrio) podem ser interessantes, compensando o investimento na instalação.

Tudo isso nos leva a algumas recomendações quanto ao tipo de lâmpada, conforme a aplicação.

Damos exemplos:

**DORMITÓRIOS, CORREDORES, VARANDAS, GARAGENS** - lâmpadas incandescentes com potências na faixa dos 40W aos 100W, conforme o nível de iluminação desejado.

**SALAS DE ESTAR E VISITAS** - lâmpadas incandescentes comuns ou PL. Diversos conjuntos de lâmpadas nestes locais permitem dosar os níveis de iluminação conforme as necessidades.

Não recomendamos as fluorescentes por tirarem o ar de intimidade destas salas, já que a iluminação fluorescente é mais "dura" para estes casos.

**COZINHAS** - lâmpadas fluorescentes de 40 a 120 W de potência total, dependendo do tamanho. O investimento na instalação é compensado pela economia de energia e o nível de iluminação maior do que o conseguido com lâmpadas comuns.

**JARDINS E PÁTIOS** - para jardins e pátios podemos usar dois tipos de iluminação: uma com lâmpadas convencionais de baixa potência quando se deseja um nível menor ou suave, no caso, na entrada de residências. Essas lâmpadas podem ser colocadas em spots, conforme veremos mais adiante.

Outra seria com o uso de lâmpadas mistas quando se deseja um alto grau de iluminação.

## **26. AS ESPECIFICAÇÕES DAS LÂMPADAS**

As lâmpadas comuns incandescentes possuem duas especificações: tensão e potência.

A tensão em volts (110V, 115V, 127 V ou ainda 220 V) indica a rede de energia em que ela pode ser ligada.

Se ligarmos uma lâmpada de 110V ou 127V numa rede de 220 V, a lâmpada pode queimar-se instantaneamente ou em pouco tempo. Por outro lado, se ligarmos uma lâmpada de 220 V numa rede de 110V, ela vai acender com brilho reduzido.

A potência, conforme vimos, indica quanto a lâmpada consome e portanto, quanto de luz deve produzir, considerado seu rendimento. A escolha da potência depende do grau de iluminação desejado.

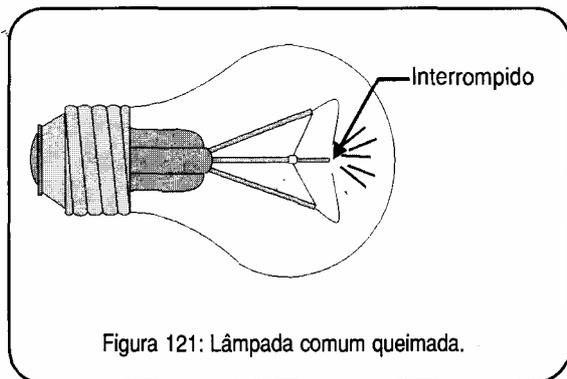
## 27. COMO TESTAR LÂMPADAS

Nem sempre uma lâmpada deixa de acender num local por estar queimada. Se a troca de uma lâmpada não der resultado positivo, ou seja, continuar sem iluminação, estará caracterizado que a lâmpada não é a causa do problema.

Será interessante ter um meio de verificar se uma lâmpada está ou não em bom estado. Para as lâmpadas comuns incandescentes existem os seguintes procedimentos:

### a) Inspeção visual

Se a lâmpada for de vidro transparente podemos facilmente ver se ela está em boas condições examinando seu filamento, conforme a figura 121.



Numa lâmpada boa o filamento não deve estar interrompido e nem solto. Numa lâmpada queimada, poderemos observar o ponto em que o filamento está solto ou interrompido, e até mesmo, se ele está quebrado e solto no vidro.

Balançando esta lâmpada, os pedaços do filamento solto produzem um barulho característico.

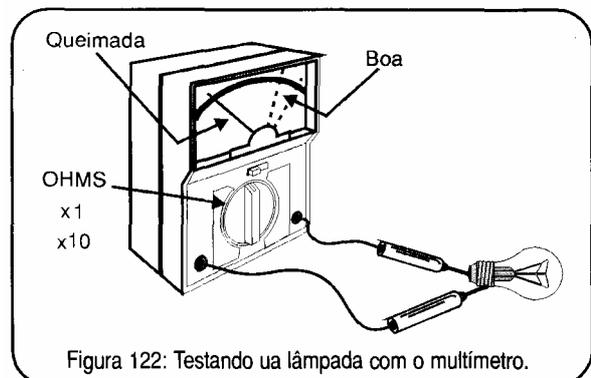
Este balanço pode servir justamente para detectar problemas numa

lâmpada de vidro leitoso, que não permite a inspeção visual direta.

b) Teste a lâmpada num abajur comum ou colocando-a no soquete da lâmpada de prova que você possui e ligando-a numa tomada de mesma tensão. Se a lâmpada acender, certamente estará boa.

### c) Teste com o multímetro

Uma lâmpada em bom estado apresenta continuidade, o que pode ser verificado com o multímetro. (figura 122)



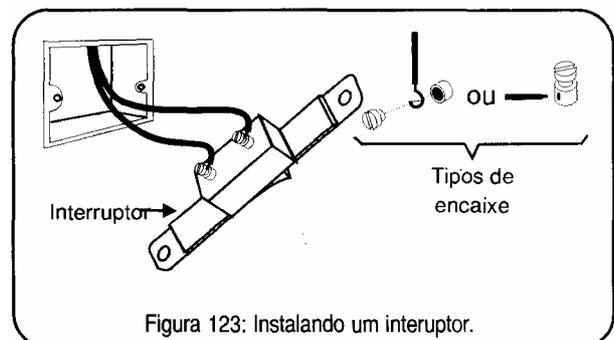
## 28. TROCANDO INTERRUPTORES

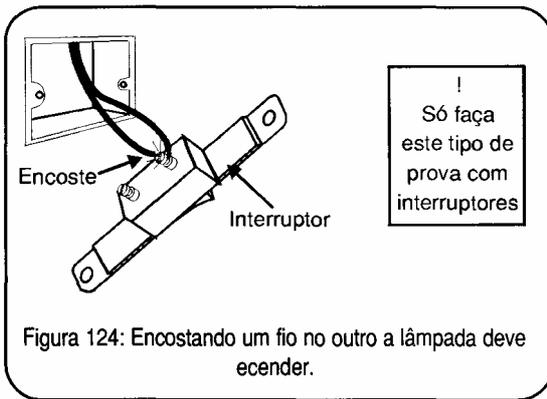
Se uma lâmpada não acende, mesmo feita sua substituição, não podemos atribuir a culpa obrigatoriamente a ela. Se depois com a substituição da lâmpada, problema persistir, podemos suspeitar que algo de anormal existe com o interruptor.

Os interruptores são ligados em série e podem apresentar problemas do tipo que impeçam que a corrente passe.

Na figura 123 temos o modo de ligação de um interruptor comum.

Se, depois de acionada a lâmpada não acender, o teste mais simples é o mostrado na figura 124.





Com cuidado solte um dos fios do interruptor e encoste-o no outro pólo do interruptor. Se a lâmpada acender, estará caracterizado que o problema é do interruptor que deve ser trocado.

Se a lâmpada permanecer acesa, mesmo quando desligamos o interruptor, é sinal que este interruptor se encontra com defeito devendo ser trocado.

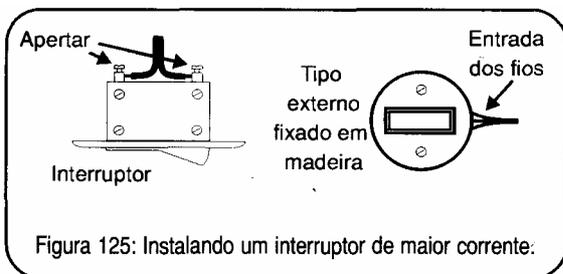
A origem do problema será comprovada se, no momento em que soltarmos um dos fios do interruptor, a lâmpada apagar.

Comprovada a origem do problema, a troca do interruptor é simples. Para maior segurança, desligue a chave que controla a alimentação do setor que o interruptor se encontra e coloque em seu lugar um que tenha as mesmas características.

## 29. INTERRUPTORES DE MAIOR POTÊNCIA

Um dos problemas que causa o desgaste rápido de um interruptor ou chave, ou sua queima, é o mesmo que causa danos a tomadas: corrente excessiva.

Se um interruptor dimensionado para uma corrente máxima de 5 A, tiver de controlar algum dispositivo que exija maior corrente, o resultado será o aquecimento dos contatos acompanhado de uma rápida oxidação, e depois deformação das partes plásticas. O interruptor passa a falhar e pode até travar não ligando ou desligando mais.

