



COBENGE 2005

XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia

“Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças”

12 a 15 de setembro - Campina Grande - Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFPE

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E PROTÓTIPOS: O CASO DO PROJETO AERODESIGN DO CEFET/RJ

Ricardo Alexandre Amar de Aguiar – raaguiar@cefet-rj.br

CEFET/RJ, COLAN

Av. Maracanã, 229 Bloco E 3º. andar

20.271-110 – Rio de Janeiro – RJ

Cristina Gomes de Souza – cgsouza@cefet-rj.br

Hector Reynaldo Costa – hectorey@ig.com.br

***Resumo.** Um dos grandes desafios enfrentados hoje pelas instituições de ensino e pesquisa é a integração Academia-Empresa. Dentro desse contexto, o CEFET/RJ vem procurando aproximar-se do setor produtivo através do desenvolvimento de produtos abrangendo o ciclo completo de concepção, projeto, protótipo e elaboração do produto. Trata-se de uma proposta inovadora integrando alguns dos campos das engenharias mecânica, eletrotécnica, de telecomunicações e de produção. O objetivo do trabalho é divulgar a experiência que vem sendo desenvolvida relatando as dificuldades enfrentadas e as estratégias adotadas para melhorar a gestão do desenvolvimento de produtos no CEFET/RJ, tendo por referência o projeto Aerodesign. O estudo abrange aspectos como o contexto interdisciplinar de alta tecnologia da instituição de ensino envolvida, a gestão complexa de recursos humanos altamente dotados e voláteis como o corpo de alunos, e a interface das visões acadêmica e de produção ante a materialização do produto sob a pressão de prazos e custos. Os desdobramentos e os desafios institucionais decorrentes desse trabalho são apresentados visando franquear o intercâmbio com outras instituições similares ou grupos de trabalho interessados neste tipo peculiar de gestão.*

***Palavras-chave:** Gestão do desenvolvimento de produtos, Aerodesign, Interdisciplinaridade*

1. INTRODUÇÃO

O Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ é uma instituição que tem por missão a formação de profissionais com perfil tecnológico e que visa a integração vertical entre o ensino médio profissionalizante, graduação e pós-graduação.

A Instituição oferece, na Área de Engenharia, os cursos de Engenharia Industrial Mecânica, Engenharia Industrial Elétrica (eletrotécnica, eletrônica e telecomunicações) e o curso de Engenharia de Produção. Como pós-graduação *stricto sensu*, o Mestrado em Tecnologia com as áreas de concentração: Processos Tecnológicos e Gestão/Educação Tecnológica e o Mestrado em Ensino de Física e Matemática.

A Instituição, que sempre valorizou o caráter prático de seus cursos, tem nos últimos anos tentado responder um dos grandes desafios da atualidade – a integração entre Academia e o setor produtivo.

Dentro desse contexto, o CEFET/RJ tem investido na formação de equipes multidisciplinares voltadas para o desenvolvimento de protótipos/produtos, abrangendo o ciclo de concepção, projeto e desenvolvimento de protótipos/produtos.

Entre as várias experiências em andamento, pode ser citado o Projeto Mini-Baja e o Projeto Aerodesign que consiste no desenvolvimento de protótipos de veículos. Esses projetos envolvem docentes e discentes da Instituição. As equipes – *do Mini baja e do Aerodesign* - são composta por recursos humanos qualificados e com alta motivação, porém bastante volátil em razão da alta rotatividade dos alunos.

Nos projetos são utilizadas ferramentas de modelagem 3D e de simulação numérico-computacional de última geração para a criação de um modelo virtual, dentre as quais podem ser citadas: , *SolidWorks* Adams; Fluent e Ansys, ferramentas essas que são utilizadas na indústria automobilística no desenvolvimento de seus produtos. Apesar das modernas ferramentas usadas na fase de concepção, observa-se a ocorrência de diversos problemas na fase de execução em função de falhas no gerenciamento.

O objetivo do trabalho é apresentar as estratégias a serem implementadas a fim de melhorar a gestão do desenvolvimento de protótipos no CEFET/RJ, tendo por base a experiência do Projeto Aerodesign.

