



**Manual**  
DO PROFESSOR

# Introdução

Por muito tempo, a educação profissional foi desprezada e considerada de segunda classe. Atualmente, a opção pela formação técnica é festejada, pois alia os conhecimentos do “saber fazer” com a formação geral do “conhecer” e do “saber ser”; é a formação integral do estudante.

Este livro didático é uma ferramenta para a formação integral, pois alia o instrumental para aplicação prática com as bases científicas e tecnológicas, ou seja, permite aplicar a ciência em soluções do dia a dia.

Além do livro, compõe esta formação do técnico o preparo do professor e de campo, o estágio, a visita técnica e outras atividades inerentes a cada plano de curso. Dessa forma, o livro, com sua estruturação pedagogicamente elaborada, é uma ferramenta altamente relevante, pois é fio condutor dessas atividades formativas.

Ele está contextualizado com a realidade, as necessidades do mundo do trabalho, os arranjos produtivos, o interesse da inclusão social e a aplicação cotidiana. Essa contextualização elimina a dicotomia entre atividade intelectual e atividade manual, pois não só prepara o profissional para trabalhar em atividades produtivas, mas também com conhecimentos e atitudes, com vistas à atuação política na sociedade. Afinal, é desejo de todo educador formar cidadãos produtivos.

Outro valor pedagógico acompanha esta obra: o fortalecimento mútuo da formação geral e da formação específica (técnica). O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) tem demonstrado que os alunos que estudam em um curso técnico tiram melhores notas, pois ao estudar para resolver um problema prático ele aprimora os conhecimentos da formação geral (química, física, matemática, etc.); e ao contrário, quando estudam uma disciplina geral passam a aprimorar possibilidades da parte técnica.

Pretendemos contribuir para resolver o problema do desemprego, preparando os alunos para atuar na área científica, industrial, de transações e comercial, conforme seu interesse. Por outro lado, preparamos os alunos para ser independentes no processo formativo, permitindo que trabalhem durante parte do dia no comércio ou na indústria e prossigam em seus estudos superiores no contraturno. Dessa forma, podem constituir seu itinerário formativo e, ao concluir um curso superior, serão robustamente formados em relação a outros, que não tiveram a oportunidade de realizar um curso técnico.

Por fim, este livro pretende ser útil para a economia brasileira, aprimorando nossa força produtiva ao mesmo tempo em que dispensa a importação de técnicos estrangeiros para atender às demandas da nossa economia.

# Por que a Formação Técnica de Nível Médio É Importante?

O técnico desempenha papel vital no desenvolvimento do país por meio da criação de recursos humanos qualificados, aumento da produtividade industrial e melhoria da qualidade de vida.

Alguns benefícios do ensino profissionalizante para o formando:

- Aumento dos salários em comparação com aqueles que têm apenas o Ensino Médio.
- Maior estabilidade no emprego.
- Maior rapidez para adentrar ao mercado de trabalho.
- Facilidade em conciliar trabalho e estudos.
- Mais de 72% ao se formarem estão empregados.
- Mais de 65% dos concluintes passam a trabalhar naquilo que gostam e em que se formaram.

Esses dados são oriundos de pesquisas. Uma delas, intitulada “Educação profissional e você no mercado de trabalho”, realizada pela Fundação Getúlio Vargas e o Instituto Votorantim, comprova o acerto do Governo ao colocar, entre os quatro eixos do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), investimentos para a popularização da Educação Profissional. Para as empresas, os cursos oferecidos pelas escolas profissionais atendem de forma mais eficiente às diferentes necessidades dos negócios.

Outra pesquisa, feita em 2009 pela Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (Setec), órgão do Ministério da Educação (MEC), chamada “Pesquisa nacional de egressos”, revelou também que de cada dez alunos, seis recebem salário na média da categoria. O percentual dos que qualificaram a formação recebida como “boa” e “ótima” foi de 90%.

## Ensino Profissionalizante no Brasil e Necessidade do Livro Didático Técnico

O Decreto Federal nº 5.154/2004 estabelece inúmeras possibilidades de combinar a formação geral com a formação técnica específica. Os cursos técnicos podem ser ofertados da seguinte forma:

- a) **Integrado** – Ao mesmo tempo em que estuda disciplinas de formação geral o aluno também recebe conteúdos da parte técnica, na mesma escola e no mesmo turno.
- b) **Concomitante** – Num turno o aluno estuda numa escola que só oferece Ensino Médio e num outro turno ou escola recebe a formação técnica.
- c) **Subsequente** – O aluno só vai para as aulas técnicas, no caso de já ter concluído o Ensino Médio.

Com o Decreto Federal nº 5.840/2006, foi criado o programa de profissionalização para a modalidade Jovens e Adultos (Proeja) em Nível Médio, que é uma variante da forma integrada.

Em 2008, após ser aprovado pelo Conselho Nacional de Educação pelo Parecer CNE/CEB nº 11/2008, foi lançado o Catálogo Nacional de Cursos Técnicos, com o fim de orientar a oferta desses cursos em nível nacional.

O Catálogo consolidou diversas nomenclaturas em 185 denominações de cursos. Estes estão organizados em 13 eixos tecnológicos, a saber:

1. Ambiente e Saúde
2. Desenvolvimento Educacional e Social
3. Controle e Processos Industriais
4. Gestão e Negócios
5. Turismo, Hospitalidade e Lazer
6. Informação e Comunicação
7. Infraestrutura
8. Militar
9. Produção Alimentícia
10. Produção Cultural e *Design*
11. Produção Industrial
12. Recursos Naturais
13. Segurança.

Para cada curso, o Catálogo estabelece **carga horária** mínima para a parte técnica (de 800 a 1 200 horas), **perfil** profissional, **possibilidades de temas a serem abordados** na formação, **possibilidades de atuação** e **infra-estrutura recomendada** para realização do curso. Com isso, passa a ser um mecanismo de organização e orientação da oferta nacional e tem função indutora ao destacar novas ofertas em nichos tecnológicos, culturais, ambientais e produtivos, para formação do técnico de Nível Médio.

Dessa forma, passamos a ter no Brasil uma nova estruturação legal para a oferta destes cursos. Ao mesmo tempo, os governos federal e estaduais passaram a investir em novas escolas técnicas, aumentando a oferta de vagas. Dados divulgados pelo Ministério da Educação apontaram que o número de alunos matriculados em educação profissional passou de 993 mil em 2011 para 1,064 milhões em 2012 – um crescimento de 7,10%. Se considerarmos os cursos técnicos integrados ao ensino médio, esse número sobe para 1,3 milhões. A demanda por vagas em cursos técnicos tem tendência a aumentar, tanto devido à nova importância social e legal dada a esses cursos, como também pelo crescimento do Brasil.

### Comparação de Matrículas Brasil

Comparação de Matrículas da Educação Básica por Etapa e Modalidade – Brasil, 2011 e 2012.

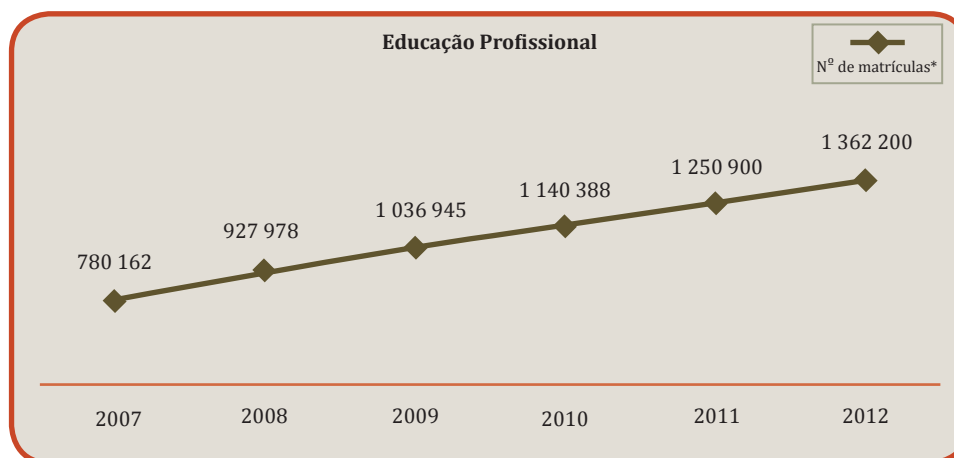
Etapas/Modalidades de Educação Básica	Matrículas / Ano			
	2011	2012	Diferença 2011-2012	Variação 2011-2012
<b>Educação Básica</b>	<b>62 557 263</b>	<b>62 278 216</b>	<b>-279 047</b>	<b>-0,45</b>
Educação Infantil	6 980 052	7 295 512	315 460	4,52%
• Creche	2 298 707	2 540 791	242 084	10,53%
• Pré-escola	4 681 345	4 754 721	73 376	1,57%
Ensino Fundamental	30 358 640	29 702 498	-656 142	-2,16%
Ensino Médio	8 400 689	8 376 852	-23 837	-0,28%
Educação Profissional	993 187	1 063 655	70 468	7,10%
Educação Especial	752 305	820 433	68 128	9,06%
EJA	4 046 169	3 861 877	-184 292	-4,55%
• Ensino Fundamental	2 681 776	2 516 013	-165 763	-6,18%
• Ensino Médio	1 364 393	1 345 864	-18 529	-1,36%

Fonte: Adaptado de: MEC/Inep/Deed.

No aspecto econômico, há necessidade de expandir a oferta desse tipo de curso, cujo principal objetivo é formar o aluno para atuar no mercado de trabalho, já que falta trabalhador ou pessoa qualificada para assumir imediatamente as vagas disponíveis. Por conta disso, muitas empresas têm que arcar com o treinamento de seus funcionários, treinamento este que não dá ao funcionário um diploma, ou seja, não é formalmente reconhecido.

Para atender à demanda do setor produtivo e satisfazer a procura dos estudantes, seria necessário mais que triplicar as vagas técnicas existentes hoje.

Podemos observar o crescimento da educação profissional no gráfico a seguir:



Fonte: Adaptado de: MEC/Inep/Deed.

\* Inclui matrículas de educação profissional integrada ao ensino médio.

As políticas e ações do MEC nos últimos anos visaram o fortalecimento, a expansão e a melhoria da qualidade da educação profissional no Brasil, obtendo, nesse período, um crescimento de 74,6% no número de matrículas, embora esse número tenda a crescer ainda mais, visto que a experiência internacional tem mostrado que 30% das matrículas da educação secundária correspondem a cursos técnicos; este é o patamar idealizado pelo Ministério da Educação. Se hoje há 1,064 milhões de estudantes matriculados, para atingir essa porcentagem devemos matricular pelo menos 3 milhões de estudantes em cursos técnicos dentro de cinco anos.

Para cada situação pode ser adotada uma modalidade ou forma de Ensino Médio profissionalizante, de forma a atender a demanda crescente. Para os advindos do fluxo regular do Ensino Fundamental, por exemplo, é recomendado o curso técnico integrado ao Ensino Médio. Para aqueles que não tiveram a oportunidade de cursar o Ensino Médio, a oferta do PROEJA estimularia sua volta ao ensino secundário, pois o programa está associado à formação profissional. Além disso, o PROEJA considera os conhecimentos adquiridos na vida e no trabalho, diminuindo a carga de formação geral e privilegiando a formação específica. Já para aqueles que possuem o Ensino Médio ou Superior a modalidade recomendada é a subsequente: somente a formação técnica específica.

Para todos eles, com ligeiras adaptações metodológicas e de abordagem do professor, é extremamente útil o uso do livro didático técnico, para maior eficácia da hora/aula do curso, não importando a modalidade do curso e como será ofertado.

Além disso, o conteúdo deste livro didático técnico e a forma como foi concebido reforça a formação geral, pois está contextualizado com a prática social do estudante e relaciona permanentemente os conhecimentos da ciência, implicando na melhoria da qualidade da formação geral e das demais disciplinas do Ensino Médio.

Em resumo, há claramente uma nova perspectiva para a formação técnica com base em sua crescente valorização social, na demanda da economia, no aprimoramento de sua regulação e como opção para enfrentar a crise de qualidade e quantidade do Ensino Médio.

## O Que É Educação Profissional?

O ensino profissional prepara os alunos para carreiras que estão baseadas em atividades mais práticas. O ensino é menos acadêmico, contudo diretamente relacionado com a inovação tecnológica e os novos modos de organização da produção, por isso a escolarização é imprescindível nesse processo.

## Elaboração dos Livros Didáticos Técnicos

Devido ao fato do ensino técnico e profissionalizante ter sido renegado a segundo plano por muitos anos, a bibliografia para diversas áreas é praticamente inexistente. Muitos docentes se veem obrigados a utilizar e adaptar livros que foram escritos para a graduação. Estes compêndios, às vezes traduções de livros estrangeiros, são usados para vários cursos superiores. Por serem inacessíveis à maioria dos alunos por conta de seu custo, é comum que professores preparem apostilas a partir de alguns de seus capítulos.

Tal problema é agravado quando falamos do Ensino Técnico integrado ao Médio, cujos alunos correspondem à faixa etária entre 14 e 19 anos, em média. Para esta faixa etária é preciso de linguagem e abordagem diferenciadas, para que aprender deixe de ser um simples ato de memorização e ensinar signifique mais do que repassar conteúdos prontos.

Outro público importante corresponde àqueles alunos que estão afastados das salas de aula há muitos anos e veem no Ensino Técnico uma oportunidade de retomar os estudos e ingressar no mercado profissional.

