

MARCELO MARCOS POLTRONIERI

**ESTUDO COMPARATIVO DE DESEMPENHO ENTRE OS
MOTOPROPULSORES DE VEÍCULOS POPULARES
NACIONAIS**

Trabalho de curso apresentado à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para
obtenção do Título de Mestre em Engenharia

Área de concentração:
Engenharia Automotiva

Orientador:
Prof. Dr. Ronaldo de Breyne Salvagni

São Paulo
2002

AGRADECIMENTOS

Ao coordenador do curso e meu orientador, Prof. Dr. Ronaldo de Breyne Salvagni, pela sua desenvoltura em obter dos órgãos governamentais o reconhecimento deste curso como legítimo mestrado e pela oportunidade que nos foi oferecida de cumprir as disciplinas e apresentar este trabalho final.

Ao Prof. Omar Moore de Madureira, pelos conhecimentos difundidos, pelo apoio prestado na execução deste trabalho e pela experiência compartilhada

À minha esposa pela paciência e compreensão.

Aos meus pais, por terem me ensinado a lutar para conquistar os objetivos tão desejados.

Ao Edu, pelas valiosas informações e a todos que, de uma forma ou de outra, colaboraram para a execução deste trabalho.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| RESUMO | |
| ABSTRACT | |
| LISTA DE FIGURAS | |
| LISTA DE TABELAS | |
| LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS | |
| LISTA DE SÍMBOLOS | |
| 1 – INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 – PROPOSIÇÃO DESTE TRABALHO | 4 |
| 3 – AVALIAÇÕES VEICULARES | 5 |
| 4 – CARACTERIZAÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO | 6 |
| 4.1 – Esforços de resistência ao movimento de um automóvel | 6 |
| 4.1.1 – Resistência ao rolamento dos pneus | 7 |
| 4.1.2 – Forças reativas | 10 |
| 4.1.3 – Força trativa | 10 |
| 4.1.4 – Força aerodinâmica | 12 |
| 4.1.5 – Resistência de aclives | 15 |
| 4.1.6 – Resistência de inércia | 17 |
| 4.2 – Informações referentes aos veículos | 18 |
| 4.2.1 – Curvas do motor | 18 |
| 4.2.2 – Aerodinâmica | 18 |
| 4.2.3 – Transmissão | 18 |
| 4.2.4 – Raio de rolamento | 19 |
| 4.2.5 – Pressão de insuflação dos pneus | 19 |
| 4.2.6 – Massa do veículo | 19 |
| 4.3 – Demais condições da simulação | 19 |
| 4.3.1 – Condições atmosféricas | 19 |
| 4.3.2 – Condições da pista | 20 |
| 4.3.3 – Modo de dirigir | 20 |

| | |
|--|-----------|
| 5 – INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS | 21 |
| 5.1 – Dados | 21 |
| 5.1.1 – Características do veículo e da simulação | 21 |
| 5.1.2 – Curvas do motor | 22 |
| 5.2 – Curvas de desempenho | 23 |
| 5.2.1 – Relação de rotação pela velocidade | 23 |
| 5.2.2 – Rotação do motor | 24 |
| 5.2.3 – Velocidade do veículo | 24 |
| 5.2.4 – Momento de força do motor | 24 |
| 5.2.5 – Torque bruto | 25 |
| 5.2.6 – Força trativa bruta | 25 |
| 5.2.7 – Resistência ao rolamento | 25 |
| 5.2.8 – Resistência aerodinâmica | 26 |
| 5.2.9 – Resistência total ao movimento | 26 |
| 5.2.10 – Força trativa líquida nas rodas | 27 |
| 5.2.11 – Resistência de aclave | 27 |
| 5.2.12 – Gráficos das curvas de desempenho | 28 |
| 5.3 – Curvas de aceleração | 30 |
| 5.3.1 – Redução total da transmissão | 30 |
| 5.3.2 – Força disponível nas rodas | 31 |
| 5.3.3 – Coeficiente de massas rotativas | 31 |
| 5.3.4 – Massa equivalente | 32 |
| 5.3.5 – Aceleração instantânea | 32 |
| 5.3.6 – Velocidade | 32 |
| 5.3.7 – Gráficos das curvas de aceleração | 33 |
| 5.4 – Curvas de velocidade e distância percorrida | 34 |
| 5.4.1 – Intervalo de tempo | 35 |
| 5.4.2 – Velocidade inicial do intervalo | 35 |
| 5.4.3 – Velocidade final do intervalo | 35 |
| 5.4.4 – Totalização do tempo | 36 |
| 5.4.5 – Velocidade | 36 |
| 5.4.6 – Velocidade horária | 37 |

| | |
|--|-----------|
| 5.4.7 – Intervalo de tempo | 37 |
| 5.4.8 – Espaço | 37 |
| 5.4.9 – Tempo acumulado | 37 |
| 5.4.10 – Espaço acumulado | 38 |
| 5.4.11 – Gráfico da velocidade e distância percorrida | 38 |
| 6 – RESULTADOS | 39 |
| 6.1 – Dados dos propulsores dos veículos | 40 |
| 6.1.1 – Dados do motor do veículo A | 41 |
| 6.1.2 – Dados do motor do veículo B | 42 |
| 6.1.3 – Dados do motor do veículo C | 43 |
| 6.1.4 – Dados do motor do veículo D | 44 |
| 6.1.5 – Dados do motor do veículo E | 45 |
| 6.2 – Curvas de desempenho dos veículos | 45 |
| 6.3 – Gráficos de aceleração dos veículos | 51 |
| 6.3.1 – Aceleração do veículo A | 51 |
| 6.3.2 – Aceleração do veículo B | 53 |
| 6.3.3 – Aceleração do veículo C | 54 |
| 6.3.4 – Aceleração do veículo D | 55 |
| 6.3.5 – Aceleração do veículo E | 56 |
| 6.4 – Gráficos de velocidade e distância percorrida | 57 |
| 6.4.1 – Curvas de velocidade e espaço do veículo A | 58 |
| 6.4.2 – Curvas de velocidade e espaço do veículo B | 59 |
| 6.4.3 – Curvas de velocidade e espaço do veículo C | 60 |
| 6.4.4 – Curvas de velocidade e espaço do veículo D | 61 |
| 6.4.5 – Curvas de velocidade e espaço do veículo E | 62 |
| 6.5 – Síntese dos resultados obtidos | 63 |
| 6.6 – Comparação com testes publicados | 64 |
| 7 – RESULTADOS DO DESEMPENHO EM CAMPO | 65 |
| 7.1 – Sustentação da velocidade em auto-estradas | 66 |
| 7.2 – Ultrapassagem de um outro automóvel | 67 |
| 7.3 – Ultrapassagem de um caminhão reboque | 68 |
| 7.4 – Comparação de resultados com motor 1,8 litro | 69 |

| | |
|---|-----------|
| 8 – CONCLUSÕES | 72 |
| 9 – SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS | 73 |
| LISTA DE REFERÊNCIAS | 74 |
| APÊNDICE 1 – CURVAS DO MOTOR DE UM VEÍCULO | |
| APÊNDICE 2 – CÁLCULOS DAS CURVAS DE DESEMPENHO | |
| APÊNDICE 3 – CÁLCULOS DAS CURVAS: VELOCIDADE, ESPAÇO E ULTRAPASSAGEM | |
| APÊNDICE 4 – CÁLCULOS DAS ACELERAÇÕES | |
| APÊNDICE 5 – CÁLCULOS DE DESEMPENHO EM ACLIVES DE 3% | |
| APÊNDICE 6 – RETOMADA DE VELOCIDADE (40 a 100 km/h) | |
| APÊNDICE 7 – RETOMADA DE VELOCIDADE (80 a 120 km/h) | |

RESUMO

Este trabalho utiliza um método numérico para prever o desempenho dos veículos com motores de baixa capacidade volumétrica produzidos no Brasil. A previsão leva em consideração todos os esforços atuantes durante a rodagem dos veículos.

A partir dos dados de entrada, que são as informações referentes aos veículos, seus propulsores, sistema de transmissão e eficiência do sistema, todos os veículos são analisados sob os mesmos parâmetros, ou seja, rodagem em pistas planas e horizontais, com peso total especificado, extraindo o máximo da potência do motor.

Para verificar a precisão do método adotado, é feita uma comparação dos resultados obtidos através da simulação com os provenientes de testes práticos publicados.

Posteriormente, simulamos uma série de situações que são encontradas normalmente em nossas rodovias, com a finalidade de avaliar o desempenho real dos veículos frente a situações que envolvem até o riscos de vida do motorista e dos ocupantes, como o tempo de exposição ao perigo numa ultrapassagem.

Como etapa final do trabalho, comparamos esses resultados com os apresentados por um veículo similar, porém equipado com motor de maiores potência e torque.

ABSTRACT

This work presents the results of performance simulations of compact cars powered by small engines of 1.0L displacement. Starting with published vehicle specifications of masses, engines and transmissions, Newton's law is applied using tractive and motion resisting forces. This results in calculated accelerations for the range of speeds covered running through gears from stop to maximum speed. Numerical integration of acceleration data produces curves of velocity and distance vs. time which are typical parameters used in performance comparison of vehicles. The matching of obtained figures with published tests results showed acceptable agreement.

Additional investigations were made comparing the ability of the the fully loaded vehicles to travel at maximum speed limits in high gear on highways with a typical 3% grade inclination.

Vehicle driving safety was also investigated by the dynamic simulation of overtaking manoeuvres, both of a similar vehicle and of a long articulated truck, producing the 'time exposed to danger' figures.

