

Arlindo Neto

Yan de Oliveira

Instalação RESIDENCIAL aplicada à

Aprenda
de forma
descomplicada



ALTA BOOKS
EDITORA

Rio de Janeiro, 2021

SUMÁRIO

PARTÉ 1: INTRODUÇÃO À INSTALAÇÃO ELÉTRICA RESIDENCIAL	1
Capítulo 01: ENERGIA ELÉTRICA	3
1.1 ENERGIA E ELETRICIDADE	3
1.2 FORMAS DE ENERGIA	4
Capítulo 02: CONDUTORES DE ELETRICIDADE	5
2.1 FIOS E CABOS	5
Capítulo 03: GRANDEZAS DA ELETRICIDADE	7
3.1 TENSÃO	7
3.2 CORRENTE ELÉTRICA	8
3.3 RESISTÊNCIA ELÉTRICA	8
3.4 POTÊNCIA ELÉTRICA	9
3.5 CIRCUITO ELÉTRICO	9
Capítulo 04: DIMENSÕES DO CABO	11
4.1 CÁLCULO DA SECÇÃO TRANSVERSAL	11
4.1.2 Exemplos de cálculos	12
Capítulo 05: FORNECIMENTO DE TENSÃO	15
5.1 ALTA-TENSÃO	15
5.2 BAIXA TENSÃO	16
5.2.1 Fase	17
5.2.2 Neutro	17
5.2.3 Valores de 110 e 220 volts	17
5.2.4 Valores de 220 e 380 volts	18
5.3 Ramal de ligação	19
5.4 Medidor de energia elétrica	21
5.5 Rede de alimentação da residência	23

Capítulo 06: TOMADAS	25
6.1 CONEXÃO	25
6.2 TUBULAÇÃO EMBUTIDA NA PAREDE	26
6.3 EMENDAS	27
6.4 ATERRAMENTO	28
6.5 TOMADA DUPLA	31
Capítulo 07: INTERRUPTORES E LÂMPADAS	33
7.1 INTERRUPTOR SIMPLES	33
7.1.1 Ligação do neutro	33
7.1.2 Fase	33
7.1.3 Retorno.....	34
7.2 INTERRUPTOR SIMPLES COM DUAS TECLAS	35
7.3 INTERRUPTOR COM TOMADA	36
7.4 INTERRUPTOR PARALELO	37
7.5 INTERRUPTOR INTERMEDIÁRIO	38
7.6 CAMPAINHAS	39
Capítulo 08: LIGAÇÃO DO CHUVEIRO	41
8.1 CONEXÃO	41
8.2 CURTO-CIRCUITO	43
8.3 CHOQUE ELÉTRICO	44
Capítulo 09: SENSOR DE PRESENÇA.....	45
9.1 INSTALAÇÃO	45
Capítulo 10: CONTROLE NOTURNO DE LÂMPADAS, DISPOSITIVOS RESIDENCIAIS E DIMERIZAÇÃO	49
10.1 RELÉ FOTOELÉTRICO	49
10.2 DIMMER	50
10.3 LÂMPADAS FLUORESCENTES	51
10.4 VENTILADOR	52
Capítulo 11: TUBULAÇÃO EMBUTIDA NA LAJE E ACESSÓRIOS PARA INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.....	55
11.1 ELETRODUTOS	55
11.2 CANALETAS	56
11.3 CAIXA DE PVC	57