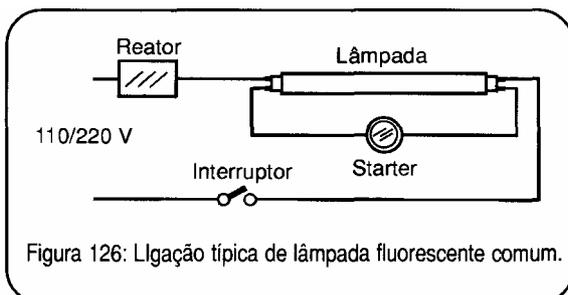


Se um interruptor comum controla muitas lâmpadas, cuja potência total esteja acima dos 500 W (em 110V - para 220V o dobro da potência) sua troca por um tipo de maior corrente é recomendada.

O procedimento para troca é simples, bastando retirar o interruptor antigo e recolocar o novo (figura 125).

## 30. INSTALANDO FLUORESCENTES

Se o leitor tem uma iluminação com lâmpadas comuns (incandescentes) e deseja trocá-la por um sistema de fluorescentes, alguns cuidados devem ser tomados.



Ainda que em muitas lojas sejam vendidas as "calhas" com as lâmpadas, reatores e starters já ligados, bastando então fazer a conexão como indica a figura 126, existem aqueles que desejam fazer tudo.

Analisemos os dois casos:

a) Sistema pronto

Neste caso temos as lâmpadas, reatores e eventualmente starters (se forem usados) já interligados, de

modo que, da calha saem apenas dois fios que correspondem aos dois fios que alimentavam a lâmpada até então existente.

Basta então tirar o soquete da lâmpada velha e ligar os dois fios que saem da instalação nos dois fios da calha de fluorescente (figura 127).

Evidentemente, esta conexão deve ser feita com a rede de energia desligada, para evitar choques.

Na emenda pode ser usado o sistema comum em que os fios são enrolados uns nos outros, ou usar barras de terminais com parafusos, para maior segurança. No primeiro caso é importante fazer o isolamento da emenda

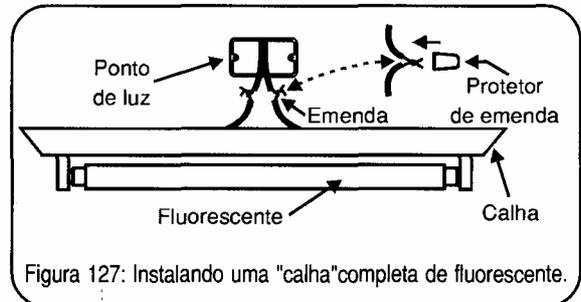


Figura 127: Instalando uma "calha" completa de fluorescente.

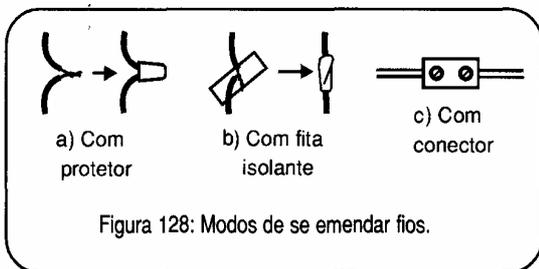


Figura 128: Modos de se emendar fios.

quer seja por meio de fita isolante, quer seja por isoladores plásticos,

observe a figura 128.

b) Sistema completo

Neste caso, o instalador deve comprar as lâmpadas fluorescentes, o starter, o reator e o suporte para as lâmpadas.

O reator deve ter potência de acordo com as lâmpadas a serem alimentadas. A escolha do reator é facilitada pelo fato de haver um rótulo que indica para que lâmpadas ele serve e traz o diagrama das ligações, que normalmente são feitas da maneira apresentada na figura 129.

As ligações entre os diversos elementos que vão formar o circuito devem ser bem feitas e isoladas, com a alimentação da rede de energia interrompida para evitar choques.

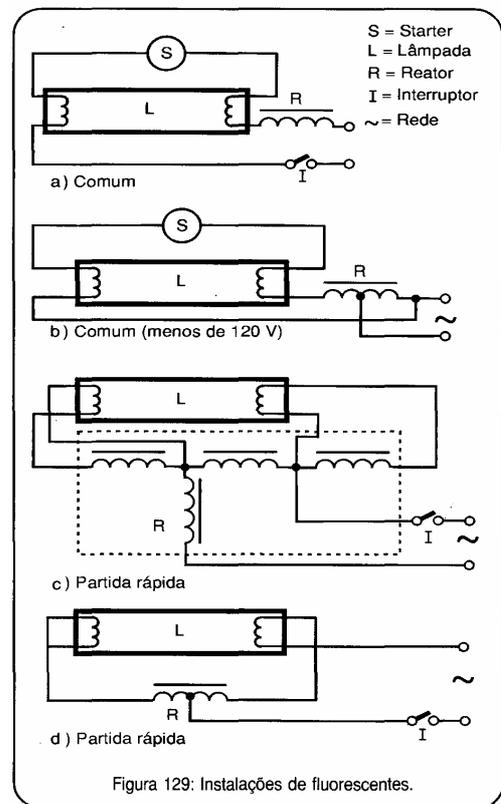


Figura 129: Instalações de fluorescentes.

### 31. TROCANDO FLUORESCENTES

Quando uma lâmpada fluorescente começa a piscar muito antes de acender (e às vezes nem acende) principalmente nos horários em que o consumo de energia é maior e portanto, a tensão da rede é menor, podemos desconfiar de seu estado.

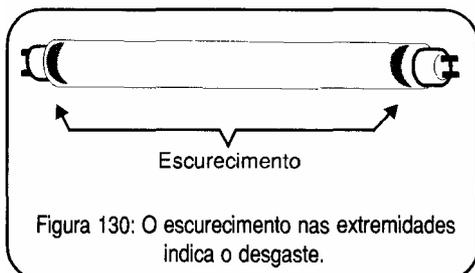


Figura 130: O escurecimento nas extremidades indica o desgaste.

Sinais escuros nas extremidades da lâmpada indicam que ela se encontra gasta (figura 130).

Diferentemente das lâmpadas incandescentes comuns que não enfraquecem,

mas simplesmente queimam, as fluorescentes normalmente se esgotam com o tempo, quando então precisam ser trocadas.

Obs: na verdade, as lâmpadas incandescentes com o tempo passam a apresentar resistência maior pela evaporação do metal do filamento, mas isso é imperceptível para o usuário, em condições normais.

Um bom procedimento na troca da lâmpada é verificar e trocar o starter, um pequeno dispositivo apresentado na figura 131, usado no circuito de partida (como o nome indica).

Este dispositivo aplica por um instante uma alta tensão devido à comutação do reator (que é uma carga indutiva) de modo a levar a lâmpada ao estado inicial de condução.

Ele consiste basicamente numa ampola de vidro com um gás inerte e um par de contatos térmicos que abrem e fecham em função de sua temperatura.

Os sistemas de "partida rápida" não usam starters, e portanto não necessitam da troca deste elemento.

Para trocar a lâmpada basta desligar o interruptor geral e, com cuidado, retirá-la dos encaixes girando-a meia volta, verifique a figura 132.



Figura 131: Trocando o starter.

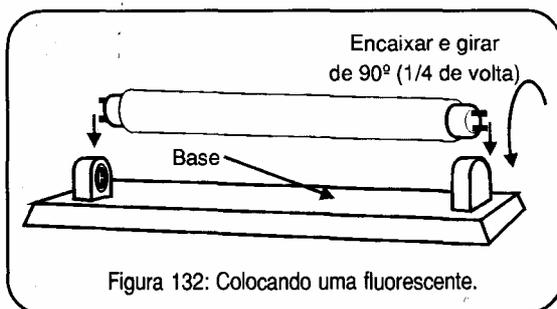


Figura 132: Colocando uma fluorescente.

A colocação da lâmpada nova, que deve ter as mesmas características, é feita segundo o procedimento inverso.

Gire a lâmpada até que o encaixe seja perfeito, pois sem isso ela não vai funcionar.

Tome cuidado para não quebrar a lâmpada nesta operação.

### 32. OS GASES DA LÂMPADA SÃO PERIGOSOS?

Muitas lâmpadas fluorescentes são jogadas fora sem nenhum cuidado e acabam por quebrar, colocando em riscos pessoas que eventualmente podem se ferir nos seus estilhaços, principalmente crianças.

A principal preocupação das pessoas é com os gases dessas lâmpadas que, entretanto, não representam o perigo real de um corte.

O revestimento à base de fósforo do vidro dessas lâmpadas é bastante tóxico e em caso de ferimentos, pode causar problemas de cicatrização da ferida e até uma certa contaminação.

O "pó" que recobre internamente a lâmpada é perigoso, pela sua toxicidade, não devendo ser tocado. Caso isso ocorra, lave o local afetado em água corrente imediatamente.

