

# **ESTRUTURAÇÃO DE UM CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM REFRIGERAÇÃO E AR CONDICIONADO - ASPECTOS INSTITUCIONAIS, TÉCNICOS, SOCIAIS, DIDÁTICOS E ECONÔMICOS**

**Celso Luiz da Silva**

**Vicente Luiz Scalon**

Universidade Estadual Paulista, UNESP, Faculdade de Engenharia, Campus de Bauru, Departamento de Engenharia Mecânica, Av. Luiz Edmundo C. Coube, s/nº, Bairro Vargem Limpa, CEP: 17033-360, BAURU-SP, Cx. Postal 473. E-mail: celsos@bauru.unesp.br

## **Resumo**

O presente trabalho apresenta detalhes da estruturação, em seus diversos aspectos, de um Curso de Especialização em Refrigeração e Ar Condicionado. São discutidas todas as fases do processo de implantação do curso: estudo de viabilidade, concepção, público alvo, estruturação, atendimento ao regimento da UNESP e do MEC, divulgação, planilha de custos, cobrança de taxas, horário e dias da semana mais atraentes. São apresentadas e discutidas informações sobre o perfil dos alunos e dos professores, e o interesse e envolvimento de empresas do ramo no processo de reciclagem de engenheiros através do referido curso. São discutidas as vantagens para o Departamento, para a formação dos professores e técnicos envolvidos, para a Faculdade e para a Universidade como um todo. Os resultados obtidos mostram que essa iniciativa foi bem sucedida, permitindo que o aluno engenheiro atualize e aperfeiçoe seus conhecimentos, tornando-se mais competitivo profissionalmente.

**Palavras-chave:** Curso de Especialização, Refrigeração e Ar Condicionado

## **1. INTRODUÇÃO**

A realização de um Curso de Especialização em Refrigeração e Ar Condicionado pelo Departamento de Engenharia Mecânica da FE-UNESP, foi objeto de estudos e discussões por parte dos professores que trabalham na Área Fluido-Térmica, como resposta a solicitações e anseios da comunidade profissional que trabalha no dia a dia com o tema da geração de frio. Deve também ser considerado, que cada vez mais a concorrência em um mundo globalizado exige que o engenheiro mantenha-se atualizado em relação a novas técnicas, novos equipamentos, novos instrumentos de controle de processo, entre outros aspectos.

A necessidade de se dispor de profissionais competentes para projeto, manutenção e operação de sistemas de refrigeração e ar condicionado é cada vez maior num país de clima tropical como o Brasil. A refrigeração para fins de armazenagem, transporte e processamento de alimentos, ou em processos industriais específicos, e o condicionamento de ar para fins de conforto ambiental, são aplicações que apresentam crescimento substancial atualmente, podendo até ser consideradas indispensáveis.

A região de Bauru, no centro do Estado de São Paulo, contando com mais de um milhão de habitantes e com um padrão sócio-econômico dos mais altos do país é carente de cursos especializados em temas tecnológicos, tais como o da Refrigeração e Ar Condicionado.

Por outro lado, a universidade e os institutos de pesquisas brasileiros são as instituições que podem atender a tal chamamento, é nelas que se encontram os professores pesquisadores, os laboratórios, e o melhor caminho para se conseguir recursos financeiros para a educação continuada de nossos profissionais. Isso, sem considerar que as instituições quando públicas tem o dever de promover a extensão de seus conhecimentos, permitindo de forma inteligente o retorno do investimento que o cidadão nelas fez através dos impostos pagos.

Para a universidade, além das justificativas já mencionadas, esta atividade proporciona a atualização dos docentes envolvidos, permite uma maior interação com as empresas do ramo, possibilita a obtenção de parcerias com outras instituições de ensino, e também permite a captação de recursos extra-orçamentários, além de outras vantagens.

## 2. CONCEPÇÃO DO CURSO

Conforme descrito na introdução, muitos profissionais de engenharia haviam manifestado tanto aos professores do departamento de engenharia mecânica e aos dirigentes da Faculdade de Engenharia como a entidades classistas regionais, a falta de cursos de reciclagem, do tipo atualização, extensão ou mesmo uma especialização em refrigeração e ar condicionado.

A iniciativa da criação do referido curso partiu da chefia do departamento com total apoio do seu conselho. Designou-se então, um professor da área fluido-térmica para efetuar estudos de viabilidade da implantação e realização do mesmo. O professor coordenador montou uma equipe que promoveu discussões sobre clientela, carga horária, ementa, distribuição de aulas, horário e questões legais internas à instituição e de âmbito estadual e federal.