Capítulo 12: DISJUNTORES	59
12.1 CURTO-CIRCUITO E SOBRECARGA	59
12.2 CONEXÃO DO DISJUNTOR	61
Capítulo 13: DIVISÃO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA EM CIRCUITOS	63
13.1 CIRCUITOS DE ILUMINAÇÃO	63
13.2 CIRCUITOS DE TOMADAS DE USO GERAL	63
13.3 CIRCUITOS DE TOMADAS DE USO ESPECÍFICO....	64
13.4 QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO	64
13.5 SEPARANDO OS CIRCUITOS	64
13.5.1 Chuveiro	65
13.5.2 ILUMINAÇÃO	67
13.5.3 TOMADAS DE USO GERAL	67
13.6 QUANTIDADE DE TOMADAS E LÂMPADAS POR CIRCUITO	68
Recapitulando	72
PARTE 2: INTRODUÇÃO À INSTALAÇÃO ELÉTRICA PREDIAL	73
Capítulo 14: INSTRUMENTOS DE MEDIÇÕES ELÉTRICAS	75
14.1 MULTÍMETRO	75
14.1.1 Medindo tensão alternada da tomada	78
14.1.2 Medindo tensão contínua de bateria	79
14.1.3 Medindo resistência	80
14.1.4 Medindo continuidade	81
14.2 TERRÔMETRO	82
14.2.1 Hastes de referência	83
14.3 ALICATE AMPERÍMETRO	84
Capítulo 15: ILUMINAÇÃO DE AMBIENTES	87
15.1 TIPOS DE LÂMPADAS	87
15.1.1 Incandescentes	87
15.1.2 Halógenas	89
15.1.3 Fluorescentes	91
15.1.4 A vapor	92
15.1.5 LED	93
15.1.6 Ligação de lâmpadas a vapor	94

15.2 MINUTERIAS	96
15.3 LUXÍMETRO.....	96
Capítulo 16: TUBULAÇÃO APARENTE.....	99
16.1 TUBOS	99
16.2 ACESSÓRIOS	101
16.3 ELETROCALHAS.....	103
Capítulo 17: SOLDAGEM DE CABOS ELÉTRICOS	109
17.1 FERRO DE SOLDA	109
17.2 MACHADINHA.....	111
Capítulo 18: MOTORES ELÉTRICOS.....	113
18.1 MOTOR MONOFÁSICO	113
18.1.1 Fechamento das pontas do motor	114
18.2 MOTOR TRIFÁSICO	116
Vamos pensar:	116
18.2.1 Fechamento das pontas do motor	117
18.3 DISPOSITIVOS DE COMANDOS ELÉTRICOS	119
18.3.1 Botoeiras.....	119
18.3.2 Botão de emergência.....	120
18.3.3 Comutadores.....	121
18.4 DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO PARA COMANDO.....	124
18.5 DIAGRAMAS DE COMANDO.....	127
18.5.1 Detalhamento e funcionamento do diagrama de comando.....	128
18.5.2 Detalhamento do diagrama da potência.....	129
18.6 SISTEMAS ESPECÍFICOS DE COMANDOS	131
18.7 SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO POR COMANDOS	132
18.8 DIMENSIONAMENTO DOS CABOS E DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO.....	134
Capítulo 19: TELEFONIA E SISTEMAS DE SINAIS	137
19.1 CONECTORES E FERRAMENTAS	137
19.2 PABX	145
19.2.1 Ramal	145
19.2.2 Tronco.....	146
19.2.3 Configurações	147
19.2.4 Cabeamento	148
19.3 FONTES DE ALIMENTAÇÃO	149

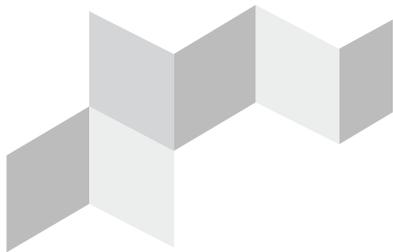
Capítulo 20: INTERPRETAÇÃO DE PROJETOS PEDIAIS	151
20.1 DIAGRAMAS.....	151
20.2 SISTEMAS ESPECÍFICOS.....	154

PARTE 3: PROJETOS IoT COM A PLATAFORMA ARDUINO	159
---	------------

Capítulo 21: Plataforma Arduino e Servidor Web	161
21.1 Arduino	161
21.1.1 Utilizando o Hardware e a IDE Arduino.....	165
21.2 Módulos para a plataforma Arduino	171
21.3 Conhecendo o XAMPP	176
21.4 Acessando uma página web pela rede local utilizando o XAMPP.	186
21.5 Acessando uma página web pela internet utilizando o XAMPP	195

