



**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.

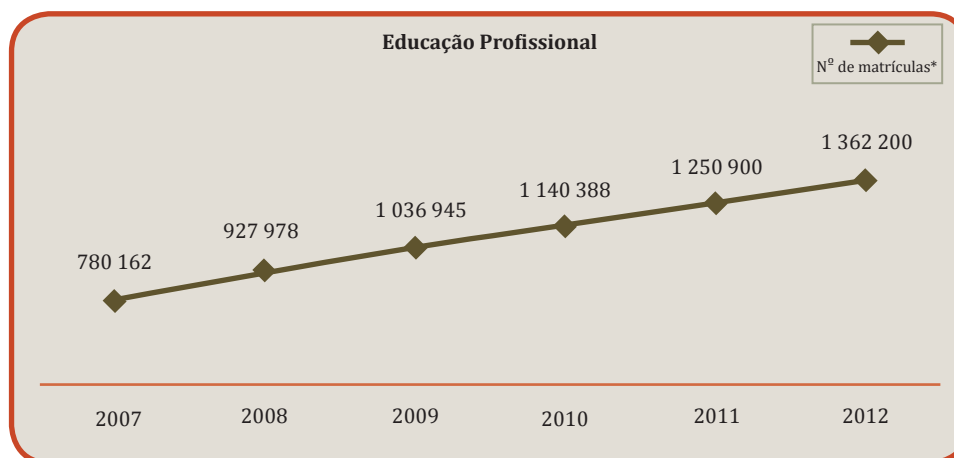
Etapas/Modalidades de Educação Básica	Matrículas / Ano			
	2011	2012	Diferença 2011-2012	Variação 2011-2012
<b>Educação Básica</b>	<b>62 557 263</b>	<b>62 278 216</b>	<b>-279 047</b>	<b>-0,45</b>
Educação Infantil	6 980 052	7 295 512	315 460	4,52%
• Creche	2 298 707	2 540 791	242 084	10,53%
• Pré-escola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

## REFRIGERAÇÃO E CLIMATIZAÇÃO

# Orientações gerais

O livro *Refrigeração e climatização* possibilita uma introdução básica aos assuntos da área de refrigeração e climatização (ar condicionado). Trata-se de uma linguagem bastante simples de ser aprendida e usada, ou seja, não estão focadas as análises de projetos ou a área térmica avançada. Contudo, recomenda-se, antes de iniciar o uso desse livro, uma revisão dos princípios básicos da termodinâmica e da transferência de calor.

O livro foi dividido e organizado em 9 capítulos, graduando as dificuldades, mas em uma linha lógica de aprendizagem. No final dos capítulos, encontram-se exercícios e atividades resolvidas, úteis e necessárias para fixar, descobrir e aprofundar os conhecimentos práticos.

## Objetivos do material didático

- Entender o funcionamento e conhecer os principais tipos dos quatro componentes básicos do sistema (ciclo) de refrigeração.
- Abordar os principais fluidos (gases) aplicados nos sistemas de refrigeração e condicionamento de ar.
- Aprender quais são os principais acessórios e dispositivos de proteção e controle utilizados na área.
- Identificar os principais equipamentos das áreas de refrigeração residencial e comercial e entender o funcionamento básico deles.
- Empregar os principais equipamentos aplicados ao setor de condicionamento de ar (ar condicionado) e entender o funcionamento básico deles.
- Assimilar a executar os procedimentos de evacuação e carga de gás.
- Executar cálculos de superaquecimento e sub-resfriamento em sistemas.

## Princípios pedagógicos

O objetivo do livro é trabalhar uma abordagem de conhecimentos mínimos necessários ao técnico de refrigeração e climatização, o incentivo prático também é focado. Com o conteúdo do livro, é possível ao aluno atuar em empresas especializadas com conhecimento suficiente para desempenhar bem suas atividades, com esses conhecimentos adquiridos, o profissional terá uma base mínima necessária a participar das capacitações específicas que são oferecidas pelos fabricantes de máquinas e equipamentos do setor da indústria de refrigeração e climatização (ar condicionado).

## Articulação do conteúdo

O docente pode articular com professores de outras áreas como, termodinâmica, transferência de calor e mecânica dos fluidos. Assim, em conjunto com o docente de termodinâmica e/ou transferência de calor fazer análises dos fenômenos de evaporação e condensação. Em parceria com o docente da área de automação, trabalhar a interdisciplinaridade, por exemplo, sugerir trabalhos de pesquisa ou práticos para a criação de controles para câmaras frigoríficas ou sistemas de ar condicionado.

