

Autores: Heron José Dionísio (heronj.dionisio@gmail.com), Franco Giuseppe Dedini (dedini@fem.unicamp.br)

FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA - UNICAMP

Agência financiadora: CPFL Palavras-Chave: Simulação – MATLAB/Simulink – Dinâmica Veicular

Introdução

Diversos parâmetros influenciam o comportamento de um veículo em funcionamento. Alterando um desses parâmetros, é necessário reavaliar o seu comportamento dinâmico, afim de garantir um bom desempenho, a segurança dos passageiros deste veículo e dos outros a sua volta.

Metodologia

Para se avaliar a aceleração de um carro, é necessário considerar as forças envolvidas: resistência ao rolamento (R_r), resistência aerodinâmica (R_a), resistência ao aclave (R_d) e a força de tração (F_r).

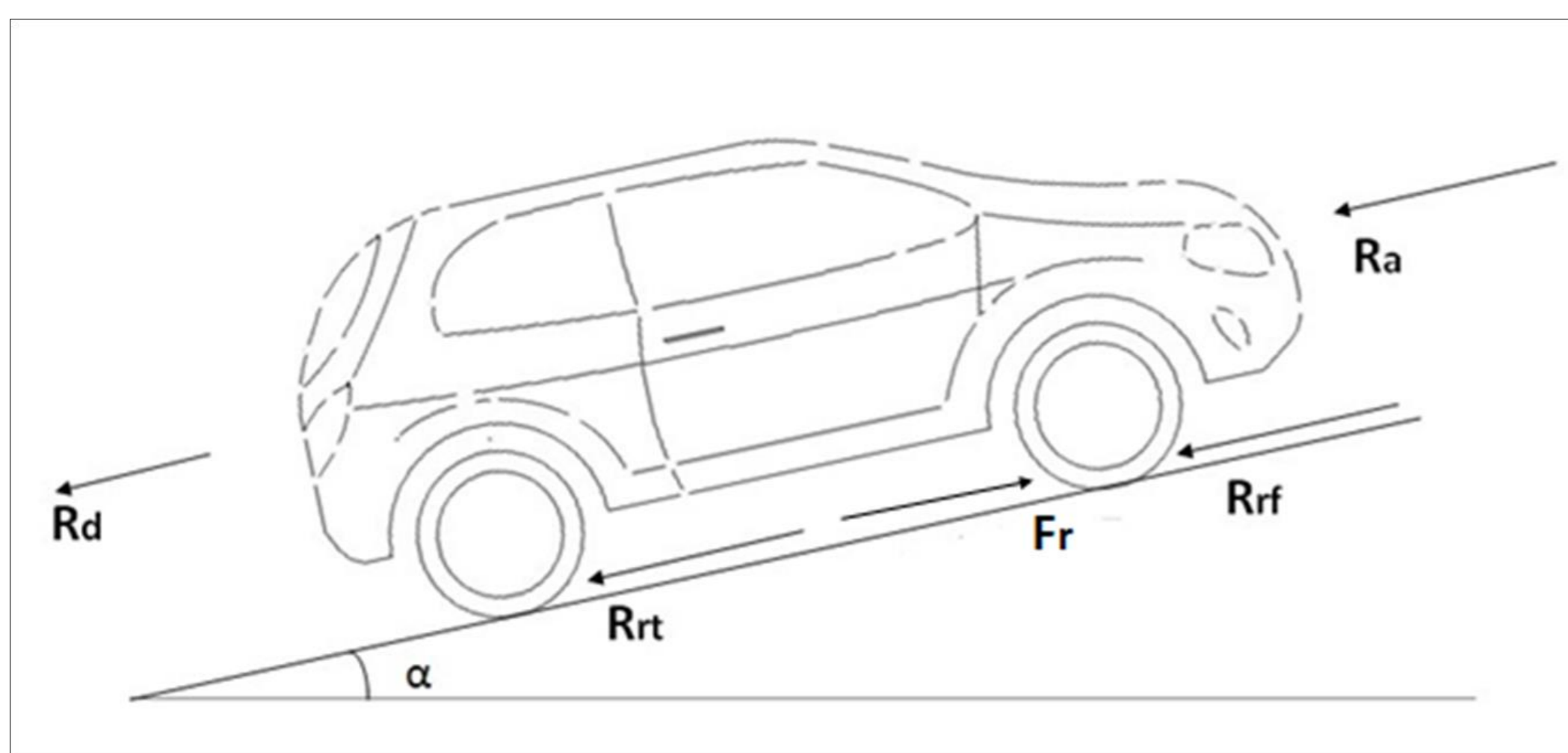


Figura 1 – Diagrama de forças.

