

# 1 Introdução

Atualmente os veículos automotores são uma ferramenta de desenvolvimento econômico e utilidade social em larga escala, fato que resulta em um grande número de acidentes em todo o mundo, sendo o elemento humano a sua causa principal. Apesar de técnicas para a correção de falhas humanas serem introduzidas nos veículos regularmente, como o ABS e o controle de tração, ainda não é possível evitar acidentes por imprudência ou imperícia dos condutores, fazendo-se necessária a utilização de artifícios de segurança passiva, ou seja, atenuantes dos efeitos destes acidentes, como "airbags" e barras de proteção.

Um dos principais campos de estudo com relação à segurança passiva é a otimização do comportamento dos veículos durante choques, chamado, em inglês ainda sem tradução adequada, de "crashworthiness". Com o objetivo de aumentar a segurança de seus veículos, os grandes fabricantes automotivos estudam acidentes nos quais seus produtos estejam envolvidos realizando testes destrutivos com razoável freqüência, a despeito do custo elevado e da alta tecnologia empregada.

Estes testes de impacto são denominados "crashtests". Resultados ruins nestes testes já fizeram com que algumas fábricas reformulassem projetos por completo. Os testes de impacto consistem basicamente em colisões forçadas contra obstáculos normalizados em condições controladas, de onde se extrai uma série de dados para análise do comportamento do veículo. Estes testes não se destinam somente ao estudo do comportamento do veículo, sendo muitas vezes úteis também à análise do comportamento de seus ocupantes durante um impacto, fazendo uso dos chamados "dummies", que são bonecos com massa, dimensões e composição compatíveis com humanos, recheados de sensores, que avaliam os danos causados aos ocupantes em caso de colisão. Os "crashtests" normalmente são filmados por câmeras de alta resolução, permitindo um acompanhamento visual da colisão. No estudo particular do

veículo, as várias medidas consideradas são tomadas através de sensores posicionados interna e externamente ao mesmo.

Os testes de impacto seguem diversas normas de acordo com as exigências locais e raramente têm seus resultados divulgados por completo, por serem considerados dados de projeto, conseqüentemente segredo industrial. A rigidez destas normas vem sendo aumentada, principalmente nos EUA, Europa e Japão e, somada à complexidade e aos custos dos testes, vem justificar a criação de modelos computacionais para auxiliar na análise do problema.

Um outro fator que sustenta a elaboração de modelos numéricos para estudo de colisões entre veículos é o grande número de disputas legais geradas pelos acidentes de trânsito, onde inclui-se normalmente dentro dos objetivos, além dos dados físicos, uma representação gráfica dos fatos ocorridos, com base em informações extraídas de laudos, testemunhos e relatórios policiais, visando auxiliar na imputação de culpa ou na descoberta das causas.

Existem hoje diversas entidades governamentais e particulares criadas com a finalidade exclusiva de estudar colisões envolvendo veículos. Estes órgãos, além de realizarem ensaios práticos diversos, muitas vezes até mais severos que os exigidos em normas, estudam casos reais de acidentes automobilísticos, valendo-se, em muitos casos, de softwares específicos. Nestas simulações, o comportamento do veículo é geralmente modelado até o momento do choque por um simulador de dinâmica veicular, que determina condições como velocidade e trajetória, e, a partir do início do choque, a modelagem da colisão passa a ser feita por um simulador específico através de diversas abordagens até o final do contato.

Durante a colisão propriamente dita dois tipos de análises podem ser feitas: uma considerando veículos rígidos, onde se estuda o problema com foco somente nas propriedades dinâmicas resultantes de um choque instantâneo, sem considerar os fenômenos que ocorrem durante o mesmo; e outra com veículos deformáveis, onde o choque é considerado em evento dinâmico, ou seja, os elementos envolvidos sofrem deformações e forças que variam ao longo do tempo de contato.

O presente trabalho apresenta rotinas para simulação de diferentes choques envolvendo veículos flexíveis, de forma a se interligar com os simuladores de dinâmica veicular em desenvolvimento na PUC-Rio, tendo como entrada as condições imediatamente anteriores ao choque e gerando como saída, para os mesmos simuladores, as condições imediatamente após a perda de contato. Estes módulos pretendem integrar-se de forma a, junto com pré-processadores e pós-processadores gráficos, também em desenvolvimento, permitir simular diversas situações de dinâmica veicular e acidentes automotivos.

Para o desenvolvimento dos modelos aqui propostos foi usado o programa MATLAB, seguindo a mesma linguagem dos demais programas de dinâmica veicular desenvolvidos até o momento nesta linha de pesquisa na PUC-Rio. O modelo proposto se enquadra no diagrama da Figura 1, que descreve de forma simplificada os principais elementos envolvidos na análise realizada. Dentro deste diagrama vários caminhos para as simulações podem ser tomados, dependendo do evento que se deseja modelar. Pode-se escolher, por exemplo, um modelo baseado em dinâmica veicular para fornecer as informações anteriores ao choque para um modelo de um veículo rígido que as retorna para um modelo baseado em conservação de energia e quantidade de movimento (Abdulmassih – 2003) ou um modelo baseado em dinâmica veicular para a fase anterior ao choque, de veículo rígido durante o choque e de conservação de energia e quantidade de movimento para os instantes posteriores ao choque.

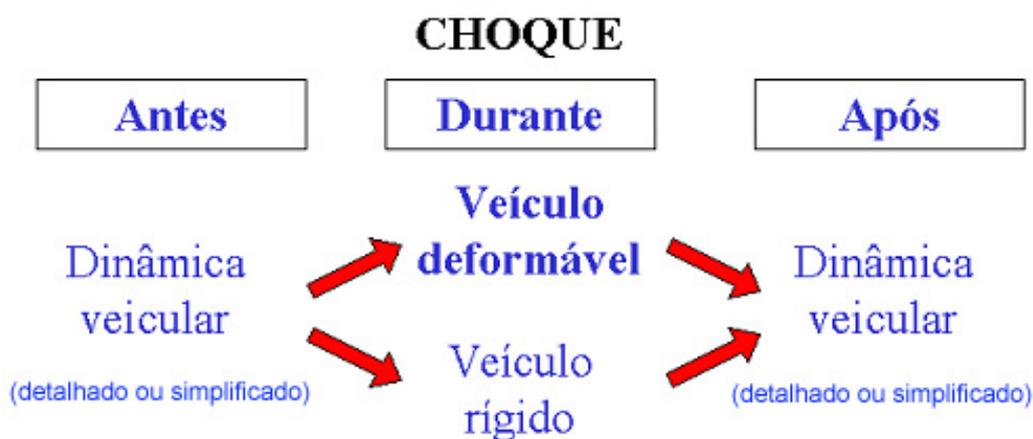


Figura 1: Esquema da estrutura proposta para integração entre os programas de simulação veicular em desenvolvimento na PUC-Rio.

Assim, no Capítulo 2 são apresentados alguns modelos analíticos para o tratamento do problema de colisões entre veículos deformáveis. No Capítulo 3 são mostrados os princípios utilizados nos modelos de alguns programas comerciais existentes. No Capítulo 4 são desenvolvidos modelos numéricos para o tratamento do problema de colisões entre veículos deformáveis. No Capítulo 5 são apresentados resultados das simulações realizadas com os modelos desenvolvidos. O Capítulo 6 apresenta as conclusões obtidas e as sugestões para trabalhos futuros. O Capítulo 7 contém as referências bibliográficas utilizadas.