



**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.

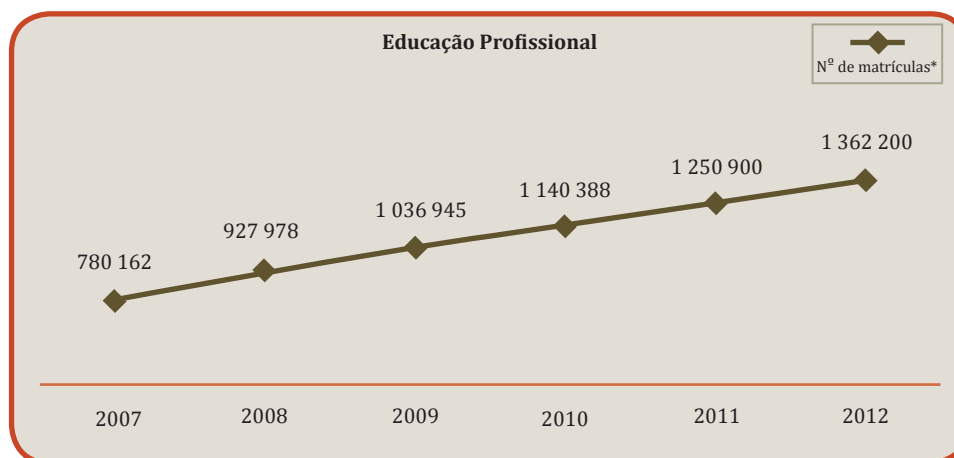
Etapas/Modalidades de Educação Básica	Matrículas / Ano			
	2011	2012	Diferença 2011-2012	Variação 2011-2012
<b>Educação Básica</b>	<b>62 557 263</b>	<b>62 278 216</b>	<b>-279 047</b>	<b>-0,45</b>
Educação Infantil	6 980 052	7 295 512	315 460	4,52%
• Creche	2 298 707	2 540 791	242 084	10,53%
• Pré-escola	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



INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO  
DE EQUIPAMENTOS  
ELETROELETRÔNICOS

# Orientações gerais

A área de manutenção elétrica industrial é bastante abrangente em termos de conhecimentos técnicos, e exige do profissional uma visão bastante prática e com bom nível dos conceitos teóricos. Os assuntos envolvidos englobam desde os fundamentos de eletricidade até conceitos de instrumentação eletrônica, além da aplicação e utilização de instrumentos de medição. A aplicação do conteúdo tem uma característica mais prática e busca, na maior parte das vezes, o entendimento dos conceitos de forma mais concreta, objetivando o domínio das formas de resolução de problemas ao invés do conhecimento teórico puro.

O livro *Instalação e manutenção de equipamentos eletroeletrônicos* propõe realizar uma discussão de estudo dos conceitos envolvidos. Desde os fundamentos de eletricidade, passando por componentes e circuitos eletrônicos e finalizando com sensores, motores e atuadores industriais. Durante todo o desenvolvimento do material, buscou-se a inserção de informações práticas, permitindo a visualização dos conceitos de forma concreta e propondo atividades com proximidade encontradas na vida prática do técnico industrial.

O livro foi dividido em oito capítulos, cada um deles tratando de uma parte específica do assunto, fornecendo uma base conceitual para o aluno realizar as atividades necessárias à realização da manutenção de equipamentos. O primeiro capítulo conceitua as questões de planejamento e organização de tarefas de manutenção, fornecendo uma visão das técnicas do processo de gestão. Outro trata especificamente dos equipamentos de medida, o osciloscópio e o multímetro, fornecendo a base para sua utilização nas práticas propostas.

Espera-se que o estudante, ao realizar todas as atividades previstas, possa dominar adequadamente a função, a identificação, a especificação e a utilização dos elementos estudados, atingindo uma base de conhecimento adequada para a realização e planejamento de tarefas de manutenção.

## Objetivos do material didático

- Compreender os conceitos fundamentais da gestão da manutenção elétrica industrial, além dos elementos técnicos necessários à correta avaliação e correção dos componentes de uma linha industrial.
- Planejar e executar as ações de manutenção corretiva e preventiva na área eletroeletrônica industrial.
- Executar testes e ensaios de circuitos e componentes eletroeletrônicos básicos.
- Utilizar corretamente os instrumentos de medida para o teste de componentes.