De qualquer maneira, nunca deixe as lâmpadas velhas ao alcance das pessoas (principalmente crianças), e se quiser se livrar delas, faça-o de modo cuidadoso.

### 33. A TROCA DO REATOR

Normalmente, o reator dura muito mais que as lâmpadas, mas isso não significa que esteja livre de problemas.

Se uma lâmpada fluorescente deixa de acender bruscamente, mesmo sendo nova, ou na "calha" houver sinal de fumaça de um reator que está entrando em curto, é interessante fazer uma verificação deste componente.

Se a troca da lâmpada por uma nova não traz resultados satisfatórios e até acaba por provocar sua queima, é sinal que o reator precisa ser testado.

Sinais de curto são visíveis pelo escurecimento deste elemento.

A interrupção pode ser acusada pelo teste de tensão ou continuidade, feito da maneira indicada na figura 133.

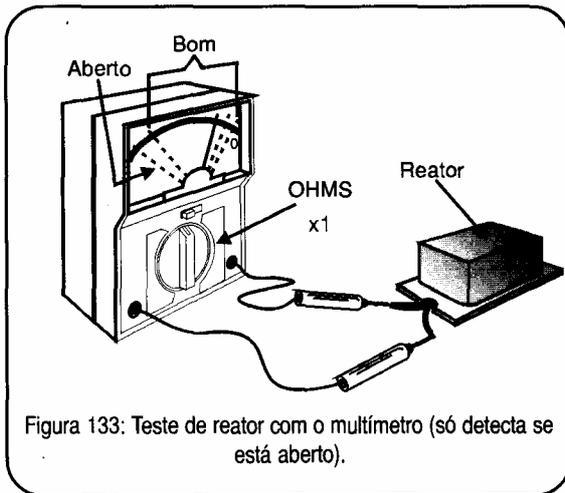


Figura 133: Teste de reator com o multímetro (só detecta se está aberto).

No entanto, lâmpada nova não der sinal de acendimento mesmo com um starter (se usado) em bom estado e o teste do interruptor revelar que a energia está chegando até ela, é sinal que o reator precisa ser trocado.

Deve ser usado obrigatoriamente um reator com as mesmas características do original.

### 34. CONTROLANDO DIVERSAS LÂMPADAS A PARTIR DE UM INTERRUPTOR

Na figura 134 mostramos o modo de fazer a ligação de diversas lâmpadas para que elas sejam acesas e apagadas por um único interruptor.

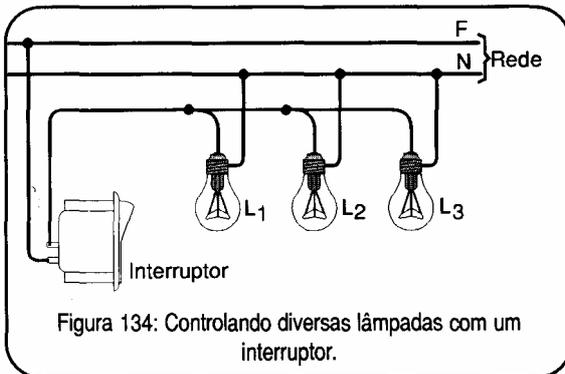


Figura 134: Controlando diversas lâmpadas com um interruptor.

As lâmpadas são ligadas em paralelo entre si e em série com o interruptor. Este tipo de ligação garante que todas as lâmpadas recebam a mesma tensão.

Se uma das lâmpadas queimar, as outras do mesmo circuito não são afetadas.

O cuidado principal com esta instalação é escolher um interruptor que seja capaz de suportar a corrente

total de todas as lâmpadas.

Como as lâmpadas são especificadas em watts e a corrente em ampères, pode haver uma certa dificuldade em efetuar este cálculo.

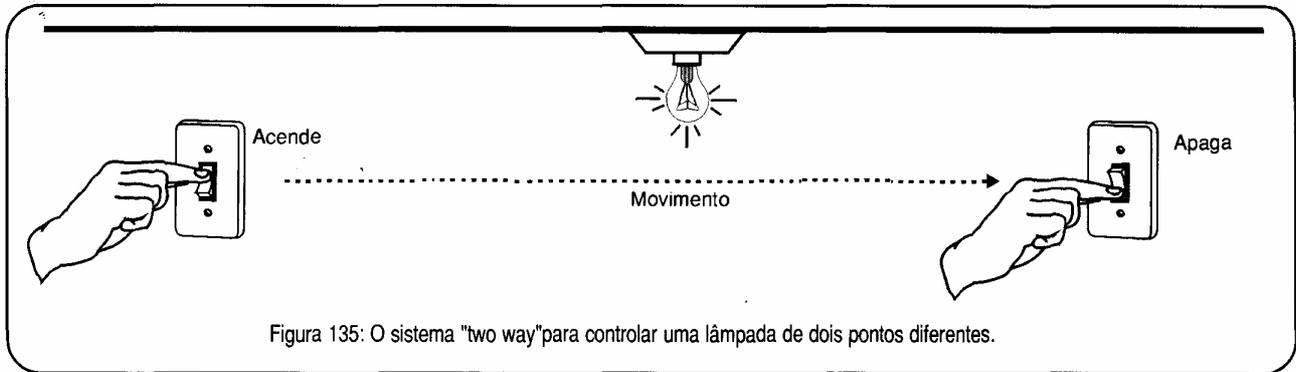
Para facilitar, podemos dizer que cada 100 W na rede de 110 V correspondem a 1 A, enquanto que a cada 200W na rede de 220 correspondem a um ampère.

Assim, 300 W de lâmpadas em 110 V correspondem a aproximadamente 3 A, o que quer dizer que, para maior segurança devemos usar em seu controle um interruptor de pelo menos 5 A.

O mesmo procedimento é válido para outros tipos de lâmpadas.

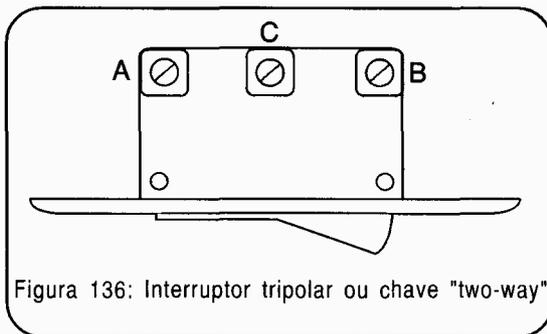
### 35. CONTROLANDO UMA LÂMPADA POR DOIS INTERRUPTORES

É o chamado sistema "two-way", em que podemos acender uma lâmpada ao começar a subir uma escada e depois apagá-la quando chegamos no alto (figura 135).



Para que os dois interruptores, nos extremos de um corredor, escada ou sala que tenha duas portas, possam acender e apagar a mesma lâmpada, eles devem ser de tipo especial.

São usados interruptores tripolares, que nada mais são do que chaves comutadoras de 1 Polo x 2 Posições (figura 136)



Na figura 137 mostramos a maneira como esses interruptores devem ser ligados.

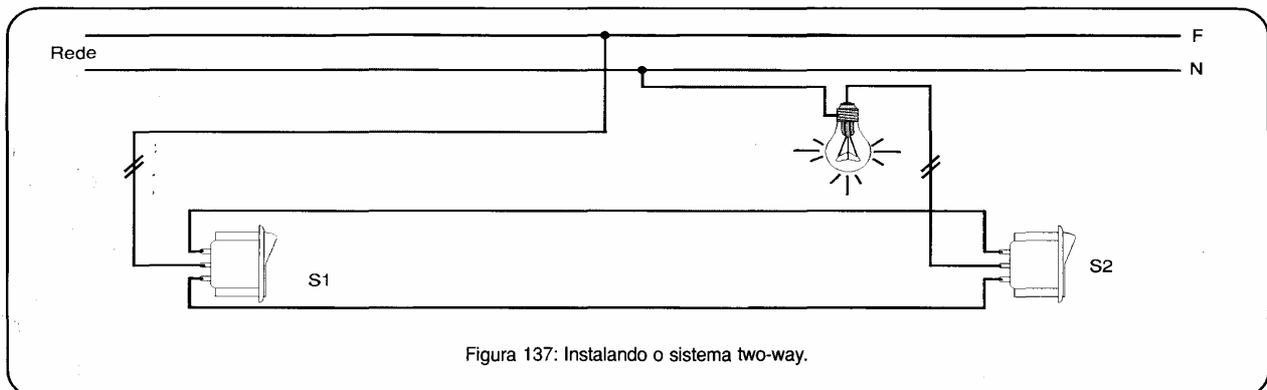
Observe que, entre eles devem passar dois fios.

Os interruptores continuam ligados em série com a lâmpada que deve ser controlada.

