



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.

O 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, a obra, com sua estruturação pedagogicamente elaborada, é uma ferramenta altamente relevante, pois é fio condutor dessas atividades formativas.

O livro 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 que acompanha a obra é 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, esse 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.

Educação Profissional

A Educação Profissional e Tecnológica se configura como uma importante estrutura para que todas as pessoas tenham efetivo acesso às conquistas profissionais científicas e tecnológicas. Esse é o elemento diferencial que está na gênese da constituição de uma identidade social particular para os agentes e instituições envolvidos nesse contexto, cujo fenômeno é decorrente da história, do papel e das relações que a Educação Profissional e Tecnológica estabelece com a ciência e a tecnologia, o desenvolvimento regional e local e com o mundo do trabalho e dos desejos de transformação dos atores envolvidos. Parte integrante de um projeto de desenvolvimento nacional que busca consolidar-se como soberano, sustentável e inclusivo, a Educação Profissional e Tecnológica atende às novas configurações do mundo do trabalho, e, igualmente, contribui para a elevação da escolaridade dos trabalhadores.

Formação Inicial e Continuada (FIC)

Segundo o *Guia de Cursos FIC* elaborado pelo Ministério da Educação (MEC), o programa instituído no dia 26 de outubro pela Lei nº 12.513/2011 compreende a mais ambiciosa e abrangente reforma já realizada na Educação Profissional e Tecnológica (EPT) brasileira. Com a meta de oferecer 8 milhões de vagas a estudantes, trabalhadores diversos, pessoas com deficiência e beneficiários dos programas federais de transferência de renda. O programa conta com cinco objetivos estratégicos. São eles:

- Expandir, interiorizar e democratizar a oferta presencial e a distância de Cursos Técnicos e de Formação Inicial e Continuada (FIC).
- Fomentar e apoiar a expansão da rede física de atendimento da EPT.
- Contribuir para a melhoria da qualidade do ensino médio público, por meio da articulação com a educação profissional.
- Ampliar as oportunidades educacionais dos trabalhadores por meio do incremento da formação e qualificação profissional.
- Estimular a difusão de recursos pedagógicos para apoiar a oferta de cursos de EPT.

Aos trabalhadores são oferecidos os cursos FIC com duração de 160 horas ou mais e são organizados em 13 eixos tecnológicos. Os cursos são relacionados pelo Ministério da Educação por meio do *Guia de Cursos FIC* que representa mais do que o cumprimento de uma obrigação formal, mas a consolidação – em escala nacional – de uma estratégia de desenvolvimento que se recusa a desvincular a qualificação profissional de trabalhadores da elevação da escolaridade. Dessa forma é acima de tudo o instrumento de consolidação de uma política pública visando a aproximar o mundo do trabalho ao universo da educação – um instrumento não tão somente de fomento ao desenvolvimento profissional, mas também e, acima de tudo, de inclusão e de promoção do exercício da cidadania.

Eixos tecnológicos presentes no guia de cursos FIC:

- **Ambiente e Saúde:** compreende cursos associados à melhoria da qualidade de vida, à preservação e utilização da natureza e ao desenvolvimento e inovação do aparato tecnológico de suporte e atenção à saúde.
- **Desenvolvimento Educacional e Social:** compreende cursos de relacionados ao planejamento, execução, controle e avaliação de funções de apoio pedagógico e administrativo em escolas públicas, privadas e demais instituições. São funções que tradicionalmente apoiam e complementam o desenvolvimento da ação educativa intra e extraescolar.
- **Controle e Processos Industriais:** compreende cursos associados aos processos mecânicos, eletroeletrônicos e físico-químicos.
- **Gestão e Negócios:** compreende cursos associados aos instrumentos, técnicas e estratégias utilizadas na busca da qualidade, produtividade e competitividade das organizações.
- **Turismo, Hospitalidade e Lazer:** compreende cursos relacionados aos processos de recepção, viagens, eventos, serviços de alimentação, bebidas, entretenimento e interação.
- **Informação e Comunicação:** compreende cursos relacionados à comunicação e processamento de dados e informações.
- **Infraestrutura:** compreende cursos relacionados à construção civil e ao transporte.
- **Militar:** compreende cursos relacionados à formação do militar, como elemento integrante das organizações militares que contribuem para o cumprimento da missão constitucional das Forças Armadas.
- **Produção Alimentícia:** compreende cursos relacionados ao beneficiamento e à industrialização de alimentos e bebidas.
- **Produção Cultural e Design:** compreende cursos relacionados com representações, linguagens, códigos e projetos de produtos, mobilizadas de forma articulada às diferentes propostas comunicativas aplicadas.
- **Produção Industrial:** compreende cursos relacionados aos processos de transformação de matéria-prima, substâncias puras ou compostas, integrantes de linhas de produção específicas.
- **Recursos Naturais:** compreende cursos relacionados à produção animal, vegetal, mineral, aquícola e pesqueira.
- **Segurança:** compreende cursos direcionados à prevenção, à preservação e à proteção dos seres vivos, dos recursos ambientais, naturais e do patrimônio que contribuam para a construção de uma cultura de paz, de cidadania e de direitos humanos nos termos da legislação vigente.

Elaboração dos Livros Didáticos Técnicos

Devido ao fato do ensino técnico e profissional 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 dos alunos que estão afastados das salas de aula há muitos anos e veem na Educação Profissional 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. Conseqüentemente, 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). Assim, o 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.

Nesse 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.

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 essa 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 e mantendo a motivação para o progresso, sugerindo 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 esse 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.

Nesse 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 do 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, para tanto, perguntar se: O aluno progrediu em relação ao seu patamar anterior? O aluno progrediu em relação às primeiras avaliações? Respondidas a essas questões, volta a perguntar-se: O aluno apresentou progresso suficiente para acompanhar a próxima etapa? Dessa forma, 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, nesse 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, o livro está de acordo com o *Guia de Cursos FIC*. 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.

O livro está organizado em capítulos, graduando as dificuldades, em uma linha lógica de aprendizagem. 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 em um 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: 20 fev. 2018.

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

**ELETRICISTA INSTALADOR
PREDIAL DE BAIXA TENSÃO**

Orientações gerais

O ramo da construção civil, especificamente na última década, ganhou uma maior expressão e por consequência teve posição de destaque entre as diferentes profissões em expansão do cenário brasileiro. Logo, as atividades diretamente ligadas à construção civil, também aumentaram significativamente sua contribuição para os índices de empregabilidade do brasileiro. O livro *Eletricista instalador predial de baixa tensão* está inserido nesse contexto, e justifica diretamente a elaboração desse material, que foi pensado em sua integridade buscando responder: “Como o público (aluno) desse livro do Curso de Qualificação, que concluiu o Ensino Fundamental, pode ser capaz de desenvolver suas habilidades e raciocínio em um tema que é tido como complexo pela grande maioria das pessoas, como a instalação elétrica predial de baixa tensão?”