As a final test, the effects of using a larger engine (1.8L) on one of the small vehicles was investigated by determining the same performance indexes.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 4.1 – Esforços atuantes no movimento de um automóvel | 6 |
| Figura 4.2 – Componentes da força aerodinâmica sobre o veículo | 12 |
| Figura 4.3 – Componentes da força peso | 15 |
| Figura 5.1 – Curvas e tabela de torque e potência do motor | 22 |
| Figura 5.2 – Exemplo gráfico das curvas de desempenho de um automóvel | 28 |
| Figura 5.3 – Exemplo gráfico das curvas de aceleração de um automóvel | 33 |
| Figura 5.4 – Gráfico da velocidade e distância percorrida por um automóvel | 38 |
| Figura 6.1 – Curvas do motor do Veículo A | 40 |
| Figura 6.2 – Curvas do motor do Veículo B | 41 |
| Figura 6.3 – Curvas do motor do Veículo C | 42 |
| Figura 6.4 – Curvas do motor do Veículo D | 43 |
| Figura 6.5 – Curvas do motor do Veículo E | 44 |
| Figura 6.6 – Curvas de Desempenho do Veículo A | 46 |
| Figura 6.7 – Curvas de Desempenho do Veículo B | 47 |
| Figura 6.8 – Curvas de Desempenho do Veículo C | 48 |
| Figura 6.9 – Curvas de Desempenho do Veículo D | 49 |
| Figura 6.10 – Curvas de Desempenho do Veículo E | 50 |
| Figura 6.11 – Curvas de Aceleração do Veículo A | 52 |
| Figura 6.12 – Curvas de Aceleração do Veículo B | 53 |
| Figura 6.13 – Curvas de Aceleração do Veículo C | 54 |
| Figura 6.14 – Curvas de Aceleração do Veículo D | 55 |
| Figura 6.15 – Curvas de Aceleração do Veículo E | 56 |
| Figura 6.16 – Curvas de velocidade e espaço do Veículo A | 58 |
| Figura 6.17 – Curvas de velocidade e espaço do Veículo B | 59 |
| Figura 6.18 – Curvas de velocidade e espaço do Veículo C | 60 |
| Figura 6.19 – Curvas de velocidade e espaço do Veículo D | 61 |
| Figura 6.20 – Curvas de velocidade e espaço do Veículo E | 62 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 4.1 – Rendimentos médios da transmissão à plena carga | 12 |
| Tabela 4.2 – Valores típicos da aerodinâmica veicular | 14 |
| Tabela 4.3 – Exemplos de aclives encontrados em estradas | 16 |
| Tabela 5.1 – Exemplo de características do veículo e do ambiente da simulação ... | 21 |
| Tabela 5.2 – Exemplo de cálculos referentes ao desempenho em 1ª marcha | 23 |
| Tabela 5.3 – Exemplo de cálculo da resistência de aclave | 27 |
| Tabela 5.4 – Exemplo de cálculo da aceleração em 1ª marcha | 30 |
| Tabela 5.5 – Valores do fator de massas rotativas (γ) | 31 |
| Tabela 5.6 – Cálculos para integração da aceleração e velocidade em 1ª marcha ... | 34 |
| Tabela 5.7 – Somatória dos valores calculados – velocidade x tempo | 34 |
| Tabela 5.8 – Somatória dos valores calculados – espaço x tempo | 35 |
| Tabela 6.1 – Dados técnicos dos veículos analisados | 39 |
| Tabela 6.2 – Valores característicos de desempenho dos veículos | 45 |
| Tabela 6.3 – Acelerações obtidas pelo Veículo A | 51 |
| Tabela 6.4 – Acelerações obtidas pelo Veículo B | 53 |
| Tabela 6.5 – Acelerações obtidas pelo Veículo C | 54 |
| Tabela 6.6 – Acelerações obtidas pelo Veículo D | 55 |
| Tabela 6.7 – Acelerações obtidas pelo Veículo E | 56 |
| Tabela 6.8 – Desempenho do Veículo A | 58 |
| Tabela 6.9 – Desempenho do Veículo B | 59 |
| Tabela 6.10 – Desempenho do Veículo C | 60 |
| Tabela 6.11 – Desempenho do Veículo D | 61 |
| Tabela 6.12 – Desempenho do Veículo E | 62 |
| Tabela 6.13 – Resultados de desempenho dos veículos analisados | 63 |
| Tabela 6.14 – Comparação dos resultados de desempenho com publicações | 64 |
| Tabela 7.1 – Sustentação de velocidade em aclave de 3% | 66 |
| Tabela 7.2 – Ultrapassagem de um outro automóvel | 67 |
| Tabela 7.3 – Ultrapassagem de uma carreta com veículo em sentido oposto | 68 |
| Tabela 7.4 – Comparativo de desempenho entre versões do Veículo E | 69 |
| Tabela 7.5 – Sustentação de velocidade em aclave de 3% (motor 1,0 x 1,8) | 70 |
| Tabela 7.6 – Comparativo da ultrapassagem de um automóvel (motor 1,0 x 1,8) ... | 70 |
| Tabela 7.7 – Comparativo da ultrapassagem de uma carreta (motor 1,0 x 1,8) | 71 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------|---|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ANFAVEA | Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores |
| CVT | Continuously Variable Transmission |
| DOT | U.S. Department of Transportation |
| IPI | Imposto sobre o Produto Industrializado |
| ISO | International Standardization Organisation |
| PBT | Peso Bruto Total |

LISTA DE SÍMBOLOS

- α Ângulo de inclinação da estrada (aclive).
- η_t Coeficiente de rendimento do câmbio, específico para cada marcha.
- η_d Coeficiente de rendimento do diferencial, fixo.
- ρ_{ar} Massa específica do ar.
- β Ângulo de inclinação lateral do piso (curva).
- γ Fator de massas rotativas.
- ζ Fator de deslizamento das rodas no asfalto.
- Δs Diferença entre espaços utilizados por um e outro veículo.

1 - INTRODUÇÃO

O Brasil, em meados da década de 70, para reduzir sua dependência do petróleo estrangeiro, que já enfrentava uma grande crise, incentivou as montadoras aqui instaladas a desenvolverem os motores dos veículos nacionais de forma a utilizarem combustível de origem vegetal, ao invés de mineral, sendo que neste sentido, a proposta que recebeu melhor aceitação foi a do álcool hidratado. Partiu-se então nesta direção, o que envolveu enormes esforços dos fabricantes, no sentido de oferecerem ao mercado um produto que oferecesse desempenho semelhante aos veículos a gasolina, inclusive no que se refere à qualidade e confiabilidade. Em contrapartida, os grandes latifúndios precisaram buscar recursos para desenvolver a cultura da cana de açúcar em massa, sem a qual a proposta não seria viável tecnicamente. Com o empenho de ambas as partes, o projeto fez-se real, e na década de 80 e meados da década de 90, a maior parte (96% em 1986, segundo dados da ANFAVEA, 2002) dos automóveis vendidos nesse país utilizavam propulsores movidos ao combustível alternativo.

Neste ambiente, porém, nem todos os fabricantes estavam completamente satisfeitos. É o caso do Eng. João Augusto do Amaral Gurgel, fundador da montadora GURGEL, sediada em Rio Claro/SP, que se opunha à idéia do motor a álcool, tendo desenvolvido, como alternativa à utilização da gasolina, os motores elétricos que foram instalados no Gurgel Itaipu (um utilitário produzido nas versões caminhonete e furgão), e até o diesel, cujo motor era oferecido como opção no caso do Gurgel Carajás (um utilitário, produzido nas versões veículo de passeio e furgão). Pois bem, este mesmo fabricante, inconformado com os rumos que tomava a indústria automobilística nacional, bem como as crises no fornecimento do álcool, que começaram a se apresentar em finais da década de 80, partiu para o desenvolvimento de um automóvel econômico nacional, um projeto que recebeu o nome de CENA (Carro Econômico Nacional), sendo posteriormente chamado de BR800. Este automóvel tinha o propósito de ser “popular”, ou seja, vendido a um preço acessível à maioria dos brasileiros, além de contar com baixo consumo de gasolina. Para isso, o Eng. Gurgel o desenvolveu com um chassi tubular relativamente simples, carroceria em fibra de vidro e motor de 800 cm³, cujo bloco era aproveitado do

propulsor VW 1600 a ar. Para viabilizar a idéia do ponto de vista econômico, o Eng. Gurgel apresentou uma proposta ao governo brasileiro, segundo a qual os automóveis que utilizassem motores de capacidade volumétrica até 1000 cm³ seriam beneficiados com redução no imposto sobre produtos industrializados (IPI). A proposta foi aceita pelo governo, que pretendia antes de tudo, incentivar a única indústria automobilística de capital exclusivamente nacional.

Foi então que se iniciou a maior e mais radical transformação do mercado automotivo nacional, uma vez que os outros fabricantes, percebendo a oportunidade que fora aberta na legislação, partiram também na direção de desenvolver automóveis com motores de baixa cilindrada (até 1000 cm³), que foram posteriormente chamados de “populares”. A FIAT destacou-se nesta iniciativa, lançando já em 1991 o Uno Mille, um automóvel da linha Uno, com o motor de 1050 cm³ (anteriormente utilizado pela linha 147) adaptado para 1000 cm³. Os demais fabricantes seguiram a mesma trajetória, lançando veículos já em produção com motores adaptados dos já produzidos. Surgiram daí o Chevette Júnior (1992), Escort Hobby (1993) e Gol 1000 (1993). Apesar de enquadrarem-se na classificação “popular”, esses automóveis já apresentavam desgaste em relação ao design, por serem projetos antigos, e a adaptação dos motores igualmente não se mostrou eficiente, pois os mesmos tiveram grande perda de desempenho para um pequeno ganho em matéria de consumo de combustível. Ainda assim, foi o suficiente para levar a GURGEL, pioneira na fabricação destes automóveis, à falência, dado que a qualidade de seu produto era nitidamente inferior à de seus concorrentes, além de seus custos apresentarem-se mais elevados.