Equacionando a dinâmica do carro, obtém-se:

$$F_r - R_a - R_d - R_r = M \cdot a$$

Para fins de simular a dinâmica de um veículo em aceleração, construiu-se um modelo através do software MATLAB/Simulink®, utilizando-se das equações que governam o movimento do automóvel. A figura 2 ilustra o modelo construído.

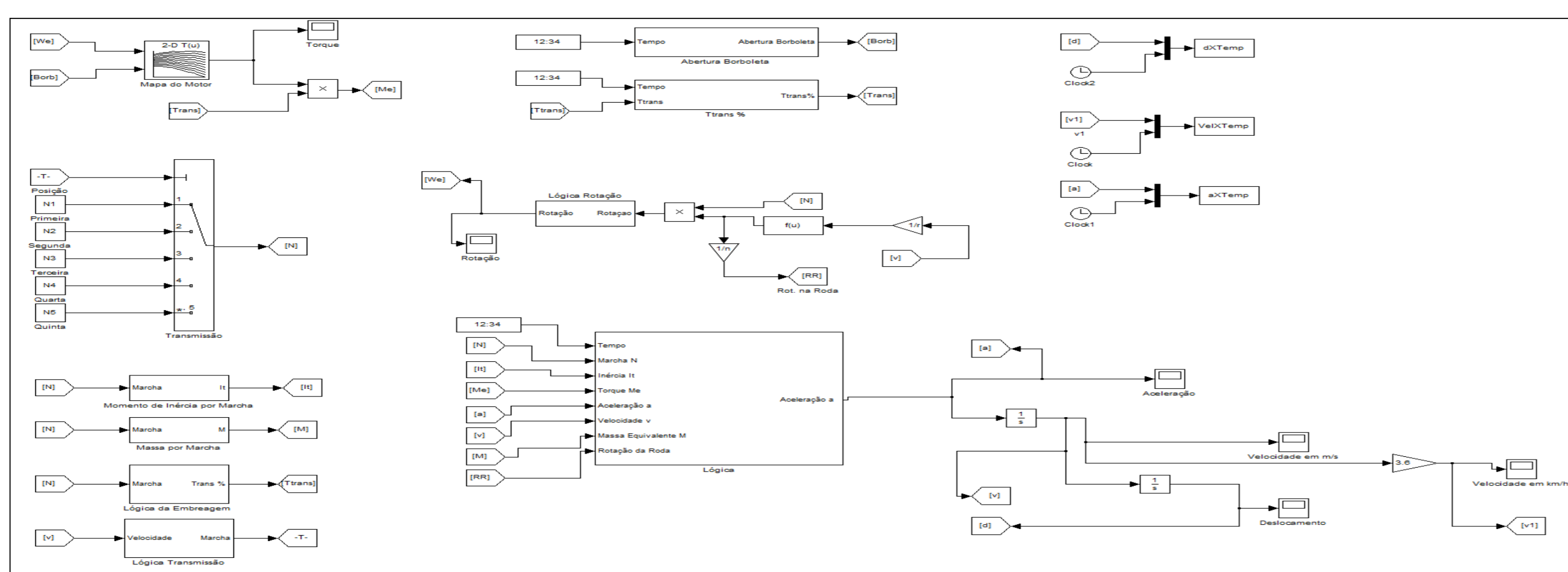


Figura 2 – Modelo de veículo híbrido construído no Simulink.

O motor à combustão fornece torque de acordo com a abertura da borboleta e da rotação imposta. Essa são as entradas adotadas no modelo, onde optou-se por uma abertura de borboleta como uma constante (100%) e variou-se a rotação conforme a velocidade do veículo. Assim, o mapa do motor (similar ao de um carro 1.0) fornece o valor do torque que é repassado para o eixo de transmissão através da embreagem.

Por sua vez, considerou-se o motor elétrico acoplado no eixo das rodas, transmitindo torque diretamente à elas, de acordo com a velocidade atual e a rotação do motor. Sua atuação ocorre apenas em velocidades inferiores a 60 km/h.

Os momentos de inércia adotados são do veículo Palio Weekend 1.8 - FIAT e as informações de velocidade de troca de marcha e as respectivas relações de transmissão foram retirados do manual do proprietário.

Resultados e Discussão

A simulação foi realizada para um período de 60 segundos e com o veículo numa pista plana. As figuras seguintes expõem os resultados obtidos.