## Princípios pedagógicos

A abordagem didática adotada no material é a de trabalhar os conceitos fundamentais por meio de explicações contextualizadas e com exemplos do dia a dia da área. Considera-se que o aluno já possua um nível mínimo de conhecimento conceitual visto em disciplinas anteriores. Apesar disso, o material toma o cuidado de prover as informações necessárias para uma formação mínima adequada mesmo para cursos que o utilizem em um único módulo, como no caso do PRONATEC.

Todos os exemplos são tratados de forma detalhada, utilizando-se o ferramental e os conceitos estudados de forma simples, objetiva e sempre que possível, usando de linguagem comum aos ambientes de trabalho. Nos exercícios, o material propõe situações próximas da realidade cotidiana do assunto.

## Articulação do conteúdo

O conteúdo estudado nesse material possui uma grande articulação com as diversas disciplinas técnicas da área de eletricidade e eletrônica, pois, trata-se do estudo dos fundamentos e sua aplicação na área industrial. Conceitos das áreas da mecânica, matemática, gestão e organização de processos também estão inseridos no conteúdo.

Como a área de manutenção industrial é interdisciplinar, tem-se o cuidado de apresentar o texto de forma clara e objetiva mesmo para quem não é da área de eletroeletrônica, facilitando o trabalho nas disciplinas dos cursos relacionados.

## Atividades complementares

Todos os capítulos do livro possuem pelo menos uma atividade proposta para a realização (em grupo) de trabalhos em sala de aula. Além dessas atividades, o professor pode propor:

Pesquisa e especificação de componentes para substituição de um circuito com defeito; estudo de novos componentes para melhoria de máquinas e equipamentos em uso; estudo de formas de proteção para o correto funcionamento da máquina e para os seus operadores também; estudo das normas vigentes e legislação.

## Sugestões de leitura

Algumas fontes sobre o conteúdo presentes na web trazem informações importantes e valiosas para o trabalho com circuitos e componentes, além do aprofundamento dos conceitos tratados. Sugerimos as leituras a seguir:

- Instituto Newton C. Braga – *Site* do instituto do autor com diversas informações, artigos e materiais sobre circuitos e técnicas na área de eletrônica. Disponível em: <<http://www.newtoncbraga.com.br/>>.
- Eletrônica.org – *Site* com diversos artigos, circuitos e informações sobre eletrônica aplicada. Disponível em: <<http://www3.eletronica.org/>>.

- Inovação Tecnológica – *Site* com artigos e notícias sobre tecnologia em geral, bastante abrangente e interessante. Disponível em: <[www.inovacaotecnologica.com.br](http://www.inovacaotecnologica.com.br)>.
- ALLDATASHEET.COM – *Site* com milhares de *datasheets* de componentes em geral. Disponível em: <<http://www.alldatasheet.com>>.

## Sugestão de planejamento

Este manual foi elaborado para dar apoio ao livro *Instalação e manutenção de equipamentos eletroeletrônicos*, com carga horária de 80 horas, em um total de 10 horas por capítulo. A sugestão de planejamento apresentada é, portanto para dois semestres, mas ressaltamos que cursos com outros formatos, podem adaptar facilmente o conteúdo distribuindo os capítulos na forma que o professor achar mais produtiva.

## Semestre 1

### Primeiro bimestre

#### Capítulo 1 – Visão geral de um sistema eletroeletrônico industrial

#### Capítulo 2 – Fundamentos de eletricidade e instalações elétricas industriais

##### Objetivos

- Conhecer os fundamentos da gestão da manutenção industrial.
- Entender, criar e aplicar os principais documentos necessários ao processo de gestão da manutenção.
- Formar conhecimento do processo de manutenção e da gestão, permitindo assim seu planejamento, execução e controle.
- Saber sobre os fundamentos de eletricidade contínua e alternada.
- Conhecer as características de um sistema elétrico aplicado à indústria.
- Fornecer base de conhecimento teórico sobre as grandezas elétricas e suas medidas.

##### Atividades

Leitura e discussão dos textos do capítulo; resolução e correção dos exercícios dos dois primeiros capítulos e aplicação das atividades práticas em equipe.