# O Livro Didático Técnico e o Processo de Avaliação

O termo avaliar tem sido constantemente associado a expressões como: realizar prova, fazer exame, atribuir notas, repetir ou passar de ano. Nela a educação é concebida como mera transmissão e memorização de informações prontas e o aluno é visto como um ser passivo e receptivo.

Avaliação educacional é necessária para fins de documentação, geralmente para embasar objetivamente a decisão do professor ou da escola, para fins de progressão do aluno.

O termo avaliação deriva da palavra valer, que vem do latim *vālêre*, e refere-se a ter valor, ser válido. Consequentemente, um processo de avaliação tem por objetivo averiguar o "valor" de determinado indivíduo.

Mas precisamos ir além.

A avaliação deve ser aplicada como instrumento de compreensão do nível de aprendizagem dos alunos em relação aos conceitos estudados (conhecimento), em relação ao desenvolvimento de criatividade, iniciativa, dedicação e princípios éticos (atitude) e ao processo de ação prática com eficiência e eficácia (habilidades). Este livro didático ajuda, sobretudo para o processo do conhecimento e também como guia para o desenvolvimento de atitudes. As habilidades, em geral, estão associadas a práticas laboratoriais, atividades complementares e estágios.

A avaliação é um ato que necessita ser contínuo, pois o processo de construção de conhecimentos pode oferecer muitos subsídios ao educador para perceber os avanços e dificuldades dos educandos e, assim, rever a sua prática e redirecionar as suas ações, se necessário. Em cada etapa registros são feitos. São os registros feitos ao longo do processo educativo, tendo em vista a compreensão e a descrição dos desempenhos das aprendizagens dos estudantes, com possíveis demandas de intervenções, que caracterizam o processo avaliativo, formalizando, para efeito legal, os progressos obtidos.

Neste processo de aprendizagem deve-se manter a interação entre professor e aluno, promovendo o conhecimento participativo, coletivo e construtivo. A avaliação deve ser um processo natural que acontece para que o professor tenha uma noção dos conteúdos assimilados pelos alunos, bem como saber se as metodologias de ensino adotadas por ele estão surtindo efeito na aprendizagem dos alunos.

Avaliação deve ser um processo que ocorre dia após dia, visando à correção de erros e encaminhando o aluno para aquisição dos objetivos previstos. A esta correção de rumos, nós chamamos de avaliação formativa, pois serve para retomar o processo de ensino/aprendizagem, mas com novos enfoques, métodos e materiais. Ao usar diversos tipos de avaliações combinadas para fim de retroalimentar o ensinar/aprender, de forma dinâmica, concluímos que se trata de um "processo de avaliação".

O resultado da avaliação deve permitir que o professor e o aluno dialoguem, buscando encontrar e corrigir possíveis erros, redirecionando o aluno e mantendo a motivação para o progresso do educando, sugerindo a ele novas formas de estudo para melhor compreensão dos assuntos abordados.

Se ao fazer avaliações contínuas, percebermos que um aluno tem dificuldade em assimilar conhecimentos, atitudes e habilidades, então devemos mudar o rumo das coisas. Quem sabe fazer um reforço da aula, com uma nova abordagem ou com outro colega professor, em um horário alternativo, podendo ser em grupo ou só, assim por diante.

Pode ser ainda que a aprendizagem daquele tema seja facilitada ao aluno fazendo práticas discursivas, escrever textos, uso de ensaios no laboratório, chegando à conclusão que este aluno necessita de um processo de ensino/aprendizagem que envolva ouvir, escrever, falar e até mesmo praticar o tema.

Se isso acontecer, a avaliação efetivamente é formativa.

Neste caso, a avaliação está integrada ao processo de ensino/aprendizagem, e esta, por sua vez, deve envolver o aluno, ter um significado com o seu contexto, para que realmente aconteça. Como a aprendizagem se faz em processo, ela precisa ser acompanhada de retornos avaliativos visando a fornecer os dados para eventuais correções.

Para o uso adequado deste livro recomendamos utilizar diversos tipos de avaliações, cada qual com pesos e frequências de acordo com perfil de docência de cada professor. Podem ser usadas as tradicionais provas e testes, mas, procurar fugir de sua soberania, mesclando com outras criativas formas.

## Avaliação e Progressão

Para efeito de progressão do aluno, o docente deve sempre considerar os avanços alcançados ao longo do processo e perguntar-se: Este aluno progrediu em relação ao seu patamar anterior? Este aluno progrediu em relação às primeiras avaliações? Respondidas estas questões, volta a perguntar-se: Este aluno apresentou progresso suficiente para acompanhar a próxima etapa? Com isso o professor e a escola podem embasar o deferimento da progressão do estudante.

Com isso, superamos a antiga avaliação conformadora em que eram exigidos padrões iguais para todos os “formandos”.

Nossa proposta significa, conceitualmente, que ao estudante é dado o direito, pela avaliação, de verificar se deu um passo a mais em relação às suas competências. Os diversos estudantes terão desenvolvimentos diferenciados, medidos por um processo avaliativo que incorpora esta possibilidade. Aqueles que acrescentaram progresso em seus conhecimentos, atitudes e habilidades estarão aptos a progredir.

A base para a progressão, neste caso, é o próprio aluno.

Todos têm o direito de dar um passo a mais. Pois um bom processo de avaliação oportuniza justiça, transparência e qualidade.

## Tipos de Avaliação

Existem inúmeras técnicas avaliativas, não existe uma mais adequada, o importante é que o docente conheça várias técnicas para poder ter um conjunto de ferramentas a seu dispor e escolher a mais adequada dependendo da turma, faixa etária, perfil entre outros fatores.

Avaliação se torna ainda mais relevante quando os alunos se envolvem na sua própria avaliação.

A avaliação pode incluir:

1. Observação
2. Ensaios
3. Entrevistas
4. Desempenho nas tarefas
5. Exposições e demonstrações
6. Seminários
7. Portfólio: Conjunto organizado de trabalhos produzidos por um aluno ao longo de um período de tempo.
8. Elaboração de jornais e revistas (físicos e digitais)
9. Elaboração de projetos
10. Simulações
11. O pré-teste
12. A avaliação objetiva
13. A avaliação subjetiva
14. Autoavaliação
15. Autoavaliação de dedicação e desempenho
16. Avaliações interativas
17. Prática de exames
18. Participação em sala de aula
19. Participação em atividades
20. Avaliação em conselho pedagógico – que inclui reunião para avaliação discente pelo grupo de professores.

No livro didático as “atividades”, as “dicas” e outras informações destacadas poderão resultar em avaliação de atitude, quando cobrado pelo professor em relação ao “desempenho nas tarefas”. Poderão resultar em avaliações semanais de autoavaliação de desempenho se cobrado oralmente pelo professor para o aluno perante a turma.

Enfim, o livro didático, possibilita ao professor extenuar sua criatividade em prol de um processo avaliativo retroalimentador ao processo ensino/aprendizagem para o desenvolvimento máximo das competências do aluno.

## Objetivos da Obra

Além de atender às peculiaridades citadas anteriormente, este livro está de acordo com o Catálogo Nacional de Cursos Técnicos. Busca o desenvolvimento das habilidades por meio da construção de atividades práticas, fugindo da abordagem tradicional de descontextualizado acúmulo de informações. Está voltado para um ensino contextualizado, mais dinâmico e com o suporte da interdisciplinaridade. Visa também à ressignificação do espaço escolar, tornando-o vivo, repleto de interações práticas, aberto ao real e às suas múltiplas dimensões.

Ele está organizado em capítulos, graduando as dificuldades, numa linha da lógica de aprendizagem passo a passo. No final dos capítulos, há exercícios e atividades complementares, úteis e necessárias para o aluno descobrir, fixar, e aprofundar os conhecimentos e as práticas desenvolvidos no capítulo.

A obra apresenta diagramação colorida e diversas ilustrações, de forma a ser agradável e instigante ao aluno. Afinal, livro técnico não precisa ser impresso num sisudo preto-e-branco para ser bom. Ser difícil de manusear e pouco atraente é o mesmo que ter um professor dando aula de cara feia permanentemente. Isso é antididático.

O livro servirá também para a vida profissional pós-escolar, pois o técnico sempre necessitará consultar detalhes, tabelas e outras informações para aplicar em situação real. Nesse sentido, o livro didático técnico passa a ter função de manual operativo ao egresso.

Neste manual do professor apresentamos:

- Respostas e alguns comentários sobre as atividades propostas.
- Considerações sobre a metodologia e o projeto didático.
- Sugestões para a gestão da sala de aula.
- Uso do livro.
- Atividades em grupo.
- Laboratório.
- Projetos.

A seguir, são feitas considerações sobre cada capítulo, com sugestões de atividades suplementares e orientações didáticas. Com uma linguagem clara, o manual contribui para a ampliação e exploração das atividades propostas no livro do aluno. Os comentários sobre as atividades e seus objetivos trazem subsídios à atuação do professor. Além disso, apresentam-se diversos instrumentos para uma avaliação coerente com as concepções da obra.

## Referências Bibliográficas Gerais

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

FRIGOTTO, G. (Org.). *Educação e trabalho: dilemas na educação do trabalhador*. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

BRASIL. *LDB 9394/96*. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br>>. Acesso em: 23 maio 2009.

LUCKESI, C. C. *Avaliação da aprendizagem na escola: reelaborando conceitos e recriando a prática*. Salvador: Malabares Comunicação e Eventos, 2003.

PERRENOUD, P. *Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens – entre duas lógicas*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

ÁLVAREZ MÉNDEZ, J. M. *Avaliar para conhecer: examinar para excluir*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

SHEPARD, L. A. *The role of assessment in a learning culture*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association. Available at: <<http://www.aera.net/meeting/am2000/wrap/praddr01.htm>>.



**Orientações**  
AO PROFESSOR

**INSTALAÇÕES ELÉTRICAS**

# Orientações gerais

A Revolução Industrial teve como símbolo a Máquina a Vapor, que transformava a energia térmica, gerada numa fornalha pela combustão de carvão, óleo, madeira, etc. em movimento e, portanto, foi um marco na história da energia.

Os hábitos de consumo humano sofreram uma nova revolução com o desenvolvimento, no início do século XIX, da energia elétrica, símbolo da Era da Informação.

No Brasil, o uso frequente de eletricidade iniciou-se em 1879 com a iluminação, no Rio de Janeiro, da Estrada de Ferro D. Pedro II.

Hodiernamente, a eletricidade comanda praticamente todas as tecnologias humanas, interferindo e modificando o meio social, político e econômico.

O consumo de energia de um país é uma radiografia do seu nível de desenvolvimento, pois representa, implicitamente, os recursos técnicos e financeiros. O desenvolvimento atual do Brasil está exigindo técnicos habilitados em projetos de instalações elétricas, portanto o livro *Instalações elétricas* é um suporte básico de aprendizagem para a execução de um trabalho seguro. O título da obra limitou o tema e facilitou a abordagem dos conteúdos, no entanto os conceitos e métodos são gerais e espelhados nas normas brasileiras.

## Objetivos do material didático

- Aprender os conceitos elétricos fundamentais em instalações elétricas.
- Conhecer riscos provocados pela energia elétrica.
- Assimilar a necessidade de segurança no trabalho com energia elétrica.
- Conhecer materiais e símbolos elétricos.
- Internalizar noções de consumo e economia de energia.
- Aprender a executar circuitos elétricos residenciais básicos.
- Desenvolver projetos de instalações elétricas.
- Entender os princípios da automação residencial.

## Princípios pedagógicos

Os temas são expostos de modo a aproximar o educando da prática cotidiana. Os esquemas dos circuitos elétricos são simples, de fácil compreensão e, portanto, podem ser montados com baixo custo, em qualquer sala experimental que contenha apenas tomadas para testá-los.

## Articulação do conteúdo

A transdisciplinaridade complementa a obra: a matemática auxiliará nos cálculos práticos de área e perímetro de figuras planas, focando, em paralelo, a conversão de unidades de medida; a física abordará os conceitos básicos de eletricidade com suas referidas unidades; a biologia explanará sobre queimaduras e, também, os primeiros socorros prestados em caso de choque elétrico; a química explicará a estrutura atômica – origem da energia elétrica; a história pesquisará sobre a biografia dos cientistas que desenvolveram trabalhos na área da eletricidade: Watt, Volt, Ampere, Joule e Ohm; artes apresentará uma peça teatral, com os estudantes/atores, sobre economia de energia elétrica residencial; e, por fim, a geografia tratará dos impactos ambientais e o desenvolvimento humano gerado por uma usina hidrelétrica.

## Atividades complementares

Experimento de circuitos, visitas técnicas às concessionárias de energia elétrica e hidrelétricas regionais, pesquisa de campo sobre a economia de energia, pesquisa bibliográfica sobre fontes alternativas de energia e pesquisa bibliográfica sobre as maiores hidrelétricas do Brasil.

## Sugestão de leitura

BRAGA, N. C. *Efeitos fisiológicos da corrente elétrica sobre o corpo humano*. In: Conhecer saber eletrônica – Circuitos & informações, c. I. São Paulo: Editora Saber, 1991.

ELETOBRAS. Conservação de energia elétrica. Disponível em: <<http://www.eletobras.gov.br>>.

GASPAR, A. *Física*. São Paulo: Ática, 2005.

GIOVANNI, J. R.; PARENTE, E. *Aprendendo matemática*. São Paulo: FTD, 1999.

HELOU, R. D.; BÔAS, N. V. & GUALTER, J. B. *Eletricidade*. São Paulo: Editora Saraiva, 2012.

