

Análise do comportamento dinâmico de um ônibus sob manobra direcional

André Vinícius Brizio da Silva

andre_brizio@hotmail.com

Walter Jesus Paucar Casas (orientador)

walter.paucar.casas@ufrgs.br



DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

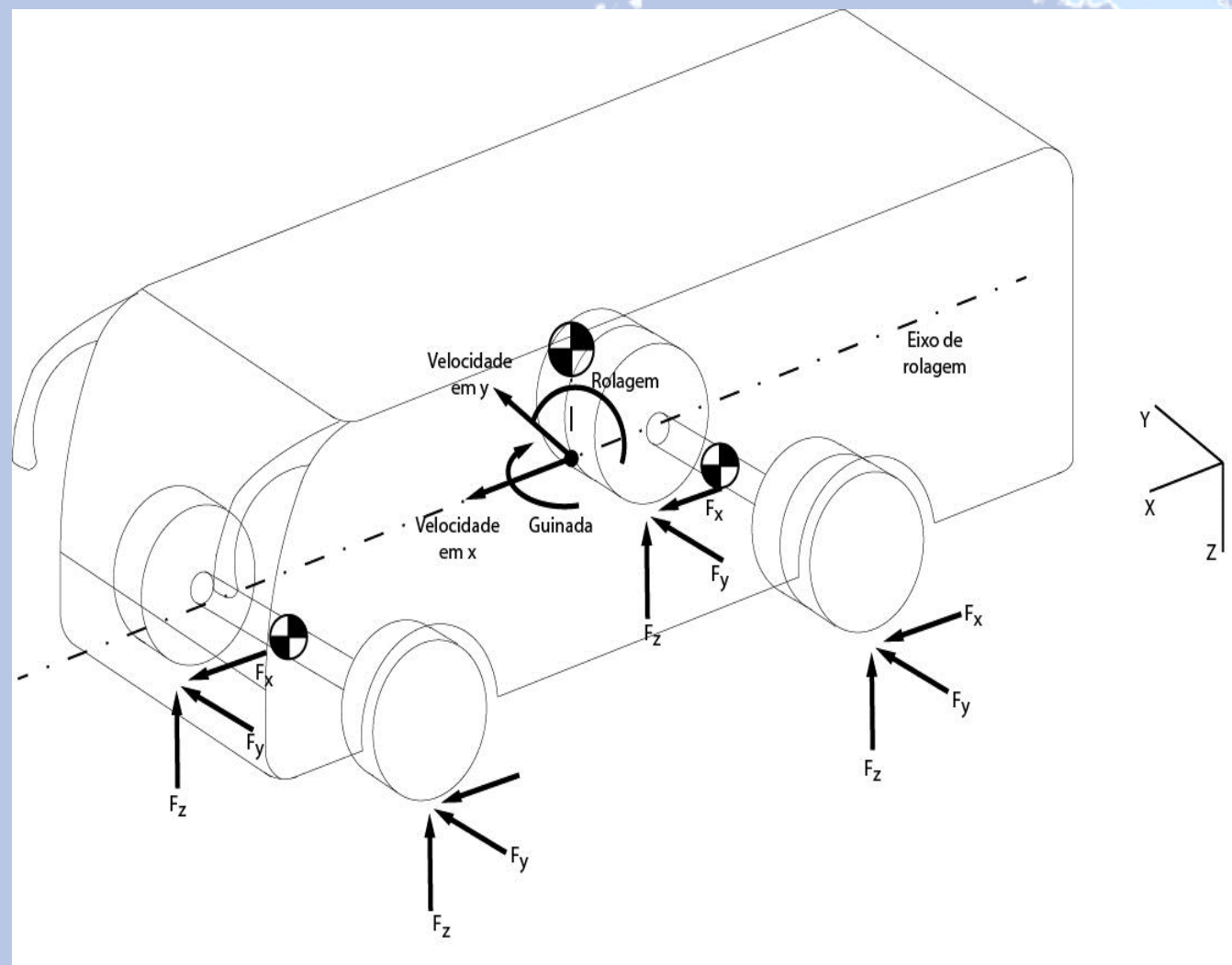
Grupo de Mecânica Aplicada – DEMEC – EE - UFRGS

Objetivos

Implementação de um modelo de ônibus realizando manobras em uma pista plana para a avaliação da dinâmica lateral e comparação com resultados obtidos em um software de simulação comercial.