A fase seguinte compreendeu o lançamento de novos automóveis, já dimensionados para utilização dos motores de baixa cilindrada, e esses, por sua vez, já tinham projetos específicos, incorporando muitas vezes a injeção eletrônica de combustível, que acabava de chegar ao país, trazendo melhorias no desempenho e redução no consumo de combustível. Fazem parte deste momento o lançamento da linha Corsa (1995), Gol reestilizado (1995), Palio (1996) e os projetos Ka e Fiesta (1997). A partir de então, segundo dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) 2002, esse nicho de mercado cresceu em grande proporção, saltando de 15,6% do total de veículos vendidos em 1992, para 50,0% do

total, fração correspondente ao ano 1996, o que levou os fabricantes a oferecerem cada vez mais opções, inclusive no que se refere ao conforto, incorporando itens como direção hidráulica e ar condicionado, por exemplo. Logicamente, com a potência disponível nesses motores, não era possível trabalhar com esses acessórios e oferecer, ao mesmo tempo, um desempenho compatível com o preço de venda deste automóvel, gerando uma demanda por maior potência nos motores de 1,0 litro.

Nesta linha, os fabricantes se decidiram pela utilização de motores multi-válvulas (16 válvulas) e até mesmo de turbocompressores, tendência esta que se iniciou em 1998, atingindo em cheio os fabricantes que se instalavam no país (caso da RENAULT e PEUGEOT, por exemplo), obrigando todos a apresentarem novas propostas e criando uma “corrida” em direção à potência dos motores, que se transformou no maior argumento de vendas entre elas. Enquanto isso, ainda segundo a ANFAVEA, a participação desses propulsores aumentou ainda mais, chegando aos 71,0% do total de veículos vendidos no ano 2001.

Esta “corrida” não tem prazo para acabar, e tem despertado o interesse de todos os envolvidos no processo. Os fabricantes lançam modelos cada vez mais sofisticados e caros, os consumidores ficam acuados e o governo, em finais de jul./2002 baixou a alíquota do imposto IPI desses veículos, de 10% para 9% durante o prazo de 90 dias, baixando em contrapartida o dos veículos “não-populares”, assim chamados aqueles com motores entre 1000 e 2000 cm³, de 25% para 16%, definitivamente, proposta esta que é aceita por alguns fabricantes e rejeitada por outros. Enfim, da idéia inicial, que era a criação de um automóvel econômico nacional, pouca coisa restou, o que motivou o desenvolvimento deste trabalho.

Nosso objetivo é comparar o desempenho dos automóveis ditos “populares” produzidos no país, no sentido de verificar o que cada um deles oferece em termos de desempenho. Posteriormente, compararemos os resultados obtidos com o que é realmente necessário para um automóvel nacional, tomando como base as características de nossas rodovias e comparando esse desempenho com o de um modelo com motor de maior capacidade volumétrica, numa aplicação prática.

2 - PROPOSIÇÃO DESTE TRABALHO

O objetivo deste trabalho foi verificar a situação atual de desempenho oferecido pelos motopropulsores ofertados no mercado nacional, comparando os resultados entre os mesmos e com o que seria efetivamente necessário a um automóvel econômico familiar, de uso em percursos urbanos e rodoviários. Para isso, utilizamos um método numérico, que visa simular em computador todas as solicitações às quais está exposto o veículo em sua rodagem. Esta simulação leva em consideração os dados de projetos dos fabricantes, tais como peso bruto do veículo, coeficiente de arrasto aerodinâmico, relações de reduções da transmissão, pneus utilizados etc., além de requisitos previamente definidos, a fim de nivelar todos os automóveis comparados sob um mesmo prisma. Sendo assim, todos os veículos foram analisados sob as seguintes condições:

- a) Capacidade de carga plena: Peso total do veículo mais a carga total admissível, o que compreende, normalmente, 5 passageiros e a bagagem;
- b) Desempenho à plena carga: Velocidade máxima, aceleração, retomada de velocidade e capacidade de subida de aclives;
- c) Utilização de trajetos normalizados: Pista plana, com asfalto em bom estado de conservação, sem vento em qualquer direção. Foi utilizado também um trecho inclinado de uma auto-estrada, para verificar a capacidade de manutenção da velocidade nessa condições.

O trabalho não envolveu a execução prática dos ensaios, devido à indisponibilidade de recursos para tal (veículos, instrumentos, trechos pré-estabelecidos etc.). Ao invés disso, procuramos comparar os resultados obtidos com os descritos pelos fabricantes e/ou por publicações especializadas, o que veio a comprovar a aproximação dos cálculos com a realidade.

Com este desenvolvimento pretende-se questionar os critérios adotados para denominar um automóvel nacional como “popular”, e as vantagens ou desvantagens oferecidas por esse, considerando inclusive aspectos de segurança automotiva.

3 - AVALIAÇÕES VEICULARES

Para possibilitar o entendimento das simulações realizadas para obtenção dos resultados deste trabalho, faz-se necessário detalhar o que consideramos “AVALIAÇÕES VEICULARES”, a maneira como são realizadas e os resultados que delas podem ser obtidos.

Os fabricantes de veículos automotores, durante principalmente a fase de desenvolvimento de novos produtos, realizam inúmeros procedimentos de avaliação veicular, visando garantir que o novo veículo atenda as exigências de legislações, normas de segurança, desempenho, consumo de combustível, conforto, durabilidade e outros.

Em nosso trabalho, enfocaremos o teste de desempenho, que é feito durante o desenvolvimento do veículo, simulando-se através de suas características o desempenho teórico, que é posteriormente comprovado através de testes de campo.

A previsão do desempenho teórico normalmente é realizada considerando a plena carga do veículo. O método prevê a construção de gráficos, que estão detalhados no capítulo 5 – INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS, de onde podem ser extraídas todas as informações necessárias à avaliação dos veículos.

4 - CARACTERIZAÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO

Para caracterizar o modelo matemático sobre o qual os veículos seriam avaliados, foi executado um estudo geral sobre todos os parâmetros que influenciam o desempenho dos automóveis, conforme já estudado por Figueiredo (1987). Para racionalizar a quantidade de variáveis, foram estabelecidas hipóteses de simplificação dos cálculos.

4.1 – Esforços de resistência ao movimento de um automóvel

Um veículo, ao movimentar-se, está exposto a um conjunto de esforços. Para entendê-los, descrevemos na figura a seguir um automóvel rodando sobre um plano inclinado, onde os esforços atuantes são representados simplificada-

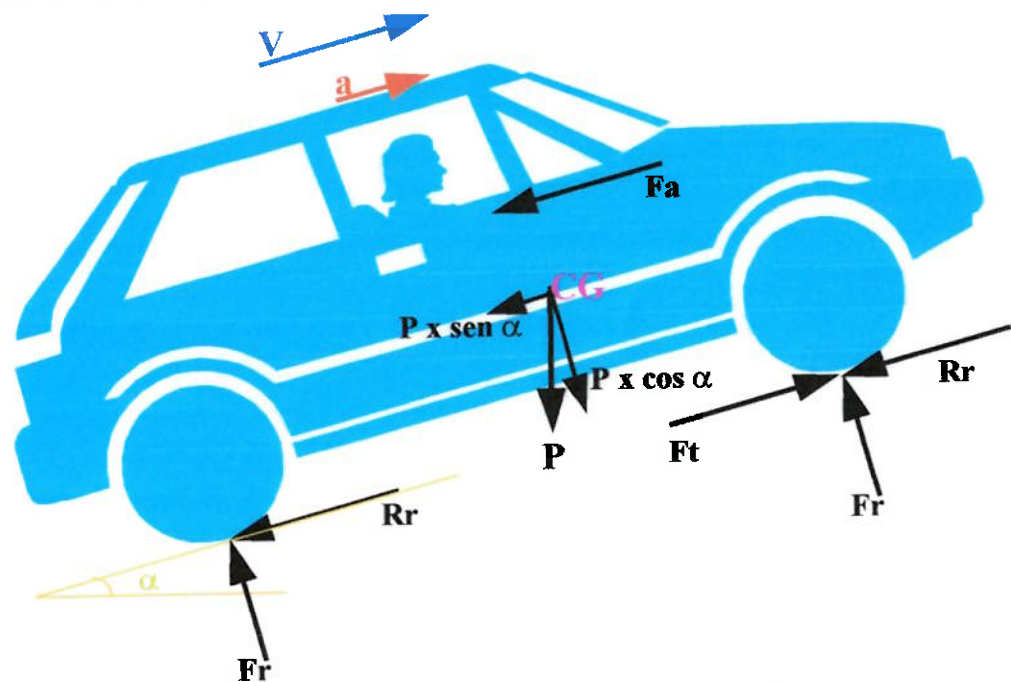


Figura 4.1 – Forças atuantes no movimento de um automóvel

As forças descritas na figura são as seguintes:

- Fr: Forças reativas;
- Rr: Resistências impostas ao rolamento;
- Ft: Forças trativas;
- P: Peso, com suas respectivas componentes devido à inclinação do piso;
- Fa: Resistência aerodinâmica;
- α : Ângulo de inclinação do piso (active).

A aceleração do veículo (a) é determinada pela resultante do conjunto de forças. Detalharemos agora cada uma das forças mencionadas:

4.1.1 – Resistência ao rolamento dos pneus (R_r)

Crouse; Anglin (1993) definem essa resistência como resultante das irregularidades do piso e da deformação dos pneus. De acordo com um estudo realizado pelo U.S. Department of Transportation - DOT (1981), este esforço no sentido oposto ao movimento do veículo tem como causas:

Fricção interna entre as lonas, cintas e borracha do pneu, causada pela deformação deste em contato com o solo e que, em solos rígidos e planos responde por 90 a 95% da resistência ao rolamento;

Fricção e deformação do terreno, que pode ser de valor considerável no caso de solos maleáveis (neve, areia, lama, grama etc.);

Atrito no escorregamento parcial dos pneus sobre o solo, em função da área de contato, o que representa valores entre 5 e 10% da resistência ao rolamento no caso de solos rígidos e planos;

Irregularidades da pista, contribuindo para o aumento das deformações do pneu, ocasionando a movimentação das partes móveis do sistema de suspensão do veículo;

Circulação do ar dentro e em torno dos pneus, embora a participação desta causa seja tão pequena que, nos testes executados pelas montadoras são desprezadas com outras perdas de baixa significância, como as do equipamento de medida, por exemplo.