MARTINS, G. M. *Princípios de automação industrial*. Santa Maria: UFSMA, 2012.

MENDES, F. *Curso técnico em informática: eletricidade básica*. E-tec Brasil. Cuiabá: 2010.

## Sugestão de planejamento

Este manual foi elaborado para dar suporte ao livro *Instalações elétricas* e ser utilizado em 50/60 horas de sala de aula, envolvendo teoria e prática. A sugestão de planejamento segue neste diapasão, mas é altamente recomendado que o professor da disciplina o complemente com textos e atividades de acordo com o seu estilo de ministrar aulas. O fundamental, portanto, é a potencialização e aplicação da criatividade do professor em prol do processo educativo.

# Semestre 1

## Primeiro bimestre

### Capítulo 1 – Matemática aplicada a projetos elétricos

### Capítulo 2 – Noções básicas de eletricidade para instalações elétricas

### Capítulo 3 – Proteção e segurança em instalações elétricas

#### Objetivos

- Sistematizar as operações básicas da matemática para aplicar na solução de problemas do cotidiano da área elétrica.
- Calcular áreas e perímetros de figuras planas para o entendimento geométrico de plantas arquitetônicas.
- Converter unidades de medida: condição elementar para a leitura de escalas.
- Adquirir noções de eletricidade desde o surgimento das cargas elétricas.
- Diferenciar materiais condutores e isolantes, corpos neutros e eletrizados.
- Entender os processos de transformação de energia.
- Aprender o conceito de corrente elétrica e, também, os seus efeitos fisiológicos causados ao corpo humano.
- Desenvolver entendimento sobre as grandezas elétricas: tensão e potência elétrica.
- Conhecer as normas que regulam as atividades elétricas.
- Internalizar a necessidade do uso dos equipamentos de proteção individual (EPIs) e equipamentos de proteção coletiva (EPCs) na realização de atividades elétricas.
- Enumerar dispositivos de proteção e segurança em trabalhos de instalações elétricas e enunciar suas funções e aplicações.
- Construir aterramento conforme recomendação da norma regulamentadora brasileira (NBR) 5410.
- Definir curto-circuito e explicar como o mesmo ocorre.

#### Atividades

Trabalhar os conceitos dos capítulos, explicar as atividades resolvidas passo a passo como forma de fixação, resolução de atividades, sugerir pesquisa sobre material elétrico disponíveis em lojas especializadas; trabalhos de pesquisa sobre as normas técnicas – responsável pela normatização técnica – ABNT (distância de furos das tomadas, por exemplo), trabalho individual e grupo.

## Segundo bimestre

### Capítulo 4 – Ferramentas e instrumentos de medição

### Capítulo 5 – Materiais elétricos e simbologia gráfica

### Capítulo 6 – Condutores e eletrodutos

#### Objetivos

- Conhecer as ferramentas básicas e os instrumentos de medidas elétricas comumente utilizadas pelos profissionais de instalações elétricas.
- Interpretar leituras realizadas por esses instrumentos de medidas.
- Identificar, numa planta arquitetônica, os materiais elétricos segundo a simbologia oficial.
- Discriminar os materiais de um projeto elétrico, desfechando, portanto, com uma compra dentro das especificações.
- Classificar condutores segundo a estrutura de fabricação para garantir uma instalação econômica e com segurança.
- Dimensionar condutores e eletrodutos para não haver sobredimensionamento ou superaquecimento por efeito joule.

#### Atividades

Leitura e discussão dos textos dos capítulos, bem como a resolução e correção dos exercícios e a aplicação de atividades individual e em grupo.

## Semestre 2

### Primeiro bimestre

### Capítulo 7 – Cálculo de consumo e economia de energia elétrica

### Capítulo 8 – Circuitos elétricos residenciais

#### Objetivos

- Calcular o consumo de energia elétrica residencial.
- Relacionar as diferentes unidades de potência elétrica.
- Comparar os consumos entre aparelhos de diferentes fabricantes.
- Interpretar as tarifas e os tributos existentes em uma conta de energia elétrica.

- Estimular o consumo consciente e, portanto, a economia de energia elétrica residencial.
- Apresentar o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica e o Programa Nacional de Racionalização do uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural (CONPET).
- Interpretar diagramas de circuitos elétricos para um desenvolvimento seguro do trabalho.
- Executar instalações elétricas residenciais seguindo diagramas de fácil entendimento e montagem.

### Atividades

Além dos temas de cada capítulo e as resoluções de atividades, o professor pode sugerir outro tema para discussão em sala de aula.

## Segundo bimestre

### Capítulo 9 – Projeto de instalações elétricas

### Capítulo 10 – Princípios básicos de automação

#### Objetivos

- Calcular teoricamente a carga (potência) de iluminação e das tomadas de uma planta arquitetônica.
- Dimensionar dispositivos de proteção, entendendo como eles atuam numa instalação.
- Demonstrar os principais dispositivos e circuitos elétricos de automação residencial.
- Descrever o funcionamento e apresentar os circuitos elétricos de sensores de presença, minuteria, relé fotoelétrico e *dimmer*.
- Planejar a instalação de porteiros eletrônicos, cercas elétricas e motores de automação de portões.

### Atividades

Para os dois últimos capítulos é importante que o professor reveja alguns temas para esclarecer possíveis dúvidas. Trabalhe as atividades do livro e solicite trabalhos individuais.

# Orientações didáticas e respostas das atividades

## Capítulo 1

### Orientações

Aplicar as operações básicas da matemática em problemas da área de elétrica para familiarizar o aluno com o cotidiano.

Os temas abordados ficam mais dinâmicos quando a prática é desenvolvida em paralelo com a teoria, portanto é de fundamental importância que exista a medição de figuras geométricas reais: sala de aula, quadra, dependências do colégio, corredores, etc. Os dados serão aplicados nos cálculos de área e perímetro, que são informações imprescindíveis no desenvolvimento do curso.

### Respostas – páginas 34-36

- 1) Operação de multiplicação

$$\text{Total a pagar} = 23 \cdot 0,30 = 6,9.$$

d. R\$ 6,90.

- 2) c. R\$ 279,00.

- 3) b. R\$ 610,00.

- 4) Perímetro da cozinha =  $3,3 + 3,3 + 4,2 + 4,2 = 15 \text{ m}$  ( $3,5 \text{ m} + 3,5 \text{ m} + 3,5 \text{ m} + 3,5 \text{ m} + 1,0 \text{ m}$ ).

Expressando os dados em uma planilha:

Perímetro (m)	3,5	3,5	3,5	3,5	1,0
Potência (VA)	600	600	600	100	100
Tomadas	1	1	1	1	1

$$\text{Potência total} = 600 + 600 + 600 + 100 + 100 = 2\,000 \text{ VA.}$$

Quantidade de tomadas = 5.

e.  $P = 2\,000 \text{ VA}$ ; 5 tomadas.

- 5) Área da sala =  $4 \text{ m} \cdot 4,5 \text{ m} = 18 \text{ m}^2 > 6 \text{ m}^2$ .

$$\text{Perímetro da sala} = 4 + 4 + 4,5 + 4,5 = 17 \text{ m} \text{ (} 5 \text{ m} + 5 \text{ m} + 5 \text{ m} + 2 \text{ m)}.$$

Expressando os dados em uma planilha:

Perímetro (m)	5	5	5	2
Potência (VA)	100	100	100	100
Tomadas	1	1	1	1

$$\text{Potência total} = 100 + 100 + 100 + 100 = 400 \text{ VA.}$$

Quantidade de tomadas = 4.

e.  $P = 400 \text{ VA}$ ; 4 tomadas.

6) Multiplica-se cada dimensão da planta pela escala:

$$h = 7 \cdot 100 = 700 \text{ cm} = 7 \text{ m.}$$

$$b = 15 \cdot 100 = 1500 \text{ cm} = 15 \text{ m.}$$

7) Multiplica-se cada dimensão da planta pela escala:

$$h = 4,5 \cdot 50 = 225 \text{ cm} = 2,25 \text{ m.}$$

$$b = 7,5 \cdot 50 = 375 \text{ cm} = 3,75 \text{ m.}$$

8) Área da sala =  $3,7 \cdot 5,2 = 19,24 \text{ m}^2 > 6 \text{ m}^2$ .

$$A = 19,24 \text{ m}^2 (6 \text{ m}^2 + 4 \text{ m}^2 + 4 \text{ m}^2 + 4 \text{ m}^2 + 1,24 \text{ m}^2).$$

Expressando os dados em uma planilha:

Área (m <sup>2</sup> )	6	4	4	4	1,24
Potência (VA)	100	60	60	60	0

$$\text{Potência total} = 100 + 60 + 60 + 60 = 280 \text{ VA.}$$

Observe que não se atribui potência para área inferior a 4 m<sup>2</sup>. Portanto, a resposta correta é:

a. 280 VA.

9) c. Senoidal.

10) d. Frequência.

## Capítulo 2

### Orientações

Para desenvolver os conteúdos e as atividades desse capítulo, sugere-se ao professor que lance mão de materiais elétricos, como fios, baterias ou pilhas, interruptores e lâmpadas de 12 V, encontrados facilmente em qualquer loja de materiais elétricos, para montar circuitos elétricos básicos, com o intuito de realizar medidas de algumas grandezas elétricas, medidas de resistências e de associações de resistores.

O embasamento matemático, adquirido no Capítulo 1, será fundamental para o entendimento dos conteúdos expostos e, sequencialmente, para o desenvolvimento das atividades propostas.

### Respostas – páginas 57-60

1) **Professor**, permita que o aluno responda a essa questão em forma de pesquisa/leitura (próprio livro).

2)  $P = U \cdot i \Rightarrow P = 220 \cdot 10 = 2\,200 \text{ W.}$

Como  $\Delta t = 8 \text{ min}$ , então, como um minuto tem sessenta segundos,  $\Delta t = 8 \cdot 60 = 480 \text{ s}$ . Aplicando-se a equação de energia consumida:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \Rightarrow \Delta E = P \cdot t = 2\,200 \cdot 480 = 1\,056\,000 \text{ W}\cdot\text{s.}$$

$$\Delta E = P \cdot t \Rightarrow t = \frac{\Delta E}{P} = \frac{1\,056\,000}{50} = 21\,120 \text{ s.}$$

Convertendo-se em horas:

$$1 \text{ h} \text{ ————— } 3\,600 \text{ s}$$

$$\Delta t \text{ ————— } 21\,120 \text{ s}$$

$$\Delta t = \frac{21\,120}{3\,600} = 5,86666667 \text{ h.}$$

Convertendo-se a parte decimal em minutos:

$$1 \text{ h} \text{ ————— } 60 \text{ min}$$

$$0,8666667 \text{ h} \text{ ————— } \Delta t'$$

$$\Delta t' = 52 \text{ min.}$$

Tempo total:  $t = \Delta t + \Delta t' = 5 \text{ h} + 52 \text{ min} = 5 \text{ h } 52 \text{ min.}$

b. 5 h 52 min.

3) Da equação de potência elétrica, tem-se:

$$P = U \cdot i \Rightarrow P = 12 \cdot 48 = 576 \text{ W.}$$

Como  $\Delta t = 3 \text{ s}$ , então se aplica a equação de energia consumida:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \Rightarrow E = P \cdot t = 576 \cdot 3 = 1\,728 \text{ W}\cdot\text{s (joules).}$$

d. 1 728.

4) c. 30,0 kWh.

5) **Primeiro passo:** como foram três estudantes que usaram por 15 min diários cada, então em 20 dias:  $\Delta t = 15 \cdot 20 = 300 \text{ min} = 5 \text{ h.}$

**Segundo passo:** cálculo da energia consumida:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \Rightarrow \Delta E = P \cdot \Delta t = 1\,100 \cdot 5 = 5\,500 \text{ Wh} = \frac{5\,500}{1\,000 \text{ kWh}} = 5,5 \text{ kWh.}$$

**Terceiro passo:** valor da conta sem impostos:

$$1 \text{ kWh} \text{ ————— } \text{R\$ } 0,362920$$

$$5,5 \text{ kWh} \text{ ————— } \text{R\$}$$

$$\text{R\$} = 5,5 \cdot 0,362920 = 1,99606.$$

(Sem os impostos federal, estadual e municipal).

**Quarto passo:** cálculo dos impostos:

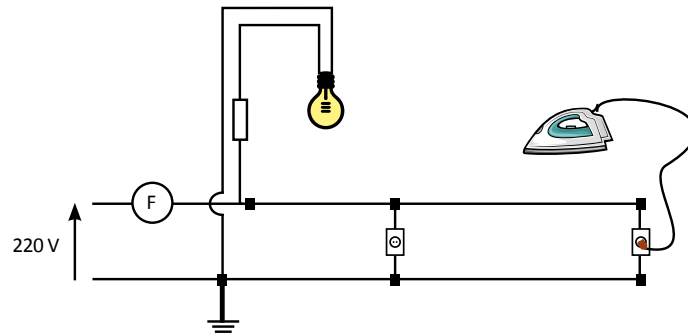
$$\text{Cálculo do ICMS (25\%)} = 0,25 \cdot 1,99606 = \text{R\$ } 0,499015.$$

$$\text{Cálculo do PIS (0,66\%)} = 0,0066 \cdot 1,99606 = \text{R\$ } 0,013173996.$$

$$\text{Cálculo do COFINS (3\%)} = 0,03 \cdot 1,99606 = \text{R\$ } 0,0598818.$$

$$\text{Valor do consumo adicional mais impostos} = 1,99606 + 0,499015 + 0,013173996 + 0,0598818 = \text{R\$ } 2,57.$$

6)



Partindo da equação de definição da potência elétrica, calcula-se a corrente elétrica que passa pela lâmpada:

$$P_L = U \cdot i_L \Rightarrow i_L = \frac{100}{220} = 0,4545 \text{ A.}$$

Como a corrente elétrica total do circuito é  $I_T = 10 \text{ A}$ , então se determina a corrente que poderá ser consumida pelo ferro:

$$I_T = i_L + i_F \Rightarrow i_F = I_T - i_L = 10 - 0,4545 = 9,5455 \text{ A.}$$

Logo, calcula-se a potência máxima do ferro elétrico:

$$P = U \cdot i \Rightarrow P = 220 \cdot 9,5455 = 2099,988 \text{ W} \cong 2 \text{ 100 W.}$$

a. 2 100 W.