Método

Baseia-se em um modelo de veículo de oito graus de liberdade proposto por Smith e Starkey (1995). Consiste de uma massa suspensa apresentando movimentos na direção X, Y e rotações de rolagem e guinada. Considera-se os demais graus de liberdade representados pela análise independente de cada roda. O objeto de estudo trata-se de um ônibus de configuração 4x2 com sistema de suspensão pneumático. Utiliza-se o software TruckSim para comparação e validação, aplicando os mesmos parâmetros do modelo do ônibus programado, retirados do trabalho proposto por Carreirão (2003).



Equações de movimento

A partir dos graus de liberdade a serem considerados, realiza-se o somatório de forças e momentos nas direções de movimento. As forças atuando no veículo são retiradas a partir das equações dos modelos de pneu utilizados. Para resolver as equações, isolam-se os termos de aceleração, velocidade e deslocamento, resultando no sistema matricial:

$$[M] \cdot \{\ddot{x}\} + [C] \cdot \{\dot{x}\} + [K] \cdot \{x\} = F$$

Modelos de pneu

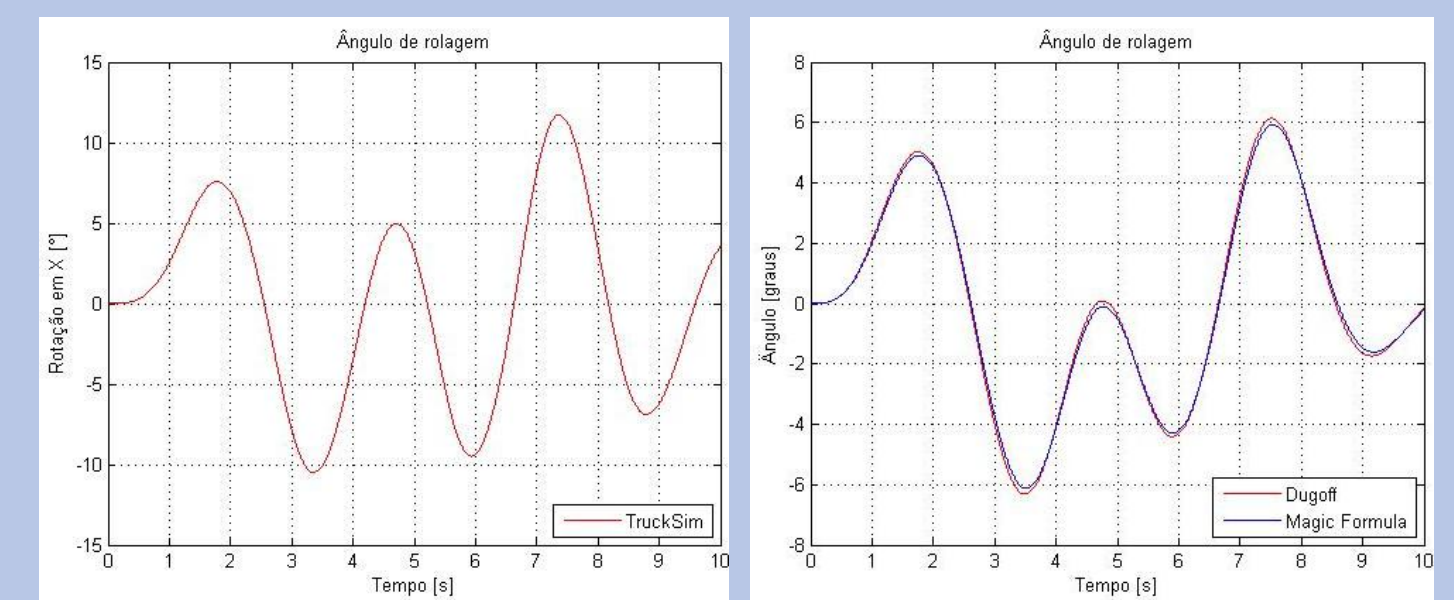
São utilizadas duas formulações para as forças laterais devido ao ângulo de escorregamento do pneu, consequentes do ângulo de esterçamento das rodas dianteiras. O modelo de Dugoff é obtido a partir de relações entre as direções de deslocamento do veículo e pneu e geometria da carroceria e o modelo de Pacejka, (Magic Formula) é obtido através de dados experimentais.