## Atividades complementares

Prezado Professor, apesar da área de refrigeração possibilitar diversas atividades, segue algumas sugestões:

- A primeira prática de vácuo e carga de gás pode ser realizada em um refrigerador e a segunda com um CAJ.
- Utilizar o condicionador de ar da sala de aula para fazer, em grupo, o conteúdo do Capítulo 8.
- Visita técnica específica sobre instalações de refrigeração comercial em supermercados.
- Utilizar o *software* CoolPack nas análises de sistemas de refrigeração.
- No final da disciplina, usar manuais de IOM (Instalação, Operação e Manutenção) dos fabricantes (SELFs, SPLITS, CHILLERS, Câmaras Frias, etc.) para ver os detalhes dos fabricantes (ELGIN, TRANE, CARRIER, TOSI, etc.).

Sugerimos alguns *sites* para pesquisa:

- <[www.univasf.edu.br/~castro.silva](http://www.univasf.edu.br/~castro.silva)>;
- <[www.trane.com.br](http://www.trane.com.br)>;
- <[www.hitachiapb.com.br](http://www.hitachiapb.com.br)>
- <[www.bitzer.com.br](http://www.bitzer.com.br)>;
- <[www.industriastosi.com.br](http://www.industriastosi.com.br)>;
- <[www.elgin.com.br](http://www.elgin.com.br)>;
- <[www.emersonclimate.com](http://www.emersonclimate.com)>;
- <[www.alpinaequipamentos.com.br](http://www.alpinaequipamentos.com.br)>;
- <[www.alfalaval.com](http://www.alfalaval.com)>;
- <[www.thermokey.com.br](http://www.thermokey.com.br)>;
- <[www.parker.com](http://www.parker.com)>.

## Sugestão de leitura

ALFA LAVAL. Disponível em: <<http://www.alfalaval.com/>>.

CASTRO SILVA, J. *Refrigeração comercial – climatização industrial*. 2. ed. São Paulo: Leopardo, 2013.

COSTA, E. C. *Refrigeração*. 3. ed. São Paulo: Blücher, 2006.

MILLER, R.; MILLER, M. *Refrigeração e ar condicionado*. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

URBANO, J. J. *Termodinâmica básica*. Curitiba: editora do Livro Técnico, 2013.

## Sugestão de planejamento

Este manual foi elaborado para dar suporte e ser utilizado para 50 horas teóricas e 10 horas práticas. Porém, é altamente recomendado que o professor da disciplina incremente com textos e atividades complementares em conformidade do com o seu jeito próprio de planejar e ministrar as aulas, sobretudo potencializando sua especialização, aplicando sua criatividade em prol do incremento do processo educativo.

## Semestre 1

### Primeiro bimestre

#### Capítulo 1 – Circuito por compressão de vapor

#### Capítulo 2 – Componentes básicos e seus tipos

#### Capítulo 3 – Componentes Auxiliares

#### Objetivos

- Apresentar os princípios básicos do livro da *Termodinâmica básica* do autor José Junio Urbano.
- Aprender sobre o circuito frigorígeno.
- Aplicar fluidos/gases refrigerantes.
- Abordar os compressores e motocompressores.
- Empregar trocadores de calor do tipo condensadores e tipo evaporadores.
- Assimilar dispositivos de expansão.
- Saber sobre componentes auxiliares de proteção e controle.
- Conhecer acessórios.

## Atividades

Para enriquecer o conhecimento e a observação, além do livro já citado, de José Junio Urbano: *Termodinâmica básica* – Editora LT, o aluno pode navegar em *sites* confiáveis, bem como em revistas especializadas.

## Segundo bimestre

### Capítulo 4 – Refrigeração residencial

### Capítulo 5 – Refrigeração comercial

#### Objetivos

- Aprender sobre refrigeração: comercial e residencial.
- Saber sobre instalações.
- Entender fluidos.
- Conhecer balcões e expositores.
- Saber sobre grupo de compressores em paralelo (rack).
- Analisar câmaras frias ou frigoríficas.

#### Atividades

Promover trabalhos individuais e em grupo e, se possível, visitas técnicas específicas sobre instalações de refrigeração comercial em supermercados. Além, das resoluções das atividades do livro.