### Segundo bimestre

#### Capítulo 3 – Fundamentos dos circuitos eletrônicos industriais

#### Capítulo 4 – Instrumentos e medidas elétricas e eletrônicas

## Objetivos

- Conhecer os principais componentes da rede elétrica industrial.
- Descrever os princípios de funcionamento e aplicação destes componentes.
- Conhecer os detalhes de especificação e teste de verificação destes componentes.
- Entender os fundamentos dos principais equipamentos de medição na área de eletricidade.
- Compreender as técnicas de aplicação dos equipamentos e da realização de medições.
- Especificar equipamentos de medida adequados a cada aplicação.

## Atividades

Leitura e discussão dos textos dos capítulos; resolução e correção dos exercícios e aplicação das atividades práticas em grupo e/ou individual.

# Semestre 2

## Primeiro bimestre

### Capítulo 5 – Alimentação elétrica de sistemas industriais

### Capítulo 6 – Motores elétricos

## Objetivos

- Conhecer os fundamentos da alimentação elétrica industrial.
- Saber sobre os principais tipos de fontes de alimentação e sua aplicação.
- Entender as técnicas de medida e proteção do sistema elétrico industrial.
- Abordar os fundamentos dos motores elétricos industriais.
- Conhecer os principais tipos de motores e suas aplicações.
- Conhecer as características elétricas dos diodos motores e as formas de medida e ensaio dos seus parâmetros elétricos.

## Atividades

Leitura e discussão dos textos dos capítulos; resolução e correção dos exercícios dos capítulos e aplicação das atividades práticas em equipe.

## Segundo bimestre

### Capítulo 7 – Acionamento e instalação de motores elétricos

### Capítulo 8 – Sensores para uso industrial

## Objetivos

- Conhecer as principais técnicas de acionamento de motores elétricos industriais e os principais equipamentos e circuitos para acionamento de motores.
- Saber sobre os graus de proteção de um motor elétrico e sua aplicação.
- Planejar ações de manutenção mecânica de motores.
- Abordar os principais tipos de sensores industriais e suas características.
- Compreender a aplicação de cada tipo de sensor.
- Possibilitar a correta especificação e aplicação dos sensores industriais.

## Atividades

Leitura e discussão dos textos dos capítulos; resolução e correção dos exercícios e aplicação das atividades práticas. Nesses dois últimos capítulos é interessante fazer um “bate-papo” sobre os assuntos estudados e esclarecer possíveis dúvidas.

# Orientações didáticas e resoluções das atividades

## Capítulo 1

### Orientações

Peça aos alunos para ler o conteúdo e responder as atividades propostas, se possível, antes de cada uma das aulas. Assim, a temática do capítulo poderá ser trabalhado na forma de discussão dos conceitos, e não na tradicional forma expositiva.

Busque criar atividades em equipe, criando condições para exercitar os trabalhos colaborativos como acontece no ambiente de trabalho.

Os conteúdos desse primeiro capítulo são: tipos de manutenção industrial segundo a forma de realização; definição das equipes de manutenção; confecção do cronograma de manutenção do sistema e seus subsistemas; confecção dos documentos de acompanhamento do funcionamento das máquinas e de apresentação de defeitos e a criação e manutenção do banco de dados.

### Respostas – páginas 20-21

- 1) Essa atividade deverá ser efetuada em equipe. Para isso cada equipe irá identificar um determinado local da instituição que possua componentes eletroeletrônicos, como uma sala de aula, por exemplo, e utilizar este local como base para criar um plano de manutenção conforme descrito no capítulo. Cada equipe deverá criar toda a documentação do planejamento e gestão da manutenção para o local, de forma completa e adequada, permitindo a avaliação da efetividade da manutenção dos equipamentos e componentes ao longo de um ano.