Conhecidas as causas envolvidas na resistência ao rolamento, vamos aos fatores que a influenciam:

- *Carga sobre as rodas:* É determinada pela distribuição do peso do veículo, sua sustentação aerodinâmica e outros efeitos que ocorrem durante sua rodagem, influenciando a deformação e o escorregamento dos pneus, e consequentemente a resistência ao rolamento.
- *Pressão de insuflamento:* A pressão de insuflamento, em conjunto com a carga aplicada, influenciam a deformação e o escorregamento do pneu. De

acordo com estudos realizados, um pneu cheio em piso firme tem menor resistência ao escorregamento que outro, calibrado com pressão menor que a especificada. Esta tendência se inverte quando aplicada a terrenos macios (neve, areia e lama), onde quanto menor a pressão de insuflamento, menor a resistência ao rolamento.

- *Diâmetro do pneu:* Caso outros fatores sejam fixos, a resistência ao rolamento é inversamente proporcional ao diâmetro do pneu, ou seja, quanto maior o diâmetro, menor a resistência ao rolamento. Da mesma forma que na pressão de insuflamento, este fator é mais sensível no caso de terrenos macios.
- *Dimensões do pneu:* Quanto menor for a relação perfil / largura do pneu, ou seja, quanto mais baixo for o perfil do pneu em relação à sua largura, mais rígido ele se torna e, em consequência disso, é menor a sua resistência ao rolamento. Esta influência é melhor observada com o aumento da velocidade.
- *Tipo de borracha:* No caso de borracha natural, sabe-se que esta tem menor histerese que a borracha sintética, o que diminui sua resistência ao rolamento. Porém, de acordo com os fabricantes de pneumáticos, a borracha natural é mais utilizada na confecção de pneus de veículos comerciais (caminhões e ônibus), sendo que para automóveis a matéria-prima normalmente utilizada é a borracha sintética.
- *Tipo de pneu:* Os pneus radiais, por apresentarem maior rigidez na região sob a banda de rodagem e maior flexibilidade nos flancos, possuem menor histerese que os pneus diagonais, apresentando, como consequência, menor resistência ao rolamento. Devido ao desuso dos pneus diagonais em automóveis, porém, este efeito praticamente anulou-se.
- *Desgaste:* Os pneus cuja banda de rodagem está menos espessa e sem os sulcos para escoamento da água, devido ao desgaste, apresentam menor resistência ao rolamento.
- *Temperatura:* A temperatura de operação do pneu depende da temperatura exterior, do atrito interno entre as camadas do pneu e das condições de troca de calor. À medida que a temperatura sobe, temos uma elevação também na

pressão interna (de insuflação do pneu) e conseqüentemente, uma redução na resistência ao rolamento.

- *Tipo de solo*: Conforme já mencionado, a deformação do solo é uma das causas da resistência ao rolamento. Assim, quanto mais macio o terreno, maior a resistência encontrada, e vice-versa.
- *Velocidade do veículo*: A resistência ao rolamento é proporcional à velocidade do veículo, ou seja, aumentando a velocidade, aumenta a resistência ao rolamento. Este efeito, enquanto a baixas velocidades, é parcialmente compensado pelo aumento de temperatura e conseqüente aumento da pressão interna. Porém, acima de 100 km/h os efeitos dinâmicos tornam-se significativos, ocasionando um crescimento considerável da resistência ao rolamento.
- *Aceleração e desaceleração*: Quando o veículo está sob efeito da aceleração (pelo motor) ou desaceleração (pelos freios), ocorre um aumento do escorregamento e, em conseqüência, um crescimento da resistência ao rolamento.
- *Curvas*: Ao transitar por curvas, o pneu sofre um aumento da deformação, ocasionando um crescimento da resistência ao rolamento.

Com a finalidade de simplificar os cálculos da resistência ao rolamento, várias pesquisas foram elaboradas, buscando obter um coeficiente que pudesse sintetizar todas as variáveis já citadas. A equação resultante para o cálculo da resistência total ao rolamento R_r é a seguinte:

$$R_r = P f \cos \alpha \quad (4.1)$$

Onde:

P = Peso do veículo (N)

f = coeficiente de resistência ao rolamento

α = Ângulo de inclinação do piso (aclive)

De acordo com Madureira (2001), essa fórmula pode ser ainda mais simplificada no caso de aclives comuns, com erros menores que 5%. Temos então:

$$R_r = P f \quad (4.2)$$

Para chegar a um coeficiente f que representasse com maior perfeição os valores da resistência ao rolamento, foram executados inúmeros experimentos. Taborek(1957);

Gillespie (1992) apud Madureira (2001) apresentaram a expressão desenvolvida pelo Instituto de Tecnologia de Stuttgart, reduzindo os coeficientes numéricos para os pneus radiais com cinta metálica, chegando à seguinte equação:

$$f = f_0 + 3,24 f_s (V / 161)^{2,5} \quad (4.3)$$

Onde:

f_0 e f_s = Coeficientes obtidos experimentalmente e descritos graficamente, em função da pressão de inflação dos pneus.

V = Velocidade do veículo (km/h)

No nosso caso, em função da pressão de inflação dos pneus dos veículos avaliados ser similar, consideramos este parâmetro constante e igual a 210 kPa (30 psi). Com esta definição, chegamos aos valores de $f_0 = 0,010$ e $f_s = 0,005$, utilizados nos cálculos de todos os valores de resistência ao rolamento deste trabalho.

4.1.2 – Forças reativas (F_r)

Trata-se das reações do solo sobre o veículo, nos pontos de contato (pneus), decompondo-se nos eixos normal e transversal. As reações podem ser diferentes para cada roda, em função da distribuição do peso e carga do veículo, Centro de Gravidade, Centro de Pressão etc. A força reativa se decompõe da seguinte forma:

Forças reativas normais (F_{rn}): Estão relacionadas ao sentido longitudinal da trajetória do veículo, e suas acelerações surgem em função de irregularidades na pista, valetas, lombadas e outros. Para fins do trabalho, estamos desconsiderando sua atuação, já que seus efeitos serão sentidos na resistência ao rolamento.

Forças reativas transversais (F_{rt}): Estão relacionadas ao sentido transversal à trajetória do veículo, e suas acelerações surgem em função de curvas no trajeto. Para fins deste trabalho, sua atuação está sendo desconsiderada, uma vez que os efeitos serão observados no aumento da resistência ao rolamento.

4.1.3 – Força trativa (F_t)

É a força que impulsiona o veículo, e está relacionada com a potência gerada no motor, relação de transmissão da caixa de mudanças, relação de transmissão do diferencial, rendimentos desses conjuntos, eventual aplicação de frenagem e um aspecto importante no estudo dessa força, que são os limites de aderência dos pneus.

Considerando que o motor está em regime permanente, podemos descrever a força trativa da seguinte forma:

$$F_t = (M_t \cdot i_t \cdot \eta_t \cdot i_d \cdot \eta_d) / r \quad (4.4)$$

Onde:

F_t = Força trativa instantânea (N).

M_t = Momento de força do motor (Nm), informado pelo fabricante.

i_t = Relação de transmissão do câmbio, específica para cada marcha.

η_t = Coeficiente de rendimento do câmbio, para cada marcha.

i_d = Relação de transmissão do diferencial, fixa.

η_d = Coeficiente de rendimento do diferencial, fixo.

r = Raio dinâmico do pneu (m).

Em regimes transitórios, vale considerar a inércia de rotação dos elementos do motor e do conjunto transmissão, que se movem em sincronismo com o movimento do veículo. Esta parcela de inércia é considerada com base na massa equivalente, que detalharemos adiante.

O torque do motor, assim como sua potência instantânea, é obtido através de ensaios realizados em dinamômetro pelos fabricantes dos veículos, em função da rotação do motor, a plena carga e regime permanente, de onde extrai-se, além das curvas características, dois pontos particularmente importantes: instante de torque máximo e de potência máxima, em função da rotação do motor.

Os coeficientes de rendimento do câmbio e do diferencial dependem dos rendimentos típicos dos elementos que compõem esses sistemas, tais como mancais, juntas, cruzetas, acoplamentos e engrenagens. O rendimento de cada componente apresenta pequena variação, e ocorre por exemplo em função de tipo de engrenagens, precisão de usinagem, rugosidade superficial, tipo do lubrificante utilizado, temperatura de trabalho etc.

Bryant; Dudley (1960), consideraram a existência de rendimentos intermediários para cargas intermediárias. Com isso, tem-se uma fração de perda residual, na faixa de 30% da perda total à plena carga. No nosso caso, porém, preferimos fixar os valores, considerando 100% de perda a plena carga, independente da carga a que o conjunto estiver sendo submetido.

Segundo Madureira (2001), os rendimentos de transmissão à plena carga para um automóvel de passeio, podem ser descritos conforme a tabela abaixo, que foi utilizada como base para os cálculos de desempenho de todos os veículos analisados.

Tabela 4.1 – Rendimentos médios da transmissão à plena carga.

| Elemento | Componentes | Rendimento |
|-------------|----------------|------------|
| Câmbio | 1ª marcha | 0,85 |
| | 2ª marcha | 0,88 |
| | 3ª marcha | 0,91 |
| | 4ª marcha | 0,94 |
| | 5ª marcha | 0,97 |
| Diferencial | Eixo dianteiro | 1,00 |

4.1.4 – Força aerodinâmica (F_a)

A partir do momento em que um corpo atravessa um fluido, surge sobre o primeiro um campo de pressões não uniforme, em função da distribuição de pressões dinâmicas, conforme a equação de Bernoulli. Esses esforços, integrados, formam uma força e um momento resultantes, sendo que o momento pode ser nulo, caso a força resultante atue sobre um ponto chamado Centro de Pressões (CP). A força resultante, quando o fluido é o ar, é chamada de força aerodinâmica.

Os fatores influenciadores da força aerodinâmica são, basicamente:

- Forma da carroceria, definida pelos designers das montadoras;
- Interferências com saliências e acessórios;
- Fluxo interno do ar pelos sistemas de arrefecimento do motor e ventilação do compartimento dos passageiros.