O público alvo que se pretendeu atingir constitui-se de profissionais formados em engenharia e também de outros profissionais com curso superior que por qualquer razão sentissem necessitados ou interessados em estudar sobre o tema. As inscrições mostraram que 20% dos interessados não tinham a formação em engenharia, assunto que será melhor tratado quando discutir-se o perfil dos alunos.

Para atender à legislação vigente, o curso deveria proporcionar um mínimo de 360 horas/aula, além de exigir que os alunos elaborassem um trabalho de monografia e sua defesa pública perante uma banca examinadora. O curso foi estruturado em disciplinas e tópicos de disciplinas, como é mostrado nas tabelas 1 e 2.

**Tabela 1.** Disciplinas e Carga Horária do Curso de Especialização em RAC

<b>Disciplinas do Curso</b>	<b>Carga Horária (horas/aula)</b>
1) Disciplina: Revisão de Conceitos Fundamentais	48
2) Disciplina: Ciclos Frigoríficos	24
3) Disciplina: Componentes do Sistema de Refrigeração	72
4) Disciplina: Principais Equipamentos de Processo Usuários de Sist.de Refrigeração	36
5) Disciplina: Conceitos Fundamentais em Condicionamento de Ar	48
6) Disciplina: Instalações de Ar Condicionado	36
7) Disciplina: Engenharia de Controle em Refrigeração e Ar Condicionado	36
8) Disciplina: Aspectos Técnicos	48
9) Disciplina: Projeto em Refrigeração e Ar Condicionado	36
Total.....	384

A distribuição das aulas sempre nos finais de semana implicou em que as 384 horas/aula fossem ministradas durante 10 meses. Acrescentou-se mais 04 meses para a elaboração da monografia por parte dos alunos, perfazendo um total de 14 meses de curso.

## **Tabela 2. Ementas das Disciplinas**

### **Revisão de Conceitos Fundamentais**

- Abertura / A UNESP/ O CURSO
- Metodologia Científica
- Revisão de Mecânica dos Fluidos
- Revisão de Termodinâmica
- Revisão de Transferência de Calor e Massa

### **Ciclos Frigoríficos**

- Ciclo de Refrigeração por Compressão de Vapor
- Ciclo de Refrigeração por Absorção
- Combinação de Ciclos

### **Componentes do Sistema de Refrigeração**

- Compressores
- Trocadores de Calor (Evaporadores e Condensadores)
- Válvula de Expansão e Tubos Capilares
- Refrigerantes

### **Principais Equipamentos de Processo Usuários de Sistemas de Refrigeração**

- Equipamentos Básicos de Processo
- Levantamento da Área de Troca
- Projeto de Refrigeração na Conservação de Alimentos
- Outras Aplicações (Criogenia, Liofilização, etc.)

### **Conceitos Fundamentais em Condicionamento de Ar**

- Termodinâmica do Ar Úmido
- Psicrometria
- Conforto Ambiental.
- Carga Térmica.

### **Instalações de Ar Condicionado**

- Sistemas de RAC de Pequeno, Médio e Grande Porte
- Ventilação e Distribuição de Ar em Ambientes
- Filtração de Ar e Bombas de Circulação
- Armazenamento de Energia

### **Engenharia de Controle em Refrigeração e Ar Condicionado**

- Instrumentação
- Controle
- Conservação de Energia

### **Aspectos Técnicos**

- Normas e Legislação
- Manutenção de Sistemas de Ar Condicionado
- Acústica e Ruídos Aplicada aos Sistemas de Refrigeração e Ar Condicionado
- Materiais e Processos Construtivos de Serpentinas

### **Projeto em Refrigeração e Ar Condicionado**

- Técnicas de Elaboração de Projeto em Refrigeração e Ar Condicionado
- Análise Econômica e Mercadológico em Refrigeração e Ar Condicionado

De forma geral, os professores responsáveis pelas disciplinas do curso utilizaram como material bibliográfico: manuais, livros, revistas e artigos usuais da área de refrigeração e ar condicionado, podendo-se citar ASHRAE Handbook (1998, 1997, 1996), diversos exemplares do ASHRAE Journal, CARRIER (1965), CONAN (1990), CREDER (1996),

DOSSAT (1980), ISMAIL (1998), JONES (1983), STOECKER (1985), THRELKELD (1970), TORREIRA (1983) e TRANE (1979).

O curso foi oferecido às sextas-feiras a noite (4 horas) e aos sábados (manhã e tarde, 8 horas), possibilitando que o profissional da região que trabalha oito horas diárias, tenha possibilidade de se atualizar e enriquecer seus conhecimentos, abrindo novas oportunidades. Esta estratégia de horário mostrou-se de grande importância.