- 2) Manutenção corretiva – Quando um determinado problema acontece, levamos o carro ao mecânico para corrigi-lo, como a substituição de uma peça.
- Manutenção preventiva – Quando realizamos uma atividade para prevenir um problema, por exemplo, uma troca de óleo periódica.
- Manutenção preditiva – Quando realizamos uma revisão que pode indicar desgaste em uma peça que pode trazer danos ao veículo. Um exemplo é quando o veículo começa a apresentar algum ruído específico que indica desgaste em um componente, e mesmo que o componente ainda não tenha quebrado, realizamos sua troca.
- 3) • Análise de criticidade dos componentes do sistema.  
• Documentação dos componentes do sistema.  
• Confeção dos procedimentos técnicos de manutenção para cada componente do sistema.  
• Definição das equipes de manutenção.
- 4) • Confeção do cronograma de manutenção do sistema e seus subsistemas.  
• Confeção dos documentos de acompanhamento do funcionamento das máquinas e de apresentação de defeitos.  
• Criação e manutenção do banco de dados para os documentos e relatórios gerados.
- 5) Nível A – A linha de produção ficará parada até a correção do problema ocorrido.  
Nível B – A linha de produção irá parar, mas pode ser rapidamente recuperada pela colocação de um equipamento ou parte de *backup*.  
Nível C – A linha de produção não irá parar, mas seu funcionamento será prejudicado.
- 6) Habilidades:
- Capacidade de organização e planejamento.
  - Leitura, compreensão e confeção de documentos técnicos e de gestão.
  - Trabalho em equipe e divisão de tarefas.
  - Comunicação clara e objetiva entre a equipe.
- Competências:
- Conhecimento dos componentes mecânicos e eletroeletrônicos da linha.
  - Formação de base de conhecimento sobre eletricidade e eletro-eletrônica.
  - Domínio das técnicas de manutenção e substituição dos equipamentos e componentes.
  - Conhecimento das normas técnicas, legais e de segurança referentes ao trabalho.
- 7) O treinamento deve ser constante para manter a equipe no mais alto nível técnico de conhecimento, diminuindo a possibilidade de erros na execução das tarefas.
- 8) Um gráfico de defeitos demonstra quais são os defeitos mais comuns e qual é sua periodicidade. Normalmente os defeitos são causados por desgastes no uso de um componente, mas caso um defeito se apresente de forma persistente sem motivação aparente, ele irá se destacar no gráfico entre os outros, indicando que existe um problema oculto causando-o, e que isso deve ser investigado a fundo.

- 9) A resposta depende da pesquisa realizada.
- 10) A resposta depende da pesquisa realizada.
- 11) Utilizar os exemplos dados no livro, alterando os dados de cada documento apresentado de forma a apresentar as informações necessárias ao processo de manutenção do exercício proposto.

## Capítulo 2

### Orientações

Incentive aos alunos a trazerem casos práticos relacionados ao assunto de seus ambientes de trabalho para enriquecer o conhecimento desenvolvido na disciplina.

Os conteúdos são: resistência elétrica; corrente elétrica; tensão ou diferença de potencial elétrico; tensão contínua e alternada; tensão monofásica e trifásica; Lei de Ohm; potência elétrica e efeito Joule; energia elétrica; indução eletromagnética e força eletromagnética.

### Respostas – página 36

- 1) A tensão pode ser gerada por vários mecanismos, como o acúmulo de cargas eletrostáticas devido ao atrito, por meio de diferença de cargas gerada em uma reação química em pilhas e baterias, pela indução de um campo eletromagnético em um conjunto de condutores, em alternadores e geradores eletromecânicos, entre outros. Como exemplo de geração por atrito citamos a situação de um carro em dias frios e secos, quando o atrito do veículo com o ar faz com que sua estrutura acumule uma quantidade considerável de carga elétrica. Como os pneus do carro são de borracha, que é um bom isolante elétrico, as cargas ficam presas na carroceria, e se acumulam em quantidades cada vez maiores com o tempo. Quando uma pessoa tem a infelicidade de descer de um carro nessas condições, ela entra em contato com a carroceria e com o solo ao mesmo tempo, e a carga presente no carro tende a se deslocar entre o carro e a terra, gerando uma corrente elétrica pelo indivíduo. Essa corrente passando pelo corpo da pessoa causa um doloroso choque, felizmente por um curto espaço de tempo, e em valores baixos, suficiente apenas, para causar um desconforto momentâneo.
- 2) **Professor**, resolver essa questão em sala de aula.
- 3) **Professor**, resolver essa questão em sala de aula.
- 4) **Professor**, resolver essa questão em sala de aula.
- 5) **Professor**, resolver essa questão em sala de aula.
- 6) **Professor**, resolver essa questão em sala de aula.
- 7) Exemplo: chuveiro de 5 500 W. Condutor de 4 mm<sup>2</sup>. Tensão: 220 V.