7) **Opção 1:**

$$P = U \cdot I.$$

Como,  $L_1$  e  $L_2$ , estão em paralelo, então a tensão sobre elas é a mesma, logo:

$$I_1 = \frac{P_1}{U} = \frac{25}{220} = 0,114 \text{ A.}$$

$$I_2 = \frac{P_2}{U} = \frac{40}{220} = 0,182 \text{ A.}$$

**Opção 2:**

$$P = \frac{U^2}{R}.$$

$$R_1 = \frac{U^2}{P_1} = \frac{(220)^2}{25} = \frac{48\,400}{25} = 1\,936 \, \Omega.$$

$$R_2 = \frac{U^2}{P_2} = \frac{(220)^2}{40} = \frac{48\,400}{40} = 1\,210 \, \Omega.$$

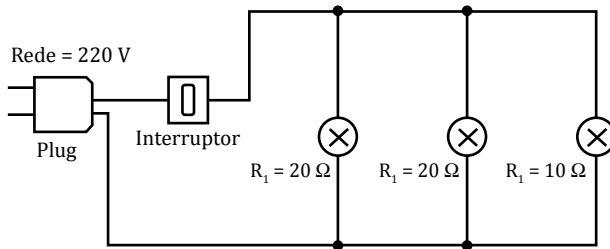
$$P = R \cdot I^2.$$

$$I_1 = \sqrt{\frac{P_1}{R_1}} = \sqrt{\frac{25}{1\,936}} = \sqrt{0,01291} = 0,114 \text{ A.}$$

$$I_2 = \sqrt{\frac{P_2}{R_1}} = \sqrt{\frac{40}{1\,210}} = \sqrt{0,03305} = 0,182 \text{ A.}$$

8) **Primeiro passo:** cálculo da resistência equivalente:

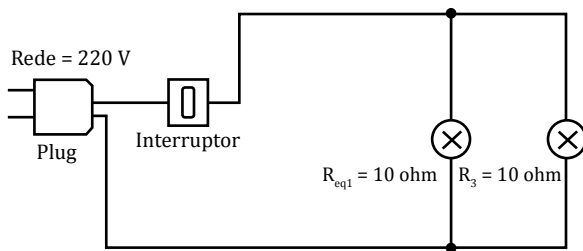
Como  $R_1 = R_2 = 20 \Omega$  e  $R_3 = 10 \Omega$ , logo a resistência equivalente do circuito será:



$R_1$  e  $R_2$  estão em paralelo:

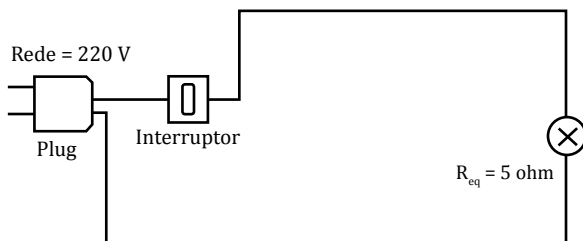
$$R_{eq1} = \frac{(R_1 \cdot R_2)}{(R_1 + R_2)} \Rightarrow R_{eq1} = \frac{(20 \cdot 20)}{(20 + 20)} = \frac{400}{40} = 10 \Omega.$$

O circuito torna-se em:



Como  $R_{eq1}$  ficou em paralelo com  $R_3$ , então a resistência equivalente total será:

$$R_{eq} = \frac{(R_{eq1} \cdot R_3)}{(R_{eq1} + R_3)} = \frac{(10 \cdot 10)}{(10 + 10)} = \frac{100}{20} = 5 \Omega.$$



**Segundo passo:** partindo da primeira Lei de Ohm, calcula-se a corrente total do circuito:

$$U = R_{eq} \cdot I \Rightarrow I = \frac{U}{R_{eq}} = \frac{220}{5} = 44 \text{ A.}$$

**Terceiro passo:** cálculo da corrente que passa por cada lâmpada:

Como as lâmpadas estão em paralelo, então a tensão a qual estão submetidas é a mesma.

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{220}{20} = 11 \text{ A.}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{220}{20} = 11 \text{ A.}$$

$$I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{220}{10} = 22 \text{ A.}$$

**Quarto passo:** cálculo da potência dissipada:

$$P_1 = P_2 = U \cdot I = R_1 \cdot I_1^2 = R_2 \cdot I_2^2 = 20 \cdot (11)^2 = 2\,420 \text{ W.}$$

$$P_3 = U \cdot I = R_3 \cdot I_3^2 = 10 \cdot (22)^2 = 4\,840 \text{ W.}$$

Logo, a potência total dissipada pelas lâmpadas será a soma algébrica das potências:

$$P_{\text{Total}} = P_1 + P_2 + P_3 = 2\,420 + 2\,420 + 4\,840 = 9\,680 \text{ W.}$$

**Quinto passo:** como filamento de  $L_3$  fundiu, ou seja, queimou, então, o circuito se reduzirá a duas lâmpadas de  $20 \, \Omega$ , associadas em paralelo:

$$R_{\text{eq}} = \frac{(R_1 \cdot R_2)}{(R_1 + R_2)} \Rightarrow R_{\text{eq}} = \frac{(20 \cdot 20)}{(20 + 20)} = \frac{400}{40} = 10 \, \Omega.$$

**Sexto passo:** aplicando-se a primeira Lei de Ohm:

$$U = R_{\text{eq}} \cdot I \Rightarrow I = \frac{U}{R_{\text{eq}}} = \frac{220}{10} = 22 \text{ A.}$$

**Sétimo passo:** cálculo da corrente que passa por cada lâmpada:

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{220}{20} = 11 \text{ A.}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{220}{20} = 11 \text{ A.}$$

**Oitavo passo:** cálculo da potência dissipada:

$$P_1 = P_2 = U \cdot I = R_1 \cdot I_1^2 = R_2 \cdot I_2^2 = 20 \cdot (11)^2 = 2\,420 \text{ W.}$$

A potência total dissipada pelas lâmpadas:

$$P'_{\text{Total}} = P_1 + P_2 = 2\,420 + 2\,420 = 4\,840 \text{ W.}$$

**Nono passo:** razão entre as potências ( $P_{\text{Total}}$  e  $P'_{\text{Total}}$ ):

$$\frac{P_{\text{Total}}}{P'_{\text{Total}}} = \frac{9\,680}{4\,840} = 2.$$

$$P'_{\text{Total}} = \frac{P_{\text{Total}}}{2}.$$

**Conclusão:**

b. Reduzirá à metade.

9)  $\Delta t = 30 \cdot 24 \text{ h} = 720 \text{ h}$ . Da equação de energia consumida, vem:

$$\Delta E = \frac{(P \cdot \Delta t)}{1\,000} \Rightarrow P = \frac{(1\,000 \cdot \Delta E)}{\Delta t} = \frac{(1\,000 \cdot 400)}{720} = 555,556 \text{ kW.}$$

O consumo médio mensal por cada membro da família é:

$$\frac{P}{5} = \frac{555,556}{4} = 138,9 \text{ kW.}$$

d. 138,9 W.

10) Partindo de uma regra de três simples e direta:

$$1 \text{ h} \text{ ————— } 60 \text{ min}$$

$$\Delta t \text{ ————— } 15 \text{ min}$$

$$\Delta t = \frac{15}{60} = \frac{1}{4} \text{ h.}$$

$$\Delta t = 15 \text{ min} = \frac{1}{4} \text{ h.}$$

Cálculo da energia consumida:

$$\Delta E = \frac{(P \cdot \Delta t)}{1\,000} = \frac{(3\,800 \cdot 0,25)}{1\,000} = 0,95 \text{ kWh.}$$

Conversão para joule:

Como  $1 \text{ kW} = 1\,000 \text{ W} = 1 \cdot 10^3 \text{ W}$  e  $1 \text{ h} = 60 \cdot 60 = 3\,600 \text{ s} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ s}$ , então,  
 $1 \text{ kWh} = 1 \cdot 10^3 \text{ W} \cdot 3,6 \cdot 10^3 \text{ s} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Ws} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$ .

$$1 \text{ kWh} \text{ ————— } 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$0,95 \text{ kWh} \text{ ————— } \Delta E$$

$$\Delta E = 0,95 \cdot 3,6 \cdot 10^6 = 3,42 \cdot 10^6 \text{ J} = 3,42 \text{ MJ.}$$

c. 3,42 MJ.

11)  $\Delta t = 30 \cdot 4 \text{ h} = 120$ . Aplicando-se a equação de energia, tem-se:

$$\Delta E = \frac{(P \cdot \Delta t)}{1\,000} = \frac{(1\,350 \text{ W} \cdot 120 \text{ h})}{1\,000} = \frac{(162\,000 \text{ Wh})}{1\,000} = 162 \text{ kWh.}$$

a. 162.

## Capítulo 3

### Orientações

No desempenho das atividades básicas, o profissional da área de instalações elétricas deverá estar portando todos os equipamentos de proteção individual e coletivo, pois diminuem os riscos de acidentes que, inclusive, podem ser fatais.

No desenvolvimento desse capítulo, será de grande valia se o professor verticalizasse os conhecimentos da NR 10, do Ministério do Trabalho e Emprego, e, também, das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas, a NBR 5410 e a NBR 14039.

Além desses conhecimentos é sempre bom e necessário apresentar aos alunos os EPIs e EPCs mais convencionais usados no cotidiano do electricista.

## Respostas – páginas 73-74

1) a. (F); b. (V); c. (V); d. (F); e. (V).

2) **Primeiro passo:** calcula-se a potência para cada conjunto de aparelhos ligados simultaneamente:

$$P_a = P_{\text{Lampada}} + P_{\text{TV}} + P_{\text{Chuveiro Elétrico}} = 250 + 200 + 4\,000 = 4\,450 \text{ W.}$$

$$P_b = P_{\text{Refrigerador}} + P_{\text{Chuveiro Elétrico}} = 500 + 4\,000 = 4\,500 \text{ W.}$$

$$P_c = P_{\text{Lampada}} + P_{\text{Chuveiro Elétrico}} = 250 + 4\,000 = 4\,250 \text{ W.}$$

$$P_d = P_{\text{Lampada}} + P_{\text{Refrigerador}} + P_{\text{Chuveiro Elétrico}} = 250 + 500 + 4\,000 = 4\,750 \text{ W.}$$

$$P_e = P_{\text{TV}} + P_{\text{Refrigerador}} + P_{\text{Chuveiro Elétrico}} = 200 + 500 + 4\,000 = 4\,700 \text{ W.}$$

**Segundo passo:** calcula-se a corrente elétrica consumida em cada caso:

$$P = U \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{U}.$$

$$I_a = \frac{P_a}{U} = \frac{4\,450}{220} = 20,2273 \text{ A.}$$

$$I_b = \frac{P_b}{U} = \frac{4\,500}{220} = 20,4545 \text{ A.}$$

$$I_c = \frac{P_c}{U} = \frac{4\,250}{220} = 19,3182 \text{ A.}$$

$$I_d = \frac{P_d}{U} = \frac{4\,750}{220} = 21,5909 \text{ A.}$$

$$I_e = \frac{P_e}{U} = \frac{4\,700}{220} = 21,3636 \text{ A.}$$

$$I_{\text{Total}} = \frac{P_{\text{Total}}}{U} = \frac{4\,950}{220} = 22,5 \text{ A.}$$

**Conclusão:** o fusível suporta uma corrente máxima de 20 A, portanto, pode-se ligar, ao mesmo tempo, a lâmpada e o chuveiro:  $19,3182 \text{ A} < 20 \text{ A}$ .

- 3) Equipamento de Proteção Individual (EPI) é todo dispositivo ou produto, de uso individual, utilizado pelo trabalhador. Função dos EPIs: protegem de riscos que ameaçam a segurança e a saúde do trabalhador.
- 4) CIPA – Comissão Interna de Prevenção de Acidentes, com assessoria, onde houver, do SESMT – Serviço Especializado em Engenharia e em Medicina do Trabalho.

**Observação:** nas empresas que são desobrigadas de constituir a CIPA, cabe a alguém treinado, mediante orientação de profissional tecnicamente habilitado, recomendar o EPI adequado à proteção do trabalhador.

- 5)
- Adquirir os EPIs adequados aos riscos de cada atividade.
  - Exigir o uso dos EPIs.
  - Orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, guarda e conservação dos equipamentos.
  - Substituir o equipamento, imediatamente, quando danificado ou extraviado.