A divulgação do curso foi feita com a utilização de vários veículos de comunicação: site na Internet, cartazes, folders, mala direta, outdoors, rádio e jornais. Procurou-se sempre contar com a colaboração desses diversos meios de comunicação, assim sendo, a rádio da própria UNESP veiculou o curso, a home page foi confeccionado no próprio departamento, os jornais divulgaram a matéria como assunto de interesse da comunidade, de forma gratuita, e os folders e cartazes foram confeccionados em gráfica com apoio de um banco.

### **3. ASPECTOS ECONÔMICOS**

A questão da cobrança de taxas e/ou mensalidades em cursos de qualquer tipo oferecido pelas universidades públicas é sempre uma questão polêmica, envolvendo aspectos de gestão financeira, de recolhimento de tributos, de limites, entre outros. Essa questão está regulamentada na UNESP, tendo sido estabelecidos critérios, procedimentos e limites para tal atividade. Fundamentalmente, a instituição observa com rigor a carga horária de cada docente em regime de dedicação exclusiva, não permitindo que essa atividade interfira na qualidade de seus cursos de graduação e pós-graduação *stritu-sensu*.

O curso de Especialização em RAC é administrado financeiramente por uma Fundação interveniente que opera no campus de Bauru, e que para tanto cobra uma taxa pelos seus serviços.

A planilha de custos é elaborada previamente, tomando como base o pagamento mensal de cada aluno e um número máximo e mínimo de alunos que viabilizem a realização do curso. Especificamente neste curso que ora analisamos o valor da mensalidade foi de R\$300,00 mensais durante os 10 meses.

A tabela 3 mostra a planilha de custos do curso. Os percentuais são variáveis dependendo das características do curso e do número de alunos inscritos, delimitado entre uma quantidade máxima e mínima necessária para o funcionamento do curso, a não ser aqueles para a Unidade que estão preestabelecidos.

### **4. PERFIL DOS PROFESSORES, ALUNOS E PALESTRANTES**

O quadro de professores é composto de 14 doutores e 02 mestres, sendo que dentre estes estão profissionais de renomada qualificação na área de refrigeração e ar condicionado. Dos dezesseis professores, onze são dos departamentos da Faculdade de Engenharia de Bauru, quatro são das outras universidades públicas paulistas e um é da Escuela de Ingenieros Industriales da Universitat Politècnica de Catalunya-Barcelona-Espanha.

Inicialmente o curso obteve vinte e cinco inscrições de alunos, sendo que vinte (80%) possuíam formação em engenharia. Os outros cinco inscritos tinham formação em biologia, agronomia, administração de empresas e economia. Depois de dois meses de curso sete alunos haviam desistido, sendo que cinco destes eram aqueles que não tinham formação de engenheiro. No quinto mês de curso, ocorreu mais uma desistência motivada por transferência de emprego do aluno para outro estado. Dessa forma, efetivamente cursaram e concluíram o curso dezessete alunos.

**Tabela 3.** Planilha de distribuição de custos.

<b>DISCRIMINAÇÃO</b>	<b>Percentual com número máximo de alunos (%)</b>	<b>Percentual com número mínimo de alunos (%)</b>
<b>UNIDADE</b>	30	30
<b>FUNDAÇÃO</b>	7,5	5,5
<b>Docentes (Bruto)</b>	24	32
<b>Coordenação</b>	10	8
<b>Despesas Gerais</b> -Material de Consumo -Material Permanente -Serviços -Transporte -Diárias	9,65	6,7
<b>Secretária do Curso (Bruto)</b>	6,25	6,25
<b>Taxa de Orientação (Bruto)</b>	6,67	6,67
<b>Auxiliar Técnico (Bruto)</b>	4,89	4,88
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Dos dezessete alunos do curso, doze são profissionais que já atuavam na área da refrigeração e do condicionamento de ar e que procuraram se atualizar e melhor qualificar. Quatro eram engenheiros recém graduados que melhoraram seus conhecimentos sobre RAC para melhor competir no mercado de trabalho (ao final do curso os quatro estavam empregados e trabalhando no ramo). Um dos alunos é funcionário do próprio departamento e responsável pelo laboratório de frio.

Além das aulas normais, houve um empenho substancial para a vinda de vários palestrantes de empresas e de associações da área do frio. Assim sendo, estiveram apresentando palestras as empresas Mc Quay, Semco e Microblau, e também o presidente da ABRAVA. Foram realizadas também várias visitas a empresas da região que possuem sistemas complexos e interessantes de refrigeração e ar condicionado.

## **5. INFRAESTRUTURA NECESSÁRIA**

Para o desenvolvimento de suas atividades, o Curso de Especialização em RAC contou com dois anfiteatros equipados com todos os recursos didáticos e de um laboratório de refrigeração e ar condicionado onde é possível realizar inúmeras experiências, e promover a visualização dos principais componentes do sistema em corte.