Corrente = Potência / Tensão = 5 500 / 220 = 25 amperes.

De acordo com a pesquisa, o condutor de 4 mm<sup>2</sup> suporta uma corrente máxima de 28 amperes. Esse condutor é adequado, porém oferece pouca margem de segurança para a utilização.

- 8) Ao tocarmos a lâmpada, nosso corpo passa a criar um circuito elétrico para a terra que facilita o deslocamento das cargas elétricas geradas, e por isso as cargas tendem a se concentrar em nosso dedo ao invés do globo de vidro da lâmpada.
- 9) A resposta depende da pesquisa realizada.
- 10) A resposta depende da pesquisa realizada.

## Capítulo 3

### Orientações

A manutenção eletroeletrônica industrial de equipamentos, em muitos momentos, deve avaliar e validar o funcionamento de componentes básicos presentes nas máquinas e equipamentos. Para avaliar tais componentes, é necessário conhecermos minimamente seu funcionamento e aplicação, bem como as características básicas que indicam seu estado de funcionamento ou desgaste.

Assim, nesse capítulo são tratados alguns desses componentes, principalmente os mais comuns, com ênfase na forma de avaliação de suas características técnicas.

### Respostas – página 52

- 1) A diferença principal entre os dois é sua capacidade de isolamento e a capacidade de carga. A capacidade de isolamento corresponde a quantos Volts os seus terminais e circuitos são capazes de suportar sem rompimento do isolamento. A capacidade de carga corresponde à potência que o transformador é capaz de fornecer.
- 2) É a relação entre o valor da tensão de entrada e o valor da tensão de saída do transformador, ou seja, quantas vezes uma é maior em relação à outra.
- 3) Tensão de saída =  $127\text{ V} \cdot 1/10 = 12,7\text{ V}$ .
- 4) A resposta depende da pesquisa realizada.
- 5) A resposta depende da pesquisa realizada.
- 6) O terminal NA (normalmente aberto) fecha seus contatos quando o relé é ativado e o terminal NF (normalmente fechado) abre seus contatos neste caso.
- 7) Geralmente a saída de circuitos eletrônicos é dada em baixa corrente e tensão, devido às suas características construtivas. Dessa forma a maneira mais fácil de realizar a ativação de um equipamento de tensão de rede com uma corrente alta de consumo é a utilização de um relé, que possui na sua entrada tensão contínua de baixo valor e, baixo consumo de corrente e na sua saída alta capacidade de corrente e isolamento de tensão.
- 8) A resposta depende da pesquisa realizada.
- 9) O diodo retificador é utilizado para retificar (cortar) um ciclo de um sinal de tensão que apresenta valores positivos e negativos, por isso seu nome. No caso do diodo zener, sua função é manter um valor de tensão fixo dentro de seus limites operacionais de trabalho.
- 10) A resposta depende da pesquisa realizada.

# Capítulo 4

## Orientações

O Capítulo 4 trata da manutenção de sistemas elétricos, que no caso, somente pode ser realizada adequadamente se for baseada em parâmetros técnicos, obtidos por medições. Para realizar tais medições temos atualmente disponíveis diversos equipamentos com as mais variadas aplicações e funcionalidades. Portanto, nesse capítulo são apresentados os principais instrumentos de medição e sobre sua utilização no dia a dia do técnico em manutenção.

