

# UMA EXPERIÊNCIA NA IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS COLABORATIVOS

Luís Mauro Moura – Lmoura@ccet.pucpr.br

Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR – CCET – Curso de Engenharia Mecânica

Rua Imaculada Conceição, 1155 Cx.P. 16210,

80215-901 - Curitiba, PR

Bruno Ramond - Bruno.Ramond@utc.fr

Université de Technologie de Compiègne, Génie des Systèmes Mécaniques.

BP 20529. 60205 Compiègne cedex - France

Wiliam Alves Barbosa - wiliam@demec.ufpr.br

Carlos José de Mesquita Siqueira – siqueira@ufpr.br

Universidade Federal do Paraná - Departamento de Engenharia Mecânica

Centro Politécnico da UFPR, Bairro Jardim das Américas Cx. P. 19011

81531-990, Curitiba, PR

João Antônio Palma Setti – setti@cefetpr.br

Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná (CEFET-PR), Faculdade de Engenharia Mecânica

Av. Sete de Setembro, 3165

80230-901, Curitiba, PR

Jairo Renato Nascimento – jairon@pr.senai.br

SENAI-PR - Centro de Tecnologia e Educação Profissional de Curitiba

Rua Comendador Franco, 1341, Jardim Botânico

80215-090, Curitiba, PR

Amilcar Badotti Garcia – amilcar@citpar.br

CITPAR – Centro de Integração do Paraná

Av. Cândido de Abreu, 200, Centro

80530-902, Curitiba, PR

Resumo: Este trabalho apresenta uma metodologia empregada na implantação de um curso de especialização em Engenharia Colaborativa. Universidades e órgão públicos participaram nesta estruturação. O programa era subdividido em três partes: a) um período com formação básica em áreas específicas; b) um período de estágio na França com curso de línguas, seminários e visitas técnicas; c) a elaboração de um projeto de um produto através da formação de equipes binacionais e utilizando modernas técnicas de engenharia.

**Palavras-chave:** Engenharia Colaborativa, Cursos de Especialização, Engenharia Simultânea.



# 1. INTRODUÇÃO

Neste trabalho apresenta-se a metodologia de implantação e operação de um programa de especialização intitulado Master em Sistemas Inteligentes de Manufatura – SIM. Este programa contou com o apoio da Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná – SETI, através do Programa Paraná Autotech, em colaboração com a Universidade de Tecnologia de Compiègne - UTC, a Pontificia Universidade Católica do Paraná - PUCPR o Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná - CEFETPR, a Universidade Federal do Paraná - UFPR, o Sistema Federação das Indústrias do Estado do Paraná – FIEP/SENAI/IEL, e o Centro de Integração de Tecnologia do Paraná – CITPAR.

O programa de especialização tem como objetivo reunir as melhores competências das instituições participantes e fornecer uma formação inovadora às empresas e aos profissionais do Paraná em Engenharia Colaborativa estimulando a internacionalização de equipes de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento voltados para a indústria automotiva.

Segundo MONTEIRA NETO (2003) o aumento de competitividade industrial depende, em grande parte, da inovação tecnológica e da disponibilidade de profissionais altamente qualificados, capazes de absorver os conhecimentos e transformá-los em novos produtos e processos. Nos últimos anos o setor metal-mecânico do estado do Paraná sofreu uma enorme transformação com a implantação de diversas empresas que participam da cadeia produtiva sem fabricar um produto final para o mercado. O desafio é desenvolver estas empresas a, além de atuar no mercado nacional, atuarem no mercado internacional através da venda destes produtos. Para isto é necessária a existência de profissionais adaptados a modernas ferramentas de engenharia, com o domínio da Engenharia Simultânea, Gestão de Projetos, aspectos interculturais, entre outros.

RAMOND et al. (2002) relata que profissionais com a mesma formação de base, mas de diferentes nacionalidades podem fornecer soluções das mais distintas a um problema de engenharia focado em desenvolvimento de produtos. Muitas destas soluções são diretamente ligadas a aspectos sócio-culturais, como definição de espaço, praticidade, durabilidade, custo, concepção de estilo (design), entre outros parâmetros. Além disto, quando estes profissionais de diferentes nacionalidades são obrigados a cooperar em função de um desenvolvimento comum, além dos problemas listados, aparecem outros relacionados a aspectos de gestão, de relacionamento, de sensibilidade cultural diferente, entre muitos outros pontos.