Capítulo 22: Desenvolvimento dos projetos IoT	207
22.1 Projeto 01 — Acionamento de lâmpadas pela rede local ou pela internet.....	207
22.1.1 Material para o projeto.....	207
22.1.2 Montagem do hardware	208
22.1.3 Código na IDE Arduino	212
22.1.4 Código HTML e PHP	215
22.1.5 Configuração do roteador	218
22.1.6 Configuração do servidor	219
22.1.7 Resultado final.....	220
22.2 Projeto 02 — Acionamento de lâmpada com interruptor integrado com aplicação web	221
22.2.1 Material para o projeto.....	222
22.2.2 Montagem do hardware	222
22.2.3 Código na IDE Arduino	223
22.2.4 Código HTML e PHP	224
22.2.5 Configuração do roteador	226
22.2.6 Configuração do servidor	226
22.2.7 Resultado final.....	227
22.3 Projeto 03 — Controle de luminosidade.....	228
22.3.1 Material para o projeto.....	228
22.3.2 Montagem do hardware	229
22.3.3 Código na IDE Arduino	233

22.3.4 Código HTML e PHP	234
22.3.5 Configuração do roteador	236
22.3.6 Configuração do servidor	236
22.3.7 Resultado final.....	238
22.4 Projeto 04 — Acionamento de equipamentos utilizando um aplicativo Android	239
22.4.1 Material para o projeto.....	239
22.4.2 Montagem do hardware.....	240
22.4.3 Código na IDE Arduino	243
22.4.4 Configuração do roteador	245
22.4.5 Aplicativo Android	247
<i>Novo nome: Texto_IP.....</i>	<i>254</i>
<i>Novo nome do componente: Texto_PORTA.....</i>	<i>254</i>
<i>Novo nome do componente: BTN_L1.....</i>	<i>255</i>
<i>Novo nome do componente: BTN_V.....</i>	<i>256</i>
<i>Novo nome do componente: BTN_SAIR.....</i>	<i>256</i>
22.4.6 Resultado final.....	266
Conclusão	269
Referências.....	271



APRESENTAÇÃO

A eletricidade está presente em todos os sistemas eletroeletrônicos residências, prediais e industriais que você conhece, desde uma simples tomada até o comando de uma máquina em uma fábrica. É impossível imaginar o nosso cotidiano sem a presença da eletricidade.

As instalações elétricas residenciais são aquelas que atendem as necessidades do cotidiano domiciliar, como a ligação de tomadas, lâmpadas e chuveiros; já as instalações prediais são destinadas as fábricas, prédios e indústrias, incluindo a ligação de motores, telefonia e cabeamento de redes.

Após aprendermos os conteúdos referentes as instalações elétricas, vamos mergulhar no mundo da Internet das Coisas (IoT), aprendendo como utilizar a plataforma Arduino para acionar dispositivos elétricos pela internet, possibilitando que o leitor possa adquirir conhecimentos tecnológicos que estão cada vez mais presentes em nossa vida.

O conteúdo é abordado de forma gradativa, priorizando o aprendizado inicial, suficiente para o leitor se inteirar dos conceitos da área.

A proposta é que o leitor obtenha conhecimentos para a instalação de lâmpadas, tomadas, disjuntores, interfones, bombas de poços artesianos, iluminação ambiente, aterramento e o acionamento de sistemas tradicionais através da plataforma Arduino conectada a internet, utilizando computadores, tablets ou smartphones.

Este livro apresenta esquemas de ligação para montagem de vários circuitos elétricos, como interruptor paralelo, contatores, minuterias, ventiladores, reatores, relé fotoelétrico e PABX. Você terá os subsídios necessários para fazer instalações elétricas residências e prediais, utilizando dutos para passagem de cabos e eletrocalhas.

Uma vez adquiridos os conhecimentos da área elétrica, serão apresentados alguns projetos que darão base para o leitor poder realizar o controle de lâmpadas e a leitura da corrente elétrica pela internet, aprendendo ainda como fazer um rápido aplicativo para Android para acionar equipamentos.

Abordaremos o conceito de funcionamento de cada um desses componentes, bem como a interação entre eles. O leitor também terá conhecimento sobre as ferramentas e instrumentos utilizados na área elétrica.

Os conhecimentos tecnológicos, conceitos matemáticos e físicos serão abordados de forma sucinta e objetiva, atendendo os requisitos essenciais para quem precisa aprender de maneira descomplicada aquilo que será de fato utilizado no cotidiano.