- 6) EPC – Equipamento de Proteção Coletiva.  
Função: são equipamentos utilizados para proteção de um grupo de pessoas que realiza determinada atividade ou exercício.
- 7) • Cone de sinalização.  
• Fita de Sinalização.  
• Sinalizador *Strobo*.  
• Grade metálica dobrável.  
• Manta isolante.  
• Cobertura isolante.
- 8) b. Responsabilizar-se pela qualidade e pelo bom funcionamento do EPI; padrão que deu origem ao certificado de aprovação (CA).
- 9) c. Capuz, óculos, luvas de borracha.
- 10) a. Fita sinalização, grade metálica dobrável, cone de sinalização.
- 11) e. Todas as alternativas estão corretas.

## Capítulo 4

### Orientações

Ensinar aos alunos a manusear as ferramentas de uso geral e específico para o correto desempenho dos trabalhos na área de eletricidade.

Treinar o educando para usar corretamente os instrumentos de medidas elétricas: medidor de tensão (voltímetro), medidor de corrente elétrica (amperímetro), medidor de potência (wattímetro), medidor de frequência (frequencímetro), etc. Alguns instrumentos também podem ser montados em parceria com os alunos, com materiais de baixo custo.

### Respostas – páginas 93-95

- 1) a.
- 2) O voltímetro deve ser associado em paralelo com o dispositivo que se quer medir a tensão, enquanto que o amperímetro deve ser inserido em série com o dispositivo.

**Primeiro passo:** calcular a resistência equivalente dos dois resistores ( $20 \Omega$  e  $30 \Omega$ ) em paralelo:

$$R_{eq1} = \frac{(20 \cdot 30)}{(20 + 30)} = \frac{600}{50} = \frac{60}{5} = 12 \Omega.$$

**Segundo passo:** o resultado ( $R_{eq1}$ ) fica em série com o resistor de  $8 \Omega$ :

$$R_{eq2} = 8 + 12 = 20 \Omega.$$

**Terceiro passo:** aplica-se a 1ª Lei de Ohm:

$$U = R \cdot I \Rightarrow I = \frac{U}{R_{eq2}} = \frac{100}{20} = 5 \text{ A (leitura do amperímetro).}$$

**Quarto passo:** queda de tensão sobre o resistor de  $8 \Omega$ :

$$U_{8\Omega} = R_8 \cdot I \Rightarrow U_{8\Omega} = 8 \cdot 5 = 40 \text{ V (leitura do voltímetro).}$$

- 3) a. Todas as tomadas de uso geral (TUG), lâmpadas, campainha, etc. devem ser ligados em paralelo na rede elétrica, pois todos os pontos ficam submetidos à mesma tensão. Se fossem ligados em série, haveria uma queda de tensão em cada um dos pontos. Por exemplo, cada lâmpada ficaria submetida a uma ddp e, em caso da queima de uma delas, as demais não acenderiam: o circuito abriria, o que é indesejável.
- b. A tomada fica sobrecarregada e pode causar um incêndio. Explicando: um aparelho ligado a uma tomada é submetido a uma tensão e exige uma determinada corrente elétrica; se for adicionado mais um aparelho, ele ficará submetido à mesma tensão e, portanto, a intensidade de corrente elétrica aumentará. Conectando-se mais aparelhos, sempre à mesma tensão, a corrente continuará aumentando e, assim, poderá causar acidente.
- c. Se o isolamento de um aparelho ou instalação elétrica tiver defeito, a massa, a carcaça do aparelho, ficará sujeita a um potencial elevado. Estando essa massa ligada a terra, cujo potencial elétrico de referência é nulo ( $0 \text{ V}$ ), o contato com ela não oferece perigo, pois o dispositivo de proteção diferencial detectará o problema e abrirá o circuito.
- 4) O voltímetro está inserido erroneamente no circuito, pois deve ficar em paralelo com o dispositivo a ser avaliado.
- 5) c. Ambos estão ligados corretamente.
- 6) Como as lâmpadas estão ligadas em paralelos, então a queda de tensão é a mesma sobre cada uma delas:

$$U_1 = U_2 = U'.$$

$$U = U_1 + U_2 \Rightarrow 220 = 2 \cdot U' \Rightarrow U' = \frac{220}{2} = 110 \text{ V.}$$

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{60}{110} = 0,5454 \text{ A.}$$

$$U_1 = R_1 \cdot I_1 \Rightarrow R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{110}{0,5454} = 201,68 \Omega.$$

$$I_2 = \frac{P_2}{U_2} = \frac{40}{110} = 0,3636 \text{ A.}$$

$$U_1 = R_1 \cdot I_1 \Rightarrow R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{110}{0,3636} = 302,53 \Omega.$$

Como as lâmpadas estão associadas em série, então a resistência equivalente é dada por:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 = 201,68 + 302,53 = 504,21 \Omega.$$

$$U = R \cdot I \Rightarrow I = \frac{U}{R_{eq}} = \frac{220}{504,21} = 0,4363 \text{ A.}$$

Logo, a potência dissipada por cada lâmpada será:

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 = R_1 \cdot I^2 = 201,68 \cdot (0,4363)^2 = 38,39 \text{ W}$$

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 = R_2 \cdot I^2 = 302,53 \cdot (0,4363)^2 = 57,59 \text{ W} \cong 57,64 \text{ W.}$$

7) Sugestão de resposta:

Um eletricista profissional jamais deverá executar uma atividade sem está devidamente trajado com seus EPIs, portanto deverá ser um profundo conhecedor das NRs (Normas Regulamentadoras) do setor elétrico e, fundamentalmente, segui-las. Elas, quando observadas, reduzem os riscos de acidentes.

8) A concessionária de energia faz a diferença entre a leitura atual e a do mês anterior, logo:

$$\text{Consumo mensal} = 5\,143 \text{ kWh} - 4\,625 \text{ kWh} = 518 \text{ kWh.}$$

9) Aumentar a dureza dos metais.

10) Alicates universal, alicate de bico redondo, alicate de bico chato, alicate de bico meia cana, alicate de corte diagonal, alicate de corte frontal, alicate desencapador com bitolas de fios e alicate desencapador ajustável.

- 11)
- Escadas de metal conduzem correntes elétricas, portanto não devem ficar próximas de fios desencapados ou de redes elétricas.
  - Observe se a escada está apoiada em uma superfície plana, seca e estável.
  - Fique atento ao peso máximo tolerado pela escada, principalmente, quando for subir com outros objetos.
  - Verifique se a escada está em bom estado de conservação.

## Capítulo 5

### Orientações

A aprendizagem da simbologia elétrica é mais eficiente e dinâmica quando ocorre por meio de desenho, à mão livre ou com instrumentos. Os símbolos estão estabelecidos com figuras geométricas planas: círculos, retângulos, quadrados, triângulos, etc., portanto são de fácil traçado gráfico.

A interiorização da simbologia é fundamental na interpretação dos circuitos elétricos que representam os dispositivos e condutores numa técnica linguagem gráfica que exige correta leitura.

### Respostas – páginas 110-112

- 1) c. Metais.
- 2) b. Duas lâmpadas incandescentes no teto, com potência total de 100 W, pertencentes ao circuito 4.
- 3) São verdadeiras as sentenças 1, 2 e 3, portanto a resposta é a letra (d. 6).

- 4) b. Interruptor simples de três teclas.
- 5) a. Atua contra sobrecarga e corrente de curto-circuito.
- 6) d. 380 V.
- 7) As casas são ligadas entre fases alternadas para manter o equilíbrio do sistema.
- 8) a. 1,5 mm<sup>2</sup>.
- 9) Segundo a NBR 14136, os pinos de tomadas de corrente nominal até 10 A deve ter diâmetros de 4 mm.
- 10) d. Chamar um técnico eletricista para analisar e corrigir o problema.

## Capítulo 6

### Orientações

Diversos condutores podem ser apresentados em sala de aula para que o estudante evidencie cada tipo e, paralelamente, classifique-os quanto a flexibilidade. Os condutores devem ter cores diferentes para que possam ser identificados segundo a NBR 5410.

No laboratório, pode-se retirar tomadas já instaladas para a apresentação dos condutores conectados e, também, verificação se estão de acordo com as cores da norma e nos orifícios recomendados.

A teoria apresentada dá suporte para dimensionamento dos condutores do circuito de iluminação ou do ar-condicionado da sala de aula e de outras dependências do colégio.

Eletrodutos podem ser apresentados para melhor entendimento da taxa de ocupação pelos condutores, cujo dimensionamento se dá pelos métodos apresentados no livro.

### Respostas – páginas 131-133

- 1) c. Neutro: azul-claro; fase: vermelha; proteção: verde ou verde/amarela.
- 2) b. Alma condutora, camada isolante e cobertura.
- 3) d. Joule.
- 4) Corrente máxima suportada pelo condutor de seção 1,5 mm<sup>2</sup> (tabela 6.3) = 15,5 A  
Corrente consumida por uma lâmpada:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 0,45 \text{ A.}$$

1 lâmpada ————— 0,45 A

X ————— 15,5 A

$$X = \frac{15,5}{0,45} = 34,444.$$

- c. 34 lâmpadas.

- 5) Segundo a NBR 5410, circuito de iluminação: 1,5 mm<sup>2</sup>; circuito de tomadas: 2,5 mm<sup>2</sup>.  
Ou seja, letra d. 1,5 mm<sup>2</sup> e 2,5 mm<sup>2</sup>.
- 6) 
$$P_n \cdot L = \frac{220^2 \cdot 2,5 \cdot 3}{200 \cdot \frac{1}{58}} = 105\,270 \text{ W}\cdot\text{m}.$$
- 7)  $P_n \cdot L = 3\,600 \cdot 17 = 61\,200 \text{ W}\cdot\text{m}.$  Consultando-se a tabela 6.2, tem-se  $61\,200 < 70\,180$  (máxima carga tolerada), portanto condutor de seção 2,5 mm<sup>2</sup>.  
d. 2,5 mm<sup>2</sup>.
- 8) Potência total do circuito: 14 000 W.  
 $P_n \cdot L = 14\,000 \cdot 15 = 210\,000 \text{ W}\cdot\text{m}.$   
Observa-se na tabela 6.2 que  $210\,000 < 280\,720$ , portanto condutor de fase de seção 10 mm<sup>2</sup>.  
Condutor neutro, segundo tabela 6.4, de seção 10 mm<sup>2</sup>.
- 9) a. Circuito 1 (força).  
 $P_n \cdot L = 2\,600 \cdot 15 = 39\,000 \text{ W}\cdot\text{m}.$   
Consultando-se a tabela 6.2, observa-se:  $39\,000 < 42.108$ , portanto o condutor teria seção de 1,5 mm<sup>2</sup>, no entanto, como o circuito de força, a seção mínima admitida é de 2,5 mm<sup>2</sup>.  
**Conclusão:** seção 2,5 mm<sup>2</sup>.
- b. Circuito 2 (iluminação).  
 $P_n \cdot L = 100 \cdot 4 + 100 \cdot 10 + 100 \cdot 18 + 100 \cdot 24 = 400 + 1\,000 + 1\,800 + 2\,400 = 5\,600 \text{ W}\cdot\text{m}.$   
Consultando-se a tabela 6.2, observa-se:  $5\,600 < 42\,108$ , portanto a seção do condutor é de 1,5 mm<sup>2</sup>.
- c. Circuito 3 (força).  
 $P_n \cdot L = 600 \cdot 10 + 600 \cdot 12 + 600 \cdot 14 + 100 \cdot 16.$   
 $P_n \cdot L = 6\,000 + 7\,200 + 8\,400 + 1\,600 = 23\,200 \text{ W}\cdot\text{m}.$   
Consultando-se a tabela 6.2, observa-se:  $23\,200 < 43\,108$ , logo a seção seria 1,5 mm<sup>2</sup>, no entanto, para circuito de força, a seção mínima deve ser 2,5 mm<sup>2</sup>.  
**Conclusão:** seção 2,5 mm<sup>2</sup>.
- 10) **Primeiro método:** condutor de maior diâmetro
- 3 fios no circuito 1 mais 3 fios no circuito 2, perfazendo um total de 6 fios.
  - A maior seção é 4 mm<sup>2</sup>, portanto considera-se os 6 fios com seção de 4 mm<sup>2</sup> cada.
  - Consultando-se a tabela 6.7, tem-se: vertical – 6 condutores no eletroduto; horizontal – seção de 4 mm<sup>2</sup>. Na interseção da coluna com a linha, encontra-se o diâmetro nominal do eletroduto: 20 mm.

**Segundo método:** área útil de ocupação máxima

- Na tabela 6.10, tem-se: Área dos 3 fios de seção 4,0 mm<sup>2</sup> = 13,8 + 13,8 + 13,8 = 41,4 mm<sup>2</sup>.
- Na tabela 6.10, tem-se: Área dos 3 fios de seção 2,5 mm<sup>2</sup> = 10,7 + 10,7 + 10,7 = 32,1 mm<sup>2</sup>.
- Área total ocupada pelos condutores = 41,4 + 32,1 = 73,5 mm<sup>2</sup>.

Consultando a tabela 6.8 (eletroduto rígido), observa-se que 73,5 < 85 (área máxima de ocupação), portanto o eletroduto terá diâmetro de 20 mm.

## Capítulo 7

### Orientações

Fazer os cálculos de consumo e economia de energia a partir do extrato de uma fatura de energia elétrica residencial real é sempre uma prática salutar para o bom entendimento dos conceitos na formação de um profissional da área, com extensão de exercício de cidadania.

Consiga os selos do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), instituídos pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) e Eletrobrás, junto ao instituto de pesos e medidas de seu estado ou região, pois eles normalmente são de distribuição gratuita; e, então, ofereça-os para os seus alunos. Nesses institutos é possível, também, conseguir as cartilhas de economia de energia.