## Semestre 2

### Primeiro bimestre

### Capítulo 6 – Condicionadores de ar

### Capítulo 7 – Sistema de água gelada

#### Objetivos

- Conhecer, de fato, condicionadores de ar (vários modelos).
- Saber o que é sistema de água gelada; sistema em cascata.
- Analisar o circuito por compressão de vapor.

#### Atividades

Para o Capítulo 6 é importante uma pesquisa mais detalhada sobre condicionador de ar. Portanto, peça aos alunos que pesquisem imagens de vários modelos, bem como fixar atividade resolvida dos capítulos em estudo.

## Segundo bimestre

### Capítulo 8 – Evacuação (vácuo) e carga de gás

### Capítulo 9 – Superaquecimento e sub-resfriamento

#### Objetivos

- Estudar evacuação (vácuo) e carga de gás.
- Entender e calcular superaquecimento e sub-resfriamento.

#### Atividades

Para os dois últimos capítulos é importante rever alguns temas, bem como sanar dúvidas, resolver e discutir atividades.

## Orientações didáticas e respostas das atividades

### Capítulo 1

#### Orientações

Explicar o que é matéria, calor. Explicar que o sistema de refrigeração por compressão de vapor é composto pelo compressor, condensador, dispositivo de expansão e evaporador. Explicar fluidos/gases refrigerantes.

Ao final de cada tema procurar interagir com os alunos, verificando e sanando possíveis dúvidas.

#### Respostas – página 24

- 1) Compressor, condensador, dispositivo de expansão e evaporador.
- 2) Vaporização (evaporação) e condensação (liquefação).
- 3) A vaporização é mais rápida que a evaporação.
- 4) No evaporador, o fluido (gás) entra quase que totalmente líquido e esse líquido retira “calor” do fluido interno (ar ou água), com isso se transforma em vapor. No condensador, o fluido (gás) entra vapor e rejeita “calor” para o fluido externo (ar ou água), com isso se transforma em líquido.
- 5) Circular o fluido (gás) refrigerante por todo o sistema de refrigeração por compressão de vapor, succionando do evaporador e comprimindo no condensador.

- 6) Promover uma queda de pressão ao líquido que vem do condensador para o evaporador.
- 7) CFC: cloro, flúor e carbono.  
HFC: hidrogênio, flúor e carbono.  
HCFC: hidrogênio, cloro, flúor e carbono.
- 8) Efetuar o transporte da energia térmica (calor).
- 9) É um procedimento de atualização técnica de um equipamento ou sistema de refrigeração.
- 10) Significa que o mesmo é uma mistura de gases.
- 11) Resposta pessoal.

## Capítulo 2

### Orientações

Trabalhar com os alunos os compressores e motocompressores, ou seja, a categoria de acoplamento e de compressão; condensadores de água, de ar; evaporativo. Explicar válvulas e tubo capilar e pistão.

### Respostas – página 44

- 1) Hermético, semi-hermético e aberto.
- 2) Alternativo, rotativo (rolete e *scroll*), parafuso e centrífugo.
- 3) Ar, água e evaporativo.
- 4) Ar e a água.
- 5)
  - VET (válvula de expansão termostática) mecânica ou eletrônica.
  - Tubo capilar.
  - Orifício PISTON.
- 6) Porque o nome termostática vem do “termo”, ou seja, controle da temperatura.
- 7) Faixa: 20 a 30%. No limite máximo o percentual de líquido que entra no evaporador é de 70%.
- 8) **Professor**, cada aluno deve fazer o seu desenho.
- 9) Evaporativo.
- 10) Com equalização interna e externa.
- 11) Resposta pessoal.

## Capítulo 3

Instruir que para que o ciclo de refrigeração e seus respectivos elementos possam funcionar adequadamente é necessário alguns componentes que monitorem o ciclo, como os pressostatos eletromecânicos e termostatos. Do que é composto sistema de repor compressão de vapor ou circuito frigorígeno, o compressor, o condensador, o dispositivo de expansão e o evaporador (Capítulo 2), outro componente adicionado ao sistema é um acessório, como filtro secador ou desidratante, visor de líquido, válvula solenoide da linha de líquido, válvula de serviço, válvula *schrader*, acumulador de sucção, separador de óleo e tanque de líquido.