Numa primeira etapa foi feito um diagnóstico com a identificação e análise dos pontos críticos observados. Como principais falhas foram identificados problemas de gerenciamento financeiro, de aquisição de componentes, gestão de recursos humanos, de integração e comunicação com os membros da equipe, e de planejamento nas fases de concepção e realização.

A partir do diagnóstico foram propostas várias estratégias para a solução dos problemas, com as respectivas ações a serem implementadas. Para tanto, ao longo do trabalho, foram aplicadas técnicas de grupo tais como *brainstorming*, diagrama espinha de peixe e NGT (Nominal Group Technique) envolvendo a participação dos vários membros da equipe de forma a se obter maior sinergia a partir de uma visão mais ampla, sistêmica e multidisciplinar da situação abordada.

Como os problemas relativos ao Projeto Aerodesign são comuns a outros projetos desenvolvidos no CEFET/RJ, espera-se que as estratégias propostas no presente trabalho possam também contribuir para o melhor gerenciamento de outros protótipos na Instituição.

2. O QUE É O AERODESIGN

A competição Aerodesign, organizada pela SAE, é um desafio de projeto aberto para estudantes universitários de graduação em engenharia, física e ciências aeronáuticas, para a classe regular e alunos de pós-graduação, para a classe aberta. Neste projeto é oferecido ao aluno a vivência na concepção, planejamento e execução de um projeto de engenharia com todos os desafios que estão envolvidos no desenvolvimento de uma aeronave rádio controlada.

O objetivo do projeto é o desenvolvimento e a construção de uma aeronave rádio controlada capaz de levantar vôo com uma carga de projeto mínima estabelecida pela organização da competição, executando um vôo controlado e um pouso com segurança respeitando os requisitos estabelecidos pela organização da Competição SAE BRASIL de Aerodesign .

A competição é dividida em duas etapas, a primeira etapa é realizada no mês de julho onde as equipes devem enviar para SAE Brasil o relatório do projeto que será avaliado por uma banca de engenheiros da Embraer, esta etapa corresponde a 50% da pontuação total.

A segunda etapa é realizada no mês de setembro nas dependências do CTA tendo uma duração de três dias.

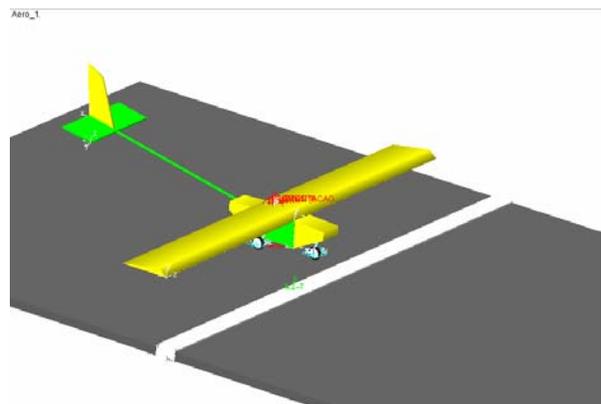
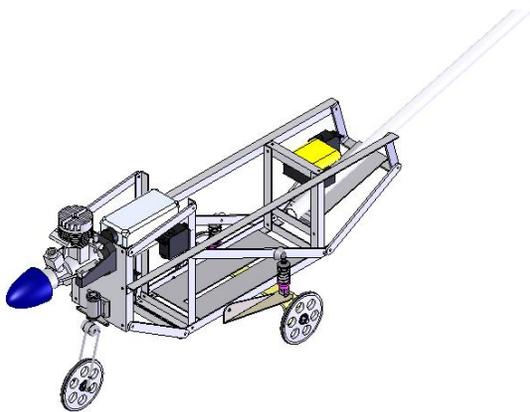
A competição conta com a participação de Aeromodelos desenvolvidos em várias instituições de ensino no Brasil (61 na competição de 2004). A equipe vencedora e a Segunda colocada na prova, participam nos EUA, de uma competição de caráter internacional.