Assim, com o egresso deste curso, a obra está apta a preparar o leitor-aluno à profissão de eletricista instalador predial em redes de distribuição de energia elétrica de baixa tensão, de acordo com as normas e procedimentos técnicos de qualidade e segurança.

Objetivos do material didático

- Abordar a Teoria da Geração, Transmissão e Distribuição da Energia Elétrica.
- Introduzir os princípios fundamentais da eletricidade.
- Conhecer as medidas elétricas, as principais ferramentas e os principais elementos utilizados em uma instalação elétrica.
- Saber como é feito o fornecimento de energia elétrica por parte da concessionária de energia elétrica.
- Dimensionar as cargas elétricas, dividir os circuitos terminais e dimensionar os condutores elétricos eletrodutos, segundo os padrões **estabelecidos pela NBR 5410**.
- Conhecer a teoria de aterramento elétrico e os principais esquemas de aterramento.
- Conscientizar os alunos sobre a segurança em instalações elétricas.

Princípios pedagógicos

O objetivo é apresentar ao público-alvo desse livro, por meio de exemplos de complexidade média e de atividades práticas, os conceitos fundamentais que um eletricista instalador predial precisa, necessariamente, conhecer para iniciar com eficiência e tranquilidade suas atividades.

Articulação do conteúdo

O docente do curso pode articular com professores de outras áreas como, circuitos elétricos e instalações elétricas industriais, vários conceitos afins que acabam fazendo parte dessas áreas em comum.

Atividades complementares

Além das atividades práticas do Capítulo 3, que deve ser realizada em grupo para oferecer uma maior troca de conhecimento entre os alunos, sugere-se uma visita técnica a uma instalação elétrica em sua fase inicial de montagem, com o objetivo de proporcionar um maior contato com a realidade que será encontrada em situações futuras.

Sugestões de leitura

COTRIM, A. M. B. *Instalações elétricas*. 5. ed. São Paulo: Editora Prentice Hall, 2008.

FILHO, D. L. L. *Projeto de instalações elétricas prediais*. 11. ed. São Paulo: Editora Érica, 2010.

GASPAR, A. *Física 3*. 2. ed. São Paulo: Editora Ática, 2009.

JÚNIOR, R. C. *Instalações elétricas e o projeto de arquitetura*. 3. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2011.

NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão.

NBR 5444 – Símbolos gráficos para instalações prediais.

NBR 5419 – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas.

NR 10 – Segurança em instalações elétricas.

Sugestão de planejamento

Este manual foi elaborado para dar suporte ao livro *Eletricista instalador predial de baixa tensão* e ser utilizado para 200 horas em sala de aula. O planejamento foi montado para um curso que possui cinco aulas semanais com duração de 4 horas para cada aula, resultando em 20 horas (aula/semana). Dependendo da necessidade, é possível que o planejamento seja alterado de forma proporcional conforme tabela abaixo:

Semana	Capítulos trabalhados
1	Capítulo 1
2	Capítulo 1
3	Capítulo 2
4	Capítulo 3
5	Capítulo 4
6	Capítulo 5
7	Capítulo 5
8	Capítulo 6
9	Capítulo 6
10	Capítulos 7 e 8

O professor pode, também, solicitar leituras como fonte de pesquisa (trabalho individual e em grupo).

Capítulo 1 – Energia elétrica

Objetivos

- Conceituar energia elétrica.
- Conhecer tipos de geração de energia elétrica.
- Saber sobre geração, transmissão e distribuição de energia e instalação elétrica.
- Abordar conceitos básicos de eletricidade.

Atividades

O professor pode trabalhar as atividades resolvidas em sala de aula, ou seja, explicar item a item, por exemplo, as resoluções da atividade da página 21 do livro do aluno.

Capítulo 2 – Medidas elétricas e ferramentas para instalações elétricas

Objetivos

- Conhecer notação científica e notação de engenharia.
- Abordar grandezas fundamentais e derivadas.
- Identificar instrumentos de medidas elétricas.
- Saber usar ferramentas para instalações elétricas.

Atividades

Fazer uma abordagem geral do capítulo e promover um "bate-papo" a respeito dos instrumentos e ferramentas usadas nas instalações.

Capítulo 3 – Elementos de instalações elétricas

Objetivos

- Definir instalações elétricas.
- Conhecer a simbologia padronizada.
- Abordar esquema multifilar, unifilar e esquemas de instalação de pontos.

Atividades

Trabalhar com os alunos as definições, a simbologia padronizada e os esquemas multifilar, unifilar e os esquemas de instalação de pontos. Lembrando que esses temas podem levantar dúvidas e estas devem ser resolvidas de imediato para que a sequência das aulas seja proveitosa. **Observação:** se possível, trazer para a sala de aula os elementos mais comuns listados no capítulo, por exemplo: condutores, disjuntores e interruptores.

Capítulo 4 – Fornecimento de energia elétrica

Objetivos

- Conhecer limites de fornecimento; padrão de entrada.
- Saber o que é demanda de energia.

Atividades

Aplicar o conteúdo do capítulo, e solicitar aos alunos que consultem a norma de fornecimento de energia da concessionária de sua região, pois ela apresenta especificidades que não são trabalhadas no livro.

Capítulo 5 – Previsão de cargas da instalação elétrica

Objetivos

- Conceituar iluminação.
- Entender o que é luminotécnica.
- Saber previsão de cargas conforme NBR 5410.

Atividades

Trabalhar com exercícios adicionais de diferentes plantas baixas residenciais, buscando consolidar os conhecimentos adquiridos (válidos para os capítulos 5, 6 e 7).

Capítulo 6 – Divisão em circuitos da instalação elétrica

Objetivos

- Abordar locação dos pontos elétricos.
- Conhecer circuitos de uma instalação elétrica; divisão da instalação em circuitos terminais.
- Calcular potência e corrente do circuito elétrico e dos circuitos terminais.
- Identificar quadro de distribuição e dispositivo de proteção.

Atividades

No Capítulo 6 também é interessante trabalhar com exercícios adicionais de diferentes plantas baixas residenciais. O professor pode promover uma mesa redonda para questionamento de temas relevantes desse capítulo.

Capítulo 7 – Dimensionamento de condutores elétricos e eletrodutos

Objetivos

- Identificar condutores elétricos.
- Abordar eletrodutos.