# 2. A DEFINIÇÃO DA FORMAÇÃO

Para definição da formação houve uma interação entre os representantes das instituições de ensino e empresas que participara do projeto. Nos módulos ofertados contou sempre com a participação de um professor da Universidade de Compiègne (UTC) e um ou mais professores das instituições brasileiras envolvidas. O objetivo, além de organizar um curso com profissionais altamente qualificados, é de formar a interação entre os professores das diferentes universidades, de maneira que surjam projetos de desenvolvimento, pesquisa e inovação.

O percurso de formação está estruturado em três fases, com total de 620 horas, sendo a fase inicial no Brasil, outra na França e uma terceira novamente no Brasil.

Na primeira fase realiza-se um percurso de nivelamento e abordagem dos aspectos fundamentais para a formação. Compreende seis módulos independentes com 240 horas no total e mais um módulo de idioma francês com 40 horas. No primeiro dos módulos, de **Engenharia Simultânea**; desenvolve habilidades para planejar, operar, administrar e integrar sistemas CAD/CAE/CAM, STEP e Prototipagem Rápida. Na seqüência o módulo **Gestão de Projetos**, foi destinado a desenvolver habilidades para planejar, dirigir e gerenciar programas



e projetos, equipes, orçamentos, controles e prazos. O módulo de **Ergonomia** aborda a interface homem-máquina em produtos e processos. No módulo Design Robusto desenvolve habilidades para otimizar parâmetros de processo com o uso de ferramentas estatísticas. No módulo seguinte, **Qualidade e Confiabilidade**, obtém-se habilidades para o uso de ferramentas e modelos estatísticos para a qualidade e confiabilidade aplicados à manutenção e projeto, inspeção por amostragem. No último módulo, **Gerenciamento do Ciclo de Vida do Produto** é abordado os Sistemas de Planejamento de Recursos da Empresa (ERP), gestão do conhecimento e de dados do produto, planejamento de processo, gestão de configurações e troca de dados.

Na segunda fase realizada na França, os alunos aprofundam os conteúdos vistos anteriormente, aumentam a compreensão e vivência dos aspectos interculturais, inclusive o idioma francês, em empresas e instituições de ensino e pesquisa. Nesta fase, os estudantes, cumprem um programa de visitas a empresas (Technocentre Renault, Yves Saint Laurent, L'Oreal), estágio lingüístico e seminários.

Na terceira fase, no Brasil, os alunos em conjunto com alunos franceses formam equipes de trabalho para desenvolver o projeto conjunto utilizando-se dos recursos da Engenharia Colaborativa. O trabalho colaborativo com as equipes em seus países de origem ocorre em torno de um tema de interesse avaliado pelos coordenadores desta fase. As equipes são formadas em função do número de alunos em cada país. Os professores que participaram da primeira fase agora apóiam os trabalhos realizados através de um esquema de consultoria onde as equipes têm um certo número de horas disponíveis para realizar reuniões com estes professores através de um prévio agendamento. A avaliação é realizada através da defesa de um pré-projeto, ao meio do período de execução e do projeto ao final do curso.

### 2.1 Definição do Projeto

No início da terceira fase, tanto do lado francês quanto do lado brasileiro são formadas equipes. Do lado brasileiro, em função da diversidade de profissionais participantes, Engenheiros Mecânicos, Eletricistas, Químicos, entre outros é solicitado que as equipes sejam divididas da maneira que estes profissionais possam ser os mais complementares possíveis na execução das tarefas, além disto, é conveniente repartir os alunos em função da facilidade de comunicação em inglês ou francês para que eles formem a ponte com a equipe francesa.

Após a formação das equipes franco/brasileira é necessário que eles realizem um primeiro contato por e-mail e realizem a escolha do método de gestão da informação e coordenação. Em seguida apresenta-se a definição do projeto que eles deverão executar. No ano de 2002 foi elaborado o seguinte projeto:

#### **Objetivos**

Concepção colaborativa de um acessório para um automóvel, ou um caminhão, permitindo refrigerar seis refrigerantes em lata, a ser comercializado no Brasil e na França.

#### **Equipes**

Grupo de 3 estudantes no Brasil Grupo de 3 ou 4 estudantes na França

#### Meios de Comunicação

Internet Telefone Sistema de comunicação Lótus



Página na internet com acesso através de senha para troca de arquivos de grande tamanho gerados através da modelamento em 3-D (superior a 2 Mb).

#### Planejamento

1° Mês: Estudo de Mercado, Cronograma, Definição do produto.

2° Mês: Projeto, Defesa do pré-projeto.

3° Mês: Modelamento 3-D, Concepção da produção, Conclusão do projeto.

