

## **DESENVOLVIMENTO DE VEÍCULO TIPO FORA-DE-ESTRADA**

**Aluno: Guilherme Franco Fernandes**

**Orientador: José Alberto dos Reis Parise**

### **INTRODUÇÃO**

O projeto Minibaja tem como objetivo principal o desenvolvimento, projeto e construção de um carro tipo fora-de-estrada por alunos universitários. O veículo participa de uma competição de âmbito nacional organizada pela SAE-Brasil (Society of Automotive Engineers). Muito mais do que uma competição, o projeto visa a formar os estudantes de acordo com as características reais de atuação de um engenheiro, dando a este a possibilidade de projetar, testar, construir e pilotar veículos, com o projeto sujeito a diversas limitações e imposição ditadas por um regulamento. Como parte do desenvolvimento, há também o lado de habilidades financeiras, pois os graduandos têm que buscar recursos para a viabilização dos projetos, assim como justificar o custo do veículo.

Uma competição de Minibaja consiste em critérios de avaliação oriundos de duas grandes áreas: as avaliações estáticas e as dinâmicas. As avaliações estáticas dividem-se em: Inspeção Técnica e de Segurança dos veículos, preço final do carro, conforme relatório de custos a ser apresentado (sendo que o mais barato ganha mais pontos) e em Projeto Mecânico. Este é subdividido em manutenção, integridade estrutural, possibilidade de o carro ser produzido em massa, qualidade da execução do projeto, originalidade, conforto do piloto e a conformidade do projeto final (o carro) com o relatório de projeto da equipe (neste quesito são avaliadas as dimensões do carro e comparadas com as que estão contidas no relatório). Já nas avaliações dinâmicas, as provas são divididas em aceleração, velocidade máxima, frenagem, tração, manobrabilidade, subida de rampa e o “enduro” (corrida em pista de terra, com duração de quatro horas), onde vale destacar que os pontos da corrida têm peso maior na nota final.

Em 1995 foi disputada, pela primeira vez no Brasil, uma competição de Minibaja, organizada pela SAE-Brasil. Em meados de 1996, a Puc-Rio (Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro) iniciou o projeto Mini-Baja PUC-Rio, com o apoio do departamento de Engenharia Mecânica e de patrocinadores. Atualmente, a equipe Minibaja da PUC-Rio tem como orientador o Prof. José Alberto dos Reis Parise.

O projeto do veículo é dividido em várias etapas, a primeira das quais é composta pela conjugação do cálculo geométrico, estrutural e dinâmico, associado ao desenho digitalizado dos diversos subsistemas do veículo. Esta fase é realizada com o auxílio de um software chamado

*SolidWorks*®. A segunda etapa visa a fabricação do veículo. Na terceira são executados os testes de campo para detectar possíveis erros no projeto e para os ajustes finais do veículo (direção, suspensão, freios, *powertrain*).

Um veículo Mini-Baja consiste em 5 principais subsistemas, a saber: o chassi (gaiola), suspensão, direção, *powertrain* (motor e transmissão) e os freios. Para obter um bom desempenho na equipe é necessário saber de tudo o que ocorre no veículo, porém cada aluno se envolve mais especificamente com um determinado subsistema. Neste último ano me envolvi principalmente com o chassi.

## **DESCRIÇÃO DA PARTICIPAÇÃO DO BOLSISTA NO PROJETO**

Iniciei a participação há um ano e, como qualquer principiante, concentrei-me no trabalho mecânico e de organização das ferramentas e materiais utilizados. O trabalho mecânico consistia em dominar a técnica de montagem e desmontagem do carro, incluindo peças como a transmissão, a direção, entre outras. Desta forma, teve início o processo de aprendizado, com a transferência de experiência e de conhecimento dos integrantes mais experientes da equipe aos novatos. Esta fase proporcionou-me o conhecimento de todos os subsistemas do veículo, sua função, como são instalados e como interagem entre si, formando o conjunto final do veículo. O processo de organização da oficina consistiu na arrumação de ferramentas e na do espaço de trabalho, tarefa imprescindível para o bom funcionamento de uma equipe.

Após aproximadamente quatro meses, a equipe Mini-Baja PUC-Rio participou da competição organizada pela SAE-Brasil, seção São Carlos, em São Paulo. Neste evento a equipe, constituída basicamente por principiantes, mostrou um bom desempenho, ficando em 12º lugar geral, a melhor colocação da equipe nesta etapa. Tal competição proporcionou-me mais realidade e vivência do que realmente é o projeto Minibaja, com seu caráter instrutivo, visto que o contato direto com equipes de todo o Brasil proporcionou trocas de experiências e de know-how muito valiosas.