## Respostas – páginas 67-68

- 1) A escala de resistência elétrica.
- 2) A resposta depende da pesquisa realizada.
- 3) Para um multímetro comum com terminal de medida de corrente separado:
  - Colocar a ponteira vermelha de medição no terminal de medida de corrente.
  - Colocar a escala do multímetro em medida de corrente CA, no maior valor da mesma.
  - Interromper o circuito do motor e ligar os terminais: vermelho e preto de forma que eles façam a reconexão dos dois pontos do circuito (conexão em série).
  - Verifique o valor medido. Caso o valor seja menor que o limite da escala inferior, diminua a escala para obter maior precisão na medida.
- 4) Tensão =  $3 \cdot 0,5 = 1,5V$ .  
Período =  $4 \cdot 200 \mu s = 800 \mu s$  ou 0,8 s.
- 5) Para isso devemos primeiro medir a tensão CA de alimentação do circuito e depois medir a corrente CA do mesmo. Multiplicando os dois valores obteremos a potência consumida.
- 6) Primeiramente verificamos a tensão de alimentação do chuveiro. Depois medimos a corrente CA consumida pelo mesmo quando ligado. Dividindo a tensão pela corrente obtemos o valor da resistência.
- 7) A resposta depende da pesquisa realizada.
- 8) A resposta depende da pesquisa realizada.
- 9) A resposta depende da pesquisa realizada.
- 10) A resposta depende da pesquisa realizada.

# Capítulo 5

## Orientações

Nesse capítulo é importante que o aluno conheça a alimentação elétrica de sistemas industriais, ou seja, conhecer os fundamentos da alimentação elétrica industrial; os principais tipos de alimentação, sua aplicação e, principalmente, as técnicas de medida e proteção do sistema elétrico industrial.

## Respostas – página 81

- 1) Portabilidade – Possibilidade de transporte da fonte elétrica para locais diferentes.  
Disponibilidade – Capacidade de o sistema manter a alimentação ao longo do tempo.  
Capacidade – Potência nominal que o circuito pode fornecer.  
Adequação – Quando esse sistema é adequado à alimentação do equipamento onde está sendo utilizado.
- 2) A resposta depende da pesquisa realizada.
- 3) A resposta depende da pesquisa realizada.
- 4) A resposta depende da pesquisa realizada.
- 5) Os ruídos e picos de tensão são causados por mau funcionamento de equipamentos eletrônicos ou por acionamento de cargas indutivas na rede. Os ruídos podem comprometer o funcionamento de circuitos eletrônicos sensíveis e os picos de tensão podem gerar sobrecargas nos mesmos circuitos, levando à queima destes.
- 6) Para o caso da concessionária Copel do estado do Paraná o valor mínimo permitido é de 0,92. Observação: em cada região há um limite permitido.
- 7) A resposta depende da pesquisa realizada.
- 8) A resposta depende da pesquisa realizada.
- 9) A resposta depende da pesquisa realizada.
- 10) No momento em que entra em funcionamento, o circuito do grupo gerador inicia um processo de medição e sincronismo entre a tensão da rede e a tensão por ele gerada, acelerando e freando o motor *diesel* de forma a gerar uma onda com a mesma frequência e com a mesma fase daquela medida da rede elétrica. Quando a energia gerada fica sincronizada com a energia da rede, o circuito do grupo gerador comuta entre a rede e sua saída, assumindo a alimentação das cargas.

# Capítulo 6

## Orientações

Existem diversos tipos de motores elétricos no que diz respeito à sua configuração construtiva. Porém, cada um possui diferentes características elétricas e mecânicas. Ou seja, a aplicação adequada depende das necessidades do sistema onde serão instalados esses motores. Em todos os tipos de motores existem duas partes fundamentais, o estator e o rotor. Assim, nesse capítulo é tratado, especificamente, os motores elétricos.