No exemplo indicado colocamos uma lâmpada comum, mas em seu lugar podem ser usadas lâmpadas fluorescentes e até

mesmo outros dispositivos, como por exemplo, um exaustor, uma fechadura eletrônica, etc.

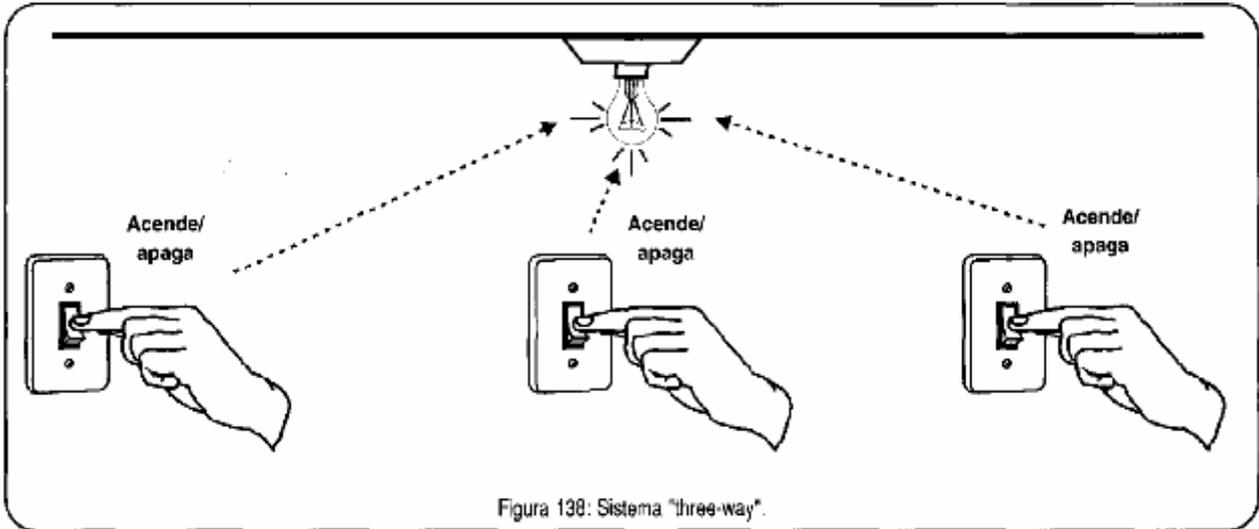
Para fazer a instalação a alimentação geral deve estar desligada.



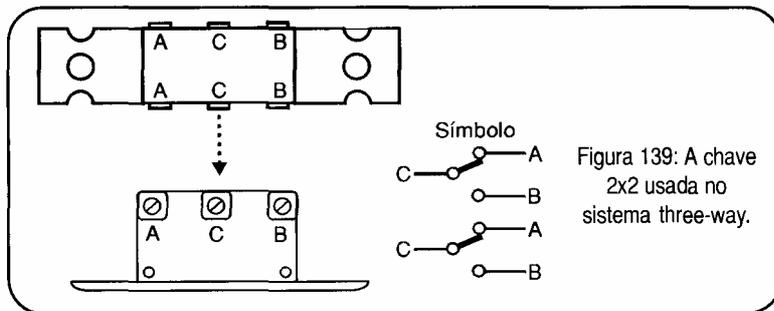
### 36. CONTROLANDO UMA LÂMPADA A PARTIR DE 3 INTERRUPTORES

Este é um sistema "three-way" que permite ao usuário acender ou apagar uma lâmpada a partir de três lugares diferentes, veja a figura

138.



Além das duas chaves especiais de 3 pólos, temos uma terceira, que ficará na posição central e que tem seus pólos, conforme é indicado na figura 139.



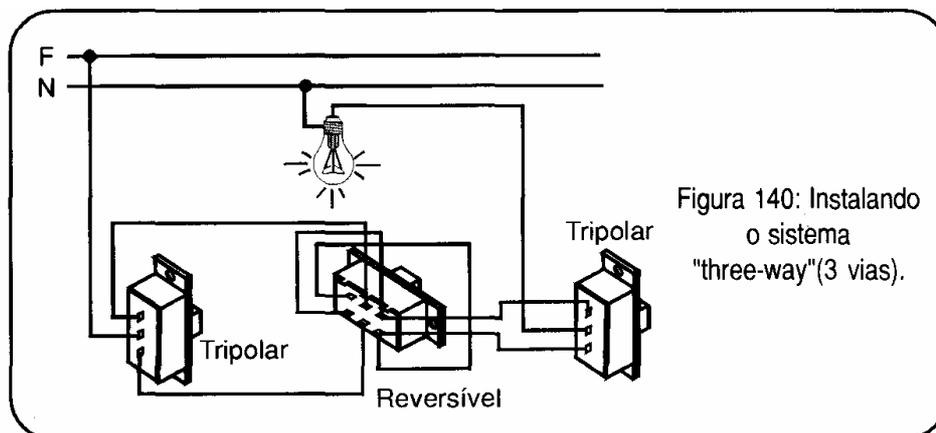
Trata-se de uma chave especial reversível 2 x 2 ou HH que faz a comutação intermediária das lâmpadas.

Observe que neste sistema também temos a passagem de dois fios entre as chaves.

Na figura 140 temos o modo como essas chaves devem ser ligadas.

Veja que os fios devem ter as pontas desencapadas e depois firmemente presas aos terminais das chaves. O máximo cuidado deve ser tomado para evitar curtos (um fio encostando em outro).

Figura 140: Instalando o sistema "three-way"(3 vias).



### 37. CONTROLANDO UMA LÂMPADA A PARTIR DE 4 INTERRUPTORES

Também é possível controlar uma mesma lâmpada a partir de interruptores colocados em 4 pontos diferentes, num sistema denominado "fourway".

Para este sistema, também precisamos de chaves especiais com as ligações mostradas na figura

141.

São usadas duas chaves de 3 pólos e duas de 6 pólos. Entre elas devem passar dois fios.

A lâmpada neste caso, também é ligada em série com o circuito.

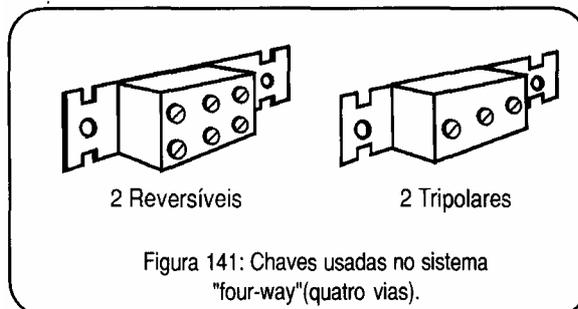


Figura 141: Chaves usadas no sistema "four-way"(quatro vias).

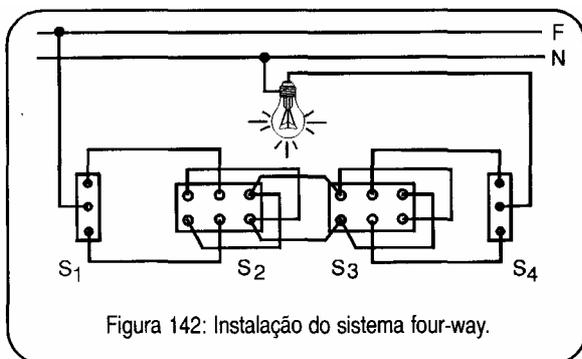


Figura 142: Instalação do sistema four-way.

Na figura 142 temos o modo de fazer a instalação dessas chaves num sistema "four-way" de uma residência.

Será interessante usar fios de cores diferentes para facilitar as conexões, de modo que o instalador não se confunda com os locais de ligação. Neste caso também, a alimentação do circuito deve estar desligada para evitar choques durante o trabalho de instalação.

### 38. DOIS NÍVEIS DE LUZ

É possível fazer com que uma lâmpada incandescente comum funcione com duas intensidades luminosas, usando para esta finalidade um dispositivo eletrônico denominado diodo.

O diodo conduz apenas metade dos semiciclos da rede de energia, assim, quando ele está em série com uma lâmpada, ela recebe apenas metade da alimentação em termos de potência.

Isso significa que ela acende com brilho reduzido, produzindo uma iluminação mais suave.

Usando uma chave para acender e apagar a lâmpada e outra para ligar e desligar o diodo podemos obter luz em dois níveis, conforme sugere o circuito da figura 143.