Com a experiência de São Carlos, obtive as condições propícias para concentrar-me na análise mecânica dos subsistemas do veículo. Igualmente, adquiri as habilidades necessárias para projetar um subsistema, tendo sido o chassi (gaiola) o primeiro que escolhi.

### **Chassi**

O chassi do Laranja Mecânica - atual nome do veículo - é tubular, com tubos de Aço 1020, de uma polegada de diâmetro, e parede interna de 4 mm. O chassi é a base estrutural do veículo, sobre a qual todos os esforços, internos e externos serão aplicados.

### **Etapas de desenvolvimento:**

De acordo com Costin e Phipps (1974), idealmente, a função básica de um chassi de carro é conectar as quatro rodas à estrutura, que deverá resistir aos esforços de flexão e torção. Inicia-se o projeto de um chassi (gaiola) pelos pneus. Definidas as bitolas dianteiras e traseiras, a distância entre-eixos e os pontos de fixação da suspensão do veículo, dá-se início ao desenvolvimento da gaiola. Seguindo o regulamento da SAE - que consiste em regras para garantir a segurança dos veículos, não comprometendo a integridade física dos pilotos - projeta-se, no software

*SolidWorks*®, o chassi. Através do programa *CosmoWorks*® procede-se à simulação e ao cálculo de esforços sobre a gaiola.

A segunda etapa do desenvolvimento é a fabricação do veículo. Através de gabaritos impressos, inicia-se o processo de construção do chassi tendo como objetivo manter a conformidade ao projeto original. Para tal, a medição, o corte, o acabamento dos tubos e sua soldagem são cuidadosamente executados. Usamos, para este processo, equipamentos da oficina, tais como a esmerilhadeira, o corte, o esmeril e a máquina de solda elétrica por contato.

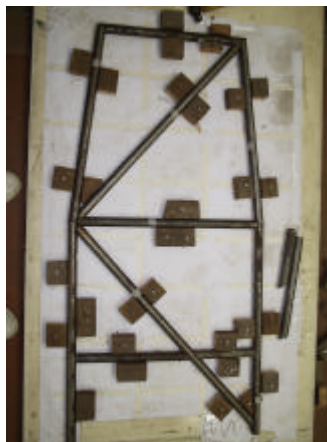
A terceira e última etapa é o teste do veículo. Este foi feito apenas quando o veículo está pronto, permitindo o teste dos demais subsistemas. Estes testes foram executados em terrenos inóspitos, tendo sido o veículo submetido a grandes depressões no terreno, pedras, cascalho, lama e a saltos sobre rampas. Após os testes houve a análise da integridade física do chassi e nenhum foi constatado, revelando a adequação do projeto.

## RESULTADOS

As figuras abaixo apresentam, na seqüência, o esquema do chassi do novo veículo, conforme projetado em *Solid Works*®, o gabarito de montagem do Santo Antonio e do protótipo da equipe PUC-RIO/Laranja Mecânica no *grid* de largada da competição de Piracicaba, em 2005.



Carro no SolidWorks



Gabarito do Santo Antonio



Na linha de partida da prova

## CONTINUIDADE DO PROJETO

Tendo em vista que o último projeto já competiu por dois anos seguidos, e que consta no regulamento da competição que de dois em dois anos 70% do carro deve ser modificado, teve início o processo de construção de um novo veículo. Neste novo projeto buscarei efetuar aprimoramentos em alguns dos subsistemas. Em princípio, optarei pela suspensão e a direção. Tenho iniciado pesquisas na área de telemetria, que atualmente é um diferencial muito útil e interessante, visto que proporcionaria, nas competições, uma valiosa vantagem sobre os demais

concorrentes, por permitir que, dos boxes, tenhamos o controle do desempenho do carro na pista.

Neste novo veículo já participei do desenvolvimento e do desenho da nova gaiola, que já está pronta.

Finalmente, tenho as funções de manter o laboratório em condições de uso e de receber novos integrantes ao programa, já como um veterano da equipe.

## **CONCLUSÃO**

O ingresso, há um ano, na equipe de Mini-Baja da PUC-RIO, proporcionou-me uma noção muito importante do que é a engenharia aplicada na prática. Das aulas tinha apenas a teoria, ainda incipiente, tendo em vista que, há um ano, estava apenas no segundo período do curso de graduação – Ciclo Básico. A bolsa PIBIC incentivou-me à pesquisa, ao estudo e à execução de tarefas que eu imaginava que somente seria capaz de realizar quando estivesse no final do curso.

O projeto, como um todo, proporcionou-me o desenvolvimento de habilidades e competências, incluindo a curiosidade, o estudo, a habilidade manual, a organização, o uso do raciocínio lógico, o trabalho em equipe e o principal que um engenheiro precisa, que é resolver problemas em situações as mais adversas possíveis.