Atividades

Além das atividades do capítulo, assim como nos capítulos 5 e 6, trabalhar com atividades adicionais de diferentes plantas baixas residenciais. E, ainda, solicitar um trabalho em grupo sobre condutores elétricos.

Capítulo 8 – Aterramento e segurança em instalações elétricas

Objetivos

- Conceituar aterramento; tipos de aterramento.
- Saber o que é aterramento.
- Conhecer esquemas de aterramento.
- Apresentar a segurança em instalações elétricas; e proteção contra descargas atmosféricas.

Atividades

Solicitar aos alunos uma pesquisa em *sites* confiáveis sobre a teoria do dimensionamento do aterramento elétrico, e fotos e vídeos de pessoas que tiveram acidentes envolvendo eletricidade, com o objetivo de impactá-los sobre a importância do tema segurança.

Orientações didáticas e respostas das atividades

Capítulo 1

Orientações

Esse capítulo deve ser trabalhado em um ritmo moderado, pois será o primeiro contato dos alunos com o tema **instalações elétricas**. O foco deve ser voltado para a geração de energia em hidrelétricas, a maior responsável de geração de energia em nosso país; trabalhar os conceitos de corrente elétrica e tensão elétrica e sugerir exercícios adicionais voltados para o consumo de energia.

Respostas – páginas 22-24

- 1)
 - Biomassa: recurso proveniente da matéria orgânica, de origem vegetal ou animal, que pode ser usado na geração de energia. Exemplo: lenha, cana-de-açúcar, papel, etc.
 - Petróleo: mistura de moléculas de carbono e hidrogênio, que tem sua origem na decomposição da matéria orgânica. Encontrado em bacias sedimentares formadas por arenitos ou calcários, tem cerca de 65% de sua reserva localizada no Oriente Médio.

- Carvão mineral: mistura de componentes orgânicos sólidos, gerados ao longo de milhões de anos, tendo sua qualidade medida pela quantidade de carbono. Cerca de 36% de sua reserva se localiza na Europa.
- Gás natural: hidrocarboneto gerado pela decomposição da matéria orgânica após milhões de anos. Seus primeiros estágios de decomposição geram o petróleo, e sua fase final gera o gás natural. A Rússia é responsável por aproximadamente 25% da reserva mundial.
- Energia nuclear: energia liberada pelo processo de reação nuclear, processo em que ocorre uma equivalência de transformação de massa em energia. Tem como desvantagem os resíduos radioativos e o risco de acidentes nucleares.

2) 6, 4, 1, 3, 5, 2.

3) Para chegar ao seu destino final, é preciso que a eletricidade percorra milhares de quilômetros. Nesse percurso, é perdida uma quantidade de energia, logo, para diminuir tais perdas, é necessário elevar os níveis de tensão para ordem de até aproximadamente 750 mil volts em subestações elevadores que se localizam próximas a usinas geradoras de energia.

4)

Aparelhos	Potência
Chuveiro elétrico	5 700 W
Secadora de roupas	3 500 W
Torneira elétrica	3 000 W
Micro-ondas	1 500 W
Secador de cabelo	1 000 W
Lavadora de roupas	1 000 W

5) A discussão acerca da questão energética é antiga, pois ocorre desde as primeiras crises do petróleo (final da década de 70). Com o crescimento do consumo de energia elétrica no mundo, especialmente nos países mais desenvolvidos, a questão de eficiência energética torna-se cada vez mais importante. É esse o cenário de desenvolvimento que se encontra o Brasil. O governo brasileiro tem aprimorado leis, investido em programas de eficiência energética, como exemplo, o Selo Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), destinado a aparelhos e equipamentos energeticamente eficientes.

6) e. C em relação a D e F se atraem.

7) 1, 4, 3, 2.

8) $P = U \cdot i \Rightarrow 5\,400 = 220 \cdot i \Rightarrow i = 24,55 \text{ A}$

$P = U \cdot i \Rightarrow 5\,400 = 127 \cdot i \Rightarrow i = 42,51 \text{ A}$

O consumo de energia está diretamente ligado ao consumo de potência elétrica, e não na intensidade da corrente elétrica. Dessa forma, tanto o chuveiro ligado em 220 V como em 127 V, consumirá a mesma energia, pois a potência do chuveiro permanece a mesma independente da tensão aplicada sobre ele.

9) Primeiro é preciso saber qual foi a energia consumida pelas lâmpadas:

$$E = P \cdot \Delta t \Rightarrow E = (60 \text{ W} \cdot 2 \text{ lâmpadas}) \cdot (30 \text{ dias} \cdot 24 \text{ horas}) = 120 \cdot 720 = 86\,400 \text{ W}$$

$$1 \text{ kW} = 1\,000 \text{ W} \qquad 1 \text{ kWh} = \text{R\$ } 0,27$$

$$x = 86 \cdot 4\,000 \text{ W} \qquad 86,4 \text{ kWh} = x$$

$$E = 86,4 \text{ kWh} \qquad x = \text{R\$ } 23,33$$

10) a.

$$P = U \cdot i \Rightarrow 5\,700 = 127 \cdot i \Rightarrow i = 44,88 \text{ A}$$

$$U = R \cdot i \Rightarrow 127 = R \cdot 44,88 \Rightarrow R = 2,82 \, \Omega$$

$$\text{b. } E = P \cdot \Delta t \Rightarrow E = 5\,700 \cdot 0,5 = 2\,850 \text{ W} = 2,85 \text{ kWh}$$

$$\text{c. } 1 \text{ kWh} = \text{R\$ } 0,35$$

$$2,85 \text{ kWh} = x$$

$$x = \text{R\$ } 0,99$$

Capítulo 2

Orientações

Orientar o aluno a realizar medições práticas com os instrumentos de medidas elétricas disponíveis em laboratório. **Professor**, se possível, trazer para a sala de aula uma caixa de ferramentas para ilustrar o conhecimento adquirido no capítulo.

Respostas – páginas 36-39

- 1) e. O amperímetro deve ser colocado em série, e o voltímetro em paralelo com a carga.
- 2) O voltímetro está em paralelo com a carga de $8 \, \Omega$, e o amperímetro está em série com o gerador.