### Respostas – página 56

- 1) Evitar o retorno ou a ida de líquido do evaporador para o compressor.
- 2) Manter uma temperatura média preestabelecida, seja para refrigeração ou condicionamento de ar (ar condicionado).
- 3) Se a pressão de sucção do compressor cair e atingir o limite mínimo permitido, o pressostato de baixa desliga o comando do motor elétrico do compressor.
- 4) Se a pressão de descarga do compressor subir e atingir o limite máximo permitido, o pressostato de alta desliga o comando do motor elétrico do compressor.
- 5) O pressostato de óleo contém um mecanismo temporizador, atuado pelo aquecimento (um resistor). Quando a pressão do óleo está igual ou menor que o valor regulado no pressostato, o mecanismo temporizador é acionado. Se a pressão normal de óleo não se normalizar dentro do período de atraso (ex.: 120 segundos), o temporizador irá fazer com que os contatos que desligam o comando do motor elétrico do compressor se abram.
- 6) Se a temperatura mínima regulada for atingida os contatos do termostato se abrem, se a temperatura máxima regulada for atingida os contatos do termostato se fecham.
- 7) Reter partículas sólidas. É instalado estrategicamente antes do dispositivo de expansão.
- 8) Linha de sucção.
- 9) Evitar que o óleo saia do compressor e vá para o restante do sistema. É instalado na linha de descarga.
- 10)
  - No caso de uma manutenção, o tanque de líquido tem capacidade de armazenar todo o fluido refrigerante do circuito.
  - Manter a linha de líquido totalmente preenchido de (líquido).
- 11) Resposta pessoal.

## Capítulo 4

### Orientações

Explicar a refrigeração residencial (popularmente chamado de geladeira), *freezer*; enfatizar os principais cuidados para a instalação de um refrigerador; explicar o que são fluidos (gases) refrigerantes.

### Respostas – página 62

- 1) Geladeira.
- 2) Por convecção natural ou por convecção forçada (*frost-free*).
- 3) R-134a e R-600a.
- 4) Não deve ser instalado próximo a fontes de calor (fogão, aquecedores, etc.) ou em local onde incida luz do sol diretamente. A instalação em local não adequado, prejudica o funcionamento do seu refrigerador e aumenta o consumo de energia, pois o condensador terá dificuldades na liberação do calor.
- 5) Não é necessário descongelar manualmente.
- 6) Resposta pessoal.

## Capítulo 5

### Orientações

Nesse capítulo o assunto é a refrigeração comercial, ou seja, aqueles usados comercialmente, como *rack* (grupo de compressores em paralelo); câmaras frias ou frigoríficas (evaporadores; condensadores remotos e unidade condensadora; tubulação de sucção e linha de líquido e análise do funcionamento de uma câmara independente).

### Respostas – página 74

- 1) *Rack*.
- 2) Paralelo.
- 3) Paralelo.
- 4) Etileno glicol.
- 5) Do tipo resfriados ou congelados.
- 6) Um equipamento em que estão juntos o compressor e o evaporador.
- 7) Resposta pessoal.

# Capítulo 6

## Orientações

Explicar o significado de **condicionar** (impor condições). Portanto, um equipamento, por exemplo, pode impor condições de ar em um ambiente. Nesse capítulo o assunto é condicionador de ar, ou seja, alguns modelos, como o condicionador de ar do tipo janela, do tipo *split*, bem como a central de ar condicionado; condicionador portátil e o condicionador de ar veicular. Também a capacidade térmica de condicionadores de ar. Professor, trabalhar (em sala de aula) a atividade resolvida do capítulo.