O objetivo é apoiar as pessoas que precisam trabalhar e conquistar uma profissão, considerando que muitos necessitam de um aprendizado imediato e emergente como garantia de fonte de renda. Os conceitos envolvidos serão imediatos, ou seja, aqueles que você realmente precisa para iniciar na área.

Os autores



Parte 1

INTRODUÇÃO
À INSTALAÇÃO
ELÉTRICA
RESIDENCIAL



Você já pensou em fazer reparos na instalação elétrica de sua casa ou em trabalhar como eletricista?

Com certeza se imaginou manuseando ferramentas como alicates, chaves de fenda, martelos, escada, multímetros, fita isolante e outros materiais e ferramentas. Certamente, é boa a sensação de se sentir capaz e ver o seu trabalho finalizado para que você e outras pessoas possam usufruir.

Legal!

O “fazer com as próprias mãos” oferece essa sensação, e os recursos da eletricidade por si só são bem atraentes.

Porém, as perguntas que você fez a si mesmo possivelmente foram:

Como será que se faz a ligação de uma lâmpada ou tomada?

Como a energia elétrica passa pelos fios?

Quantos fios devo usar nas ligações?

Qual é a espessura do fio que devo usar na instalação?

O que é a rede?

Quantos disjuntores são necessários em uma casa?

Todas essas perguntas serão respondidas para você neste livro através de imagens, exemplos práticos e conceitos que envolvem uma instalação elétrica.

E, ainda muito mais do que isso, você terá uma visão geral da instalação elétrica, adquirindo conhecimento para instalar e manter instalações elétricas residenciais. Assim, poderá instalar lâmpadas, chuveiros, tomadas, interruptores paralelos, campainhas, disjuntores e fazer aterramentos.

A abordagem dos conteúdos será de forma clara, simples e objetiva, sem o aprofundamento teórico a respeito dos conceitos envolvidos na eletricidade.

Os conceitos abordados serão imediatos, ou seja, aqueles que você precisa para fazer os dispositivos elétricos funcionarem, obviamente, com segurança.

ENERGIA ELÉTRICA 01

Imaginar o mundo moderno sem ligá-lo imediatamente a todos os usos que se faz da energia elétrica é impossível. A prova disso é a simples observação de uma casa, rua, bairro ou uma cidade.

Praticamente tudo funciona com energia elétrica.

Iluminação, aquecimento, processos industriais, transportes, telecomunicações, lazer, procedimentos médicos e conservação de alimentos são alguns dos campos de aplicação da energia elétrica que tornam as atividades diárias mais fáceis, seguras e confortáveis.

A energia elétrica passou a fazer parte da história da humanidade somente após a invenção da lâmpada elétrica e posteriormente passou a se desenvolver ininterruptamente até os dias de hoje.

1.1 ENERGIA E ELETRICIDADE

A energia elétrica é uma reação física que ocorre no interior dos cabos e fios, fazendo os elétrons se movimentarem pelo material de cobre, indo em direção a lâmpada, chuveiro, televisores, computadores, entre outros.

Essa energia origina-se na hidrelétrica ou barragem, que utiliza a força da água para movimentar grandes mecanismos que estão submersos na água.

Esses mecanismos, conhecidos como turbinas (Figura 1.1), giram, fazendo com que as bobinas no seu interior interajam com uma força magnética. Nessa interação, os elétrons do próprio material, feito de cobre, ganham força para começarem a se movimentar no interior dos fios.

Assim, quando os elétrons começam a se movimentar orientados pela força da energia elétrica, podemos dizer que passou a existir a eletricidade.

São justamente os elétrons que, ao passarem pela resistência da lâmpada, ferro de passar roupas e chuveiros, por exemplo, provocam os efeitos que utilizamos no cotidiano, como a luz e o aquecimento.

FIGURA 1.1
Gerador, Usina
do Lobo

Fonte: Acervo dos
autores.



1.2 FORMAS DE ENERGIA

A energia é a capacidade que um elemento natural tem de realizar trabalho.

Energia potencial: é aquela armazenada em um corpo, podemos comparar a força e disposição de uma pessoa como exemplo.

Energia cinética: é aquela gerada por um corpo em movimento relacionado à força gravitacional.