Deslizamento longitudinal dos pneus:

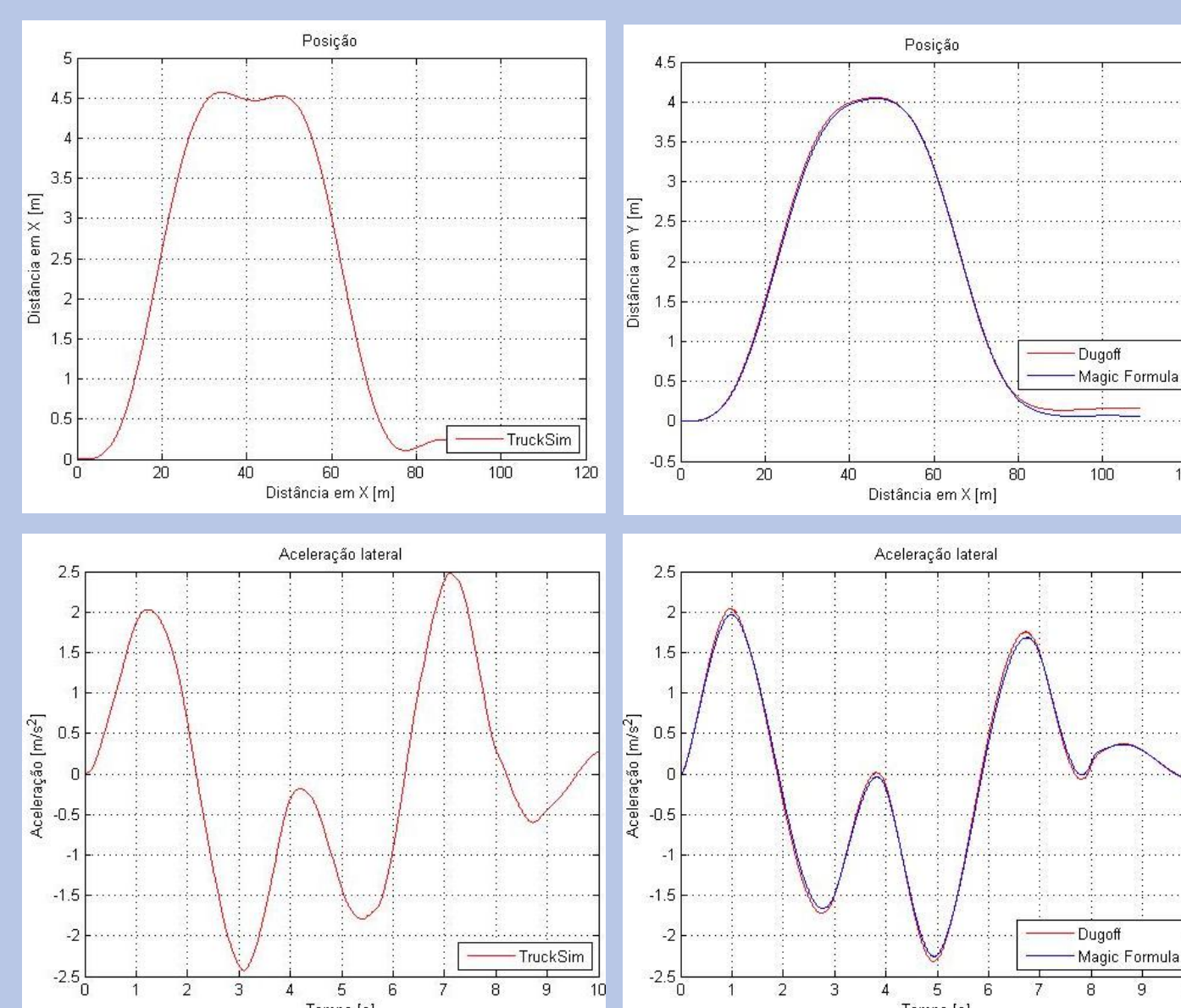
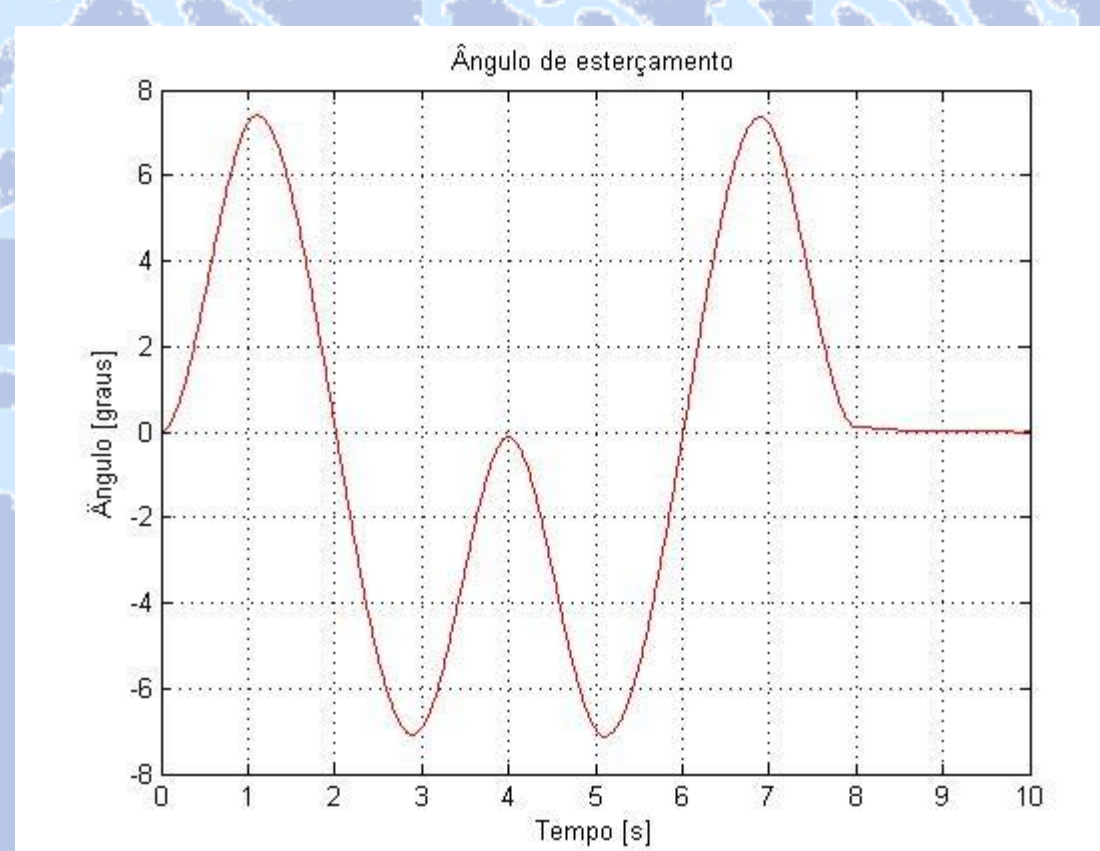
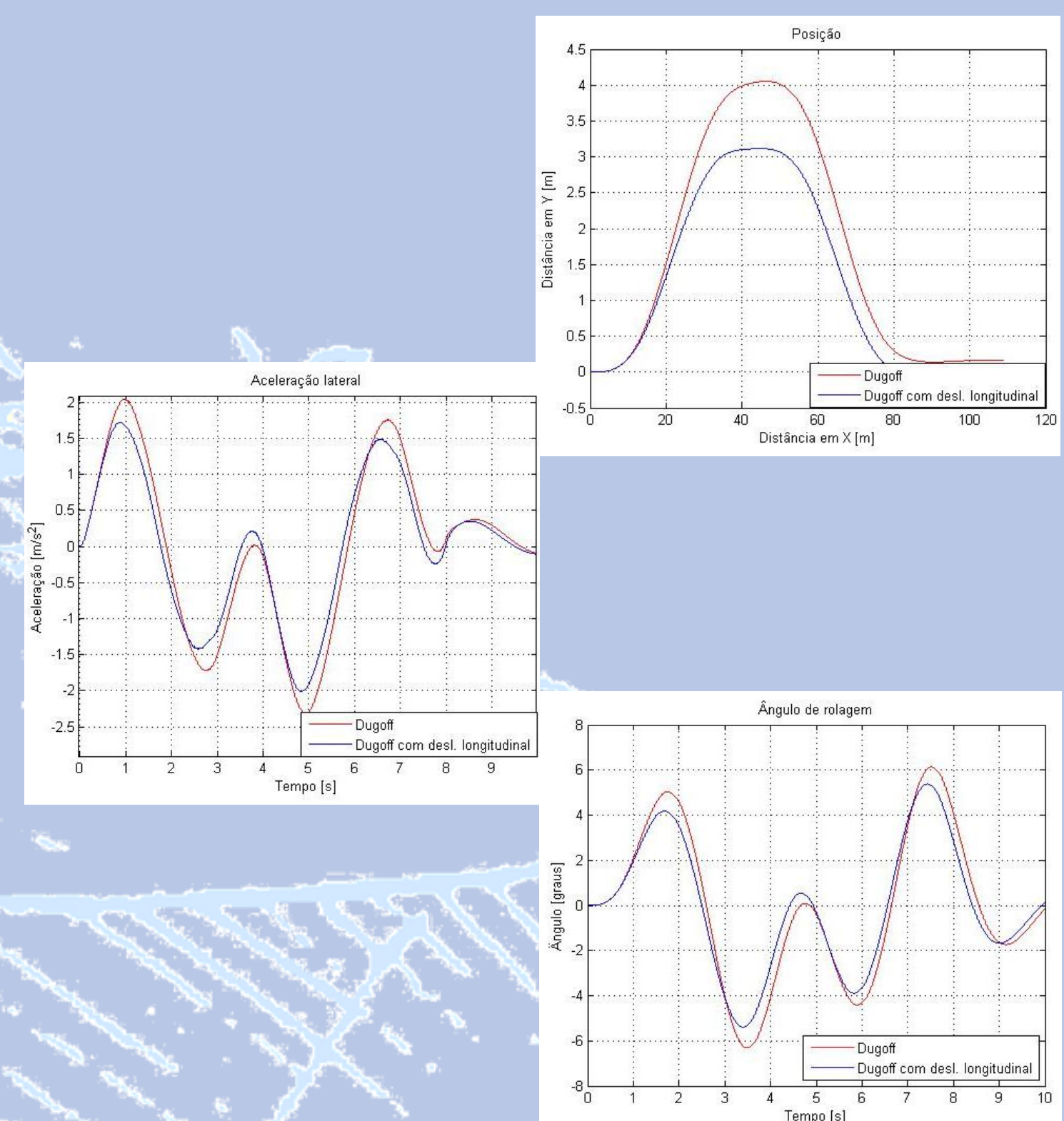
Para analisar os efeitos do deslizamento longitudinal dos pneus utilizaram-se dados extraídos da simulação no software TruckSim em conjunto com equações relacionadas aos modelos de pneus.