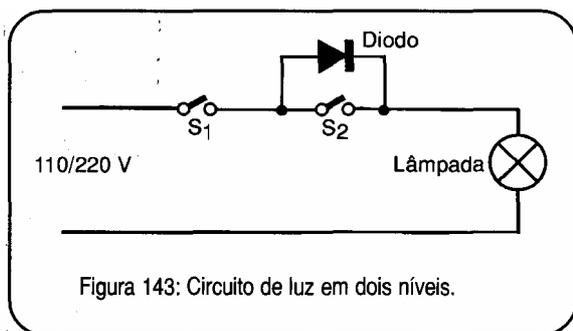
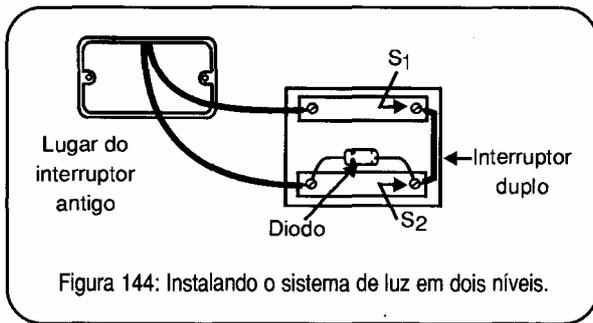


Figura 143: Circuito de luz em dois níveis.

Com a chave S2 aberta, o diodo está no circuito e obtemos luz suave para uma sala ou dormitório. Com S2 fechada, o diodo é colocado em curto e a lâmpada recebe sua alimentação normal.



Na figura 144 temos o aspecto real do dispositivo que pode ser montado e instalado com extrema facilidade.

Para lâmpadas de até 100 W na rede de 110V pode ser usado o diodo 1 N4004, e para lâmpadas de até 200 W na rede de 220 V pode ser usado o diodo 1 N4007.

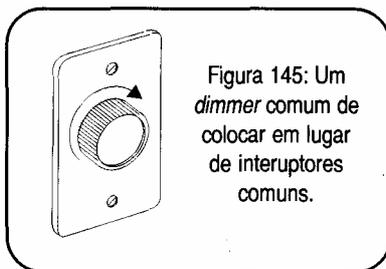
Esses diodos podem ser adquiridos em casas de material eletrônico ou mesmo encontrados em

aparelhos velhos fora de uso, que tenham sido desmontados.

Obs: este circuito não pode ser usado com lâmpadas fluorescentes ou mistas.

### 39. DIMMERS

Dimmers ou controles de intensidade luminosa são dispositivos que permitem controlar linearmente o brilho de uma lâmpada a partir de um controle rotativo (figura 145).



Os dimmers contém circuitos eletrônicos com base em dispositivos semicondutores denominados TRIACs e podem controlar potências que tipicamente vão até os 400 W, mas somente de lâmpadas incandescentes.

A instalação de um dimmer é muito simples, conforme podemos observar pela figura

146.

Basta retirar o interruptor comum que existe no controle de uma lâmpada e em seu lugar ligar o dimmer, que tem igualmente apenas dois fios de conexão.

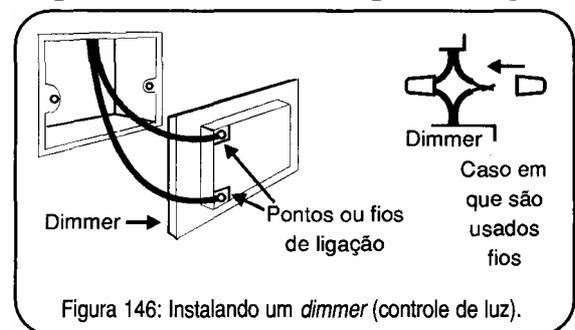
O cuidado maior é com os isolamentos dos fios, que não podem encostar uns nos outros ou nas partes metálicas da caixa embutida na parede. Para isolar estas emendas de fios, deve ser usada fita isolante ou ponteiras plásticas de emendas.

Alguns tipos não necessitam emendas, pois possuem terminais de encaixe onde os fios embutidos são fixados por meio de parafusos como nos interruptores comuns.

Ao adquirir um dimmer devem ser feitas duas verificações importantes:

a) Se ele suporta a potência da lâmpada ou conjunto de lâmpadas que se pretende controlar.

b) Se a tensão de operação é a da sua rede de energia. Observe que um dimmer para a rede de 220 V também funciona na rede de 110 V, mas um para a rede de 110V não suporta a tensão da rede de 220 V.



#### 40. INTERRUPTORES E TOMADAS DE BANHEIROS EM LOCAIS ÚMIDOS

A umidade é um grande inimigo dos dispositivos elétricos. Atacando os contatos, ela provoca a oxidação, desgaste e posteriormente a queima de dispositivos elétricos como tomadas, interruptores, etc.

Um ponto crítico numa residência é o banheiro, onde a presença do chuveiro faz com que a atmosfera se mantenha com um elevado grau de umidade, que acaba por afetar tomadas, soquetes de lâmpadas e interruptores.

Com o tempo, os interruptores começam a falhar, exigindo que se aperte sua alavanca num grau maior que o normal, para que funcione, ou mesmo que tenham de ser feitas repetidas tentativas no sentido de levá-los a operação.

As tomadas começam a apresentar problemas de contatos, com os dispositivos (barbeadores e secadores) falhando ou mesmo provocando o seu aquecimento se tiverem um consumo elevado.

Com o tempo essas tomadas podem se deformar causando o "estouro" devido a um curto-circuito de que já falamos.

Quando um interruptor de banheiro ou tomada, ou ainda um soquete de lâmpada apresentar sinais de oxidação e conseqüente falha, o melhor que temos a fazer é trocá-lo.

Este mesmo problema é observado com frequência em lavanderias, cozinhas e outros locais em que exista o perigo de penetração de umidade ou mesmo água.

Também deve ser considerada a possibilidade dessa ocorrência em instalações normais onde tenha havido uma infiltração de água de chuva.

#### 41. TESTANDO TOMADAS

O teste de uma tomada de energia é simples, pois em princípio, basta ligar algum aparelho e verificar se funciona.

No entanto, a maior dúvida que pode haver no caso de uma tomada de um local desconhecido, é saber se a tensão encontrada é de 110 V ou 220 V.

A precaução é plenamente justificada, pois se um aparelho de 110 V for ligado numa rede de 220V pode haver sérios danos ou mesmo a queima completa.

Diversas são as maneiras de saber se uma tomada fornece uma tensão de 110 V ou 220 V, sem o conhecimento prévio ou exame da instalação:

a) Usando o multímetro

Um multímetro na escala VOLTS AC 0-300 ou maior pode ser usado, conforme sugerido na figura 148.

Este instrumento indicará a tensão da tomada com precisão.

Cuidado: ANTES de usar, ajuste o multímetro para a escala desejada. Nunca use outras escalas, pois um erro no ajuste pode queimar seu instrumento!

b) Usando o indicador de LED

Um tipo de indicador de tensão encontrado em mercados e casas de materiais elétricos é o mostrado na figura 149, que possui LEDs (pequenos pontos de luz) que acendem conforme a tensão.

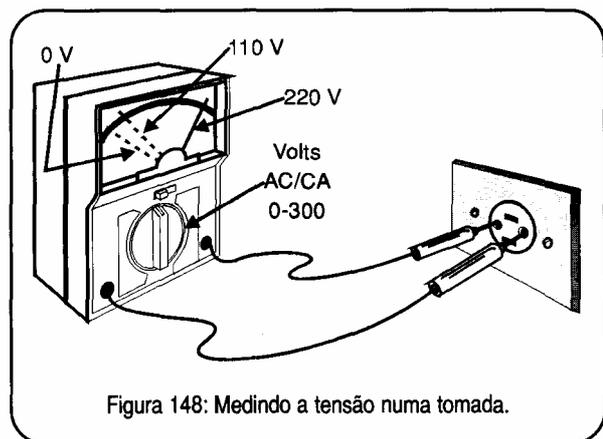
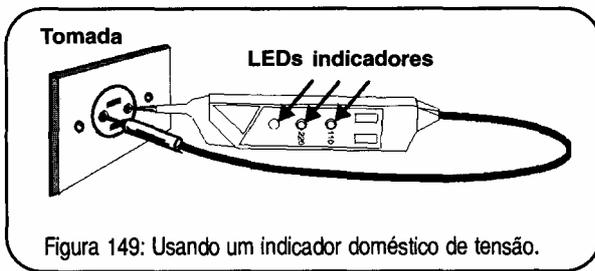


Figura 148: Medindo a tensão numa tomada.

Este tipo de indicador também pode ser usado para saber se a tensão de uma tomada é 110V ou 220 V.

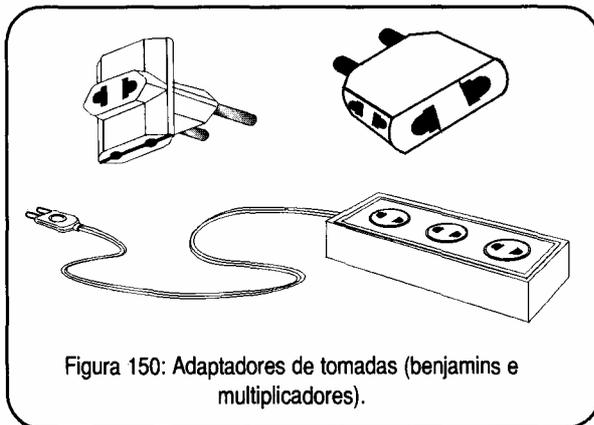


Observamos que se for notada alguma anormalidade de funcionamento numa tomada, além de testes de tensão deve ser feita uma verificação de seu estado, com sua parcial retirada.