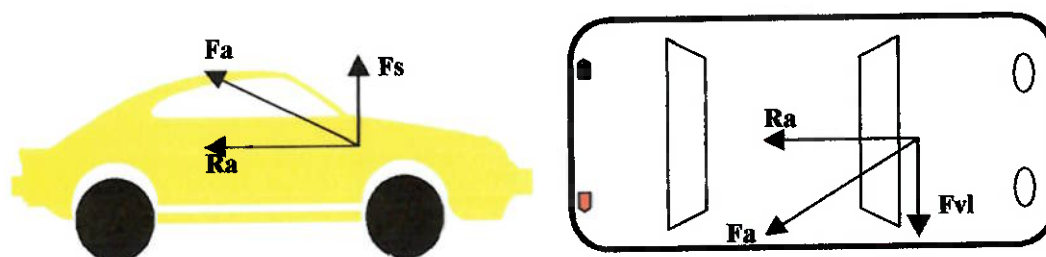


Figura 4.2 – Componentes da força aerodinâmica sobre o veículo.

A força aerodinâmica, quando decomposta nas direções normal, longitudinal e transversal, resulta no sistema de forças mostrado na figura anterior, onde:

Fa = Força aerodinâmica

Ra = Resistência aerodinâmica

Fs = Força de sustentação

Fvl = Força proveniente de ventos laterais

A seguir, detalharemos cada uma dessas componentes:

4.1.4.1 – Resistência aerodinâmica (Ra)

É a componente de maior impacto no desempenho do veículo, pois conforme podemos visualizar na figura 4.2, se apresenta na direção longitudinal, em sentido oposto ao movimento do mesmo. Esta resistência tem seu valor diretamente proporcional à velocidade do veículo, e torna-se representativa com o aumento desta. De acordo com Crouse; Anglin (1993), quando um automóvel está a 90 mph (145 km/h), aproximadamente 75% da potência disponibilizada nas rodas será usada para vencer a resistência aerodinâmica deste. A expressão para cálculo da resistência aerodinâmica pode ser descrita por:

$$Ra = (\rho_{ar}/2) \cdot Cx \cdot A \cdot (V - Vv)^2 \quad (4.5)$$

Onde:

ρ_{ar} = Massa específica do ar (1,2 kg/m³ a 20 °C e ao nível do mar

Cx = Coeficiente de arrasto aerodinâmico do veículo

A = Área frontal projetada do veículo (m)

V = Velocidade do veículo (m/s)

Vv = Velocidade do vento (m/s)

Os valores de coeficiente de arrasto aerodinâmico (Cx) são determinados experimentalmente, através de ensaios em túnel de vento, com o próprio veículo ou com um modelo em escala. A tabela a seguir, elaborada por Buschmann; Koessler (1963), nos permite conhecer alguns valores para este coeficiente, bem como da área frontal projetada nos veículos atuais.

Tabela 4.2 – Valores típicos da aerodinâmica veicular

| Tipo de veículo | Coefficiente “Cx” | Área frontal “A” (m²) |
|------------------------|--------------------------|---|
| Motocicletas | 0,6 a 0,8 | 0,6 a 1,2 |
| Automóveis | 0,3 a 0,4 | 1,3 a 3,0 |
| Protótipos estilizados | 0,2 a 0,3 | 0,8 a 1,4 |
| Ônibus antigos | 0,5 a 1,0 | 4,0 a 7,5 |
| Ônibus modernos | 0,4 a 0,6 | 3,5 a 6,0 |
| Caminhões | 0,8 a 1,5 | 3,0 a 7,5 |

Em nosso trabalho, estaremos utilizando os coeficientes informados pelos fabricantes dos automóveis ou por publicações especializadas, uma vez que não dispomos de meios para obter os valores experimentalmente.

4.1.4.2 – Força de sustentação (F_s)

Esta força atua na direção perpendicular ao plano onde o veículo está apoiado, e é chamada de força de sustentação porque sua ação é usualmente a de elevar o veículo, salvo em bólidos de corrida, onde o efeito é inverso (efeito-solo ou uso de aerofólios). Da mesma forma que na resistência aerodinâmica, nesta existe o coeficiente de sustentação (C_s), que também é determinado experimentalmente, através de ensaios em túnel de vento.

4.1.4.3 – Força devida à influência de ventos laterais (F_{vl})

Esta componente da resistência aerodinâmica, no sentido transversal do veículo, surge em função de ventos laterais, incidindo sobre a superfície lateral do automóvel. Neste trabalho, assumiremos que a velocidade do vento é 0 m/s, o que implica que a velocidade do veículo em relação ao ar será idêntica à em relação ao solo. Esta simplificação será feita porque na realização de testes de campo, o desempenho é medido com o veículo rodando nos dois sentidos da pista de prova, o que indica que numa passagem estará sendo favorecido pelo vento a favor, enquanto noutra passagem será prejudicado pelo vento contrário. Este procedimento anula, ou minimiza os efeitos dos ventos laterais. Apesar disso, o programa gerado no computador permite a inclusão do fator velocidade do vento, calculando

automaticamente os novos valores de resistência aerodinâmica e conseqüentemente redução da velocidade final.

4.1.5 – Resistência de aclives (Rgx)

Conforme já descrito na figura 4.1, o peso do veículo e sua carga em movimento, sujeitos à aceleração da gravidade, fornecem uma força resultante que atua sobre seu centro de gravidade (CG). A decomposição dessas forças segundo as direções longitudinal e transversal, adotados neste trabalho, tem como resultados os seguintes esforços:

- Força normal devido ao peso (Pn);
- Força longitudinal devido ao peso (Pl);
- Força transversal devido ao peso (Pt).



Figura 4.3 – Componentes da força peso.

Definiremos agora cada uma das componentes descritas:

4.1.5.1 – Força normal devido ao peso (Pn)

É a componente que se forma em sentido perpendicular (normal) ao plano onde o veículo está trafegando. Sua expressão genérica, considerando a inclinação nos eixos longitudinal e transversal, é:

$$P_n = P \cdot (1 - \text{sen}^2 \alpha - \text{sen}^2 \beta)^{1/2} \quad (4.6)$$

Onde:

P = Peso total do veículo (N)

α = Ângulo de inclinação no eixo longitudinal (aclive)

β = Ângulo de inclinação no eixo transversal (curva)

4.1.5.2 – Força transversal devido ao peso (Pt)

É a componente do peso do veículo, no sentido transversal deste, condição encontrada em auto-estradas, onde é construída uma sobrelevação no raio externo das curvas, com o objetivo de criar esta componente transversal, que será contrária à força centrífuga, facilitando a execução da curva. Pode ser expressa por:

$$P_t = P \cdot \operatorname{sen} \beta \quad (4.7)$$

Assim como a força normal devido ao peso, essa componente não terá influência no cálculo do desempenho dos veículos analisados, pois os trajetos considerados são planos. Apenas a força longitudinal devido ao peso, também chamada de resistência de aclave, por ser um fator determinante na performance dos automóveis, será considerada.

4.1.5.3 – Força longitudinal devido ao peso (Pl)

É a componente longitudinal do peso, formada pela inclinação do plano no qual o veículo se movimenta. É de grande importância em nosso trabalho, pois representa o esforço a que o motor e conjunto transmissor estarão submetidos quando o veículo estiver trafegando por um aclave, que foi um dos parâmetros determinados para avaliação do desempenho do mesmo. Representa a resistência de aclave, e sua grandeza pode ser expressa por:

$$P_l = P \cdot \operatorname{sen} \alpha \quad (4.8)$$

A tabela a seguir, elaborada por Taborek (1957) e complementada com as informações de nossas rodovias, exemplifica alguns valores relacionados aos ângulos de aclave e os tipos de estradas onde eles são encontrados:

Tabela 4.3 – Exemplos de aclives encontrados em estradas

| Tipo de estrada | Ângulo de aclave | Aclave aprox. (%) | Razão de aclave aproximada |
|--|------------------|-------------------|----------------------------|
| Auto estradas | 3° | 5,2 | 1:20 |
| Rodovia Imigrantes (*) | 3° 30' | Máx. 6% | 1:16 |
| Rodovia Anchieta (*) | 4° | Máx 7% | 1:14 |
| Boas estradas de montanha | 7° | 12,3 | 1:8 |
| Estradas de montanha com grande inclinação | 17° | 30 | 1:3 |
| Condições fora de estrada | 27° | 50 | 1:2 |

(*) Obs.: Os dados referentes às rodovias Anchieta e Imigrantes foram obtidos em contato com a Administradora Ecovias* (informação pessoal) e incluídos aqui por serem bastante representativos de trechos de serra eventualmente encontrados pelos usuários, sendo inclusive utilizadas pelas próprias montadoras como pistas de provas para medições de consumo e desempenho em campo.

4.1.6 – Resistência de inércia

Conforme Madureira (2001), para o caso de um veículo em movimento retilíneo acelerado devem ser incluídas as inércias de translação (veículo todo) e inércias de rotação dos conjuntos e componentes, tais como motor, transmissão, eixos e rodas.

Mitschke apud Madureira, criou um gráfico com a representação do coeficiente para cálculo do fator das massas rotativas (γ) em função da redução total da transmissão.

A partir deste gráfico, foram extraídos os valores utilizados nos cálculos das acelerações, conforme veremos adiante. As expressões envolvidas neste estudo são:

$$a = F / m_e \quad (4.9)$$

Onde:

a = Aceleração instantânea (m/s^2)

F = Força disponível (N)

m_e = Massa equivalente (kg)

Enquanto a expressão da massa equivalente (m_e) é:

$$m_e = m \cdot \gamma \quad (4.10)$$

Onde:

m = Massa total do veículo (kg)

γ = Fator de massas rotativas

* THIBODEAU, K. (Ecovias, São Paulo). **Inclinações e raios das Rodovias Imigrantes e Anchieta.** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <marenata@cebinet.com.br> em 15 de mar.2002.

4.2 – Informações referentes aos veículos

Conforme já mencionado anteriormente, para execução do cálculo de desempenho dos veículos populares nacionais, são necessárias informações detalhadas sobre seu motopropulsor, carroceria, capacidade de carga, transmissão e outras informações, que detalharemos a seguir.