A intensidade da corrente no amperímetro é precedida pelo cálculo da resistência equivalente:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{20} + \frac{1}{30}$$

$$\frac{1}{R_e} = \frac{3 + 2}{60}$$

$$\frac{1}{R_e} = \frac{5}{60}$$

$$R_e = 12 \, \Omega + 8 \, \Omega = 20 \, \Omega$$

Agora temos:

$$U = R \cdot i \Rightarrow 100 = 20 \cdot i \Rightarrow i = 5 \text{ A} \Rightarrow \text{Leitura do amperímetro.}$$

Para sabermos a tensão aplicada sobre a carga de 8Ω , temos:

$$U = R \cdot i = 8 \cdot 5 \Rightarrow U = 40 \text{ V} \Rightarrow \text{Leitura do voltímetro.}$$

- 3) 5, 8, 6, 9, 1, 3, 4, 7, 2.
- 4) a. voltímetro, série;
b. corrente, amperímetro;
c. multímetro, tensão, corrente e resistência.
- 5) O medidor eletrônico de energia elétrica, também chamado de medidor digital de energia, diferentemente do medidor analógico que opera por meio de força eletromagnética, funciona por circuitos digitais que realizam uma amostragem dos sinais de tensão e corrente em tempo real. Essa amostragem permite que o medidor estabeleça diferenciações em função do momento da medição, tal ação permitirá que diferentes valores de tarifas sejam aplicados ao decorrer do dia, reduzindo assim o valor da fatura de energia elétrica.
- 6) a. Soprador térmico.
b. Arco de serra.
c. Metro articulado.
d. Parafusadeira elétrica.
e. Talhadeira.
f. Ponteiro.
g. Lima.
h. Brocas.
i. Furadeira elétrica.
j. Marreta.
k. Alicates universais.
l. Chave de boca.
- 7) As ferramentas da instalação elétrica, sem o devido isolamento elétrico, podem causar graves acidentes relacionados aos choques elétricos. Devem ser fabricadas com material isolante ou revestidas por um material isolante, por exemplo, a chave de fenda.
- 8) As respostas podem apresentar variações, seguem sugestões de respostas:
- Descascador de fios: ferramenta muito simples que pode ajudar o alicate de corte. Consiste em duas lâminas que prendem firmemente a capa do fio, e quando a mesma é puxada, a capa do fio é removida a partir do ponto em que a ferramenta foi fixada.
 - Martelo: ferramenta necessária quando se deseja fixar ou retirar peças específicas.
 - Arame ou fita de passagem: trata-se de uma fita ou arame de aço capaz de puxar os fios e cabos, estando estes no interior dos eletrodutos.

- 9) As respostas podem apresentar variações. Sugestões de respostas:
- Não ligue duas ferramentas elétricas em uma mesma tomada.
 - Não utilize máquinas e ferramentas elétricas com fios gastos, não isolados ou com defeito e que não possuam conector.
 - A mais segura forma de transporte do seu material é em uma caixa específica de ferramenta.
- 10) Teste de tensão: teste feito por uma caneta detectora de voltagem, utilizado para indicar se um condutor elétrico apresenta ou não níveis de tensão, por meio de um sinal sonoro ou de um LED. Lâmpada de prova: também chamada de lâmpada de série, é utilizada para identificar a continuidade da corrente elétrica em dispositivos elétricos. Ao encostar os seus terminais no equipamento de prova, havendo continuidade a lâmpada acenderá, mas em caso de interrupção da corrente elétrica, permanecerá apagada. Teste de continuidade: utilizado para verificar a continuidade das ligações dos condutores, visando saber se os mesmos se encontram corretamente conectados ao longo do circuito elétrico.

Capítulo 3

Orientações

O objetivo do capítulo é fazer com que o aluno se familiarize com as definições e elementos mais utilizados em uma instalação elétrica. Ocorrerá, também, um primeiro contato com as normas de um projeto, por meio da representação da simbologia elétrica e dos esquemas unifilar e multifilar na instalação de pontos úteis e de carga. Os demais elementos podem ser encontrados na norma NBR 5410, que rege as instalações elétricas de baixa tensão; assim, o professor pode solicitar uma pesquisa a respeito; e também, se possível, trazer para a sala de aula os elementos mais comuns listados no capítulo, exemplos: condutores, disjuntores e interruptores.

Respostas – página 52-54

- 1) O aluno deve diferenciar os padrões de tomadas, podendo também citar em qual país cada padrão é utilizado.
- 2)
- Dispositivos de manobra: provocam uma mudança na configuração elétrica do circuito, de forma manual ou automática, por meio de um dispositivo elétrico.
 - Dispositivos de proteção: dispositivos que atuam de forma automática no circuito, quando o mesmo se apresenta em condições anormais.
 - Dispositivos de seccionamento: provocam o isolamento completo do circuito ou de um equipamento ligado a ele, visando a segurança da instalação.
 - Dispositivos de comando: dispositivos automáticos que são acionados por uma ação humana, e tem o objetivo de modificar o estado de operação de um equipamento.

- 3)
 - a. fase, neutro;
 - b. TUEs (tomadas de uso específico), TUGs (tomadas de uso geral);
 - c. paralelo, várias, 127 V, potências;
 - d. várias, 220 V, potências;
 - e. neutro, carga, fases, bipolares.
- 4) 5, 3, 2, 1, 4.
- 5)
 - Circuito de distribuição: se originam no quadro de medição e ligam as chaves do quadro de distribuição geral ao quadro terminal localizado no interior da residência, ou em andares de prédios. Ex.: circuito do quadro de medição.
 - Circuitos terminais: saem do quadro terminal de disjuntores de uma residência ou apartamento, e alimentam os pontos de luz, tomadas e os aparelhos fixos. Ex.: circuitos de tomadas de uso geral e específico.
- 6)
 - Esquema unifilar: representa o circuito elétrico, identificando o número de condutores, bem como seus trajetos, por meio de uma linha.
 - Esquema multifilar: representa o circuito elétrico, que identifica todos os seus condutores, bem como as suas especificações.
- 7) Consultar a NBR 5444.
- 8) 2, 3, 4, 1.
- 9)
 - Perspectiva cônica: é um desenho tridimensional que apresenta os elementos da instalação de maneira próxima à forma como são vistos pelo homem.
 - Planta baixa: trata-se de um corte da edificação, trabalha-se com a retirada da parte superior do plano, observando somente o piso da edificação, bem como suas esquadrias e paredes que formarão os ambientes internos.

Capítulo 4

Orientações

No Capítulo 4 será abordado como se realiza o fornecimento de energia para uma instalação elétrica, como: padrão de entrada, base de cálculos em função da potência instalada e demanda necessária. **Professor**, lembrar aos alunos de consultarem a norma de fornecimento de energia da concessionária da região em que eles vivem, pois em cada região há uma norma específica.

Respostas – páginas 64-65

- 1) O fornecimento realizado pelas concessionárias de energia atendem seus diversos consumidores em função do somatório das potências nominais em quilowatts e, somente a partir desse cálculo, será definido o tipo de atendimento que será realizado. Os diferentes tipos de ligações se classificam em: monofásica, bifásica ou trifásica.