O laboratório de informática da Faculdade de Engenharia e a biblioteca do campus de Bauru estavam disponíveis para os alunos do curso.

O cursos ministrados foram totalmente apostilados e alguns programas computacionais disponibilizados aos alunos.

## 6. RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE

O curso foi avaliado pelos alunos através de um questionário crítico abordando vários aspectos relacionados com o conteúdo programático, qualidade do corpo docente, instalações, horário, entre outros. Uma Comissão Especial formada por três professores e a Congregação da Faculdade também fizeram uma avaliação do curso.

Os resultados do Curso de Especialização em RAC podem ser assim resumidos:

- **Para a faculdade/departamento:**

- Realizou uma importante atividade extensionista, colaborando na reciclagem e atualização de profissionais de engenharia.
- Promoveu a atualização de seus docentes nos assuntos pertinentes, com reflexos no ensino de graduação e pós-graduação.
- Interagiu com empresas e associações classistas locais e regionais.
- Captou recursos extra orçamentários que utiliza na manutenção e aquisição de equipamentos.

- **Para os engenheiros que realizaram o curso:**

- Reciclaram seus conhecimentos sobre o assunto.
- Atualizaram informações sobre novas tecnologias, mercado, tendências em RAC.
- Melhoraram seus currículos, tornando-se mais competitivos no mercado de trabalho.
- Qualificaram melhor às empresas onde trabalham, melhorando a qualidade dos serviços prestados.
- Em alguns casos, conseguiram emprego.

Para ilustrar a questão da importância tecnológica proposta pelo curso, apresenta-se a Tabela 4 com os temas de monografias desenvolvidos pelos alunos.

**Tabela 4.** Temas de Monografias

<b>Assunto</b>
Qualidade do Ar Interior
Sistema de Refrigeração por Absorção para uma Churrascaria
Sistema de Frio da empresa COCAM - Liofilização
Instrumentação e Controle em Ar Condicionado
Exaustão em Sistemas de Ar Condicionado
Resfriamento de Leite
Uso do Tubo Capilar em Sistemas para Resfriamento de Leite
Resfriamento a $-60^{\circ}\text{C}$
Resfriamento de Peixes
Carta Psicrométrica de Bauru
Estudos da Nova Lei de Qualidade do Ar Interior
Condicionamento de Ar em Containers Telefônicos
Resfriamento Evaporativo
Análise de Custos em Sistemas de Termoacumulação
Projeto de Sistema de Termoacumulação – Estudo de Caso
Carta Psicrométrica de Marília
Filtração de Ar

## 7. CONCLUSÕES

O Curso de Especialização em Refrigeração e Ar Condicionado apresentado atingiu resultados acima do esperado, motivo pelo qual esse modelo poderá ser adotado por outras IES brasileiras, adaptando e/ou adequando o mesmo às suas peculiaridades.

O curso propiciou informações e técnicas para utilização dos novos refrigerantes que minimizam os efeitos de destruição da camada de ozônio, bem como a questão da conservação e racionalização de energia, temas que estão diretamente relacionados com problemas ambientais sérios.

O curso em questão insere-se como uma atividade extensionista importante no contexto da universidade.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- ASHRAE Handbook - Fundamentals, SI Edition, 1997  
ASHRAE Handbook - Applications, SI Edition, 1998  
ASHRAE Handbook - Systems, SI Edition, 1996  
ASHRAE Journal, Revistas, Publicação da American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, EUA. (vários exemplares).  
CARRIER - Handbook of Air Conditioning System Design - De. McGraw Hill, 1965.  
CONAN, J.G.; Refrigeracion Industrial, Ed. Paraninfo; Barcelona-ES; 1990.  
CREDER, H.; Instalações de Ar Condicionado, Ed. LTC, 1996.  
DOSSAT, R.J.; Princípios de Refrigeração; Ed. Hemus; 1980.  
ISMAIL, K. A. R., Bancos de Gelo: Fundamentos e Modelagem, Publicação Independente, 1998.  
JONES, J.P.; Engenharia de Ar Condicionado, Ed. Campus, 1983  
STOECKER, W.F.; JONES, J.W.; Refrigeração e Ar Condicionado, Ed. McGraw-Hill, 1985.  
THRELKELD, J.L.; Thermal Enviromental Engineering, Ed. Prentice Hall Inc., 1970.  
TORREIRA, R.P.; Elementos Básicos de Ar Condicionado, Ed. Hemus, 1983.  
TRANE - Reciprocating Refrigeration, Manual, 1979.