4.2.1 – Curvas do motor

Para possibilitar a previsão do desempenho dos motores de todos os veículos populares nacionais, foi necessário obter das montadoras e órgãos especializados os dados de momento de força e potência do motor em trabalho a plena carga, em função da rotação.

4.2.2 – Aerodinâmica

Para cálculo da resistência aerodinâmica, faz-se necessário conhecer a área frontal do veículo e o valor de seu coeficiente aerodinâmico (C_x). A área frontal pode ser calculada de forma aproximada, através da altura e largura do automóvel, bem como sua distância ao solo. Já o coeficiente de arrasto aerodinâmico (C_x), é normalmente obtido através de ensaios em túnel de vento, realizados pelas montadoras, que posteriormente disponibilizam essa informação ao mercado.

4.2.3 – Transmissão

As relações de marchas, bem como redução final (diferencial), influenciam diretamente o desempenho do veículo, uma vez que amplificam ou reduzem a potência e o torque provenientes do motor, resultando em rotações de saída diferenciadas. Sendo assim, é preciso ter acesso às reduções utilizadas em cada marcha do câmbio e a redução final. Neste ponto, definimos a eficiência total para cada uma das relações de transmissão, baseada num gradiente, de 0,85 (1ª marcha) até 1,00 (correspondente à relação do diferencial), conforme já descrito no item 4.1.3 deste trabalho.

4.2.4 – Raio de rolamento

O raio de rolamento do veículo possui relação direta com seu torque e potência. Se o raio é grande, tem-se maior força nas arrancadas (torque), porém, menor velocidade final (potência), e vice-versa. Esta informação é obtida através do conhecimento do diâmetro da roda e pneus utilizados pelo veículo.

4.2.5 – Pressão de insuflação dos pneus

Conforme já descrito anteriormente (item 4.1.1), a pressão de insuflação dos pneus é característica importante no cálculo da resistência ao rolamento (R_{rol}) do veículo. Em função de todos os veículos possuírem pneus com pressão de insuflação semelhantes, convencionou-se pressão de insuflação de 30 psi para todos os modelos.

4.2.6 – Massa do veículo

A massa do veículo com carga bruta total é fator preponderante no cálculo de seu desempenho, no que se refere à resistência de aclives, uma vez que, de acordo com o relatado anteriormente (item 4.1.5), este peso cria uma componente em sentido inverso ao movimento do veículo, impondo a resistência já citada, crescente de acordo com o ângulo do aclive.

4.3 – Demais condições da simulação

As demais condições necessárias à simulação do desempenho dos veículos analisados, estão relacionadas ao ambiente em que os cálculos estão baseados, e compreendem os aspectos seguintes.

4.3.1 – Condições atmosféricas

Considerou-se que a rodagem dos veículos será em piso seco, o que indica que o tempo terá a mesma característica. Foi também definido, que a velocidade do ar será nula, o que indica que o veículo não estará sob ação de vento contrário ou favorável a seu movimento. A densidade do ar, outra característica importante para o cálculo da resistência aerodinâmica, foi considerada padrão, ou seja, $1,20 \text{ kg/m}^3$.

4.3.2 – Condições da pista

Conforme já mencionado em outras ocasiões, a pista sobre a qual a simulação de desempenho dos veículos será efetuada, possui piso asfáltico, plano e liso, resultando em considerável redução do atrito na rodagem. Por isso, consideramos unitário o valor do fator de deslizamento .

4.3.3 – Modo de dirigir

A maneira como o veículo é guiado influencia sobremaneira seu desempenho, e para minimizar esse efeito, existem procedimentos para testes. No caso do desempenho, o veículo é conduzido com o acelerador totalmente acionado. As mudanças de marcha, considerando que estamos trabalhando com automóveis de transmissão manual, devem ocorrer da forma mais rápida possível, nas rotações de potência máxima do motor. No estudo da aceleração e velocidade x espaço, que detalharemos a seguir, foi estipulado um tempo de 0,2 seg. para esta operação. Como não há cruzamento entre as curvas de aceleração, os pontos de troca para o melhor desempenho estão no prolongamento entre a curva superior e a imediatamente inferior.

5 – INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

Este trabalho foi estruturado através do software MS-Excel, onde, estabelecidas as condições da simulação (4-CARACTERIZAÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO), chegamos aos resultados para cada modelo de automóvel e seu respectivo propulsor. Os resultados estão expressos em 05 planilhas, que detalharemos a seguir.

5.1 – Dados

É a planilha de entrada para cálculo do desempenho do veículo, e traz informações sobre o mesmo e sobre o ambiente sobre o qual a simulação é processada. O programa está estruturado para, na necessidade de estimar o desempenho de um novo veículo, basta introduzir essas informações, para que todo o cálculo seja processado.

5.1.1 – Características do veículo e da simulação

Traz as informações necessárias sobre o automóvel, como coeficiente de penetração aerodinâmica, área frontal, relações de redução, raio de rolamento, pressão dos pneus, peso e capacidade de carga, entre outros. Além dessas informações, constam as condições da simulação, sendo informadas a velocidade e densidade do ar, condições da pista e fatores relacionados ao deslizamento.

Tabela 5.1 – Exemplo de características do veículo e do ambiente da simulação

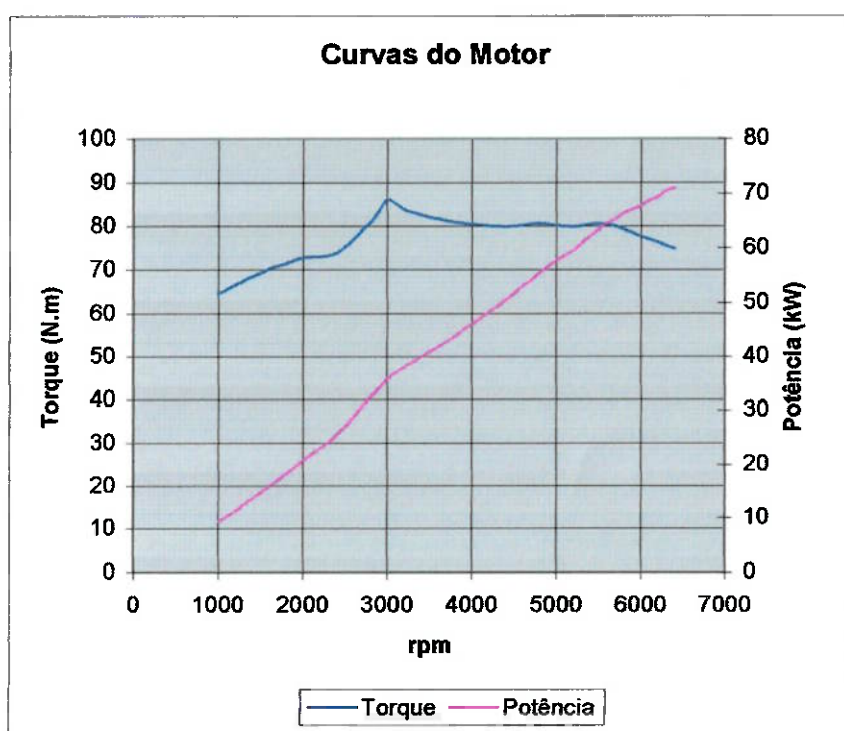
| CARACTERÍSTICAS DO VEÍCULO: | | | | |
|-----------------------------------|-------|-------------------|--------------|-------|
| Área frontal = | 2,00 | m ² | | |
| Coefficiente aerodinâmico = | 0,33 | | | |
| Velocidade do ar = | 0,00 | m/s | | |
| Densidade do ar = | 1,20 | kg/m ³ | | |
| Relações de marchas: | | | | |
| primeira = | 4,270 | | Eficiência = | 0,850 |
| segunda = | 2,350 | | Eficiência = | 0,880 |
| terceira = | 1,480 | | Eficiência = | 0,910 |
| quarta = | 1,050 | | Eficiência = | 0,940 |
| quinta = | 0,800 | | Eficiência = | 0,970 |
| Eixo dianteiro = | 4,870 | | Eficiência = | 1,000 |
| Raio de rolamento = | 0,292 | m | | |
| Pressão dos pneus = | 30 | psi | fo | fs |
| Coefficientes de res. rolamento = | | | 0,010 | 0,005 |
| Fator de desliz. = | 1,00 | | | |
| Peso do veículo = | 1465 | kg | | |

5.1.2 – Curvas do motor

Aspecto de extrema importância na estimativa do desempenho do veículo, são as curvas de torque e potência do motor, informadas pelos fabricantes e obtidas através de testes em bancos de provas, baseadas na ISO 1585.

Para melhor estudo do comportamento desses motores, as curvas foram detalhadas em tabelas, com rotações variando na ordem de 100 rpm, conforme descrito abaixo.