- 2) • Ligação monofásica: utilizada em instalações que possuem uma potência máxima instalada de até 12 kW. Formada por dois condutores, o condutor fase e neutro, sendo que o condutor fase possui uma tensão de 127 V em relação ao condutor neutro.
- Ligação bifásica: usada em instalações que possuem uma potência máxima instalada maior que 12 kW e menor que 25 kW. Formada por dois condutores fases e um neutro. A tensão entre os condutores é 220 V, dessa forma, todos os equipamentos devem ser adequados para serem utilizados na tensão de 220 V.
- Ligação trifásica: aplicada em instalações que possuem uma potência máxima instalada maior que 25 kW e menor que 75 kW. Para instalar um equipamento trifásico na tensão de 220 V é necessário ligá-lo entre as três fases.
- 3) • Ramal de ligação: deve ser visível e localizado sempre em frente ao terreno, e será fornecido juntamente com os equipamentos de medição, pela concessionária de energia.
- Poste de ligação: tem a finalidade de fixar o ramal de ligação e deve ser escolhido e dimensionado em função da categoria de atendimento do fornecimento de energia.
- Quadro de medição: possui padrões específicos que variam conforme a concessionária de energia e o número de consumidores.
- Proteção da instalação, aterramento e ferragens.
- 4) Deve ser instalado dentro da propriedade, preferencialmente no limite entre o terreno e a via pública, em parede externa da construção, não devendo ficar afastado mais de um metro desse limite. Possui padrões específicos que variam conforme a concessionária de energia e o número de consumidores.
- 5) Demanda de energia, é o somatório das cargas instaladas operando no mesmo intervalo de tempo, expresso em volt-ampere (VA).
- $$DM = [(\sum \text{Illum.} + \sum \text{TUG's} \cdot g1) + (\sum \text{TUE's} \cdot g2)]$$
- 6) e. Todas as alternativas anteriores.
- 7) $DM = [(\sum \text{Illum.} + \sum \text{TUG's} \cdot g1) + (\sum \text{TUE's} \cdot g2)]$
- $$DM = [(6\ 000 + 4\ 500 \cdot 0,52) + (6\ 400 \cdot 1,00)]$$
- $$DM = (10\ 500 \cdot 0,52) + (6\ 400 \cdot 1,00)$$
- $$DM = 5\ 460 + 6\ 400 = 11\ 860\ \text{VA}$$
- 8) Somatório da potência instalada: 16 900 VA
- Logo, $P = 15\ 548\ \text{W}$
- 9) $S^2 = P^2 + Q^2$
- $$S^2 = (15\ 000)^2 + (8\ 000)^2$$
- $$S^2 = 225\ 000\ 000 + 64\ 000\ 000$$
- $$S^2 = 225\ 000\ 000 + 64\ 000\ 000$$
- $$S^2 = 289\ 000\ 000$$
- $$S = 17\ 000\ \text{W} = 17\ \text{kW}$$

- 10) Um baixo fator de potência é algo indesejável em uma instalação elétrica. Suas causas estão diretamente ligadas a cargas indutivas, como motores e transformadores, que produzem campo eletromagnético para seu funcionamento. Para correção desse baixo fator, é necessário conectar capacitores em paralelo com a carga, que irão minimizar o efeito indutivo gerado pelo campo magnético das cargas indutivas.

Capítulo 5

Orientações

Nesse capítulo o aluno aprenderá a dimensionar as cargas de iluminação das tomadas de uso geral e das tomadas de uso específico. Ou seja, cada aparelho ligado ao circuito de uma instalação elétrica solicita da rede elétrica uma potência específica para sua operação, que equivale à sua potência nominal de trabalho. A previsão de cargas tem por objetivo especificar os pontos úteis (de consumo ou de carga), nos quais a energia elétrica se fará necessária, determinar a quantidade de pontos úteis, bem como as suas localizações na instalação.

Professor, como já foi mencionado: trabalhar com atividades adicionais de diferentes plantas baixas residenciais, buscando consolidar os conhecimentos adquiridos nos capítulos 5, 6 e 7.

Respostas – páginas 76-78

1) Lâmpadas incandescentes

- **Favoráveis**

- São consideradas lixo comum, o que significa que o descarte não causa grandes danos ao meio ambiente.
- Têm índice de reprodução de cor de 100%, valor ainda não alcançado por nenhuma outra tecnologia.
- São em média cinco vezes mais baratas do que as concorrentes.

- **Desfavoráveis**

- Utilizam apenas 5% da energia que consomem, transformando os outros 95% em calor.
- Têm vida curta, em torno de 700 a 1 000 horas (um ano).

Lâmpadas fluorescentes

- **Favoráveis**

- Consomem de 4 a 5 vezes menos energia que as lâmpadas comuns (incandescentes).
- Têm longa vida; algumas chegam a durar até 6 000 horas (seis anos).
- Trabalham em baixa temperatura.
- Estão disponíveis com aparências de cor desde o branco-quente até o branco-frio.

- **Desfavoráveis**

- Possuem mercúrio em sua composição, que é altamente tóxico.
- Têm um índice de reprodução de cor de até 85%.
- Praticamente todas as lâmpadas fabricadas no mundo têm baixo fator de potência.
- São mais caras que as incandescentes.

2) Vantagens técnicas: baixo consumo, seu processo de funcionamento pode representar uma economia de 80%, em comparação à lâmpada incandescente cuja produção, na Europa, está proibida desde setembro de 2012.

Tempo de vida: possui um tempo de vida útil extremamente longo, em torno de 100 000 horas.

Meio ambiente: é considerado lixo comum, não demanda tratamento especial em sua fabricação ou descarte.

Vantagens econômicas: economia de energia, em comparação a outras lâmpadas, é prevista normalmente uma economia de 10% a 30%.

Custo de manutenção: devido à sua longa vida útil, evitam suspensões de serviço, prejuízos e substituições constantes, garantindo grande economia na manutenção.

3)

Grandeza	Símbolo	Unidade	Definição
Eficiência luminosa	N	lúmen/watt	É a relação entre o fluxo luminoso emitido e a energia elétrica consumida, ou seja, a potência.
Índice de reprodução de cor	IRC	%	Correspondência entre a cor real de um objeto e sua aparência diante de uma fonte de luz.
Fluxo luminoso	Lm	lúmen	Quantidade total de luz emitida por uma fonte, em sua tensão nominal de funcionamento.
Iluminância	E	lux (lx)	Fluxo luminoso que incide sobre uma superfície situada a uma distância específica da fonte.
Luminância	L	cd/m ²	Intensidade luminosa de uma fonte de luz produzida ou refletida por uma superfície iluminada.
Intensidade luminosa	I	candela (cd)	Quantidade de luz que uma fonte emite se projetada em uma determinada direção.