4° Mês: Apresentação e defesa

#### 3. RESULTADOS

Apresentam-se a seguir os resultados obtidos pelas equipes formadas no ano de 2002, segundo as especificações de projeto descritas no item anterior. Neste ano foram formadas cinco equipes franco-brasileiras. Nesta edição os alunos franceses eram formandos do curso de Engenharia em Sistemas Mecânicos da Universidade de Compiègne. Na formação das equipes notou-se que em todas as equipes a chefía fícou do lado brasileiro, ou então existia um chefe em mesmo nível de cada lado. Embora os alunos brasileiros não tenham expressado abertamente, ficou subtendido que eles não aceitariam receber ordens de graduandos. Do lado francês foi esta também a impressão retida.

Como definido no projeto inicialmente, a concepção técnica do "refrigerador" para seis latas de refrigerante era extremamente aberta em níveis de condicionantes. Não foram limitadas, a forma, o volume, o preço, a tecnologia de refrigeração e nem o público. Desta maneira os produtos a serem desenvolvidos pelas cinco equipes tenderiam a ser bem diferentes.

Problemas não esperados ocorreram em diversos níveis muitos destes inesperados. Um exemplo pode ser visto na Figura 1, onde uma equipe demonstrou que as dimensões de uma lata de refrigerante na França são diferentes das produzidas no Brasil. Este é um ponto importante a ser considerado no modelamento do produto, visto que ele deve ser comercializado neste dois países. Além disto, muitos outros padrões de recipientes do Brasil são diferentes na França.

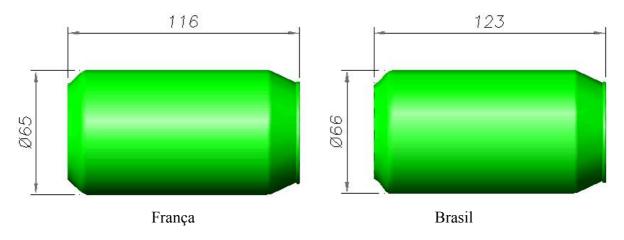


Figura 1 - Diferença de dimensões entre os refrigerantes no Brasil e na França.

Uma pesquisa de mercado realizado pelas equipes demonstrou que o preço máximo de uma geladeira para veículo no Brasil é de no máximo 60 dólares, já na França é admitido até 200 dólares.



No estudo ergonômico de disposição do equipamento todas as cincos equipes diferenciaram nas propostas, Figura 2. Duas equipes propuseram soluções que fixam o refrigerador numa determinada posição do veículo. Além disso, como o produto não pode ser específico para um determinado veículo, as equipes tiveram que obter as dimensões que atenderiam a todas as possibilidades. As outras três equipes optaram por soluções que permitem ao cliente escolher a localização do produto no interior do veículo.

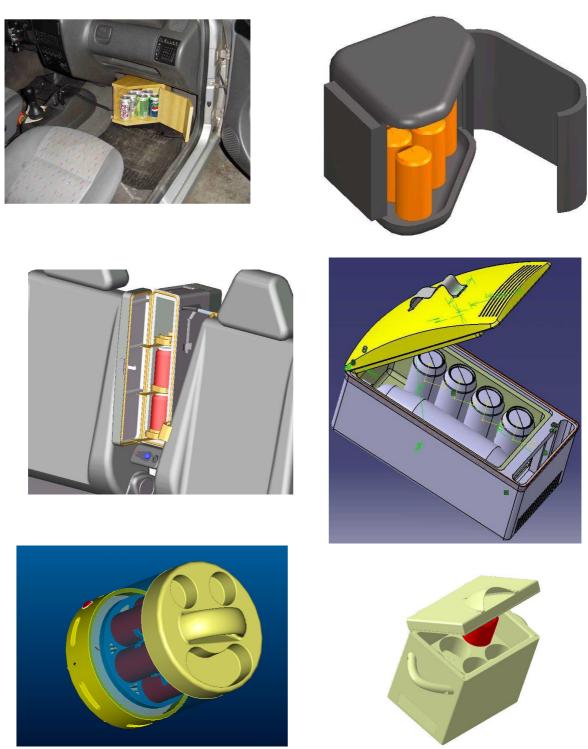


Figura 2 - Aparelhos de refrigeração desenvolvidos pelas cinco equipes.



