

6 Conclusões e sugestões

6.1. Conclusões

Com a observação dos resultados obtidos e a comparação com os disponíveis na literatura referenciada pode-se concluir que:

- A disposição dos elementos do modelo permite a inserção de quaisquer esforços adicionais atuando sobre as massas dos veículos, com isso, é possível a inclusão de elementos como o atrito e esforços de tração, além de uma integração com um modelo para simulação puramente dinâmica, seguindo a linha descrita na introdução do trabalho.
- Os modelos criados apresentam comportamento semelhante aos encontrados nos programas disponíveis no mercado;
- Há a necessidade de se determinar parâmetros de rigidez específicos para o uso com o modelo;
- A ausência de atrito na modelagem pode influir sensivelmente nos resultados, diminuindo a desaceleração existente no choque e, conseqüentemente, aumentando a duração do choque;
- A discretização das áreas afetadas deve ser cuidadosamente testada, pois os valores de rigidez dos elementos discretizados envolvidos na simulação de choques localizados podem ocasionar um comportamento assintótico indesejado da deformação;
- A massa do ponto de contato possui grande influência neste tipo de solução, sendo que sua escolha pode acarretar desde erros até a instabilidade do sistema, para soluções com uso de passo fixo, e tempo de cálculo extremamente elevado que impossibilite a solução;
- Os testes de contato utilizados (função *isinpoly*) são testes binários (retornam valor 1 para um ponto em contato e valor nulo para um ponto fora da região de contato) e ocasionam grande variação na aceleração em choques envolvendo rotação dos veículos;
- Sem o desenvolvimento de um modelo aprimorado para a fase de restituição do choque deve-se analisar com cautela a necessidade da

aplicação dos testes de contato diretamente sobre os esforços. Dependendo do comportamento dos veículos a aceleração residual pode ser bem reduzida sem influir sensivelmente nos resultados até o instante final do choque.

6.2. Sugestões

Como o programa fornece o contorno dos veículos em uma discretização desejada a cada intervalo de tempo, duas sugestões são imediatas:

- Os pontos que formam o contorno dos veículos podem ser utilizados como entrada para um pós-processador gráfico, onde seria possível a confecção de animações com diversos detalhes externos e um melhor acompanhamento dos perfis das deformações, podendo-se ainda gerar imagens em três dimensões.
- Pode-se alterar, sem grandes dificuldades, o corpo do programa de forma a substituir as formas retangulares que representam os veículos envolvidos por contornos específicos para determinados veículos, bastando para isso modificar o posicionamento dos pontos de contorno definidos no arquivo *divisão.m* ou substituí-lo por um arquivo que forneça matrizes com os contornos discretizados dos veículos.

As seguintes sugestões para trabalhos futuros também podem ser feitas:

- Aperfeiçoamento da modelagem da restituição, excluindo-se a necessidade do uso dos testes diretamente na aplicação destes esforços, suavizando assim as oscilações na aceleração dos veículos decorrentes da constante perda de contato em simulações envolvendo rotação.
- Inclusão do atrito no modelo;
- Desenvolvimento de procedimento para a determinação dos parâmetros de rigidez próprios ou para equivalência com os fornecidos na literatura e referenciados no item 3.1;
- O tipo de modelagem apresentada considera os veículos como “casca” deformáveis, o que não corresponde com a realidade, onde diversos elementos internos, como motor e suspensão, influem nos esforços e deformações envolvidos. Sugere-se, então a inserção de elementos flexíveis localizados em camadas mais internas da geometria do veículo e com rigidez diferentes com o objetivo de modelar estes componentes.

Tais elementos seriam acionados em substituição ou adicionando aos presentes na periferia quando a deformação atingisse certo valor;

- Determinação da velocidade da região de contato de forma a permitir o cálculo do coeficiente de restituição em choques bidimensionais;
- Modelagem das condições de interpenetração entre os veículos (sem separação);
- Tornar o modelo bidimensional ainda mais modular, de maneira a possibilitar diferentes usos para as pesquisas que vem sendo desenvolvidas na área de dinâmica de veículos.