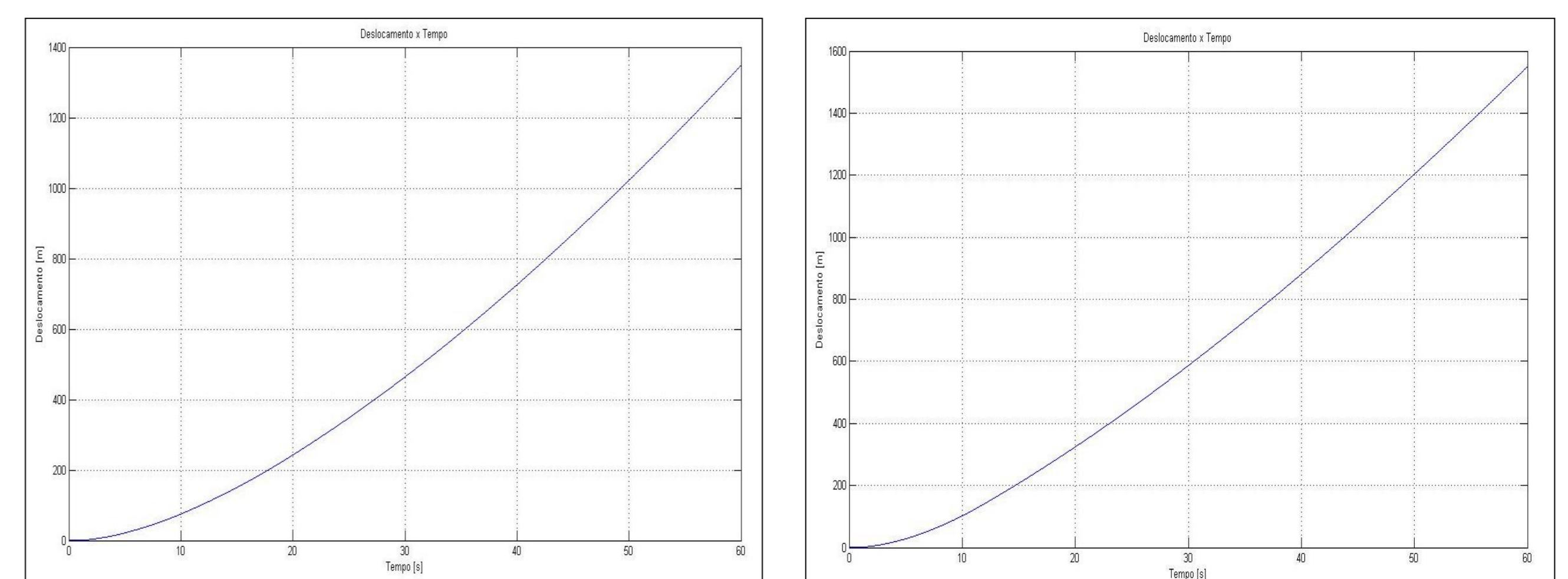


Figura 3 – Deslocamento dos modelos convencional e híbrido, respectivamente.