Figura 5.1 – Curvas e tabela de torque e potência do motor



Curvas do Motor

| RPM | Torque (N.m) | Potência (kW) |
|------|--------------|---------------|
| 1000 | 64,5 | 9,2 |
| 1100 | 65,6 | 10,3 |
| 1200 | 66,6 | 11,3 |
| 1300 | 67,5 | 12,5 |
| .. | ... | ... |
| .. | ... | ... |
| 6000 | 77,7 | 67,7 |
| 6100 | 77,0 | 68,7 |
| 6200 | 76,4 | 69,3 |
| 6300 | 75,6 | 70,5 |
| 6400 | 74,9 | 71,0 |

5.2 – Curvas de desempenho

Os resultados descritos nas curvas de desempenho, conforme já mencionado anteriormente, são dados em função da condição de cada relação de marchas, de acordo com o exemplo abaixo:

Tabela 5.2 – Exemplo de cálculos referentes ao desempenho em 1ª marcha.

| PRIMEIRA MARCHA | | | | | | | | | |
|-----------------|------|------------|----------|-----------|---------|--------|---------|----------|---------|
| (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) |
| RPM / Vel | RPM | Vel (km/h) | Tm (N.m) | Top (N*m) | Fxb (N) | Rr (N) | Rax (N) | Rr + Rax | Fxl (N) |
| 188,91 | 1000 | 5,29 | 64,5 | 1140,08 | 3904,4 | 143,76 | 0,86 | 144,62 | 3759,8 |
| 188,91 | 1100 | 5,82 | 65,6 | 1159,52 | 3971,0 | 143,77 | 1,04 | 144,81 | 3826,2 |
| 188,91 | 1200 | 6,35 | 66,6 | 1177,20 | 4031,5 | 143,79 | 1,23 | 145,02 | 3886,5 |
| 188,91 | 1300 | 6,88 | 67,5 | 1193,11 | 4086,0 | 143,80 | 1,45 | 145,25 | 3940,7 |
| 188,91 | 1400 | 7,41 | 68,5 | 1210,78 | 4146,5 | 143,82 | 1,68 | 145,50 | 4001,0 |
| 188,91 | 1500 | 7,94 | 69,3 | 1224,92 | 4194,9 | 143,84 | 1,93 | 145,77 | 4049,2 |
| 188,91 | 1600 | 8,47 | 70,2 | 1240,83 | 4249,4 | 143,86 | 2,19 | 146,06 | 4103,4 |
| 188,91 | 1700 | 9,00 | 70,9 | 1253,20 | 4291,8 | 143,89 | 2,47 | 146,36 | 4145,4 |
| 188,91 | 1800 | 9,53 | 71,5 | 1263,81 | 4328,1 | 143,91 | 2,77 | 146,69 | 4181,4 |

5.2.1 – Relação de rotação pela velocidade (coluna 1)

Nesta coluna, descreve-se a relação de rotação do motor pela velocidade do veículo, que é uma constante para cada relação de transmissão. A fórmula para cálculo dessa relação está descrita abaixo:

$$\text{RPM / Vel} = (2,6526 \cdot \text{itn} \cdot \text{id}) / (r \cdot \zeta) \quad (5.1)$$

Onde:

itn = Relação de transmissão da “enésima” marcha.

id = Relação de transmissão do diferencial.

r = Raio de rolamento do veículo.

ζ = Fator de deslizamento dos pneus (considerado constante e unitário, conforme descrito no item 4.3.2).

Na tabela 5.2, podemos visualizar os valores referentes à primeira marcha, onde verificamos que para cada 188,91 rotações do motor, há um incremento de 1 km/h na velocidade do veículo, desconsiderando as resistências ao movimento já citadas no capítulo 4.

5.2.2 – Rotação do motor – n (coluna 2)

Aqui é descrito o regime de trabalho do motor, iniciado em 1000 rotações por minuto (rpm), que adotamos como padrão de marcha lenta para os motores estudados, até a rotação máxima informada pelo fabricante, que é variável para cada propulsor / veículo. Com a finalidade de melhorar a precisão dos gráficos, principalmente da velocidade e aceleração, que veremos adiante, foi adotado um incremento de 100 rpm para todos os motores analisados.

5.2.3 – Velocidade do veículo (V) – km/h (coluna 3)

Nesta coluna, descreve-se a velocidade “bruta” desenvolvida pelo veículo, desconsiderando todas as resistências já mencionadas no capítulo 4 deste trabalho. Sabemos no entanto, que a partir do momento em que a Força trativa líquida (F_{xl}), que trataremos adiante for nula, o veículo não terá mais condições de desenvolver velocidade, pois o esforço do motor será anulado pelas resistências ao seu movimento, anulando a aceleração do veículo, estando configurada a velocidade máxima para aquela situação. A expressão para cálculo desse parâmetro é:

$$V = n / (\text{RPM/Vel}) \quad (5.2)$$

Onde:

n = Rotação do motor (rpm).

RPM/Vel = Relação de rotação pela velocidade, cte para cada marcha.

5.2.4 – Momento de força do motor – N.m (coluna 4)

O momento de força oferecido pelo propulsor, também conhecido como torque do mesmo, é específico para cada regime de rotações deste, e pode ser obtido através de ensaios em bancos de provas (dinamômetro), formando as curvas do motor, já descritas no item 5.1.2. No nosso caso, essas informações foram obtidas diretamente dos fabricantes dos veículos. As curvas mantêm-se constantes para cada motor, mas dependendo da relação de transmissão utilizada, pode-se obter uma multiplicação maior (quando engatadas as marchas reduzidas) ou menor (no caso das marchas longas) deste torque.

5.2.5 – Torque bruto (Top) – N.m (coluna 5)

O torque bruto disponível nas rodas do veículo, em Newton-metro (N.m), também específico para cada regime de rotações do motor, é obtido através da seguinte equação:

$$T_{op} = M_t \cdot i_{tn} \cdot \eta_{tn} \cdot i_d \cdot \eta_d \quad (5.3)$$

Onde:

M_t = Momento de força do motor (Nm), informado pelo fabricante.

i_{tn} = Relação de transmissão do câmbio, específica para cada marcha.

η_{tn} = Coeficiente de rendimento do câmbio, para cada marcha.

i_d = Relação de transmissão do diferencial, fixa.

η_d = Coeficiente de rendimento do diferencial, fixo.

5.2.6 – Força trativa bruta (Ft) – N (coluna 6)

Tendo como base o item anterior e o raio dinâmico da roda, podemos calcular a força trativa bruta que chega às rodas de tração do veículo. É esta força que sofrerá a ação de todas as resistências impostas ao movimento do automóvel. Conforme já descrito no item 4.1.3, sua expressão é:

$$F_t = (M_t \cdot i_{tn} \cdot \eta_{tn} \cdot i_d \cdot \eta_d) / r \quad (5.4)$$

Onde:

M_t = Momento de força do motor (Nm), informado pelo fabricante.

i_{tn} = Relação de transmissão do câmbio, específica para cada marcha.

η_{tn} = Coeficiente de rendimento do câmbio, para cada marcha.

i_d = Relação de transmissão do diferencial, fixa.

η_d = Coeficiente de rendimento do diferencial, fixo.

r = Raio dinâmico do pneu (m).

5.2.7 – Resistência ao rolamento (Rr) – N (coluna 7)

Aqui aplicamos o que foi descrito no item 4.1.1, referente à resistência ao rolamento dos pneus, que como foi explicado, depende de diversos fatores. Para simplificar este cálculo, foram utilizados os coeficientes f_o e f_s , que para a pressão de insuflação de 210 kPa (30 psi) adotada em nossas simulações, correspondem aos valores de 0,010 e 0,005, respectivamente.

A expressão utilizada para cálculo dessa resistência é:

$$R_r = m \cdot g \cdot (f_o + 3,24 \cdot f_s \cdot (V/161)^{2,5}) \quad (5.5)$$

Onde:

m = Massa do veículo – PBT, informada pelo fabricante (kg).

g = Aceleração da gravidade (adotado: 9,81 m/s²).

f_o = Coeficiente de resistência ao rolamento (adotado: 0,010).

f_s = Coeficiente de resistência ao rolamento (adotado: 0,005).

V = Velocidade do veículo (km/h).

5.2.8 – Resistência aerodinâmica (R_{ax}) – N (coluna 8)

A resistência aerodinâmica, que já foi teoricamente descrita no item 4.1.4.1, utiliza uma expressão, detalhada abaixo, que possui fatores fixos (ex. massa específica do ar) e variáveis (velocidade do automóvel e do vento), motivo pelo qual sua intensidade aumenta à medida que o veículo se move. Assim:

$$R_{ax} = (\rho_{ar} / 2) \cdot C_x \cdot A \cdot (V - V_v)^2 \quad (5.6)$$

Onde:

ρ_{ar} = Massa específica do ar (considerado 1,2 kg / m³).

C_x = Coeficiente de arrasto aerodinâmico do veículo, informado pelo fabricante.

A = Área frontal projetada do veículo (m²), informada pelo fabricante.

V = Velocidade do veículo (m/s) – Para esse dado, dividiu-se o resultado da coluna 3 (velocidade do veículo – km/h) por 3,6.

V_v = Velocidade do vento (adotado: 0,0 m/s).

5.2.9 – Resistência total ao movimento (R_t) – N (coluna 9)

Esta coluna descreve a resistência que o veículo sofrerá ao mover-se em um piso plano e horizontal. Assim, sua expressão é a soma das resistências ao rolamento e aerodinâmica, já mencionadas, sendo descrita por:

$$R_t = R_r + R_{ax} \quad (5.7)$$

Onde:

R_r = Resistência ao rolamento (N).

R_{ax} = Resistência aerodinâmica (N).

5.2.10 – Força trativa líquida nas rodas (F_{xl}) – N (coluna 10)

A força trativa bruta (F_t), calculada na coluna 6, subtraída da somatória das resistências ao rolamento e aerodinâmica, calculada na coluna 9, resulta na força trativa disponível nas rodas. Este valor terá comportamento similar à curva do momento de força do motor:

$$F_{xl} = F_t - R_t \quad (5.8)$$

Onde:

F_t = Força trativa bruta nas rodas (N).

R_t = Resistência total ao movimento (N).

Observamos que num determinado momento, esta força torna-se nula, decrescendo para valores negativos à medida que a rotação do motor aumenta a partir desse ponto. Isso indica que os valores da resistência ao rolamento são maiores que os da força trativa bruta, e a aceleração do veículo, por consequência irá se anular, demonstrando que o automóvel atingiu sua velocidade máxima para a situação.

5.2.11 – Resistência de aclave (R_{gx}) – N

A resistência de aclave é uma informação de fundamental importância na estimativa do desempenho do veículo, conforme já informado anteriormente, uma vez que demonstra sua capacidade de subida de rampas com PBT, sendo expressa por:

$$R_{gx} = m \cdot g \cdot \text{sen}(\tan^{-1} \alpha) \quad (5.9)$$

Onde:

m = Massa do veículo – PBT, informada pelo fabricante (kg).

g = Aceleração da gravidade (adotado: 9,81 m/s²).

α = Ângulo de inclinação longitudinal do piso (porcentagem).