## Respostas – página 88

- 1) É o ar de um ambiente que sofreu condições impostas por um condicionador de ar.
- 2) Resposta pessoal.
- 3) Axial e radial.
- 4) NBR 5410 e NBR 6675.
- 5)
  - Escolher um local onde não haja obstáculos que impeçam a entrada ou saída de ar do aparelho.
  - Escolher uma superfície que consiga suportar o peso da unidade interna.
  - Escolher um local que permita a fácil instalação das tubulações para a unidade externa e que não exceda o comprimento máximo conforme recomendado pelo manual do fabricante.
  - Escolher um local o mais distante possível de lâmpadas fluorescentes, pois estas podem interferir no funcionamento do controle remoto.
  - Escolher um local que tenha os espaços ao redor da unidade interna de acordo com as dimensões da unidade (L-largura, A-altura e P-profundidade).
- 6)
  - A unidade externa não deve ser instalada com uma inclinação maior que 5º em relação ao plano horizontal.
  - Escolher um local seco e aberto. Se o local estiver exposto à luz direta do sol, proteja-o usando um toldo.
  - Escolher um local onde o ruído acústico de operação e da descarga de ar não incomode as pessoas.
  - Não escolher um local que atrapalhe a circulação de ar no condensador.
  - Escolher um local que tenha os espaços ao redor da unidade condensadora de acordo com as dimensões da unidade (L-largura, A-altura e P-profundidade).
  - Escolher um local que permita a fácil instalação das tubulações da unidade, que não exceda à distância “L” e o desnível “H” entre as duas unidades. Seguir sempre a recomendação do fabricante em relação ao desnível máximo e comprimento máximo entre as unidades.

- 7) Sobre o teto.
- 8) 5TR.
- 9) 134a.
- 10) Nos *splits* e *roof-tops* o compressor está junto do evaporador. Nos *splits* o compressor está junto do compressor na unidade condensadora.

## Resposta – página 93

**Professor**, trabalhar/responder o cálculo em sala de aula.

## Capítulo 7

### Orientações

Fazer uma explanação geral sobre o sistema de água gelada (resfriador *chiller*). Informar que os evaporadores dos *chillers* podem ser do tipo carcaça e tubo ou do tipo placa. Os condensadores podem ser a água ou a ar. Os compressores dos *chillers* podem ser alternativos, *scroll*, centrífugos ou parafusos (esses modelos são detalhados no Capítulo 2). Explicar o que é condicionador de ar *fan-coil*, o que é sistema em cascata; analisar o circuito por compressão de vapor.

## Respostas – página 102

- 1) Sim.
- 2) Sim.
- 3) Resfriar (retirar calor) da água que vem do *fan-coil* reenviando ao mesmo.
- 4) Casco e tubo e placas.
- 5) Em paralelo.
- 6) Quando dois ou mais sistemas funcionam com um dependendo do outro, ou seja, se um sistema primário apresentar problemas os outros sistemas secundários também irão apresentar não conformidades (problemas) na sequência (em cascata).
- 7) 4800000.
- 8) Incorreto.
- 9) Correto.
- 10) Bomba de água gelada (B.A.G.).
- 11) Resposta pessoal.

## Capítulo 8

### Orientações

Trabalhar os cuidados que se deve ter com o procedimento da evacuação (vácuo e carga de gás). Utilizar o condicionador de ar da sala de aula para fazer, em grupo, o conteúdo do Capítulo 8.

### Respostas – página 110

- 1) Problemas de altas pressões devido aos gases não condensáveis e problemas de ataques químicos a partes metálicas do circuito, ao verniz dos motores e decomposição do óleo devido a reação química entre água e o refrigerante.
- 2)
  - Não usar manômetros analógicos de baixa comuns para medir vácuos.
  - Não medir vácuo apenas por horas de funcionamento da bomba de vácuo sem a recomendação do fabricante.
  - Para medir o valor do vácuo, usar um vacuômetro eletrônico.
- 3) Temperatura de evaporação =  $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- 4) Bomba de vácuo e vacuômetro.
- 5) Vacuômetro.
- 6) Resposta pessoal.
- 7) Resposta pessoal.

## Capítulo 9

### Orientações

Para o último capítulo é importante rever alguns temas e dar a oportunidade aos alunos de explicar/perguntar algo relevante. Também é importante que o professor trabalhe alguns cálculos (além dos expostos no livro), e peça uma pesquisa (internet) que ache própria para fixação e compreensão de estudo.

Explicar o superaquecimento e sub-resfriamento.

### Respostas – página 118

- 1) É o aquecimento adicional, que o fluido refrigerante na fase vapor, recebe ainda dentro do evaporador.

Cálculo: temperatura de sucção menos temperatura de evaporação.

- 2) É o resfriamento adicional, que o fluido refrigerante na fase líquida, recebe ainda dentro do condensador.

Cálculo: temperatura de condensação menos temperatura da linha de líquido.

- 3) Aproximadamente 4,4 °C.  
4) Aproximadamente +1 °C.  
5) Aproximadamente +41 °C.  
6)  $\text{Sup} = (+6 \text{ °C}) - (-7 \text{ °C}) = +13 \text{ °C}$ .