### Respostas – páginas 148-150

1) Cálculo do tempo através regra de três simples e direta:

$$3 \text{ h} \text{ ————— } 1 \text{ d}$$

$$\Delta t \text{ ————— } 20 \text{ d}$$

$$\Delta t = 3 \cdot 20 = 60 \text{ h.}$$

Como a potência nominal média do aparelho de som é 80 W, então pela da definição de energia consumida, vêm:

$$\Delta E = \frac{P \cdot \Delta t}{1\,000} = \frac{80 \cdot 60}{1\,000} = \frac{4\,800}{1\,000} = 4,8 \text{ kWh.}$$

2)

Aparelho	Quantidade	Potência Média	Tempo uso/dia
TV	01	150 W	5 h
Lâmpadas	04	100 W	6 h
Chuveiro	01	3000 W	1/2 h
Computador	01	200 W	2 h
Geladeira	01	150 W	18 h
Ventilador	01	90 W	6 h

**Primeiro passo:** calcula-se a energia consumida por cada aparelho:

a. TV:

$$5 \text{ h} \text{ ————— } 1 \text{ d}$$

$$\Delta t \text{ ————— } 30 \text{ d}$$

$$\Delta t = 5 \cdot 30 = 150 \text{ h.}$$

$$\Delta E = \frac{P \cdot \Delta t}{1\,000} = \frac{150 \cdot 150}{1\,000} = \frac{22\,500}{1\,000} = 22,5 \text{ kWh.}$$

b. Lâmpada:

$$6 \text{ h} \text{ ————— } 1 \text{ d}$$

$$\Delta t \text{ ————— } 30 \text{ d}$$

$$\Delta t = 6 \cdot 30 = 180 \text{ h.}$$

$$\Delta E = \frac{P \cdot \Delta t}{1\,000} = \frac{180 \cdot 100}{1\,000} = \frac{18\,000}{1\,000} = 18 \text{ kWh.}$$

Como são quatro lâmpadas, então o consumo total será:  $\Delta E = 4 \cdot 18 = 72 \text{ kWh}$ .

c. Chuveiro elétrico:

$$\frac{1}{2} \text{ h} \text{ ————— } 1 \text{ d}$$

$$\Delta t \text{ ————— } 30 \text{ d}$$

$$\Delta t = \frac{1}{2} \cdot 30 = 15 \text{ h.}$$

$$\Delta E = \frac{P \cdot \Delta t}{1\,000} = 3\,000 \cdot \frac{1}{1\,000} = 45 \text{ kWh.}$$

d. Computador:

$$2 \text{ h} \text{ ————— } 1 \text{ d}$$

$$\Delta t \text{ ————— } 30 \text{ d}$$

$$\Delta t = 2 \cdot 30 = 60 \text{ h.}$$

$$\Delta E = \frac{P \cdot \Delta t}{1\,000} = \frac{200 \cdot 60}{1\,000} = \frac{12\,000}{1\,000} = 12 \text{ kWh.}$$

e. Geladeira:

$$18 \text{ h} \text{ ————— } 1 \text{ d}$$

$$\Delta t \text{ ————— } 30 \text{ d}$$

$$\Delta t = 18 \cdot 30 = 540 \text{ h.}$$

$$\Delta E = \frac{P \cdot \Delta t}{1\,000} = \frac{150 \cdot 540}{1\,000} = \frac{81\,000}{1\,000} = 81 \text{ kWh.}$$

f. Ventilador:

$$6 \text{ h} \text{ ————— } 1 \text{ d}$$

$$\Delta t \text{ ————— } 30 \text{ d}$$

$$\Delta t = 6 \cdot 30 = 180 \text{ h.}$$

$$\Delta E = \frac{P \cdot \Delta t}{1\,000} = \frac{90 \cdot 180}{1\,000} = \frac{16\,200}{1\,000} = 16,2 \text{ kWh.}$$

**Segundo passo:** energia elétrica total consumida pela residência:

$$\Delta E_{\text{TOTAL}} = 22,5 + 72 + 45 + 12 + 81 + 16,2 = 248,7 \text{ kWh.}$$

3) Normalmente, as lâmpadas fluorescentes e as lâmpadas compactas fluorescentes e circulares, abreviadas por LFC, são as mais econômicas para uso residencial e até industrial, mas ultimamente estão surgindo as lâmpadas à base de LED (*Light Emitting Diode*) com uma vida útil maior que as LCF).

4) **Primeiro passo:** cálculo do consumo de cada aparelho:

a. Lâmpada:

$$12 \text{ h} \text{ ————— } 1 \text{ d}$$

$$\Delta t \text{ ————— } 10 \text{ d}$$

$$\Delta t = 12 \times 10 = 120 \text{ h.}$$

$$\Delta E = \frac{P \cdot \Delta t}{1\,000} = \frac{100 \cdot 120}{1\,000} = \frac{12\,000}{1\,000} = 12 \text{ kWh.}$$

Como são quatro lâmpadas, então  $\Delta E = 4 \cdot 12 = 48 \text{ kWh.}$

b. Geladeira:

$$20 \text{ h} \text{ ————— } 1 \text{ d}$$

$$\Delta t \text{ ————— } 10 \text{ d}$$

$$\Delta t = 20 \cdot 10 = 200 \text{ h.}$$

$$\Delta E = \frac{P \cdot \Delta t}{1\,000} = \frac{200 \cdot 200}{1\,000} = \frac{40\,000}{1\,000} = 40 \text{ kWh.}$$

c. Aparelho de som:

$$6 \text{ h} \text{ ————— } 1 \text{ d}$$

$$\Delta t \text{ ————— } 10 \text{ d}$$

$$\Delta t = 6 \cdot 10 = 60 \text{ h.}$$

$$\Delta E = \frac{P \cdot \Delta t}{1\,000} = \frac{120 \cdot 60}{1\,000} = \frac{7\,200}{1\,000} = 7,2 \text{ kWh.}$$

**Segundo passo:** cálculo do consumo total:

$$\Delta E_{\text{Total}} = 48 + 40 + 7,2 = 95,2 \text{ kWh.}$$

**Terceiro passo:** cálculo do desperdício de 10% (0,10):

$$\Delta E_{\text{Desperdício}} = 95,2 \cdot 0,10 = 9,52 \text{ kWh.}$$

**Quarto passo:** cálculo consumo total mais desperdício:

$$\Delta E_{\text{Total}} = 95,2 + 9,52 = 104,72 \text{ kWh.}$$

**Quinto passo:** valor gasto com conta de energia elétrica:

$$1 \text{ kWh} \text{ ————— } \text{R\$ } 0,45$$

$$104,72 \text{ ————— } \text{R\$}$$

$$104,72 \cdot 0,45 = 47,12 \text{ R\$}.$$

5) **Primeiro passo:** cálculo do tempo para as lâmpadas:

10 h ————— 1 dia

$\Delta t$  ————— 30 dias

$$\Delta t = 30 \cdot 10 = 300 \text{ h/mês.}$$

**Segundo passo:** cálculo do consumo da lâmpada de 60 W:

$$\Delta E = \frac{P \cdot \Delta t}{1\,000} = \frac{60 \cdot 300}{1\,000} = \frac{18\,000}{1\,000} = 18 \text{ kWh.}$$

**Terceiro passo:** cálculo do consumo da lâmpada de 15 W:

$$\Delta E = \frac{P \cdot \Delta t}{1\,000} = \frac{15 \cdot 300}{1\,000} = \frac{4\,500}{1\,000} = 4,5 \text{ kWh.}$$

**Quarto passo:** comparação do consumo das duas lâmpadas:

18 kWh ————— 100 %

4,5 kWh —————  $\Delta(\%)$

$$\Delta(\%) = \frac{450}{18} = 25 \text{ \%}.$$

**Conclusão:** a compacta só consumiu 25% da energia requerida pela incandescente, portanto:

$$100 \% - 25 \% = 75 \% \text{ de economia.}$$

Logo é uma atitude recomendada trocar as lâmpadas incandescentes da residência pelas compactas.

6) **Professor,** permita que o aluno responda essa questão em forma de pesquisa.

7) No mês anterior o relógio indicou um consumo de 2 563 kWh e de 2 783 kWh na última leitura do mês atual, portanto, fazendo a diferença entre essas duas medidas, determina um consumo de 220 kWh no período de um mês.

**Observação:** veja que o ponteiro de cada círculo gira em sentido diferente do anterior, portanto inicie a leitura sempre a partir do zero para ser observada a ordem crescente do registro.

Considerando que o valor do kWh é R\$ 0,49 e fazendo uma regra de três simples e direta:

1 kWh ————— R\$ 0,49

220 kWh ————— R\$

$$R\$ = 0,49 \cdot 220.$$

e. R\$ 107,80.

8) **Primeiro passo:** cálculo da corrente elétrica da lâmpada:

$$P = U \cdot I$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{150}{220} = 0,6818 \text{ A.}$$

**Segundo passo:** o fusível de proteção do sistema é de 15 A, então o ferro de passar poderá exigir uma corrente elétrica de:

$$I_F = 15 - 0,6818 = 14,32 \text{ A}$$

**Terceiro passo:** cálculo da potência máxima que ferro poderá ter:

$$P = U \cdot I.$$

$$P = 220 \cdot 14,32 =$$

$$c. \ 3 \ 150 \text{ W.}$$

- 9)
- Desconectar os aparelhos eletrônicos da tomada mesmo depois de desligados, pois continuam consumindo energia.
  - Utilizar o ferro elétrico quando tiver muita roupa acumulada, pois evita o seu manuseio várias vezes num mesmo período.
  - Não deixar aparelhos no modo espera (*stand-by*): continuam consumindo energia.
  - Limpar periodicamente os filtros do ar-condicionado.
  - Reduzir o tempo de banho e, ao ensaboar-se, desligue o chuveiro.
  - Ao viajar, desligue a chave geral.

10) **Primeiro passo:** cálculo do tempo:

$$6 \text{ h} \text{ ————— } 1 \text{ d}$$

$$\Delta t \text{ ————— } 365 \text{ d}$$

$$\Delta t = 365 \cdot 6.$$

$$\Delta t = 2 \ 190 \text{ h.}$$

**Segundo passo:** cálculo da energia gerada, por  $\text{m}^2$ :

$$\Delta E = \frac{P \cdot \Delta t}{1 \ 000}$$

$$\Delta E = \frac{2 \ 190 \cdot 700}{1 \ 000} = \frac{1 \ 533 \ 000}{1 \ 000} = 1 \ 533 \text{ kWh.}$$

**Terceiro passo:** a energia elétrica coletada pelos painéis solares com  $4 \text{ m}^2$  de área, durante 6 h/dia e rendimento de 60% (0,60), será:

$$\Delta E = 1 \ 533 \cdot 0,6 \cdot 4 = 3 \ 679,2 \text{ kWh.}$$

**Quarto passo:** cálculo da economia:

$$\text{R\$ } 0,60 \text{ ————— } 1 \text{ kWh}$$

$$\text{R\$ } \text{ ————— } 3 \ 679,2 \text{ kWh}$$

$$\text{R\$ } = 3 \ 679,2 \cdot 0,60.$$

$$\text{R\$ } = 2.207,52.$$

# Capítulo 8

## Orientações

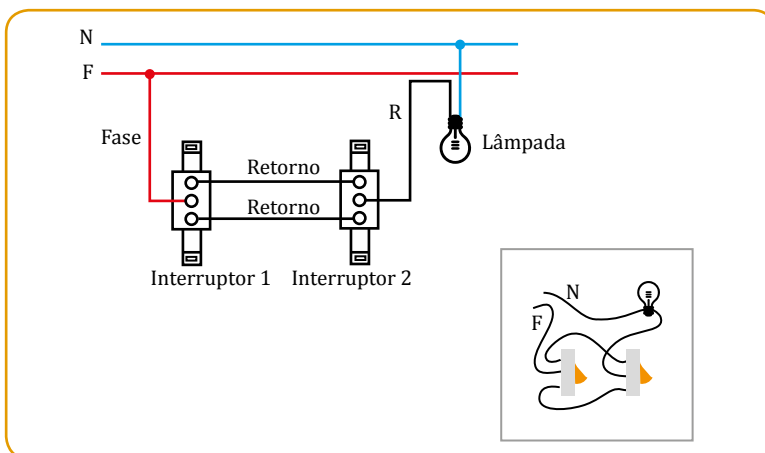
Os materiais elétricos, em geral, são de preços acessíveis, portanto a montagem de um laboratório se torna perfeitamente viável. Lâmpadas, soquetes, interruptores, disjuntores, tomadas, condutores (2,5 mm<sup>2</sup> e 1,5 mm<sup>2</sup>), chave de teste, chave de fenda, chave estrela, alicate universal, estiletes e plugues são suficientes para o começo de um estudo prático e envolvente de instalações elétricas residenciais.

Os circuitos apresentados são de fácil compreensão e podem ser reproduzidos mesmo em um modesto laboratório.

## Respostas – páginas 166-169

1) e. Fase, terra e neutro.

2)



Interruptores paralelos comandando uma lâmpada.

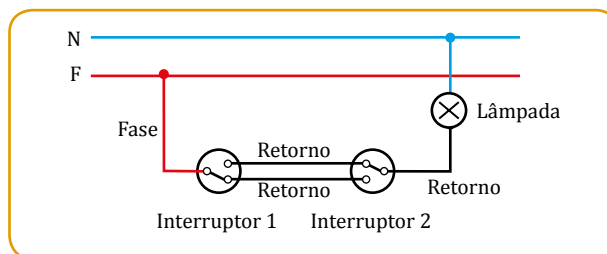


Diagrama multifilar.