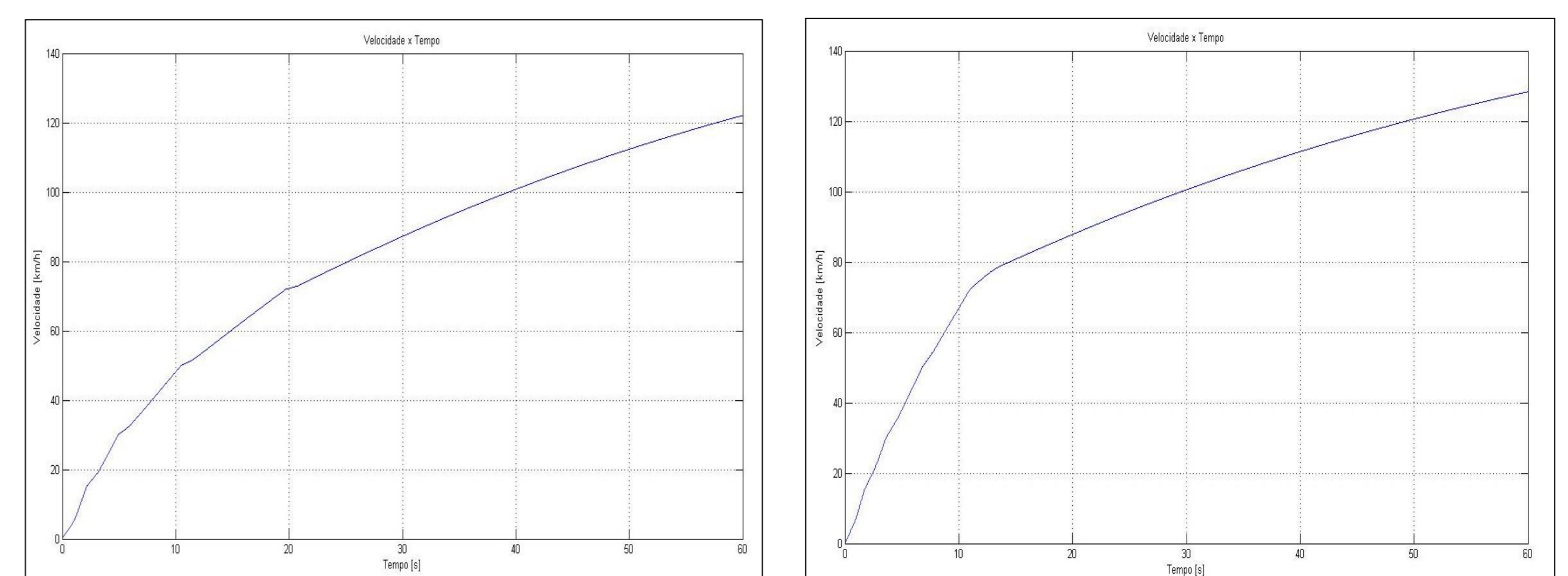


Figura 4 – Velocidade dos modelos convencional e híbrido, respectivamente.

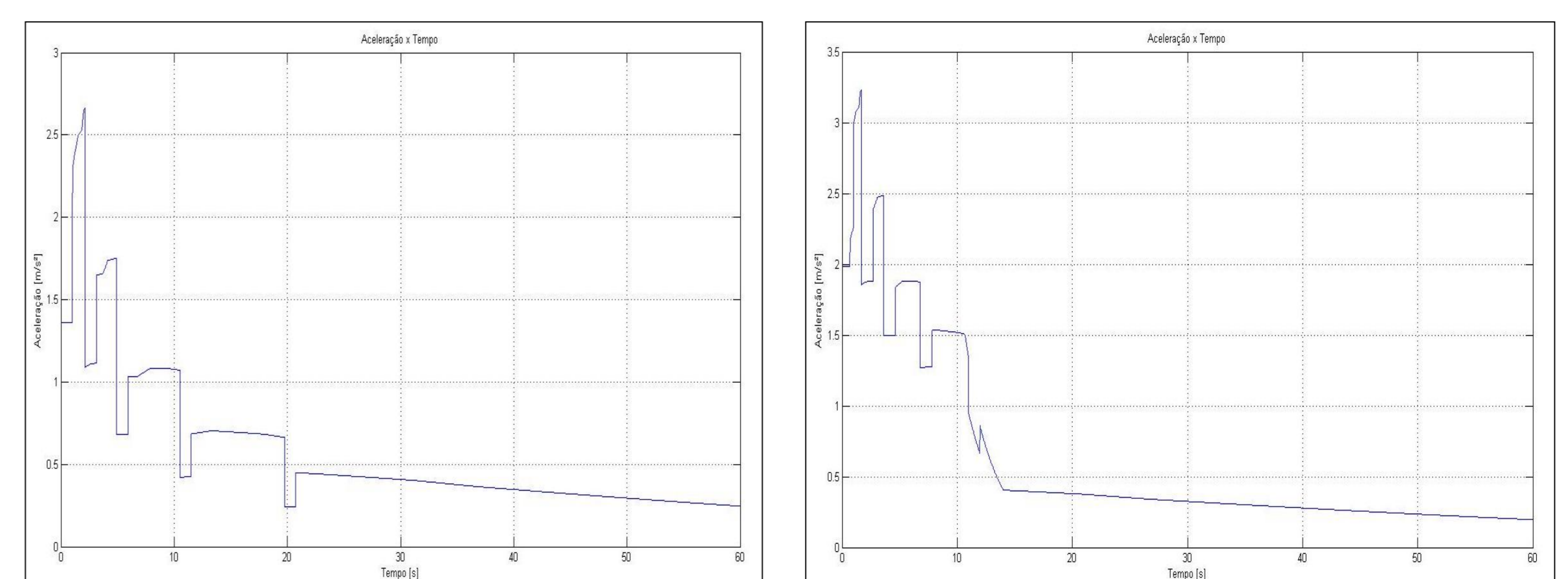


Figura 5 – Aceleração dos modelos convencional e híbrido, respectivamente.

Observando os resultados obtidos, percebe-se a influência do motor elétrico em baixas velocidades, permitindo acelerações de maior magnitude assim que o carro sai do repouso. Após atingir 60 km/h, o desempenho entre os dois automóveis é equivalente e suas velocidades finais pouco se diferem.

Conclusões

Apesar de ser um resultado esperado, era importante quantificar a variação na dinâmica longitudinal devido às modificações impostas pela inserção de um trem de potência elétrica e a adição das inércias e massas do motor elétrico. A utilização de dados de veículos distintos compromete os valores obtidos, mas não prejudica a comparação entre os dois modelos.

Concluiu-se que o veículo híbrido obteve uma aceleração máxima 21% maior que o convencional (período de atuação dos motores elétricos). Apesar disso, a velocidade final foi maior em apenas 5%. Em baixas velocidades, como em situações de trânsito urbano, o automóvel híbrido apresenta um desempenho de potência maior.