3. O PROJETO AERODESIGN NO CEFET/RJ

O Projeto Aerodesign começou a ser desenvolvido no CEFET/RJ em 2001 por iniciativa de um grupo de alunos que enfrentou o desafio de representar a instituição junto às melhores universidades do país. A experiência adquirida nessa primeira participação somada a formação de uma nova equipe e ao reconhecimento do projeto por parte da direção do CEFET/RJ, resultaram numa participação mais competitiva em 2002, 2003 e 2004.

Em 2004, o veículo projetado pelo CEFET/RJ garantiu, pela primeira vez, total competitividade em relação aos protótipos de outras universidades. Esse resultado se deve a ter contado com a aplicação de recursos da Instituição, patrocínio de empresas, a conhecimentos adquiridos nas competições anteriores, e a estudos mais aprofundados para a execução de um protótipo bem elaborado.

As Figuras de 1 a 4 ilustram o projeto desenvolvido no ano de 2004. A Figura 1 mostra o modelamento 3D do Protótipo Venturi 2004. A Figura 2 apresenta o modelo no ambiente ADAMS para simulação numérica. A Figura 3 ilustra o estudo numérico realizado para determinação das tensões na fuselagem do protótipo Venturi 2004. E a Figura 4 apresenta a análise computacional visando a escolha do melhor perfil para ser utilizado no Venturi 2004



ótipo

Figura 2. Modelo no ambiente ADAMS para simulação numérica

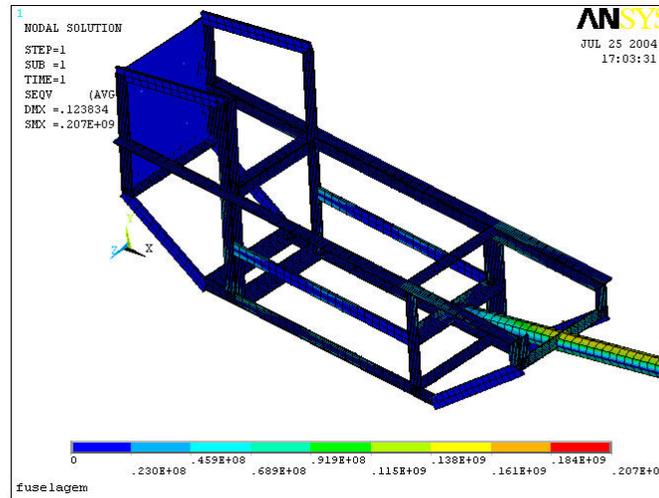


Figura 3. Estudo numérico para a determinação das tensões na fuselagem do protótipo Venturi 2004

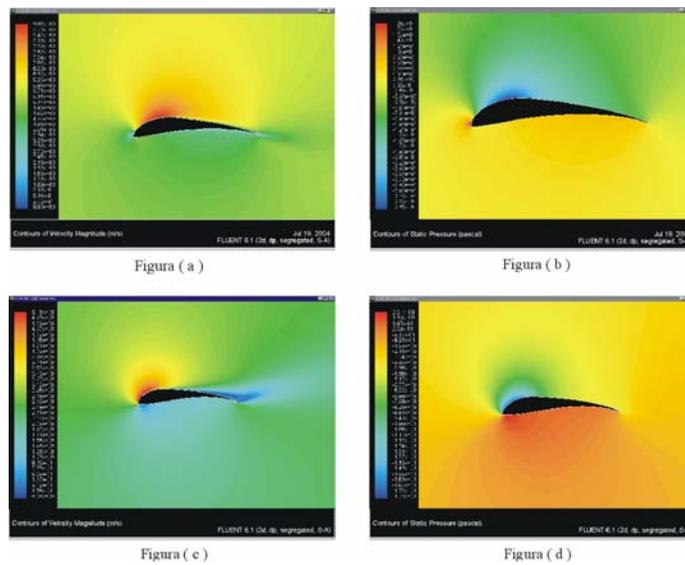


Figura 4. Análise computacional para escolha do perfil do Venturi 2004

Na VI Competição SAE Brasil de Aerodesign a equipe Venturi do CEFET/RJ obteve a melhor colocação entre as oito equipes do Estado do Rio de Janeiro participantes do evento, além de conseguir a décima colocação Geral entre as 61 equipes participantes de todo o Brasil. A equipe conseguiu ainda a segunda melhor pontuação por acuracidade e o quarto melhor tempo de retirada de carga útil.