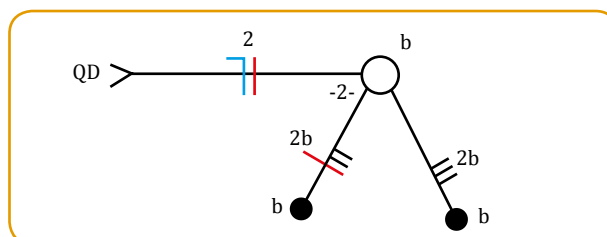
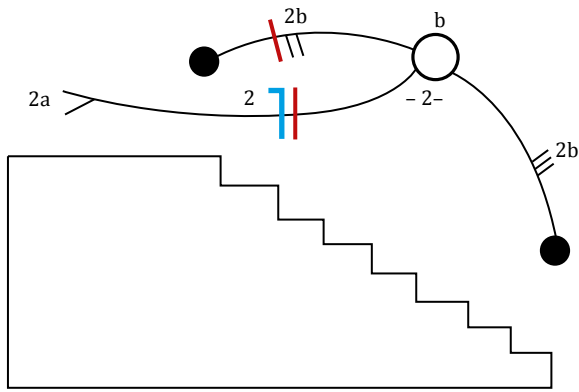
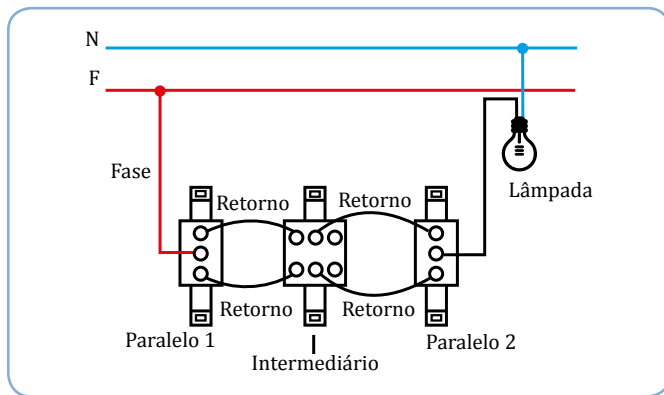


Diagrama unifilar.



3)



Interruptor intermediário.

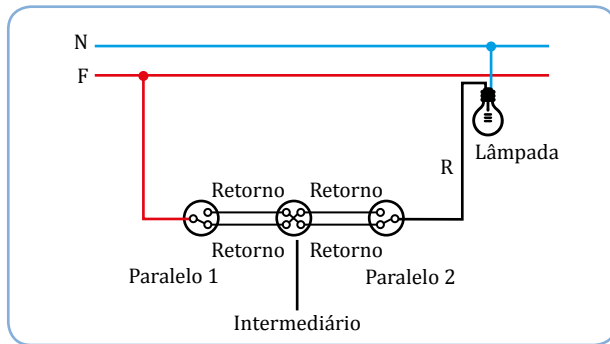


Diagrama multifilar.

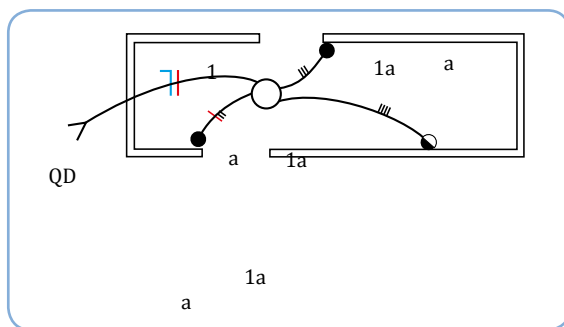
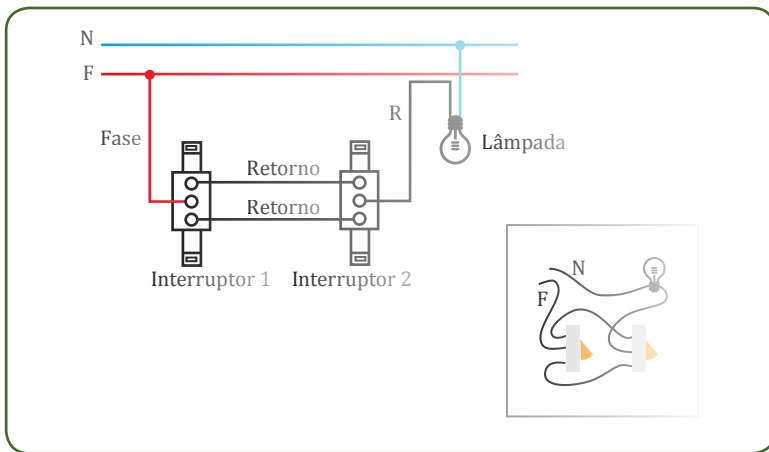


Diagrama em planta.

4)



Interruptores paralelos comandando uma lâmpada.

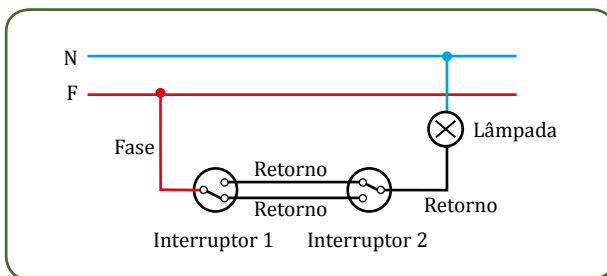


Diagrama multifilar.

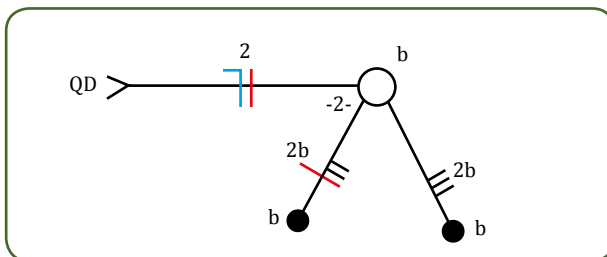


Diagrama unifilar.

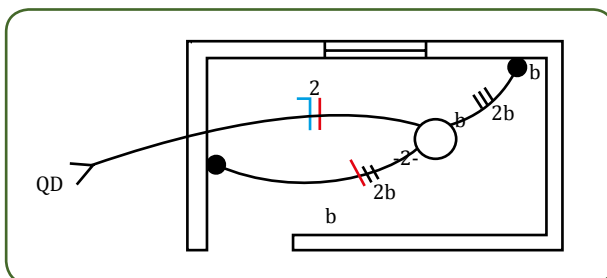
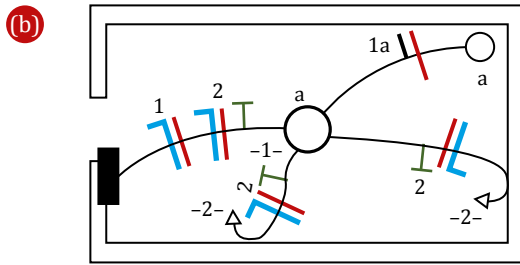
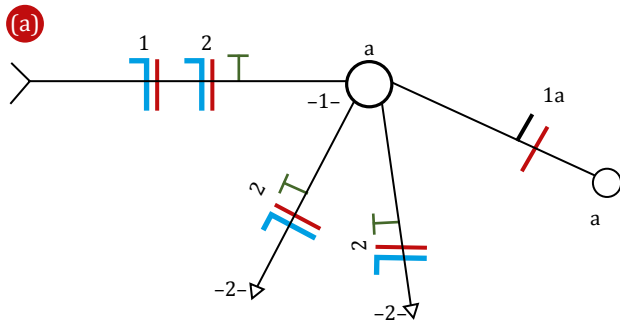
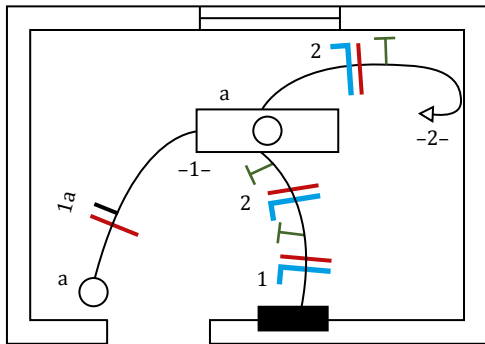


Diagrama em planta.

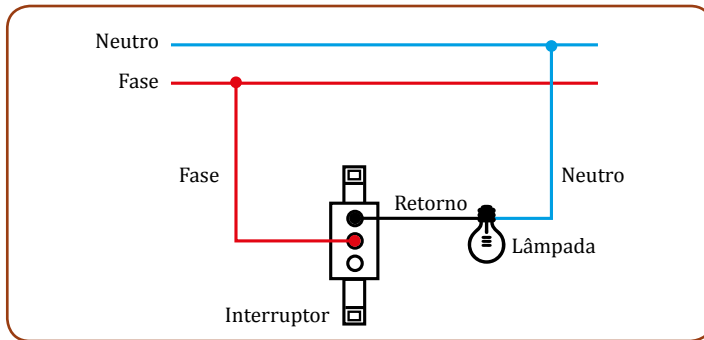
5)



6)



7)



Interruptor acionando uma lâmpada.

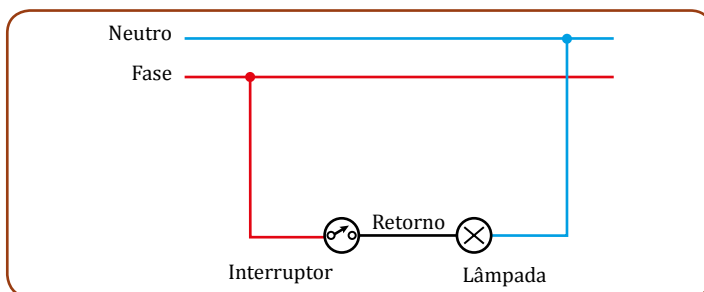


Diagrama multifilar.

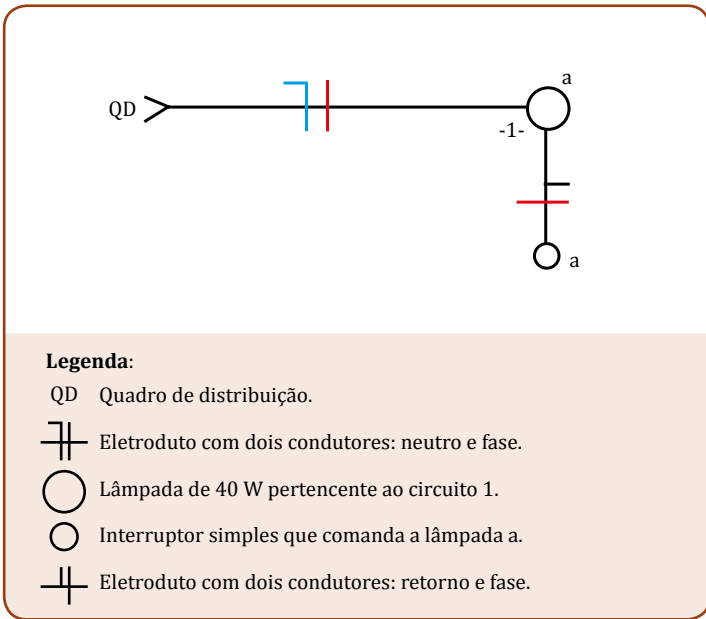


Diagrama unifilar.

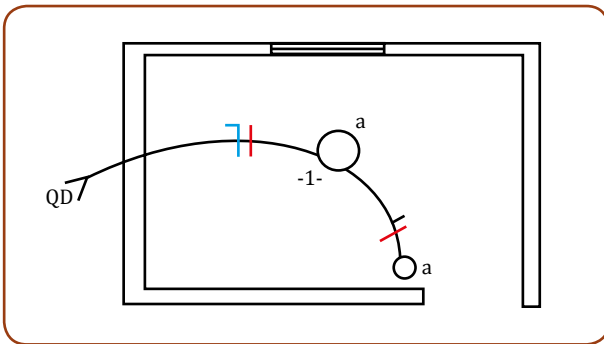
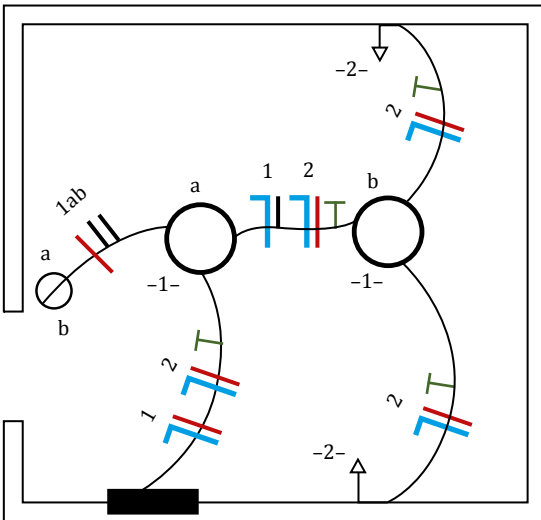
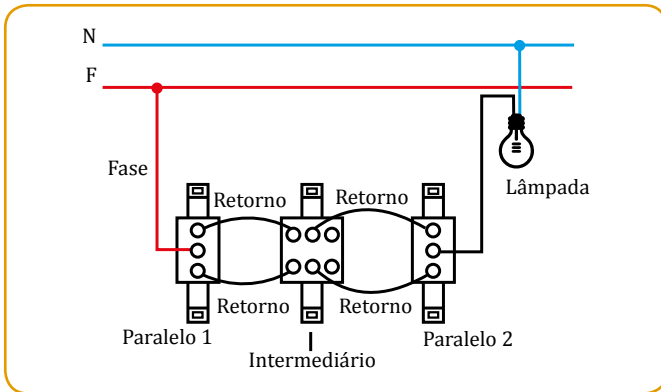


Diagrama em planta.