Energia mecânica: é a junção da energia potencial com a energia cinética. Quando alguém pedala uma bicicleta, a energia mecânica é transmitida para as rodas, fazendo a bicicleta andar.

Energia térmica: é a energia que se manifesta quando há diferença de temperatura entre dois corpos. Em uma caldeira a vapor, por exemplo, a água aquecida se transforma em vapor, que aciona o mecanismo de movimento, gerando energia cinética.

Energia química: é a energia gerada pelas reações químicas provocando uma reação. É o caso das pilhas e das baterias, que transformam a energia química da interação entre os materiais contidos no seu interior em energia elétrica.

Energia elétrica: é um fenômeno físico originado por cargas elétricas estáticas ou em movimento e pela interação entre elas. Trata-se de uma forma de energia que pode ser transformada facilmente em outros tipos de energia.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

- 1 Diferencie energia de eletricidade.
- 2 Cite algumas situações onde a energia elétrica está presente.
- 3 Cite alguns tipos energia.
- 4 Qual tipo de energia está sendo desenvolvida pela pessoa ao fazer exercícios físicos?

CONDUTORES DE ELETRICIDADE 02

Os elétrons precisam de materiais que permitam seu movimento para que possam chegar aos aparelhos, ou seja, precisam ser conduzidos.

Entre muitos materiais que têm tais características naturais para o uso em eletricidade está o cobre, que ocupa local de destaque nessas aplicações.

O cobre, então, é um excelente condutor, sendo o material utilizado na composição dos fios e cabos.

Portanto, podemos nos referir aos fios e cabos como excelentes condutores.

2.1 FIOS E CABOS

Vamos lá! Primeiramente, devemos entender que os fios ou cabos são condutores que servem para conduzir a energia elétrica aos aparelhos que precisam dela para funcionar. Eles são feitos de cobre e revestidos por uma capa formada por material isolante.

O cobre é um excelente condutor de energia elétrica; a capa garante que essa energia fique acondicionada apenas no condutor de cobre, ou seja, a energia elétrica não tem efeito sobre a capa, pois esta é composta por material isolante.

Os fios e cabos são idênticos quando vistos por fora, porém, a diferença está na forma com que o material de cobre está disposto dentro da capa.

Os fios costumam ser rígidos, pois o cobre é encontrado no formato de um cordão único sem divisões; já os cabos são flexíveis e o cobre é disposto em vários cordões de diâmetro menor, tornando-os maleáveis (Figura 2.1).

A capacidade de condução entre fios e cabos é a mesma, a diferença está no fato de que os cabos, por serem flexíveis,

facilitam o trabalho do eletricitista no momento de manuseá-los e acomodá-los nas tubulações. Os cabos também oferecem menor risco de acidentes relacionados a curto-circuito em comparação aos fios, tendo em vista que nos condutores os fios sofrem um esforço nas curvas por serem rígidos, e esse esforço pode danificar seu revestimento.

FIGURA 2.1
Fio e cabo

Fonte: Acervo dos
autores.



Atualmente, os cabos têm sido mais utilizados, devido à recomendação da NBR 5410 (Norma Brasileira Regulamentadora Número 5410), que prevê a segurança nas instalações elétricas. Essa norma está registrada na ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), que dispõe os regimentos para trabalhos em instalações elétricas de baixa tensão.

Neste livro, vamos adotar o termo “cabo”, já que é o tipo de condutor mais utilizado.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

- 1 Qual a diferença entre fios e cabos?
- 2 Que tipo de material condutor é empregado nos fios e cabos?
- 3 Entre fios e cabos, qual deles proporciona maior segurança nas instalações elétricas?
- 4 Qual a norma que regulamenta as instalações elétricas de baixa tensão?

GRANDEZAS DA ELETRICIDADE 03

É muito importante que você não se esqueça do conceito de certos princípios da eletricidade, pois, no momento de tomar decisão diante de uma instalação ou manutenção, é preciso conhecer o comportamento das grandezas físicas envolvidas na instalação elétrica.

3.1 TENSÃO

Algumas coisas são muito importantes que você conheça em relação à eletricidade, sendo elementos decisivos nas instalações elétricas, como é o caso da tensão. Essa pode ser de 127 ou 220 volts.