Análise de Resultados

Realiza-se a simulação de uma manobra de mudança dupla de faixa a 40km/h sem a consideração do deslizamento longitudinal. Os resultados demonstram a convergência para os dois modelos de pneu e a correlação com os valores obtidos pelo software TruckSim.



Levando em consideração o deslizamento longitudinal dos pneus, realiza-se a mesma manobra para o modelo de Dugoff.



Conclusões

O ônibus apresenta resultados muito semelhantes com ambos os modelos de pneu, demonstrando boa correlação com os resultados do software comercial. Os valores de amplitude são similares, havendo desvio apenas para a rolagem. A consideração do deslizamento longitudinal apresenta mudança significativa no comportamento do veículo, alterando a amplitude do deslocamento lateral.

Referências:

Carreirão, 2003, "Estudo do comportamento dinâmico de ônibus com diferentes arranjos de eixos", Dissertação de Mestrado em Engenharia.

Smith, D. E., Starkey, J. M., 1995, "Effects of Model Complexity on the Performance of Automated Vehicle Steering Controllers: Model Development, Validation and Comparison", International Journal of Vehicle Mechanics and Mobility, vol. 24:2, p. 163-181.

Pacejka, H. B., 2005, "Tyre and vehicle dynamics", 2ª edição, SAE International.