8)



9)



Interrupor intermediário.

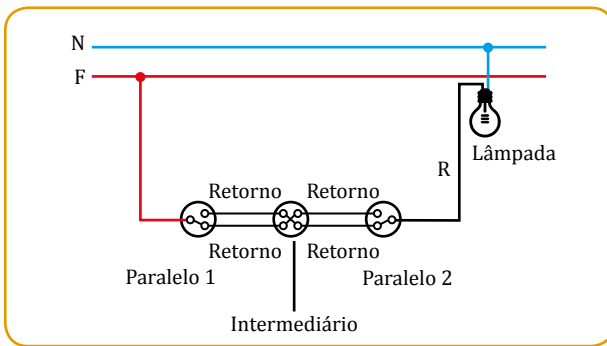


Diagrama multifilar.

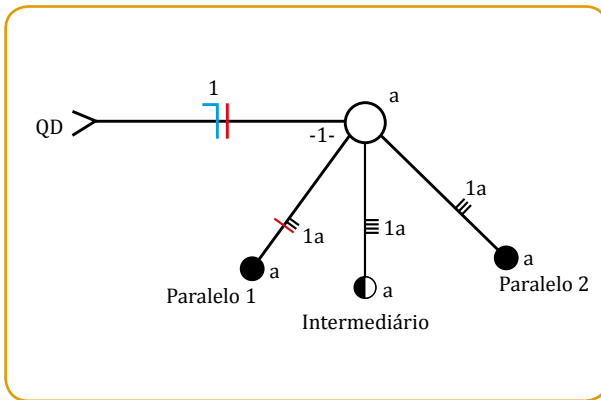
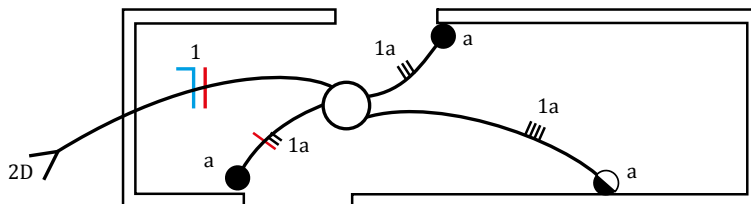
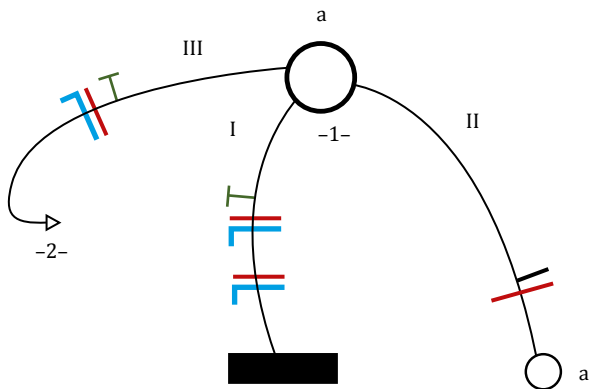


Diagrama unifilar.



10)



e. Dois condutores de fase, dois condutores neutros e um condutor de proteção.

## Capítulo 9

### Orientações

Cada aluno poderá calcular a potência mínima de iluminação e o número de tomadas, recomendado por norma, de suas residências, para a comparação com a potência instalada e a quantidade de tomadas existentes. Nesse momento, os conhecimentos de áreas de figuras planas serão fundamentais.

No final do curso, poderá ser cobrado um projeto completo de instalações elétricas de uma residência: potência de iluminação, número de tomadas de uso geral (TUG) e de uso específico (TUE), potência ativa, potência do circuito de distribuição e dimensionamento de disjuntores e condutores.

### Respostas – páginas 190-192

1) Área do quarto =  $4 \text{ m} \cdot 3,5 \text{ m} = 14 \text{ m}^2$  ( $6 \text{ m}^2 + 4 \text{ m}^2 + 4 \text{ m}^2$ ).

Expressando os dados em uma planilha:

Quarto (m <sup>2</sup> )	6	4	4
Potência (VA)	100	60	60

Potência total =  $100 + 60 + 60 =$

e. 220 VA.

2) Utilizando uma trena, calcule a área da sala, atribua, segundo as normas, as potências e confira o resultado com a carga instalada. Converta a potência aparente em potência ativa.

3) Área =  $2,8 \cdot 3,3 = 9,24 \text{ m}^2 > 6 \text{ m}^2$ .

Perímetro =  $2,8 + 2,8 + 3,3 + 3,3 = 12,2 \text{ m}$  ( $3,5 \text{ m} + 3,5 \text{ m} + 3,5 \text{ m} + 1,7 \text{ m}$ ).

Expressando os dados em uma planilha:

Perímetro (m)	3,5	3,5	3,5	1,7
Potência (VA)	600	600	600	100
Tomadas	1	1	1	1

Potência total =  $600 + 600 + 600 + 100 = 1\,900$  VA

Quantidade de tomadas = 4.

b. Quatro tomadas;  $P = 1\,900$  VA.

4) Área da sala =  $7,2\text{ m} \cdot 2,3\text{ m} = 16,56\text{ m}^2 > 6\text{ m}^2$ .

Perímetro =  $7,2 + 7,2 + 2,3 + 2,3 = 19\text{ m}$  ( $5\text{ m} + 5\text{ m} + 5\text{ m} + 4\text{ m}$ ).

Expressando os dados em uma planilha:

Perímetro (m)	5	5	5	4
Potência (VA)	100	100	100	100
Tomadas	1	1	1	1

Potência total =  $100 + 100 + 100 + 100 = 400$  VA

Quantidade de tomadas = 4.

d. Quatro tomadas;  $P = 400$  VA.

5)  $P = U \cdot I = 127 \cdot 5 = 635$  VA.

**Observação:** o ferro elétrico é um circuito resistivo, portanto o fator de potência (FP) é 1.

$P_{\text{ativa}} = 635 \cdot 1 = 635$  W.

b. 635 W.

6) d. Watt.

7) Área da área de serviço =  $2\text{ m} \cdot 3\text{ m} = 6\text{ m}^2 \leq 6\text{ m}^2$ , portanto, segundo a NBR 5410,  $P =$

b. 100 VA.

8) Área da cozinha =  $6\text{ m} \cdot 3\text{ m} = 18\text{ m}^2 > 6\text{ m}^2$ .

Perímetro =  $6 + 6 + 3 + 3 = 18\text{ m}$  ( $3,5\text{ m} + 3,5\text{ m} + 3,5\text{ m} + 3,5\text{ m} + 3,5\text{ m} + 0,5\text{ m}$ ).

Expressando os dados em uma planilha:

Perímetro (m)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	0,5
Potência (VA)	600	600	600	100	100	100
Tomadas	1	1	1	1	1	1

Potência total =  $2\,100$  VA.

Quantidade de tomadas = 6.

9) Área do quarto =  $5 \text{ m} \cdot 3 \text{ m} = 15 \text{ m}^2 (6 \text{ m}^2 + 4 \text{ m}^2 + 4 \text{ m}^2 + 1 \text{ m}^2)$ .

Expressando os dados em uma planilha:

Área (m <sup>2</sup> )	6	4	4	1
Potência (VA)	100	60	60	0

Potência total de iluminação =

a. 220 VA.

10) Área da sala =  $5 \text{ m} \cdot 3 \text{ m} = 15 \text{ m}^2 > 6 \text{ m}^2$ .

Perímetro =  $5 + 5 + 3 + 3 = 16 \text{ m} (5 \text{ m} + 5 \text{ m} + 5 \text{ m} + 1 \text{ m})$ .

Expressando os dados em uma planilha:

Perímetro (m)	5	5	5	1
Potência (VA)	100	100	100	100
Tomadas	1	1	1	1

Quantidade de tomadas = 4.

d. Quatro.

## Capítulo 10

### Orientações

O Capítulo 10 trata-se da automação. Mas o que é automação? É um conjunto de técnicas pelas quais se constroem sistemas automáticos capazes de atuar com eficiência e acionados por comandos recebidos do meio sobre o qual atuam, ou seja, é um sistema de controle por meio do qual os mecanismos verificam o próprio funcionamento, efetuando medições e, quando necessário, inserindo correções automaticamente, sem auxílio do homem.

A automação em edifícios e empresas é bastante comum há algum tempo. É fácil notar os sistemas automáticos presentes nesses ambientes, como a detecção e combate a incêndios, as centrais de alarmes, câmeras de segurança, portas giratórias, sensores de presença, entre outros. O interessante é que esses sistemas estão migrando para as residências, dando origem aos termos: automação residencial, casa automática, domótica, residência inteligente, etc.

Nesse momento é uma boa oportunidade para que os alunos pesquisem mais sobre o assunto, para tanto é importante que o professor sugira sites confiáveis. Vale também rever alguns temas para sanar possíveis dúvidas.

### Resposta – página 206

1) **Primeiro passo:** como a ddp  $U = 220 \text{ V}$  e a corrente máxima da minuteria é  $10 \text{ A}$ , então a potência total consumida será:

$$P = U \cdot I = 10 \cdot 220 = 2\,200 \text{ W.}$$

**Segundo passo:** quantidade de lâmpadas de 100 W que podem ser acionadas:

$$100 \text{ W} \text{ ————— } 1 \text{ Lâmpada}$$

$$2 \text{ 200 W} \text{ ————— } N$$

$$N = \frac{2 \text{ 200}}{100} = 22 \text{ lâmpadas.}$$

**Conclusão:** de maneira similar, são determinadas 36 lâmpadas incandescentes de 60 W ou 55 lâmpadas de 40 W ou, ainda, 73 lâmpadas de 30 W.

2) São equipamentos que acionam a iluminação ao detectar a presença de alguém ou de algum objeto em movimento. Esses dispositivos emitem ondas: infravermelho ou ultrassom. Existem três tipos de tecnologia no mercado:

- Infravermelho: sensível a fontes de calor (corpo humano) ou automóvel em funcionamento, por exemplo.
- Ultrassom: emite ondas ultrassônicas que são refletidas de volta ao receptor do sensor acionando a iluminação.
- Conjugado ou dual: combinam as duas tecnologias em um só equipamento.

3) **Primeiro passo:** tempo de consumo das lâmpadas:

$$12 \text{ h} \text{ ————— } 1 \text{ dia}$$

$$\Delta t \text{ ————— } 30 \text{ dias}$$

$$\Delta t = 12 \cdot 30 = 360 \text{ h.}$$

**Segundo passo:** energia consumida pelas lâmpadas:

$$\Delta E = \frac{P \cdot \Delta t}{1 \text{ 000}} = \frac{60 \cdot 360}{1 \text{ 000}} = \frac{21 \text{ 600}}{1 \text{ 000}} = 21,6 \text{ kWh por lâmpada.}$$

Energia consumida por todas as lâmpadas no decorrer de um mês:

$$21,6 \text{ kWh} \text{ ————— } 1 \text{ lâmpada}$$

$$\Delta E_t \text{ ————— } 15 \text{ lâmpadas}$$

$$\Delta E_t = 15 \cdot 21,6 = 324 \text{ kWh.}$$

**Terceiro passo:** tempo de permanência das lâmpadas ligadas depois da automação:

$$\Delta t = \frac{12 \text{ h} \cdot 60}{100} = 12 \text{ h} \cdot 0,6 = 7,2 \text{ h (aproximadamente).}$$

$$\text{Tempo total mensal por lâmpada} = 7,2 \cdot 30 = 216.$$

**Quarto passo:** cálculo do novo consumo de energia para uma lâmpada:

$$\Delta E = \frac{P \cdot \Delta t}{1 \text{ 000}}$$

$$\Delta E = \frac{60 \cdot 216}{1 \text{ 000}}$$

$$\Delta E = \frac{12 \text{ 960}}{1 \text{ 000}}$$

$$\Delta E = 12,96 \text{ kWh.}$$

$$\text{Energia consumida pelas 15 lâmpadas} = 12,96 \cdot 15 = 194,4 \text{ kWh.}$$

- 4) **Professor**, permita que o aluno responda a essa questão em forma de trabalho individual.
- 5) **Professor**, permita que o aluno responda a essa questão em grupo.
- 6) **Primeiro passo**: perímetro do terreno:  
 $P = 10 \text{ m} + 40 \text{ m} + 10 \text{ m} + 40 \text{ m} = 100 \text{ m}.$
- Segundo passo**: a cerca terá 6 fios:  
Total de metros de fio =  $6 \cdot 100 = 600 \text{ m}.$
- Terceiro passo**: quantidade de haste:
- Levando em consideração que a distância padrão entre as hastes da cerca é de 3 m, então:
- Número de hastes =  $\frac{100}{3} = 33$  hastes.
- 7) O sensor de fim de curso utilizado para detectar quando o portão atinge seu deslocamento máximo, na abertura ou fechamento.
- 8) Um ímã no início e outro no final da cremalheira cria um campo magnético que atua em um relé, responsável pelo desligando o motor.
- 9) **Professor**, permita que o aluno pesquise na internet/livro a essa questão.
- 10) Relé fotoelétrico.