É a força que faz com que os elétrons se movimentem e provoquem os efeitos práticos para serem utilizados no cotidiano como o acendimento do LED, movimentação do diafragma do alto-falante para saída de som, funcionamento de sistemas automatizados, providos da mais alta sofisticação.

Para que a tensão seja gerada, é preciso que ocorra uma reação física nos materiais condutores.

Todo material é constituído por moléculas, que são formadas por átomos, e estes, por sua vez, têm elétrons em sua órbita.

No caso do material de cobre, os elétrons da órbita do átomo são livres, o que permite que sejam movimentados pelo material.

Quando ocorrem os deslocamentos desses elétrons sobre o material, acabam se reunindo em grupos em determinado ponto. Esses grupos são chamados de cargas elétricas, e o acúmulo de cargas é denominado de “diferença de potencial” ou “tensão”, sendo medida em volts e abreviada pela letra V.



NOTA

Você precisa saber corretamente o valor da tensão para evitar que os aparelhos queimem caso sejam ligados na tensão ou força errada.

3.2 CORRENTE ELÉTRICA

Quando ligamos algum equipamento na tomada, as cargas elétricas (elétrons em grande quantidade) deverão se movimentar pelos condutores.

Esse movimento de elétrons recebe o nome de “corrente elétrica”, sendo sua unidade de medida o ampère, abreviado pela letra A.

O ampère é a quantidade ou velocidade com que os elétrons trafegam pelos fios, sendo medida em ampères.

Você precisa saber esse valor, pois é ele que determina a espessura do fio ou cabo que deverá utilizar.

Por uma lâmpada passa menos ampère do que por um chuveiro, por isso, a espessura dos fios é diferente, ou seja, a lâmpada exige um fio mais fino; já no chuveiro o fio precisa ser mais grosso porque passa maior quantidade de ampères.

Você já viu os fios dos chuveiros derreterem? Pois é, a corrente elétrica nele é muito alta.

3.3 RESISTÊNCIA ELÉTRICA

Nem todos os materiais utilizados em eletricidade são bons condutores, mas alguns, como o tungstênio empregado nas lâmpadas, apresentam alto valor de resistência.

A resistência elétrica é a característica que um material apresenta em se opor à corrente elétrica e que produz, nesse caso, calor excessivo. O tungstênio, quando aquecido, produz luz no interior da lâmpada.

Assim podemos dizer que a resistência é a capacidade que um corpo tem de provocar impedimento à passagem da corrente elétrica.

3.4 POTÊNCIA ELÉTRICA

Dependendo da potência do aparelho, você terá maior ou menor movimentação de corrente pelos fios.

É bom comprar aparelhos potentes, mas os fios devem estar adequados.

A lâmpada, por exemplo, tem 20 watts, mas o chuveiro tem 5.400 watts, entendeu?

Quanto maior a potência em watts, mais corrente circulará pelos fios, e é esse fator que determinará sua espessura. Consequentemente, o trabalho desenvolvido pelo aparelho será maior, ou seja, quanto maior a potência, maior o resultado proporcionado em forma de luz, calor ou movimento.

3.5 CIRCUITO ELÉTRICO

Vamos pensar na ação destas três forças: tensão, corrente e resistência elétrica.

Os fios ou cabos são de cobre e sabemos que todos os materiais são formados por átomos e, dentro dos átomos, existem elétrons.

Os elétrons, por sua vez, fazem parte dos materiais, que, no nosso caso, são os fios e cabos de cobre.

Esses elétrons são empurrados pela TENSÃO e passam a se movimentar de forma ordenada, dando origem à CORRENTE ELÉTRICA. Se você ligar um aparelho muito potente (chuveiro) na tomada, a corrente será alta e, se for ligado um aparelho menos potente (liquidificador), a corrente será pequena.

A potência que o aparelho tem está diretamente ligada a sua resistência interna. Quando um aparelho é muito potente, consequentemente, sua resistência é baixa e vice-versa.

Dessa forma, a corrente elétrica varia seu valor de acordo com a POTÊNCIA do aparelho que está ligado.