- 4) a. 1; interruptor;
 b. 6 m²; 100; >; 100; 60; 4 m²;
 c. ≤; >; 1; 5 m;
 d. aparelhos; 1,5 m.
 e. cada, nominal.
- 5) e. Todas as alternativas anteriores.

6)

Ambiente	Dimensões área (m ²)	Potência de iluminação	
Sala	$A = 4,00 \cdot 3,00 = 12,0 \text{ m}^2$	$12,0 \text{ m}^2 = 6 \text{ m}^2 + 4 \text{ m}^2 + 2 \text{ m}^2$	160 VA
Cozinha	$A = 3,50 \cdot 1,50 = 5,25 \text{ m}^2$	$5,25 \text{ m}^2 = 5,25 \text{ m}^2$	100 VA
Quarto	$A = 2,50 \cdot 3,00 = 7,5 \text{ m}^2$	$7,5 \text{ m}^2 = 6 \text{ m}^2 + 1,5 \text{ m}^2$	100 VA
Banheiro	$A = 1,50 \cdot 3,00 = 4,5 \text{ m}^2$	$4,5 \text{ m}^2$	100 VA
Área de serviço	$A = 1,50 \cdot 1,50 = 2,25 \text{ m}^2$	$2,25 \text{ m}^2 = 2,25 \text{ m}^2$	100 VA

7)

Ambiente	Dimensões		Quantidade mínima	
	Área (m ²)	Perímetro (m)	TUGs	TUEs
Sala	12 m ²	$(4,00 \cdot 2) + (3,00 \cdot 2) = 14 \text{ m}$	$5 \text{ m} + 5 \text{ m} + 4 \text{ m}$ $(1 + 1 + 1) = 3$	
Cozinha	5,25 m ²	Mesmo tendo uma área $\leq 6 \text{ m}^2$ serão designadas 2 tomadas para a cozinha devido ao uso de eletrodomésticos.	2	1 torneira elétrica
Quarto	7,5 m ²	$(2,50 \cdot 2) + (3,00 \cdot 2) = 11 \text{ m}$	$5 \text{ m} + 5 \text{ m} + 1 \text{ m}$ $(1 + 1 + 1) = 3$	
Banheiro	4,5 m ²	Não importa o perímetro: área $\leq 6 \text{ m}^2$	1	1 chuveiro
Área de serviço	2,25 m ²	Não importa o perímetro: área $\leq 6 \text{ m}^2$	1	1 máquina de lavar roupa

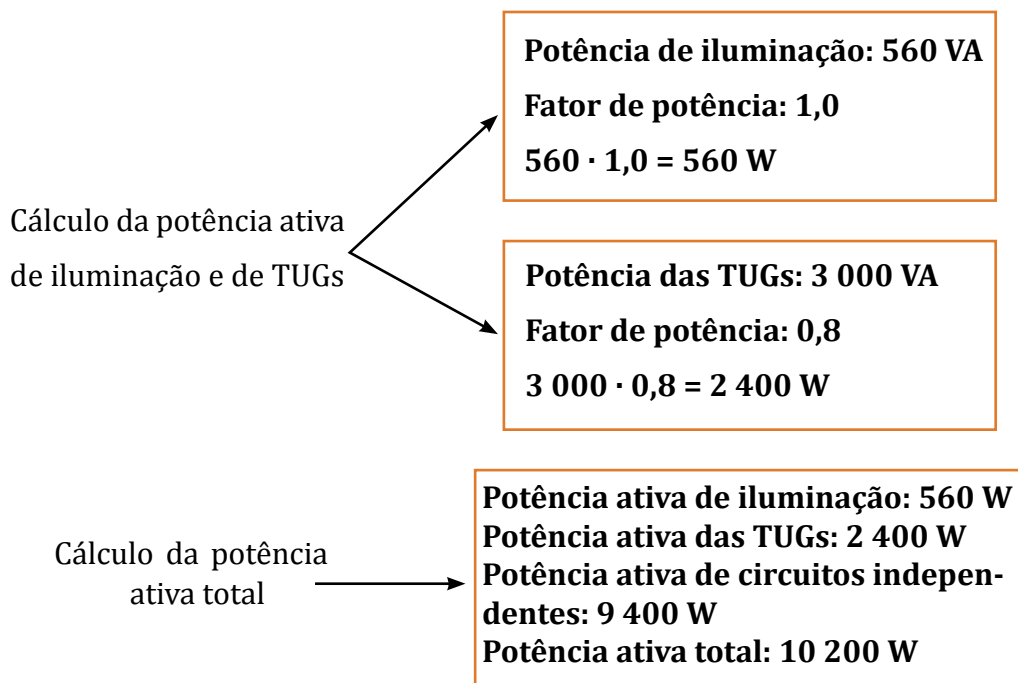
8)

Ambiente	Dimensões		Quantidade		Previsão de carga	
	Área (m ²)	Perímetro (m)	TUGs	TUEs	TUGs	TUEs
Sala	12 m ²	14 m	3	-	$(3 \cdot 100 \text{ VA})$	-
Cozinha	5,25 m ²	-	2	1	$(2 \cdot 600 \text{ VA})$	$(1 \cdot 3 \text{ 000 VA})$ torneira
Quarto	7,5 m ²	11 m	3	-	$(3 \cdot 100 \text{ VA})$	-
Banheiro	4,5 m ²	-	1	1	$(1 \cdot 600 \text{ VA})$	$(1 \cdot 5 \text{ 400 VA})$ chuveiro
Área de serviço	2,25 m ²	-	1	1	$(1 \cdot 600 \text{ VA})$	$(1 \cdot 1 \text{ 000 VA})$ máquina de lavar

9)

Ambiente	Dimensões		Potência de iluminação	TUGs		TUEs	
	Área (m ²)	Perímetro (m)		Quantidade	Potência (VA)	Local	Potência (VA)
Sala	12 m ²	14 m	160 VA	3	300 VA	-	-
Cozinha	5,25 m ²	-	100 VA	2	1200 VA	Torneira	3 000 VA
Quarto	7,5 m ²	11 m	100 VA	3	300 VA	-	-
Banheiro	4,5 m ²	-	100 VA	1	600 VA	Chuveiro	5 400 VA
Área de serviço	2,25 m ²	-	100 VA	1	600 VA	Máquina de lavar	1 000 VA
Total	-	-	560 VA	10	3 000 VA	3	9 400 VA

10)



Capítulo 6

Orientações

Nesse capítulo, além da teoria básica referente à divisão de circuitos da instalação que apresenta a melhor forma de distribuição dos pontos elétricos, o capítulo também mostra os dimensionamentos das potências e correntes dos circuitos terminais, bem como a teoria dos dispositivos de proteção de circuitos.

