

INTEGRAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS: A EXPERIÊNCIA DO CEFET/RJ

Ruth Epsztejn – epsztejn@pontocom.com.br

Cristina G. de Souza – oncosenza@openlink.com.br

Leydervan de S. Xavier –

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

Jorge Carlos F. Jorge –

Pedro Manuel C. L. Pacheco –

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ,

Departamento de Educação Superior

Av. Maracanã, 229 – Bloco E – 1º andar – Rio de Janeiro, RJ

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 Mini-Baja. 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, Integração academia-empresa, Projetos de pesquisa*

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, mais recentemente, 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.

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 que consiste no desenvolvimento do protótipo de um veículo. Esse projeto encontra-se em seu quarto ano de realização, envolvendo docentes e discentes da Instituição. A equipe – *Mini-Baja Team* – é composta por recursos humanos qualificados e com alta motivação, porém bastante volátil em razão da alta rotatividade dos alunos.

No projeto 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: Autocad 2000; MDT (Mechanical Desk Top); Adams; 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 Mini-Baja.

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 Mini-Baja 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 protótipos na Instituição.

2. O QUE É O MINI-BAJA

O Projeto Mini-Baja consiste no desenvolvimento do protótipo de um veículo auto-propulsado do tipo monoposto, com quatro rodas, motor monocilíndrico com 8 HP e que atenda às exigências de uma utilização esportiva e “off-road”.

A construção do veículo deve seguir normas técnicas e de segurança estabelecidas pela SAE (Society of Automotive Engineers), organização científico-educacional dedicada ao avanço tecnológico dos meios de transporte, fundada em 1905 por Henry Ford, Thomas Edson e Orville Wright nos EUA, que incentiva as equipes participantes a desenvolverem uma tecnologia própria para cada veículo.

O resultado do projeto é avaliado em uma competição anual, realizada no Autódromo José Carlos Pace (Interlagos – São Paulo). Este veículo deverá resistir a solicitações severas, em diversas condições de tempo e terreno, sendo submetido a diversas provas de desempenho e avaliações técnicas.

A competição conta com a participação de mini-bajas desenvolvidos em várias instituições de ensino no Brasil (42 na competição de 1999). A equipe vencedora e a Segunda colocada na prova, participam nos EUA, de uma competição de caráter internacional.

2.1. Etapas da competição

A competição é realizada durante três dias e se subdivide nas seguintes etapas:

- a) Inspeção de segurança: avaliação de itens de segurança ativa e passiva do protótipo;
- b) Manobrabilidade: avaliação da capacidade do veículo de efetuar manobras do tipo "slaloon" ao redor de obstáculos (cones) posicionados de modo a oferecer um alto grau de dificuldade durante a prova;
- c) Teste de aceleração, velocidade máxima e frenagem: o veículo deve sair da imobilidade, cumprindo um percurso de aproximadamente 100 metros no menor espaço de tempo possível, e logo após retornar a imobilidade freando com a máxima eficiência;
- d) Subida de rampa com inclinação de 45°: nesta prova, o Baja deve subir uma rampa com inclinação de aproximadamente 45 graus;
- e) Capacidade de tração: prova que consiste na verificação de que o Mini-Baja é capaz de deslocar um trenó de carga com aumento gradual de resistência durante a maior distância possível;
- f) Dirigibilidade: onde o protótipo é testado por um piloto especializado em competições "off-road"; e pontuado de acordo com suas qualidades específicas;
- g) Projeto mecânico: avaliação de itens fundamentais para produção em massa, tais como Design e Ergonomia, Inovações tecnológicas etc., por especialistas da Indústria Automobilística;
- h) Enduro: nessa última etapa, o protótipo será testado quanto a sua resistência e durabilidade, onde deverá completar uma prova de quatro horas de duração numa pista de "cross" no Autódromo de Interlagos, com autorização de paradas apenas para pequenos reparos e reabastecimento.

3. O PROJETO MINI-BAJA NO CEFET-RJ

O Projeto Mini-Baja começou a ser desenvolvido no CEFET-RJ em 1997 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 1998 e em 1999.

Em 1999, o veículo projetado pelo CEFET-RJ garantiu, pela primeira vez, total competitividade em relação aos protótipos de outras universidades estruturadas como verdadeiras equipes de Fórmula 1. Esse resultado se deve a ter contado com a aplicação de recursos da Instituição, a conhecimentos adquiridos nas competições anteriores, e a estudos mais aprofundados para a execução de um protótipo bem elaborado, com elevada robustez e funcionabilidade.