Contatos oxidados ou sinais de aquecimento com peças deformadas ou queimadas indicam que a tomada deve ser trocada.

#### 42. MAIS DE UM APARELHO NUMA TOMADA

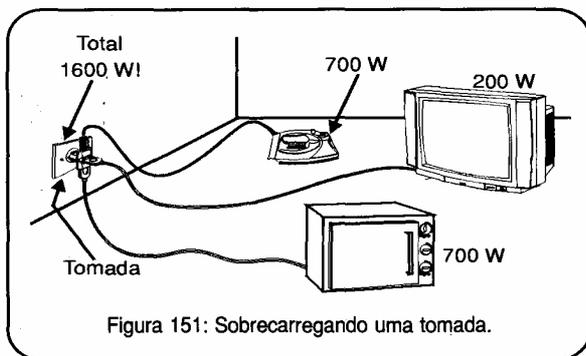
O uso do "benjamim" ou adaptador para diversos plugues de modo a permitir a ligação de mais de um aparelho numa mesma tomada é generalizado em nosso país. Na figura 150 temos alguns tipos comuns de "benjamins" encontrados em supermercados, casas de material elétrico, etc.



Entretanto, a maneira como tal dispositivo tem sido usado não pode ser considerada das mais apropriadas, pois normalmente não existe critério algum com o que vai ser conectado. O resultado é a sobrecarga, perigo de curtos, deformações pelo superaquecimento e até o funcionamento anormal.

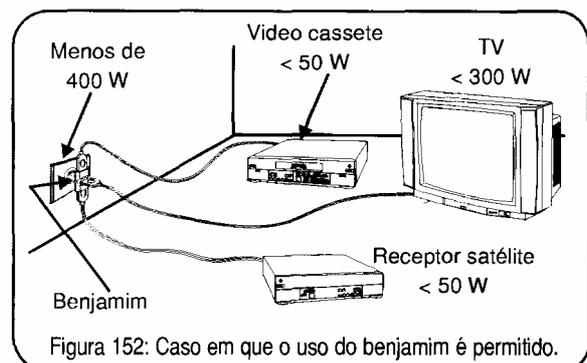
O uso do benjamim deve ser feito com critério, de modo a não superar a capacidade de fornecimento de corrente da tomada em que ele será ligado.

A soma dos consumos dos aparelhos ligados a esta tomada não deve ser superior à sua capacidade (normalmente em torno de 10A).



Conforme já vimos, o cálculo pode ser feito mentalmente com facilidade se levarmos em conta que, na rede de 110 V, cada 100 W correspondem a 1 Ampère na rede de 220 V, cada 200W correspondem a 1 A.

Assim, se num benjamim colocado numa tomada de 110V for ligado um ferro de passar de 700 W, um televisor de 200 W e mais um forno de microondas de 700 W, a ligação simultânea desses aparelhos é um perigo!



Nunca o forno e o ferro devem ser usados ao mesmo tempo pois a corrente vai chegar aos 14 A, muito além da capacidade daquela tomada!

O benjamim é indicado para a conexão simultânea de aparelhos de baixo consumo, conforme indicado na figura 152.

As extensões sugeridas na figura 153, muito usadas com computadores também devem obedecer as mesmas regras de uso.

Antes de ir ligando qualquer quantidade de aparelhos (inclusive seu computador, impressora, etc).

verifique se o conjunto não supera a capacidade de corrente na extensão.

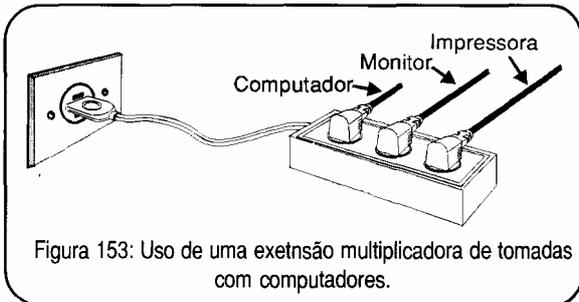


Figura 153: Uso de uma extensão multiplicadora de tomadas com computadores.

### 43. FAZENDO EXTENSÕES

Extensões de uma tomada podem ser instaladas com facilidade, entretanto, devemos tomar cuidado para não sobrecarregar o circuito.

Uma tomada, normalmente é dimensionada para operar com uma corrente máxima da ordem de 10 A.

Se vamos colocar uma extensão é preciso ter cuidado para que os equipamentos ligados na extensão somados ao que está ligado na tomada normal não superem este valor, segundo

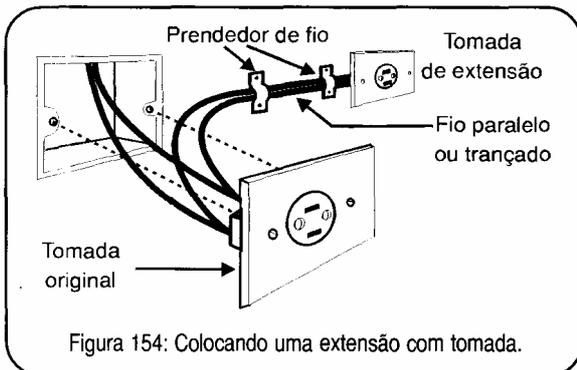


Figura 154: Colocando uma extensão com tomada.

procedimento de cálculo aproximado que já demos.

Na figura 154 temos o modo simples de "puxar" uma segunda tomada a partir de uma já existente, usando para isso fio paralelo ou trançado de espessura apropriada.

O fio da extensão pode ser preso na parede por meio de presas com

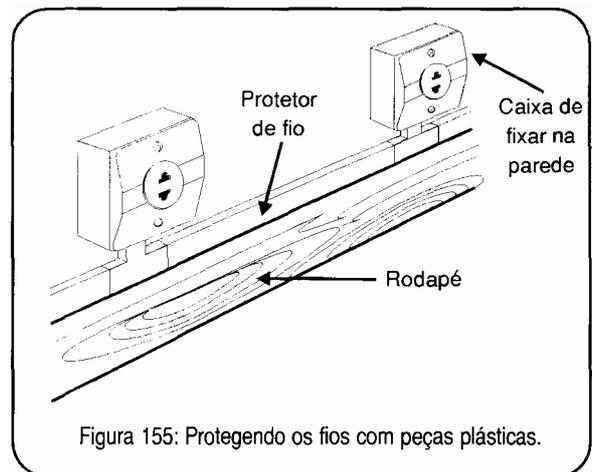


Figura 155: Protegendo os fios com peças plásticas.



Figura 156: Fixando uma tomada diretamente numa parede.

pregos comuns ou colocados em protetores plásticos, verifique a figura 155.

A tomada da extensão pode ser do tipo comum montada numa caixinha apropriada de fixar na parede, ou uma tomada especial do tipo que permita a fixação por meio de parafusos para

madeira ou pregos ou parafusos colocados em buchas para paredes de tijolos.

Na figura 156 temos os modos de fazer a fixação dessas tomadas.

O fio não deve ter mais de 10 metros de comprimento para uso com potências de aparelhos até uns 500 W, de modo a não ocorrerem perdas devido a sua resistência.

Uma tomada adicional pode ser melhor instalada se sua alimentação for retirada diretamente da fiação que distribui energia pelo prédio, confira na figura 157.

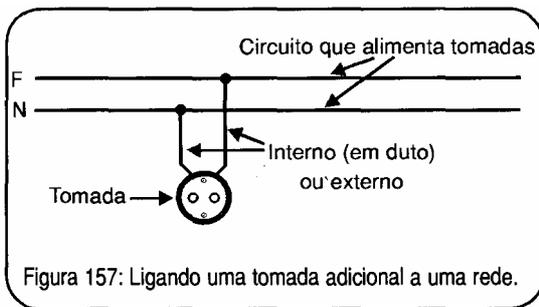


Figura 157: Ligando uma tomada adicional a uma rede.

Neste caso, deve ser usado fio rígido de espessura apropriada (veja no item correspondente a escolha dos fios) e sua conexão feita no par de fios que distribui energia na instalação.

A tomada deve ser de tipo apropriado para a intensidade da corrente que vai fornecer, ou seja, de acordo com o tipo de aparelho que será ligado.

#### 44. TOMADAS DE COMPUTADORES

Já falamos da importância da ligação a terra tanto para a proteção do usuário como do próprio equipamento (veja no item correspondente ao terra) e como exemplo importante falamos dos computadores.