## Respostas – páginas 92-93

- 1)
  - Tipo de alimentação: corrente contínua, corrente alternada ou pulsada.
  - Tipo de acoplamento: pela base ou frontal.
  - Potência do motor: potência nominal de trabalho em W ou CV.
  - Tensão de alimentação: tensão nominal de trabalho do motor.
- 2)
  - Vantagens: controle de velocidade e partida simples e barato.
  - Desvantagens: necessita de altas correntes para trabalhar, pois geralmente trabalha em baixa tensão contínua. Sua construção é mais complicada que a de motores CA. Possui escovas que geram faíscas e que se desgastam com o tempo.
- 3)
  - Vantagens: forma construtiva simples e barata, exige pouca manutenção, boa durabilidade.
  - Desvantagens: dificuldade do controle de velocidade, pico de tensão de partida, escorregamento.
- 4)
  - Vantagens: melhor controle de velocidade que o motor assíncrono.
  - Desvantagens: circuito de controle de velocidade e partida mais complexa que os motores CA assíncronos. Construção mais complexa que os motores assíncronos.
- 5) Sua forma construtiva faz com que esses motores girem “um passo de cada vez” conforme suas bobinas são alimentadas.
- 6) São motores com controle eletrônico de velocidade e de posicionamento. Possuem alta precisão de resposta em velocidade e quantidade de giro. São bem mais caros que os outros motores e são utilizados em máquinas que exigem alto grau de precisão em seu funcionamento.
- 7) A proteção dos motores é importante para evitar uma sobrecarga e uma queima por sobreaquecimento nos mesmos. Os dispositivos de proteção são:
  - Relé bimetálico: é uma chave mecânica acionada por temperatura. Quando a temperatura do enrolamento sobe acima do valor permitido, ela abre interrompendo a corrente e desligando o motor.
  - NPC e PTC: são dispositivos eletrônicos que têm a resistência alterada com a temperatura. Essa alteração de resistência pode ser usada para acionar um dispositivo eletrônico de controle que desliga o motor quando a temperatura sobe demais.

- Termorresistência: funciona de forma similar ao NTC e PTC. São dispositivos que têm a sua tensão alterada com a temperatura.
- 8) O objetivo de um ensaio é levantar as características de funcionamento do motor possibilitando verificar se o mesmo encontra-se em boas condições de uso.
  - 9)  $IP = R_{10 \text{ min}}/R_{1 \text{ min}} = 10 / 30 = 0,3$ .  
Consultando a tabela do índice de polarização verificamos que valores menores que 1 – indicam que as condições de isolamento do enrolamento do motor estão ruins, portanto deve passar por manutenção.
  - 10) Valores acima de 5% indicam uma condição de defeito no enrolamento do motor, de forma que este não pode ser utilizado antes do problema ser corrigido.

## Capítulo 7

### Orientações

Nesse capítulo serão apresentados os tipos de acionamento de motores CA e CC, além da especificação de motores segundo critérios de grau de proteção dessas máquinas.

### Respostas – páginas 104-105

- 1) O acionamento direto com fonte de tensão contínua não permite a mudança da velocidade do motor a não ser que a fonte possa alterar a tensão de alimentação dos seus terminais. O acionamento por PWM permite que a alteração da velocidade seja feita alterando-se a duração dos pulsos de alimentação, mantendo a tensão nos terminais do motor com valor constante, o que é bastante conveniente em circuitos digitais de controle.
- 2) A alimentação direta de um motor CC vai realizar seu giro apenas em uma direção. A ponte H é utilizada para inverter o sentido da corrente no motor sem ter que haver a alteração da ligação de seus terminais. Isso é feito por meio de um sinal digital em um pino de controle, facilitando a reversão do motor em circuitos controlados por controladores digitais.
- 3) Ao partir um motor ocorre um pico de tensão que pode gerar correntes de sobrecarga para o mesmo e para a rede. A partida estrela-triângulo e outros métodos similares permitem diminuir a corrente de partida para valores seguros para a operação do sistema.
- 4) Não. O torque do motor fica reduzido na partida.
- 5) A principal vantagem é a possibilidade de manutenção de um torque mínimo para a partida do motor, que depende do transformador utilizado.
- 6) Não, nenhuma das duas permite controle de velocidade do motor.
- 7) O *soft-starter* permite uma partida muito mais suave para o motor, o que aumenta sua durabilidade, além de garantir um torque adequado à aplicação durante a partida. Esse equipamento não permite controlar a velocidade do motor em regime.

O inversor de frequência permite realizar a partida suave e também controlar a velocidade de trabalho do motor em regime.

- 8) O grau de proteção indica para qual tipo de aplicação o motor se destina, quando se trata do ambiente de aplicação e dos elementos externos (água, poeira) presentes no mesmo.
- 9) Toque acidental com a mão. Proteção contra partículas maiores que 50 mm. Água de chuva até uma inclinação de 60 graus na vertical.
- 10) A análise de vibração permite verificar ao longo do tempo se existem esforços ou desgastes nas estruturas mecânicas do motor que podem prejudicar seu funcionamento. Diversos medidores de vibração estão disponíveis no mercado para esse tipo de aplicação.