Os refrigeradores foram dimensionados tecnicamente a partir de poucas condições restritivas. Como já mencionado, o produto deveria ser capaz de refrigerar seis latas de refrigerante com uma fonte de alimentação obtida a partir do veículo. As equipes analisaram três possibilidades técnicas de refrigeração: Ciclo de Adsorção, ciclo de refrigeração normal com compressor e tecnologia Peltier. O princípio Peltier foi escolhido por todas as equipes em função do baixo custo e simplicidade quando utilizado para refrigerar volumes pequenos. Na internet os alunos obtiveram diferentes tipos de programas que auxiliam a dimensionar uma célula de refrigeração Peltier, Figura 3.

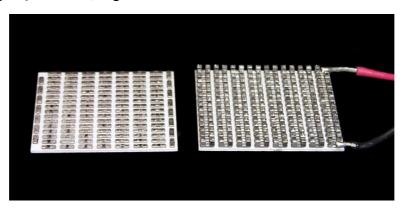


Figura 3 - Célula Peltier utilizada pelas equipes.

Além das células Peltier é necessário o uso de placas aletadas que auxiliam na transferência de calor, Figura 4. Estas placas também tiveram que ser dimensionadas para retirar a quantidade de calor definida em projeto e em função disto a geometria da caixa foi definida.

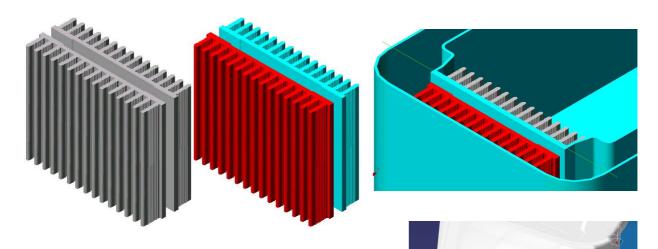


Figura 4 - Célula Peltier utilizada pelas equipes.



Um aspecto interessante nos projetos é a diversificação de idéias/soluções em relação ao design dos produtos. Em função das equipes estarem se inter-relacionando, temia-se que os produtos ficassem muito parecidos. Como se pode ver na Figura 5 as equipes realmente tentaram diferenciar na apresentação de seus produtos.

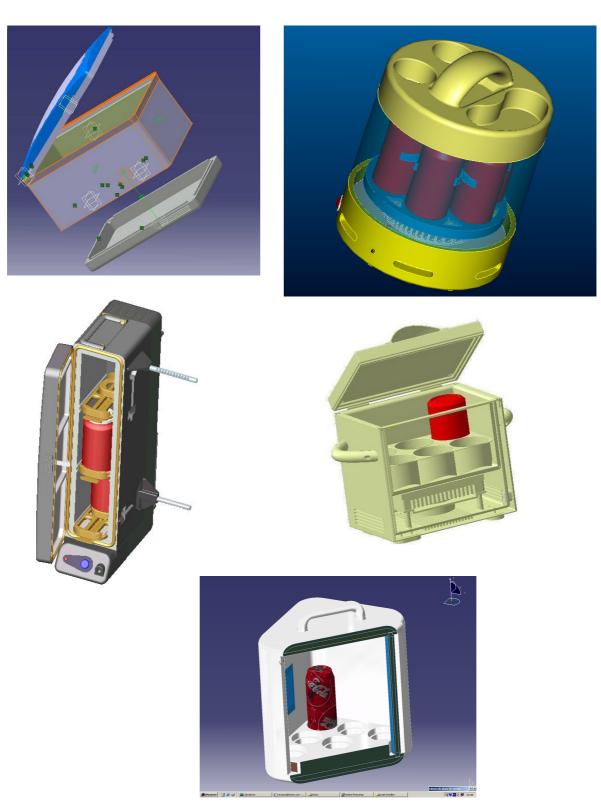


Figura 5 – Produtos finais desenvolvidos pelas equipes.



Na Figura 6, apresenta-se o detalhamento realizado por uma equipe na concepção da montagem do produto. Todo o conjunto é facilmente montado com poucas operações e poucas peças de fixação.

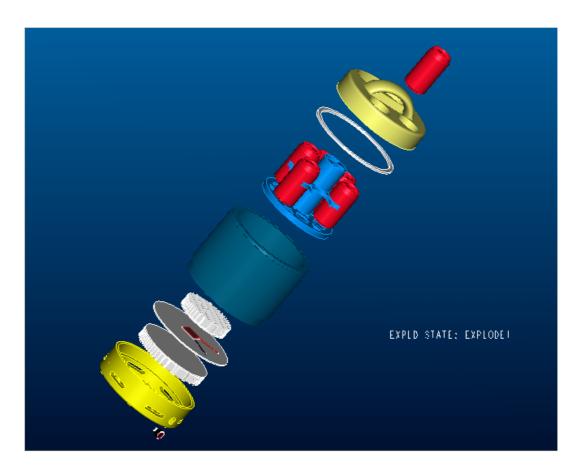


Figura 6 – Concepção da Montagem do produto.