Atualmente a equipe é composta por discentes e docentes de diversos cursos de Engenharia (Mecânica, Eletrônica, Telecomunicações e Produção) – trata-se de recursos humanos qualificados e com alta motivação, porém bastante volátil em razão da alta rotatividade dos alunos.

A décima colocação no Geral, entre 61 aeromodelos na edição 2004 do evento, sendo a melhor colocação do Rio de Janeiro na competição, incentivou alunos e professores a iniciarem o desenvolvimento de um projeto ainda melhor, aproveitando os conceitos utilizados no projeto 2004, corrigindo falhas observadas ao longo de seu desenvolvimento, e estudando novas soluções para o modelo 2005.

4. IDENTIFICAÇÃO DOS PROBLEMAS

Numa primeira etapa foi feito um diagnóstico a partir de um *brainstorming* que teve por finalidade identificar os pontos críticos observados na realização do Aerodesign 2004.

Esse *brainstorming* envolveu a participação de todos os integrantes da equipe, sendo que os problemas relacionados foram posteriormente analisados e sistematizados num diagrama espinha de peixe, conforme pode ser observado na Figura 5.

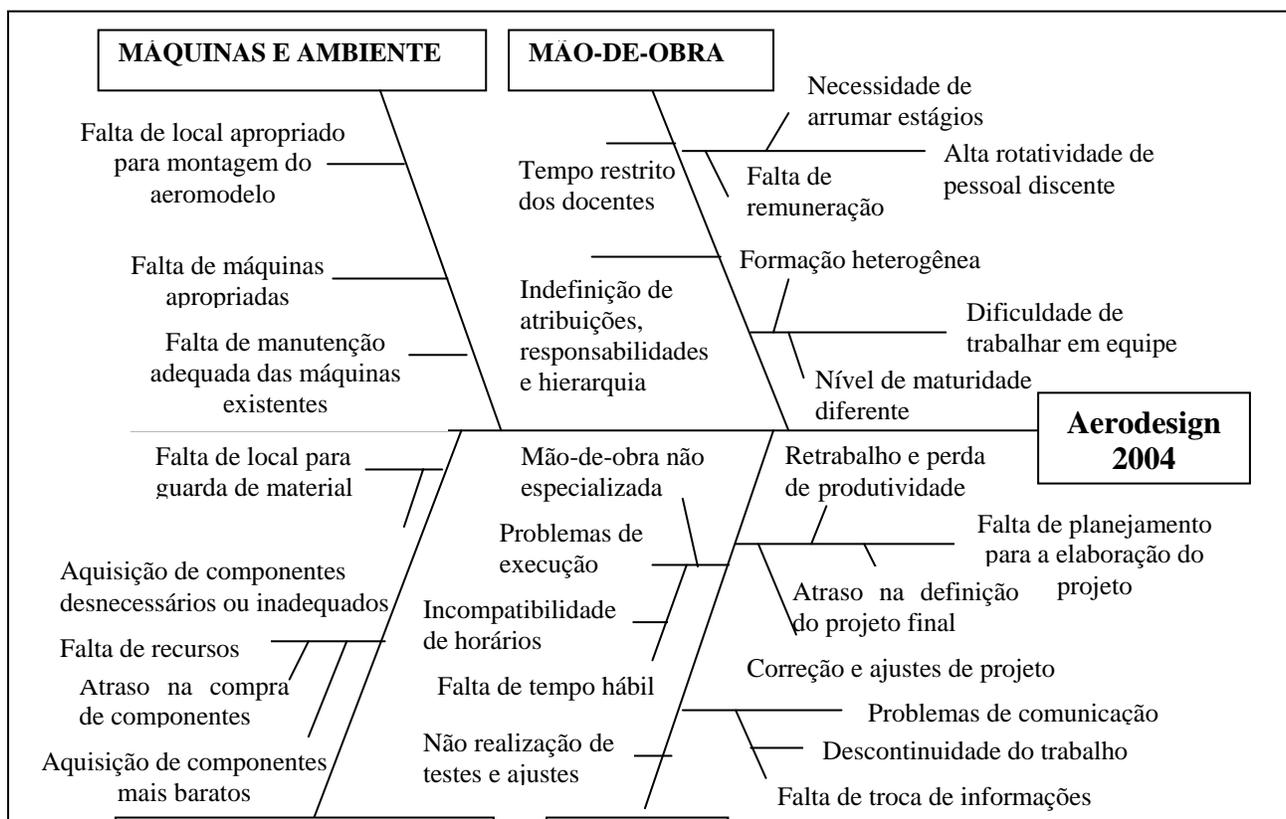


Figura 5. Diagrama Espinha de Peixe

Como principais falhas no projeto Aerodesin 2004, foram identificados problemas nas seguintes áreas:

- a) *planejamento nas fases de concepção e realização*: falta de gerenciamento e ordenamento na elaboração das diversas etapas do projeto, gerando a necessidade de uma série de correções e ajustes, levando ao atraso na definição do projeto final e a perda de produtividade em função de retrabalho
- b) *gestão financeira*: dificuldades de obtenção de recursos; falta de gerenciamento dos recursos existentes; entraves burocráticos
- c) *aquisição de componentes*: falta de recursos para a compra dos componentes necessários; falta de uma melhor definição no projeto no que se refere aos componentes a serem adquiridos resultando na aquisição de material desnecessário e inadequado o que eleva o custo do Aeromodelo
- d) *gestão de recursos humanos*: alta rotatividade de pessoal; falta de hierarquia, de responsabilidades e de definição de atribuições específicas; falta de disponibilidade do pessoal docente