## Capítulo 8

### Orientações

Na literatura técnica existe uma divergência de nomenclatura entre os termos “sensores” e “transdutores”. Como não é objetivo desse material trabalhar a questão de definição e, sim a aplicação, é utilizado, de forma geral, o termo “sensor” para todos os tipos de componentes que realizam essa operação. Portanto, nesse capítulo, é abordado os principais tipos de sensores industriais e suas aplicações, bem como as principais características de um sensor, sempre visando à questão da instalação e manutenção desses componentes.

### Respostas – página 119

- 1)
  - **Sensibilidade:** determina qual é o nível mínimo de sinal de entrada que o sensor deve receber para realizar corretamente a detecção. Nos sensores digitais, pode se referir à distância mínima de percepção. Nos sensores analógicos a sensibilidade se refere ao menor intervalo de valores da grandeza medida que o sensor é capaz de identificar. Ex.: sensor óptico de reflexão – sensibilidade: 2 cm; termômetro analógico – sensibilidade: 1 °C.
  - **Exatidão:** a exatidão de um sensor se refere à proximidade do valor real do sinal que ele oferece em sua saída. Quanto maior a exatidão de um sensor, menor o erro na medida realizada.
  - **Precisão:** a precisão se refere à repetição do mesmo valor de saída para uma mesma medida realizada. Se um sensor é preciso, ele irá fornecer sempre o mesmo valor para uma determinada medida. Vale notar que a precisão não diz respeito ao erro de uma medida, mas sim ao fato da mesma medida se repetir para o mesmo valor. Assim sendo um sensor pode ser extremamente preciso, mas fornecer uma medida com um erro grande que sempre se repetirá, ou seja, com um pequeno nível de exatidão.



- **Velocidade de resposta:** a velocidade de resposta determina qual é o número máximo por segundo de eventos que o sensor é capaz de indicar. Se um sensor tem velocidade de resposta de 0,1 s, por exemplo, ele será capaz de realizar 10 detecções em um segundo. É um parâmetro de sensores digitais.
  - **Taxa de amostragem:** é o número máximo de amostras que um sensor digital é capaz de retirar de um sinal contínuo por segundo. Um termômetro que possui taxa de amostragem de duas amostras por segundo fará a aquisição do valor de temperatura de dois valores de medida neste intervalo de tempo. Este é um parâmetro de sensores digitais.
  - **Linearidade:** trata-se da faixa de amostragem de um sensor analógico na qual o sinal de saída é representado na forma de uma reta. Isto é importante em sistemas de medidas, pois saídas não lineares são mais difíceis de tratar no sistema de controle pela sua complexidade.
  - **Histerese:** a histerese se refere à diferença entre o ponto de ativação e de desativação de um sensor. Se o sensor óptico, por exemplo, tiver uma histerese pequena, ele irá acionar e desligar em uma posição muito próxima, então poderá ficar ligando e desligando de forma oscilatória.
- 2)
    - Digitais: sensores capacitivo e indutivo.
    - Analógico: termopar e sensor de pressão.
  - 3) A chave de contato pode ser colocada em uma posição que verifique o correto fechamento da porta de acesso para colocação do material na máquina antes de deixar a mesma entrar em operação. Isto evita a possibilidade de um operador colocar a mão ou algum objeto no interior da máquina durante seu funcionamento.
  - 4) O sensor óptico gera um pulso para cada objeto detectado por ele. Dessa forma, contando os pulsos gerados pelas garrafas na esteira podemos contar quantas garrafas passaram pelo detector.
  - 5) A resposta depende da pesquisa realizada.
  - 6) Nesse caso o sensor mais adequado é o pirômetro óptico ou pirômetro de radiação.
  - 7) A resposta depende da pesquisa realizada.
  - 8) A resposta depende da pesquisa realizada.
  - 9) A resposta depende da pesquisa realizada.
  - 10) O termômetro *laser* pode ser utilizado para verificar o aquecimento em pontos específicos do maquinário ou sobreaquecimento de algum componente, o que indica um possível defeito ou desgaste dos componentes em questão. Nesse caso, podemos planejar uma parada para manutenção em um momento que não afete a produção da linha.