Respostas – páginas 88-89

- Circuito de distribuição: realiza a ligação entre o quadro de medição e o quadro de distribuição.
 - Circuitos terminais: fornecem energia elétrica para os pontos de iluminação e tomadas de uso geral e específico.

2) Esses circuitos facilitam futuras manutenções e reduzem os níveis de interferência das variações de tensão e corrente, limitando assim as consequências de uma possível falha na instalação elétrica.

3) V, F, V, F, E, V, F.

4) Etapa 1: $560 \text{ W} + 2\,400 \text{ W} = 2\,960 \text{ W}$

Etapa 2: $2\,960 \text{ W} \cdot 0,66 = 1\,954 \text{ W}$

Etapa 3: $(3\,000 \text{ W} + 5\,400 \text{ W} + 1\,000 \text{ W}) \cdot \text{fator de demanda correspondente ao número de circuitos independentes} = 9\,400 \text{ W} \cdot 0,84 = 7\,896 \text{ W}$

Etapa 4: $1\,954 \text{ W} + 7\,896 \text{ W} = 9\,850 \text{ W}$

Etapa 5: $P_{\text{Aparente}} = \text{Potência ativa} / \text{Fator de potência}$

$P_{\text{Aparente}} = 9\,850 \text{ W} / 0,95 = 10\,369 \text{ VA}$

5) Etapa 6: $I_c = P/U = 10\,369 \text{ VA} / 220 \text{ V} = 47,1 \text{ A}$

6)

Circuito	Descrição	Tensão	Ambientes	Quantidade · Potência (VA)	Total	Corrente I_c
1	Iluminação social	127 V	Sala	1 · 160	360 VA	2,83 A
			Quarto	1 · 100		
			Banheiro	1 · 100		
2	Iluminação serviço	127 V	Cozinha	1 · 100	200 VA	1,57 A
			Área de serviço	1 · 100		
3	Pontos de tomada	127 V	Sala	3 · 300	1 200 VA	9,45 A
			Quarto	3 · 300		
			Banheiro	1 · 600		
4	Pontos de tomada	127 V	Cozinha	2 · 600	1 800 VA	14,17 A
			Área de serviço	1 · 600		
5	Circuito independente	220 V	Chuveiro	1 · 5 400	5 400 VA	24,5 A
6	Circuito independente	220 V	Torneira elétrica	1 · 3 000	3 000 VA	13,6 A
7	Circuito independente	220 V	Máquina de lavar	1 · 1 000	1 000 VA	4,5 A
8	Circuito de distribuição	220 V	Localizado entre o quadro de medição e o quadro de distribuição	10 369 VA		47,1 A

7) b. $I_c \leq I_N \leq I_Z$.

- 8) Os disjuntores termomagnéticos são utilizados para proteger a edificação diante da ocorrência de diversas falhas da rede elétrica. Dispõem de um disparador térmico com atraso (bimetal), dependente de sua característica de intensidade tempo, que reage diante de sobrecargas moderadas, e um disparador eletromagnético que reage sem atraso diante de elevadas sobrecargas e curto-circuitos.
- 9) • Subtensão: conhecida também como queda de voltagem, são diminuições por curto período dos níveis de voltagem. É o problema mais comum, abrange mais de 85% de todos os tipos de falhas da energia elétrica.
- Sobretensão: aumento de voltagem que ocorre de forma instantânea. Normalmente causada por um raio que cai próximo a instalações, ou pela própria companhia de energia elétrica, quando esta retorna com o fornecimento após a interrupção da energia elétrica.
- *Blackout*: é a perda total de energia, também conhecida como "apagão". Geralmente é causado por demanda excessiva de energia na corrente elétrica, raios/tempestades, acidentes, etc.
- Surto: é um curto aumento de voltagem que dura aproximadamente $8 \cdot 10^{-3}$ segundos. Aparelhos de ar condicionados, equipamentos elétricos e outros podem causar essa falha. Quando o equipamento é desligado, a voltagem extra é dissipada pela linha de energia elétrica.

10) Circuito terminal 1: $360 \text{ W} / 127 \text{ V} = 2,83 \text{ A}$.

Utilizando disjuntor de 5 A: $10 \times 0,7$ (circuito de iluminação) = 3,5 A.

Sendo 3,5 A maior que 2,83 A, logo o disjuntor de 5 A é adequado para a proteção do circuito.

Circuito terminal 2: $200 \text{ W} / 127 \text{ V} = 1,57 \text{ A}$.

Utilizando disjuntor de 5 A: $5 \cdot 0,7$ (circuito de iluminação) = 3,5 A.

Sendo 3,5 A maior que 1,57 A, logo o disjuntor de 5 A é adequado para a proteção do circuito.

Circuito terminal 3: $1\ 200 \text{ W} / 127 \text{ V} = 9,45 \text{ A}$

Utilizando disjuntor de 16 A: $10 \cdot 0,7$ (circuito de TUGs) = 11,2 A.

Sendo 11,2 A maior que 9,45 A, logo o disjuntor de 16 A é adequado para a proteção do circuito.

Circuito terminal 4: $1\ 800 \text{ W} / 127 \text{ V} = 14,17 \text{ A}$.

Utilizando disjuntor de 25 A: $10 \cdot 0,7$ (circuito de TUGs) = 17,5 A.

Sendo 17,5 A maior que 14,17 A, logo o disjuntor de 25 A é adequado para a proteção do circuito.

Circuito terminal 5: $5\ 400 \text{ W} / 220 \text{ V} = 24,5 \text{ A}$.

Utilizando disjuntor de 32 A: $10 \cdot 0,8$ (circuito de TUEs) = 25,6 A.

Sendo 25,6 A maior que 24,5 A, logo o disjuntor de 32 A é adequado para a proteção do circuito.

Circuito terminal 6: $3\,000\text{ W} / 220\text{ V} = 13,6\text{ A}$.

Utilizando disjuntor de 20 A: $10 \cdot 0,8$ (circuito de TUEs) = 16 A.

Sendo 16 A maior que 13,6 A, logo o disjuntor de 20 A é adequado para a proteção do circuito.

Circuito terminal 7: $1\,000\text{ W} / 220\text{ V} = 4,5\text{ A}$.

Utilizando disjuntor de 6 A: $10 \cdot 0,8$ (circuito de TUEs) = 4,8 A.