- e) *integração e comunicação entre os membros da equipe*: grupo heterogêneo no que se refere a formação específica e ao nível de conhecimento e maturidade profissional dos membros da equipe; falta de compatibilidade de horários.

Tais fatores acabaram por gerar um atraso na finalização do aeromodelo, não havendo tempo hábil para fase de testes, o que inviabilizou a correção de eventuais problemas de concepção e ajuste nos diversos sistemas do Aeromodelo, prejudicando a performance na competição.

6. ESTRATÉGIAS E AÇÕES PARA O AERODESIGN 2005

A partir da identificação dos problemas anteriormente mencionados, foram definidas algumas estratégias a serem adotadas no Projeto do Aerodesign 2005. Para tanto, foi realizado novamente um *brainstorming* sendo que as alternativas geradas foram selecionadas a partir da aplicação de um NGT (*Nominal Group Technique*) de modo a se obter maior sinergia a partir de uma visão mais ampla, sistêmica e multidisciplinar da situação abordada. Como principais estratégias a serem implementadas foram escolhidas:

6.1. Estratégia 1: Planejamento de etapas e definição de recursos necessários

Consiste em estabelecer as etapas do projeto bem como os recursos necessários: humanos, financeiros, materiais, o tempo estimado para execução de cada etapa, e a interrelação entre elas.

Ação 1 - com o objetivo de evitar os problemas ocorridos no projeto do Aeromodelo 2004, decidiu-se por desenvolver o projeto atual de acordo com as seguintes etapas, observando a interdependência existente entre elas:

Tabela 1. Etapas do Projeto Aerodesign 2005

<i>Etapa</i>	<i>Descrição</i>	<i>Tempo (meses)</i>	<i>Predecessores</i>
I	Busca de Patrocínio	10	-
II	Projeto e escolha do tipo de asa	2	-
III	Projeto da estrutura do aeromodelo	1	II
VI	Escolha do tipo de hélice	1	
V	Projeto do trem de pouso	1	II,III
VI	Projeto de acabamento	1	II,III
VII	Projeto final do aeromodelo	1	II, III, IV, VI
VIII	Aquisição de componentes e montagem do aeromodelo	2	I, VII
IX	Testes e ajustes	1	VIII
X	Relatórios	1	VII, VIII,IX

A elaboração do projeto abrangeu as seguintes atividades:

- a) Projeto e escolha do perfil de asa
 - Definição das características e parâmetros que serão utilizados na modelagem da asa;
 - Escolha do tipo de perfil de asa
- b) Projeto do trem de pouso
 - Definição das características e parâmetros que serão utilizados na modelagem do trem de pouso;
 - Escolha do tipo de trem de pouso;
 - Projeto e modelagem numérico-computacional do trem de pouso;
- c) Escolha do tipo de hélice
 - Ensaio experimental de tração da hélice para por aquisição de dados;
- d) Projeto de estrutura do aeromodelo
 - Escolha do design;
 - Estudo de montagem
 - Projeto e modelagem numérico-computacional da estrutura do aeromodelo a partir de parâmetros encontrados em simulações anteriores
 - Projeto de acabamento.
 - Design final do aeromodelo
- e) Projeto final do aeromodelo
 - Fechamento do projeto reunindo as etapas desenvolvidas anteriormente e fazendo os ajustes necessários.

Ação 2 - Definição dos recursos necessários à realização do projeto

- a) Recursos Humanos - com base em experiências anteriores chegou-se a conclusão que um número elevado de componentes compromete a eficiência do projeto. Assim sendo, procurou-se otimizar o número da equipe para 12 integrantes, sendo: 02 (dois) alunos de Engenharia de Produção; 01 (um) aluno de Engenharia Eletrônica; 01 (um) aluno de Engenharia de Telecomunicações; 08 (oito) alunos de Engenharia Mecânica.
- b) Recursos Financeiros - a partir do projeto anterior, chegou-se a um orçamento preliminar da ordem de R\$ 8.000,00 (oito mil reais) para a execução do Aeromodelo e realização de testes.
- c) Recursos Materiais - serão utilizados os Laboratórios do CEFET/RJ dentre os quais podem ser citados: Laboratório de Ajustagem; Laboratório de Usinagem e COLAN (Coordenação dos Laboratórios de Análise Numérica)
- d) Recursos Numérico-Computacionais: serão utilizados na elaboração do projeto os seguintes *softwares*: SolidWorks, MathCad, Fluent, MoldFlow, ADAMS, ANSYS, Maple, MS Project e outros.
 - SolidWorks: criação de modelos 3D de todos os componentes do Aeromodelo; montagem virtual do Aeromodelo podendo dessa forma avaliar as características gerais de montagem
 - Fluent - Análise computacional visando a escolha do melhor perfil de asa para ser utilizado
 - Adams: simulação dinâmica dos sistemas de suspensão do aeromodelo
 - Ansys: modelagem e simulação dos componentes mecânicos do aeromodelo e da sua estrutura
 - MS Project: definição de parâmetros para acompanhamento e gerenciamento do projeto

6.2. Estratégia 2: Busca de financiamentos e parcerias com entidades da iniciativa privada e governamental a fim de obter patrocínio para a construção do protótipo

Ações - Contato com setores da iniciativa privada que estejam envolvidos no segmento aeronáutico; participação em Feiras e Eventos da área em questão; divulgação através dos meios de comunicação (jornais, revistas, TV, rádio); contatos com setores públicos para divulgação e apoio político para captação de recursos.

6.3. Estratégia 3: Gerenciamento dos recursos financeiros obtidos junto à iniciativa privada, pública e recursos oriundos da própria instituição

Ações - integração de alunos e docentes do Curso de Engenharia de Produção ao Projeto Aerodesign procurando dessa forma melhorar o gerenciamento dos recursos obtidos de forma a otimizar os custos dos vários sub-sistemas do projeto e adequá-los aos recursos existentes; buscar mecanismos que permitam uma melhor flexibilidade na gerência de recursos obtidos em órgãos públicos ou provenientes da própria Instituição.

6.4. Estratégia 4: Planejamento e controle na aquisição de componentes

Ações - integração de alunos e docentes do Curso de Engenharia de Produção a fim de planejar, otimizar e controlar a compra dos componentes necessários e adequados ao projeto, fazendo pesquisa de fornecedores, preços, prazos e qualidade.