As tomadas usadas na alimentação de computadores obedecem a um padrão especial em que a presença do fio terra é obrigatória.

Os computadores são dotados de plugues do tipo 2P + T (2 pólos + terra), e a sua ligação numa tomada que tenha fio terra é fundamental.

Conforme já foi explicado, os computadores possuem dispositivos eletrônicos extremamente sensíveis a surtos e transientes de tensão existindo dispositivos que os desviam para a terra evitando que causem danos.

No entanto, tais dispositivos somente são eficientes se tiverem para onde desviar esses surtos, ou seja, se forem ligados à terra.

Assim, a tomada de um computador deve ter dois fios que correspondem à alimentação propriamente dita e um terceiro que corresponde ao terra, conforme a figura 158.

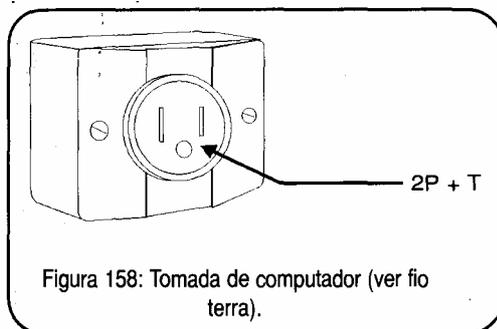


Figura 158: Tomada de computador (ver fio terra).

O fio terra é do tipo rígido comum, e deve ir ligado, numa extremidade ao pino correspondente da tomada e na outra a uma barra de metal enterrada no solo.

Essa barra de 1,5 a 3 metros de comprimento pode ser adquirida em qualquer casa de material elétrico. Ela será enterrada em local úmido, num ponto conveniente para o acesso do fio, por exemplo, junto à caixa de distribuição de

energia por onde o fio pode chegar aproveitando os condutos da instalação normal.

Se o solo do local for arenoso ou muito seco, pode ser acrescentado um pouco de sal de cozinha e depois água para torná-lo condutor e assim diminuir a resistência de contato da barra, o que é importante para que ela tenha uma ação eficiente.

#### 45. USANDO O NEUTRO COMO TERRA

Existem casos em que o acesso à terra para uma ligação conforme o indicado é impossível. Isso ocorre, por exemplo, em apartamentos antigos ou que não possuam uma instalação elétrica em que tenha sido previsto um fio terra.

Como alternativa (não tão eficiente como o verdadeiro terra) o pólo neutro da rede de energia pode ser usado.

Conforme já falamos neste livro (veja neutro e terra), a empresa distribuidora de energia costuma ligar o pólo neutro da rede à terra, o que significa que eles teoricamente podem ser considerados a mesma coisa.

Na verdade, a diferença maior está no fato de que se houver uma interrupção do pólo neutro por um problema de funcionamento de uma rede, o terra também será interrompido perdendo toda sua finalidade protetora! Veja a figura 159.

Assim, podemos fazer a ligação do pólo correspondente ao terra da tomada no fio neutro, conforme sugere a figura 160.

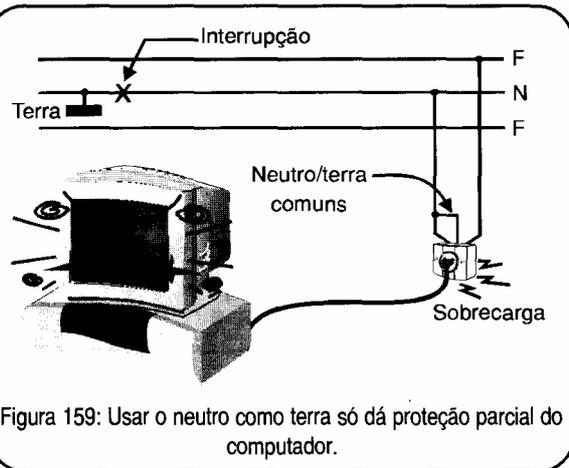


Figura 159: Usar o neutro como terra só dá proteção parcial do computador.

A identificação do neutro é feita com ajuda de uma lâmpada néon, do tipo encontrado nos chamados "busca-pólo" que são chavinhas de fendas que possuem internamente uma lâmpada néon e um resistor limitador de corrente.

Segurando a chavinha por sua parte metálica, nosso corpo passa a ser o "terra" do circuito.

Assim, se encostarmos a ponta desta chavinha no pólo vivo, a corrente pode circular pela lâmpada e nosso corpo, ocorrendo seu acendimento.

Se encostarmos no neutro, o potencial será nulo, igual ao do corpo, não havendo circulação de corrente: a lâmpada permanece apagada.

Em outras palavras: a lâmpada acende no pólo vivo e permanece apagada no pólo neutro.

Ligamos então o pólo neutro (que não acende a lâmpada) ao terminal da tomada que corresponde ao terra.

Esta solução alternativa para ligação a terra de tomadas de computadores oferece uma segurança razoável para seu funcionamento.

#### 46. CAMPAINHAS RESIDENCIAIS

As campainhas residenciais são encontradas em diversas configurações, que podem ser desde simples vibradores eletromagnéticos até os tipos musicais eletrônicos.

O modo de instalação de todas elas é o mesmo, o que veremos neste item, antes porém, analisaremos o funcionamento dos tipos mais simples.

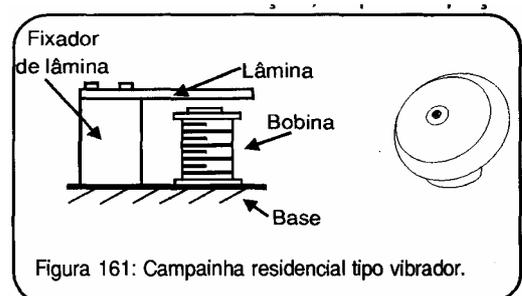


Figura 161: Campainha residencial tipo vibrador.

As do tipo vibrador consistem numa bobina com uma lâmina de metal colocada nas proximidades (figura 161).

Quando o botão é acionado, a corrente alternada circula pela bobina criando um forte campo, também alternado, fazendo a lâmina entrar em vibração. Esta vibração faz com que seja emitido o som característico.

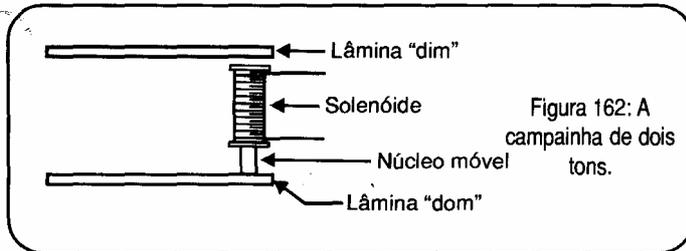


Figura 162: A campainha de dois tons.

Um outro tipo é mostrado na figura 162, e consta de solenóides que puxam núcleos de metal quando energizados.

Quando o núcleo é puxado para cima com força, ao ser fechado o interruptor de pressão, ele bate numa lâmina que produz um som mais agudo (dim!) e quando o botão é solto, este núcleo cai batendo numa lâmina que produz um som mais grave (dom!).

A instalação de uma campainha é simples, veja figura 163.

O interruptor é ligado em série com a alimentação e como o consumo destes dispositivos é muito baixo, podem ser usados fios finos (métrico 0,75 ou 0,50) sem problemas.

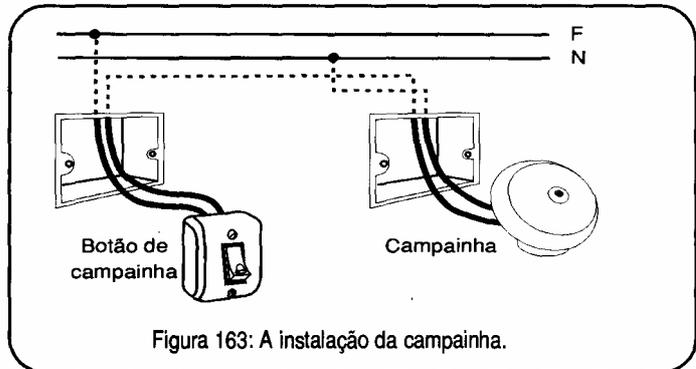


Figura 163: A instalação da campainha.

O comprimento máximo deste fio também não é motivo de preocupação, pois mesmo uma queda de tensão de uns 10% permite ainda que as campainhas funcionem razoavelmente bem.

Na instalação, a preocupação maior é com os isolamentos, para que não ocorram curtos ou ainda problemas de fugas para a terra, caso um dos fios encoste na parte metálica das caixas e eventualmente condutos.