Sendo 4,8 A maior que 4,4 A, logo o disjuntor de 6 A é adequado para a proteção do circuito.

Capítulo 7

Orientações

Professor, além das atividades e dos conteúdos do capítulo, como condutores elétricos e eletrodutos, trabalhar, também com exercícios adicionais de diferentes plantas baixas residenciais. E, ainda, solicitar um trabalho em grupo sobre condutores elétricos.

Respostas – páginas 96-97

- 1) Critério da seção mínima, critério da capacidade de condução de corrente, critério da queda de tensão, critério da sobrecarga, critério do curto-circuito e critério da proteção contra choques elétricos.
- 2) Cálculo da corrente de projeto: $I_p = P / V = 1\,000 / 127 = 7,87\text{ A}$.
Fator de agrupamento: para 4 circuitos no trecho; $f = 0,65$.
Cálculo da corrente corrigida: $I_c = I_p / f = 7,87 / 0,65 = 12,10\text{ A}$.
O condutor para esse trecho do circuito será de $1,5\text{ mm}^2$, pois o mesmo suporta até o limite de 15,5 A.
- 3) Cálculo da corrente de projeto: $I_p = P / V = 5\,400 / 220 = 24,54\text{ A}$.
Fator de agrupamento: para 2 circuitos no trecho; $f = 0,80$.
Cálculo da corrente corrigida: $I_c = I_p / f = 24,54 / 0,80 = 31,05\text{ A}$.
O condutor para esse trecho do circuito será de 6 mm^2 , pois o mesmo suporta até o limite de 36 A.
- 4) Cálculo da corrente de projeto: $I_p = P / V = 3\,000 / 127 = 23,62\text{ A}$.
Fator de agrupamento: para 3 circuitos no trecho; $f = 0,70$.
Cálculo da corrente corrigida: $I_c = I_p / f = 23,62 / 0,70 = 33,74\text{ A}$.
O condutor para esse trecho do circuito será de 6 mm^2 , pois o mesmo suporta até o limite de 36 A.
- 5) • Condutor neutro: $S_{\text{FASE}} \leq 25\text{ mm}^2$, logo o valor do condutor neutro será de $1,5\text{ mm}^2$.
Condutor de proteção: $S_{\text{FASE}} \leq 16\text{ mm}^2$, logo o valor do condutor de proteção será de $1,5\text{ mm}^2$.

- Condutor neutro: $S_{FASE} \leq 25 \text{ mm}^2$, logo o valor do condutor neutro será de 6 mm^2 ; Condutor de proteção: $S_{FASE} \leq 16 \text{ mm}^2$, logo o valor do condutor de proteção será de 6 mm^2 .
 - Condutor neutro: $S_{FASE} \leq 25 \text{ mm}^2$, logo o valor do condutor neutro será de 6 mm^2 . Condutor de proteção: $S_{FASE} \leq 16 \text{ mm}^2$, logo o valor do condutor de proteção será de 6 mm^2 .
- 6) O dimensionamento de eletrodutos deve necessariamente respeitar os limites percentuais referentes à sua taxa de ocupação. Em casos de superdimensionamento, novos eletrodutos devem ser instalados para uma uniforme distribuição dos condutores, visando garantir a segurança da instalação elétrica.
 - 7)
 - 53% no caso de um condutor ou cabo;
 - 31% no caso de dois condutores ou cabos;
 - 40% no caso de três ou mais condutores ou cabos.
 - 8) Total de condutores: 7.
Seção nominal do maior condutor: 10 mm^2 .
Conforme a tabela 7.6, o diâmetro do eletroduto para esse trecho será de 32 mm^2 .
 - 9) Total de condutores: 9.
Seção nominal do maior condutor: 4 mm^2 .
Conforme a tabela 7.6, o diâmetro do eletroduto para esse trecho será de 25 mm^2 .
 - 10) Total de condutores: 10.
Seção nominal do maior condutor: 6 mm^2 .
Conforme a tabela 7.6, o diâmetro do eletroduto para esse trecho será de 32 mm^2 .

Capítulo 8

Orientações

O capítulo finaliza mostrando a importância da segurança em instalações elétricas, pois se sabe que a eletricidade não traz somente benefícios: ela também oferece diversos riscos, e em uma instalação elétrica de baixa tensão não são poucos. Eles abrangem desde um choque elétrico até um incêndio de grande proporção. Portanto, o professor deverá buscar em referências complementares, a teoria envolvendo o dimensionamento do aterramento elétrico que não pode ser trabalhado no capítulo; também, trazer para sala de aula, fotos e vídeos de pessoas que tiveram acidentes envolvendo eletricidade, com o objetivo de impactar o aluno sobre a importância do tema segurança em eletricidade.

Portanto, o Capítulo 8 assume uma importância ainda maior do que os capítulos anteriores, pois o cuidado com a segurança na profissão é fator primordial.

Respostas – páginas 110-111

- 1)
 - Proteção da instalação e das pessoas, diante das consequências das descargas atmosféricas.
 - Oferecer um “caminho” para as cargas estáticas.
 - Auxiliar e facilitar a função dos disjuntores, por meio do desvio de cargas elétricas até a terra.
- 2)
 - a. eletrodo de aterramento; condutor de proteção; solo.
 - b. funcional; proteção.
 - c. equipotencial; potencial.
- 3) Esse efeito ocorre devido ao desbalanceamento das fases do transformador de distribuição, que eventualmente pode ter em seus terminais valores diferentes de 0 V. Para evitar o desbalanceamento na instalação elétrica, deve-se ligar o condutor neutro diretamente na terra.
- 4) F, V, V, F, V, F, V, V.
- 5)
 - Resistência do solo: um solo de resistividade uniforme contribui para a eficácia do aterramento.
 - Umidade do solo: uma variação na porcentagem de umidade, pode comprometer a interação entre os eletrodos e o solo.
 - Efeito da temperatura: abaixo de 0 °C a água congela no solo, o que influenciará diretamente na qualidade que o solo deve oferecer para o aterramento.
- 6) A NR10 estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade. Aplica-se a fases de geração, transmissão, distribuição e consumo, incluindo as etapas de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas e quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades.
- 7) Alternativas **a** e **c**.
 - a. Bandeirolas, escada com isolamento, cone de sinalização.
 - c. Capacete, óculos, luvas.
- 8) F, V, F, V.
- 9) Desenergização elétrica, isolamento das partes vivas, obstáculos, barreiras, sinalização, sistema de seccionamento automático de alimentação, bloqueio do religamento automático.
- 10) Acidentes relacionados às quedas de escadas, choque elétrico; queimaduras; incêndios e explosões.