Este projeto foi desenvolvido com alunos no Brasil e na França, com a orientação de professores dos dois países, exigindo uma ampla interação por meio da internet. Como os trabalhos de modelamento 3-D são arquivos muitos pesados, exigiram a criação de um servidor próprio na UTC para armazenamento de arquivos e transferência via *ftp*. Ainda neste aspecto houve desafios suplementares aos alunos visto que as universidades participantes não possuíam as mesmas versões de modeladores 3-D e os alunos tiveram que desenvolver procedimentos suplementares para a compatibilização dos arquivos.

Neste ano, das cinco equipes, quatro equipes defenderam no tempo previsto e uma equipe atrasou a defesa em um mês. Esta equipe que atrasou apresentou problemas de comunicação entre os dois países necessitando a extensão de prazo.

#### 4. CONCLUSÕES

O programa SIM desenvolvido em cooperação entre a Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná – SETI, através do Programa Paraná Autotech, em colaboração com a Universidade de Tecnologia de Compiègne-UTC, a Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR o Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná - CEFETPR, a Universidade Federal do Paraná - UFPR, o Sistema Federação das



Indústrias do Estado do Paraná – FIEP/SENAI/IEL, e o Centro de Integração de Tecnologia do Paraná – CITPAR demonstrou ser uma poderosa ferramenta de integração, levando a alunos, professores e participantes de diferentes instituições a interagirem em diferentes níveis de pesquisa e desenvolvimento.

O objetivo do programa, além de forma um engenheiro internacional é desenvolver parcerias de pesquisas e cooperação entre as diferentes instituições participantes do programa em conjunto com o governo e o setor produtivo.

Segundo RAMOND *et al.* (1999 – 2000), a experiência das empresas indica que as diferenças culturais entre os seus técnicos, de países distintos, geram problemas e dificuldades. O programa SIM é uma forma de ensinar as pessoas com origens diferentes a trabalhar juntas.

Um objetivo a ser realizado é a implantação deste modelo a alunos de graduação nas escolas de engenharia brasileiras. Na PUCPR, Fernandes *et al.* (2001) desenvolvem metodologias semelhantes com equipes de alunos, mas não existe inter-relação com outras universidades nacionais ou internacionais. Para a implementação em cursos de graduação existe uma dificuldade maior em relação as calendários acadêmicos das diferentes universidades o que prejudica o cronograma das atividades.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MONTEIRA NETO, A. Parcerias para o desenvolvimento tecnológico, **Interação**, n° 130, p. 2, 2003.

QAMIHIYAH A. Z., RAMOND B. International Collaboration in mechanical Computer-Aided Design Education, ASEE 2000

QAMHIYAH A. Z.; RAMOND B. – CAD Across Universities- An international Collaborative mechanical Engineering Education Experiment. In: PROCEEDINGS OF THE FOURTH INTERNATIONAL WORKSHOP ON COMPUTER SUPPORTED COLLABORATIVE WORK IN DESIGN, Compiègne, France, September 29- October 1, 1999

YU J., SHI Y.; YANG H.; RAMOND B.; QAMHIYAH A. – Collaborative Mechanical Engineerinng, Education Through Internet: CAD Across Universities. In: 2000 INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SOCIETY IN THE 21ST CENTURY: EMERGING TECHNOLOGIES AND NEW CHALLENGES (IS2000), University of Aizu. Aizu-Wakamatsu City, Fukushima, Japan, November 5-8, 2000

FERNANDES, B. L.; MACHADO, R. D.; ABDALLA FILHO, J. E.; MOURA, L. M.. Produtos e Sistemas Mecânicos: Formação de Competências em Futuros Engenheiros Mecânicos. In: XXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2001, Porto Alegre, RS. XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. 2001.



## AN EXPERIENCE IN COLLABORATIVE ENGINEERING

Abstract: This work presents a methodology developed to establish a "master" program in collaborative engineering. Four universities collaborated with professors and facilities. The program consisted of three stages: i) a period with courses on concurrent engineering, project management, ergonomics, robust design, quality and reability and product life-cycle management; ii) an internship in France with idiom courses, technical industry visits and technical workshop; iii) a project development with international teams using modern engineering tools.

Keywords: Collaborative Engineering, "Master" programs, Concurrent Engineering.