Graças ao projeto mecânico e à resistência do protótipo, foram obtidas colocações que mantiveram o Mini-Baja do CEFET/RJ, durante a competição, entre os dez melhores carros

Figura 1. Diagrama Espinha de Peixe

Como principais falhas no projeto Mini-Baja 1999, 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 protótipo
- 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 protótipo, não havendo tempo hábil para fase de testes, o que inviabilizou a correção de eventuais problemas de concepção e ajuste nos diversos sistemas do veículo, prejudicando a performance na competição.

6. ESTRATÉGIAS E AÇÕES PARA O MINI-BAJA 2001

A partir da identificação dos problemas anteriormente mencionados, foram definidas algumas estratégias a serem adotadas no Projeto do Mini-Baja 2001. 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 todas as etapas do projeto com a definição dos recursos necessários – humanos, financeiros, e materiais, 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 Mini-Baja 1999, decidiu-se por desenvolver o projeto atual seguindo as seguintes etapas observando a interdependência existente entre elas:

Tabela 1. Etapas do Projeto Mini-Baja 2001

<i>Etapas</i>	<i>Descrição</i>	<i>Tempo (meses)</i>	<i>Predecessores</i>
I	Busca de Patrocínio	10	-
II	Projeto suspensão dianteira/direção	1	-
III	Projeto suspensão traseira/transmissão/sistema de frenagem	1	II
IV	Projeto da estrutura do veículo	1	III
V	Projeto de acabamento	1	IV
VI	Projeto final do veículo	1	II, III, IV, V
VII	Aquisição de componentes e montagem do veículo	2	I, VI
VIII	Testes e ajustes	4	VII
IX	Relatórios	1	VI, VII, VIII

A elaboração do projeto abrange as seguintes atividades:

- a) Projeto de suspensão dianteira/direção
 - Definição das características e parâmetros que serão utilizados na modelagem da suspensão dianteira e do sistema de direção;
 - Escolha do tipo de suspensão e sistema de direção;
 - Projeto e modelagem numérico-computacional da suspensão;
 - Projeto e modelagem numérico-computacional do sistema de direção.
- b) Projeto da suspensão traseira
 - Definição das características e parâmetros que serão utilizados na modelagem da suspensão traseira;
 - Escolha do tipo de suspensão traseira;
 - Projeto e modelagem numérico-computacional da suspensão traseira;
- c) Projeto do sistema de transmissão
 - Escolha do tipo de sistema de transmissão a ser utilizado;
 - Determinação dos parâmetros do sistema de transmissão;
 - Adequação do sistema de transmissão ao propulsor do veículo;
 - Projeto e modelagem numérico-computacional do sistema de transmissão
- d) Projeto do sistema de frenagem
 - Determinação dos parâmetros do sistema;
 - Escolha do tipo de sistema a ser utilizado;
 - Projeto e modelagem numérico-computacional do sistema de frenagem.
- e) Projeto de estrutura do veículo
 - Escolha do design;
 - Estudo ergonômico;
 - Projeto e modelagem numérico-computacional da estrutura do veículo a partir de parâmetros definidos nos projetos anteriores e normas de segurança exigidas pela SAE.
- f) Projeto de acabamento
 - Design final do veículo;
 - Itens de segurança e acessórios (painel, telemetria e outros);
- g) Projeto final do veículo
 - 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\$ 10.000,00 (dez mil reais) para a execução do protótipo 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; Laboratório de Soldagem; e COLAN (Coordenação dos Laboratórios de Análise Numérica)
- d) Recursos Numérico-Computacionais - serão utilizados na elaboração do projeto:

- Mechanical Desktop 4.0: criação de modelos 3D de todos os componentes do veículo; montagem virtual do veículo podendo dessa forma avaliar as características ergonômicas e estéticas do protótipo;
- Adams: simulação dinâmica dos sistemas de suspensão do veículo
- Ansys: modelagem e simulação dos componentes mecânicos do veículo 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 automotivo; 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 Mini-Baja 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 em diversas cidades da Alemanha (Berlim, Munique, Colônia) participando de forma efetiva do desenvolvimento do protótipo.

7. CONCLUSÃO

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

Entre os vários projetos ora em andamento - desenvolvimento de robô anti-bomba, de robô limpa dutos, de tijolo estrutural de alta porosidade e outros - encontra-se o Projeto Mini-Baja que vem despertando o interesse e motivação de alunos dos diversos cursos de engenharia da Instituição.

Através da experiência adquirida ao longo de quatro anos de realização do Projeto Mini-Baja 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 Mini-Baja 2001.

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.

8. 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*, Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ, 1994.
- XAVIER L.S., AGUIAR R.A.A , *Auto-crítica, co-gestão e administração de tarefas*. In: Anais do XXV COBENGE. Salvador, 1997.