6.5. Estratégia 5: Gestão de recursos humanos

Ações - procurar mesclar de forma adequada alunos de períodos iniciais com alunos já cursando períodos avançados de modo a se ter menor rotatividade dos componentes do grupo a cada ano e maior intercâmbio de conhecimentos e experiências; selecionar número de alunos com a qualificação e disponibilidade necessária para o atendimento das exigências do projeto; definir responsabilidades e atribuições a cada componente da equipe; escolha de um aluno (gerente) para cada etapa do projeto.

6.6. Estratégia 6: Integração e comunicação entre os membros da equipe

Ações - estabelecimento de reuniões periódicas para acompanhamento das diversas etapas e troca de informações; estabelecimento de um calendário de atividades de modo a melhor compatibilizar os horários dos membros da equipe; utilização de ambiente computacional que permita um melhor intercâmbio entre os participantes nas diversas etapas de projeto uma vez que existem membros da equipe realizando estágio

7. CONCLUSÃO

O CEFET/RJ tem procurado capacitar recursos humanos para atender às exigências do mercado. Para tanto, a Instituição vem, entre outros projetos, inserindo alunos no desenvolvimento de protótipos e produtos buscando conscientizá-los da importância das inovações tecnológicas e prepará-los para enfrentar os desafios pertinentes ao desenvolvimento de novos produtos.

Através da experiência adquirida ao longo de quatro anos de realização do Projeto Aerodesign foi possível identificar uma série de dificuldades e restrições, muitas das quais, também atingem os demais projetos que vem sendo executados.

A partir da discussão e análise dos pontos críticos observados, foram estabelecidas algumas estratégias e ações a serem implementadas de modo a se obter uma melhor gestão do Projeto Aerodesign 2005.

Esse tipo de iniciativa, envolvendo docentes e discentes dentro de um processo participativo, pode ser considerado um primeiro passo na direção de corrigir falhas sistemáticas que vem sendo observadas nos projetos que envolvem o desenvolvimento dos protótipos/produtos no CEFET/RJ.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, N A, **Guia de Resolução de Problemas**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996.

BARRA, R., **Trabalho em Grupo: guia prático para formar equipes eficazes**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1993

COSENZA O N., SOUZA, C.G., **Manual de Técnicas de Conclaves**. Rio de Janeiro: IPR Publicações, 1996

SOUZA, C.G. **Os Novos Paradigmas Organizacionais e a Utilização de Técnicas de Grupo**, Rio de Janeiro: UFRJ, 1994.

XAVIER L.S., AGUIAR R.A.A . Auto-crítica, co-gestão e administração de tarefas. In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA. **Anais**. Salvador, 1997.

BRAGA, E. G. S. et all. **Análise de Componentes Críticos de um Aeromodelo para Competição**, Projeto Final. Rio de Janeiro: CEFET/RJ, 2003.

KENEDI, P.P. et all. Dynamic Experimental Analysis of a Mini-Baja Vehicle Front Suspension. In: SAE 2001: 10º CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAIS DE TECNOLOGIA DA MOBILIDADE. **Anais**. São Paulo, 2001.

AGUIAR, R.A.A., COSTA, H.R. Otimização do projeto dinâmico de um aeroplano através do uso de simulação numérica. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA 2004. **Anais**. Belém, 2004

PRODUCTS AND PROTOTYPES DEVELOPMENT: THE CASE OF AERODESIGN PROJECT OF CEFET/RJ

Abstract: *One of the great challenges faced today by the teaching and research institutions is the integration academy-firms. In this context, CEFET/RJ is trying to approximate of the productive companies through the development of products including the complete cycle of conception, project, prototype and elaboration of the product. The objective of the work is to present the experience that has been developed telling the difficulties and strategies adopted to improve the product development process in CEFET/RJ based on Aerodesign project. The study includes aspects as the interdisciplinary context of high technology of the teaching institution involved, the complex administration of highly endowed and volatile human resources as the students, and the interface of the academic and production vision in the face of the materialization of the product with the pressure of time and costs. The results of this work are presented to stimulate other similar institutions or work groups interested in this peculiar type of administration.*

Keywords: *Product development, Aerodesign, Interdisciplinary*