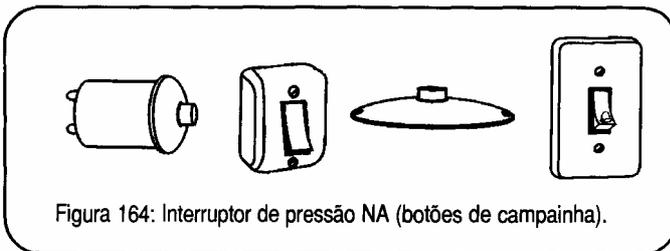


Figura 164: Interruptor de pressão NA (botões de campainha).

Os interruptores usados em campainhas são do tipo normalmente abertos (NA) de pressão (contato momentâneo), e podem ser encontrados em diversos formatos e tipos

versos formatos e tipos

#### 47. UMA CAMPAINHA X DIVERSOS INTERRUPTORES

Na figura 165 temos o modo de fazer o acionamento de uma mesma campainha a partir de três locais diferentes, ou seja, a partir de três interruptores. Os interruptores são ligados em paralelo entre si e em série com a campainha.

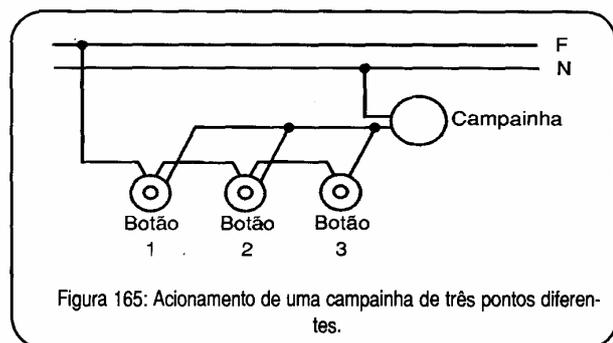


Figura 165: Acionamento de uma campainha de três pontos diferentes.

Este tipo de ligação pode ser usado em uma residência onde tenhamos duas entradas de modo que, de qualquer uma delas a campainha possa ser acionada.

#### 48. PORTEIROS ELETRÔNICOS

Um recurso mais moderno, que consiste num aparelho eletrônico encontrado em muitas residências, é o porteiro eletrônico.

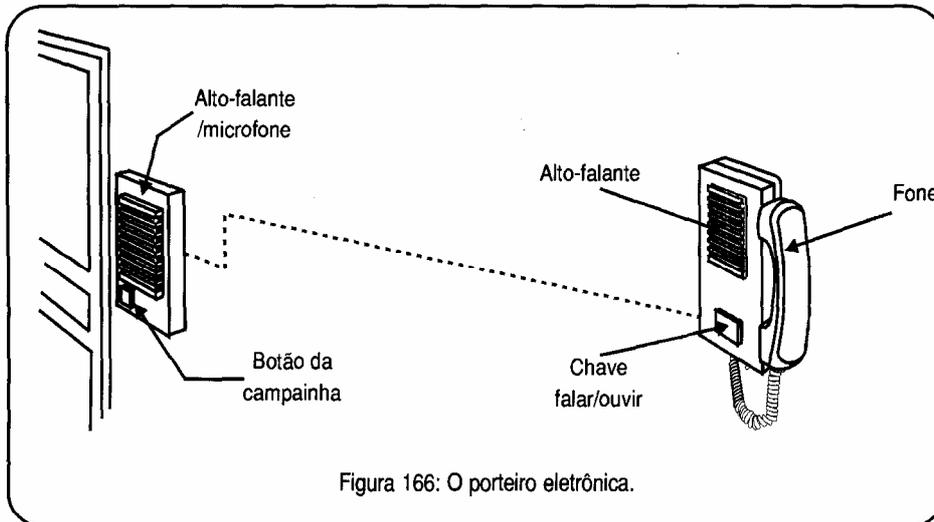


Figura 166: O porteiro eletrônico.

Conforme sugere a figura 166, este aparelho reúne num conjunto único, a campainha e um intercomunicador, que permite ao morador conversar com a pessoa que se encontra na entrada da residência.

A instalação é feita com a conexão de um dos aparelhos na rede de energia e dos dois aparelhos que formam o sistema entre si (figura 167).

Conforme o fabricante, são dadas instruções claras de como devem ser executadas as conexões, o tipo de fio que pode ser usado e o seu comprimento máximo.

É importante observar que, como estes aparelhos trabalham com sinais de áudio, que são correntes tênues que facilmente sofrem interferências, existem algumas precauções a serem tomadas quanto ao tipo e comprimento de fio para o aparelho funcionar satisfatoriamente.

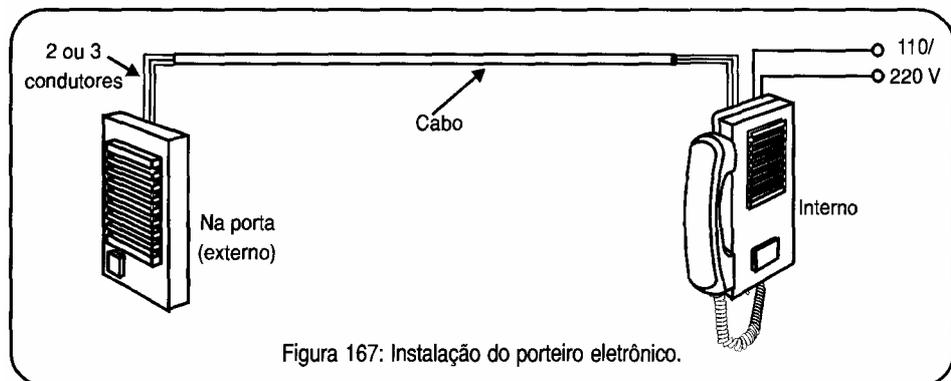


Figura 167: Instalação do porteiro eletrônico.

#### 49. INTERCOMUNICADORES

Se bem que estes aparelhos sejam eletrônicos, existe um tipo de especial interesse para o electricista, é o que aproveita a rede de energia de uma residência ou escritório para transportar seus sinais (figura 168).

Vimos que a corrente da rede de energia tem uma frequência de 60

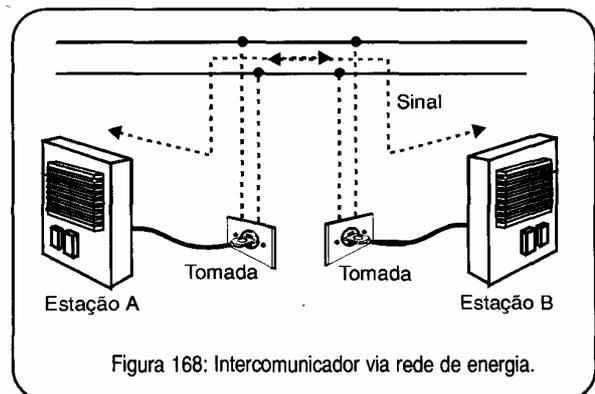
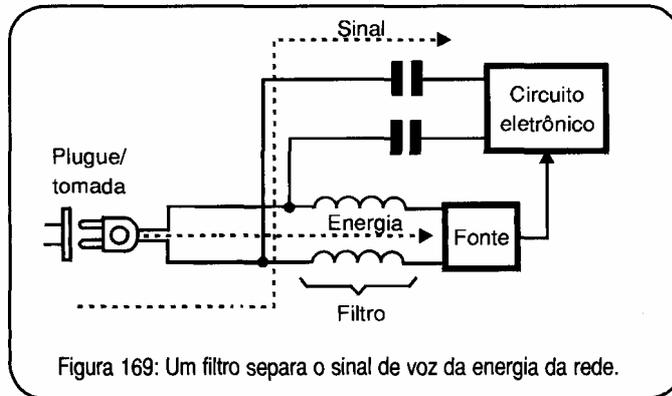


Figura 168: Intercomunicador via rede de energia.

Hz. Assim, o que os intercomunicadores sem fio pela rede de energia fazem, é "jogar" numa tomada seu sinal numa frequência muito mais alta (entre 40 000 a 200 000 Hz) de modo que os mesmos fios da instalação possam transportar energia e sinal.



No receptor, os sinais de frequências mais altas podem ser separados por meio de filtros, (figura 169).

Este tipo de intercomunicador funciona razoavelmente bem quando a distância entre as estações não é muito grande e ambos estejam ligados na mesma rede.

Se os aparelhos estiverem ligados em redes diferentes de uma mesma instalação, conforme indica a figura 170, pode haver uma dificuldade maior para o sinal percorrer ou ainda ocorrerem perdas na passagem de uma fase para outra, principalmente se existir um transformador nesse percurso. O mesmo ocorre se as comunicações forem feitas de uma casa para outra, pois neste percurso, podem haver dispositivos que impeçam a passagem do sinal ou ainda fazem seu desvio para a terra.

A instalação destes intercomunicadores é extremamente simples, pois basta fazer sua ligação numa tomada de energia.