Essas três grandezas trabalhando juntas formam um circuito.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

- 1 Qual grandeza define a quantidade de trabalho que um aparelho deverá desenvolver em forma de luz, calor ou movimento?
- 2 Que grandeza define o movimento ordenado dos elétrons nos condutores?
- 3 Defina circuito elétrico.
- 4 Coloque Falso ou Verdadeiro:
 - () O movimento de elétrons recebe o nome de corrente elétrica, sendo sua unidade de medida o ampére, abreviado pela letra A.
 - () A potência é a força que faz com que os elétrons se movimentem e provoquem os efeitos práticos para serem utilizados no cotidiano.
 - () A tensão, corrente e resistência trabalhando juntas formam um circuito.
 - () A resistência elétrica é a característica que um material apresenta em se opor à corrente elétrica e que produz, nesse caso, calor excessivo.

DIMENSÕES DO CABO 04

Existe uma tabela que informa a capacidade de conduzir a corrente elétrica para cada espessura de condutor.

A espessura dos condutores é mais conhecida no meio técnico como “bitola” ou “secção transversal”, mas vamos utilizar neste livro o termo “bitola”.

Os cabos são identificados pela área da secção transversal, ou seja, pela área do círculo em mm^2 .

Para escolher o cabo a ser utilizado na ligação, devemos calcular primeiramente o valor da corrente elétrica.

A corrente elétrica pode ser calculada através de uma fórmula matemática muito simples.

Dividiremos o valor da potência do aparelho pela tensão em que o mesmo será ligado.

4.1 CÁLCULO DA SECÇÃO TRANSVERSAL

Para saber o cabo ideal para a instalação, é preciso, além de calcular, utilizar tabelas fornecidas pelos fabricantes ou até mesmo algumas delas já padronizadas, como a apresentada a seguir.

BITOLA DO CABO EM MM^2	MÁXIMA CORRENTE TOLERADA EM AMPÈRES
1,5	15,5
2,5	21
4,0	28
6,0	36
10	50
16	68

4.1.2 EXEMPLOS DE CÁLCULOS

Pretendendo ligar os seguintes aparelhos:

- Lâmpada de 100 watts em uma rede de 127 volts.
- Corrente elétrica = Potência da lâmpada ÷ Tensão da rede

Assim, teremos:

- Corrente elétrica = 100 watts ÷ 127 volts
- Corrente elétrica = 0,78 ampère

Consultando a tabela, o cabo a ser utilizado será o de 1,5 mm².

- Aparelho de ar-condicionado de 2.200 watts em uma rede de 127 volts.
- Corrente elétrica = Potência do ar-condicionado ÷ Tensão da rede

Assim, teremos:

- Corrente elétrica = 2.200 watts ÷ 127 volts
- Corrente elétrica = 17,3 ampère

Consultando a tabela, o cabo a ser utilizado será o de 2,5 mm².

- Aquecedor elétrico de 3.000 watts em uma rede de 127 volts.
- Corrente elétrica = Potência do aquecedor elétrico ÷ Tensão da rede

Assim, teremos:

- Corrente elétrica = 3000 watts ÷ 127 volts
- Corrente elétrica = 23,6 ampère

Consultando a tabela, o cabo a ser utilizado será o de 4,0 mm².

- Chuveiro de 6.500 watts em uma rede de 220 volts.
- Corrente elétrica = Potência do chuveiro ÷ Tensão da rede

Assim, teremos:

- Corrente elétrica = $6.500 \text{ watts} \div 220 \text{ volts}$
- Corrente elétrica = $29,5 \text{ ampère}$

Consultando a tabela, o cabo a ser utilizado será o de $6,0 \text{ mm}^2$.

Concluindo: o cabo escolhido deve ter o valor nominal de corrente elétrica superior ao que foi calculado, como nos exemplos anteriores.

Caso contrário, poderá haver aquecimento dos cabos e risco de incêndio.

EXERCÍCIOS PROPOSTOS

- 1 Calcule o cabo necessário para ligar 10 lâmpadas de $60W$ em $127V$.
- 2 Calcule o cabo necessário para ligar um ferro de passar de $1.000W$ em $220V$.
- 3 Calcule o cabo necessário para ligar um forno de micro-ondas de $1.500W$ em $127V$.
- 4 Calcule o cabo do circuito geral para ligar todos os aparelhos dos exercícios 1, 2 e 3 considerando que deverão funcionar ao mesmo tempo.