Em função da literatura técnica estar habituada a especificar o aclave pelo valor da tangente (percentual), aplicamos a inversão da tangente (\tan^{-1}) para transformar o valor do ângulo em graus. A tabela abaixo demonstra os valores obtidos:

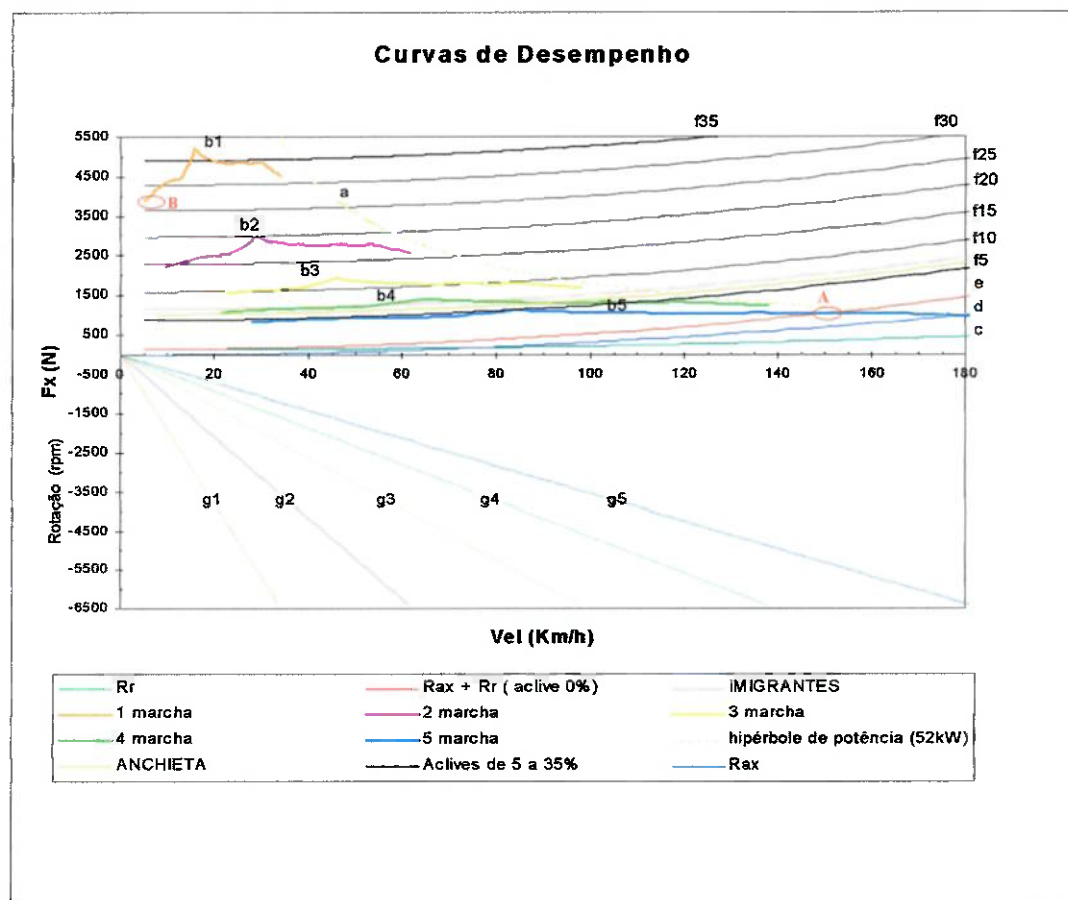
Tabela 5.3 – Exemplo de cálculo da resistência de aclave.

| RESISTÊNCIA DE ACLIVE | | (IMIGR.) (ANCH.) | | | | | | | |
|---------------------------|-------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Inclinação | 5% | 6% | 7% | 10% | 15% | 20% | 25% | 30% | 35% |
| R_{gx} (N) | 717,7 | 860,8 | 1003,6 | 1430,0 | 2131,9 | 2818,5 | 3485,6 | 4129,7 | 4747,7 |

5.2.12 – Gráficos da curva de desempenho

Após execução dos cálculos descritos acima, é necessário visualizar estas informações, ocasião em que recorremos ao auxílio de gráficos, onde podemos verificar cada uma das variáveis envolvidas, detalhadas a seguir:

Figura 5.2 – Exemplo gráfico das curvas de desempenho de um automóvel.



a) Hipérbole de potência do motor: É a representação da potência real do motor, considerando que o mesmo não estivesse exposto ao rendimento do sistema redutor, transmissor e distribuidor da rotação e, aplicado no veículo, resistência aerodinâmica, resistência ao rolamento e resistência de aclives;

b) Força de tração máxima líquida: São as curvas características de cada relação de transmissão, equacionada em função das curvas de torque e potência do motor, nas rotações consideradas, com carga nominal e motor a plena potência;

c) Resistência ao rolamento: Representa as forças atuantes sobre os pneumáticos do veículo durante a rodagem, em função da deformação desses ao passar pela área de contato com o solo, deformação do solo pela roda, atrito no escorregamento parcial dos pneus e circulação do ar dentro e em torno dos pneus;

d) Resistência aerodinâmica: Considera o esforço que o corpo rígido (veículo) exerce sobre o ar, ao atravessá-lo, em função da forma do veículo, das pressões exercidas sobre suas áreas superior e inferior (sustentação), do atrito superficial com a carroceria, interferências que causam perdas adicionais e fluxo de ar pelo compartimento do motor e dutos de ventilação do veículo;

e) Resistência total: A curva descreve a soma das duas anteriores, e representa a resistência que o veículo sofrerá ao movimentar-se em um trecho plano;

f) Resistência de aclives: As diversas curvas deste gráfico, representam a resistência total somada à resistência de aclives, em função do surgimento de uma componente do seu peso, que se opõe ao movimento. No gráfico, foram plotadas as resistências de aclive de 5° (condição máxima em auto-estradas) a 35° (condição fora de estrada). Para auxiliar na compreensão deste fator, foram incluídas as inclinações máximas de 2 rodovias em trecho da Serra do Mar, a VIA ANCHIETA e a RODOVIA DOS IMIGRANTES.

g) Rotação: Descreve a rotação bruta que o motor oferece às rodas trativas, considerando apenas a relação de transmissão (do câmbio e do diferencial), bem como seus rendimentos;

No eixo das abscissas, é colocada a VELOCIDADE, enquanto nas ordenadas, temos a FORÇA TRATIVA e as RESISTÊNCIAS, acima do eixo das abscissas, e a ROTAÇÃO DO MOTOR, abaixo do eixo das abscissas.

Além disso, neste gráfico podemos ter acesso a outras informações, tais como:

- velocidade máxima alcançada no plano horizontal (ponto A), bem como nos planos inclinados, dada pela intersecção entre as curvas de força de tração máxima líquida de cada marcha (item b) e as curvas referentes às resistências de aclives (item f);
- inclinação máxima para subida de rampa do veículo, relacionada com o início da curva de força trativa da primeira marcha (ponto B);

- por integração numérica, obtemos a velocidade em função do tempo em regime de plena carga e, a partir desta, da distância percorrida em função do tempo, gráficos esses que também foram traçados em nosso trabalho.

5.3 – Curvas de aceleração

A exemplo do que ocorre com as curvas de desempenho (item 5.2), a aceleração é também calculada individualmente para cada relação de marcha. A tabela abaixo exemplifica a maneira como os dados são obtidos:

Tabela 5.4 – Exemplo de cálculo da aceleração em 1ª marcha.

| PRIMEIRA MARCHA | | redução total = 20,795 (1) | |
|----------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------|
| (2) | | (5) | (6) |
| Força disponível (N) | | Aceleração (m/s ²) | V (km/h) |
| 3759,8 | | 1,75 | 5,29 |
| 3826,2 | | 1,78 | 5,82 |
| 3886,5 | | 1,80 | 6,35 |
| 3940,7 | | 1,83 | 6,88 |
| 4001,0 | (3) | 1,86 | 7,41 |
| 4049,2 | $\gamma = 1,47$ | 1,88 | 7,94 |
| 4103,4 | (4) | 1,91 | 8,47 |
| 4145,4 | Massa equivalente = 2153,6 kg | 1,92 | 9,00 |
| 4181,4 | | 1,94 | 9,53 |

5.3.1 – Redução total i (anotação 1)

Aqui, descreve-se a redução total imposta ao motor pelo conjunto de transmissão, que envolve a caixa de mudanças, com relações variáveis dependendo da marcha engatada e o diferencial, cuja relação é fixa para o veículo. A expressão utilizada neste cálculo é:

$$i = itn \cdot id \quad (5.10)$$

Onde:

itn = Relação de transmissão do câmbio, específica para cada marcha.

id = Relação de transmissão do diferencial, fixa para cada veículo.

5.3.2 – Força disponível nas rodas $F_{xl} - N$ (coluna 2)

Esta coluna repete os valores observados na coluna 10 da planilha “Curvas de Desempenho”. Seus valores, conforme já explicado anteriormente, refletem a força trativa líquida, uma vez que subtrai da força trativa bruta (F_t) os valores somados das resistências ao rolamento e aerodinâmica. Relembrando a expressão 5.8:

$$F_{xl} = F_t - R_t \quad (5.8)$$

Onde:

F_t = Força trativa bruta nas rodas (N).

R_t = Resistência total ao movimento (N).

Com o desenvolvimento da velocidade do veículo, esta força tende a se anular, em função da resistência total crescer gradativamente com a velocidade. Neste momento a aceleração também será nula, e o veículo terá atingido sua velocidade máxima, configurada graficamente como o cruzamento das curvas de tração máxima líquida e da resistência total ao movimento.

5.3.3 – Coeficiente de massas rotativas γ (anotação 3)

Conforme já descrito no ítem 4.1.6 – Resistência de inércia, para cada relação de transmissão haverá um coeficiente de massas rotativas. Em nossos cálculos, consideramos a influência da resistência de inércia através da determinação da massa equivalente (m_e), que é obtida através da massa do veículo e desse coeficiente. Os valores dos coeficientes γ , definidos graficamente por Mitschke (1972) e adotados nos cálculos, são mostrados na tabela abaixo:

Tabela 5.5 – Valores do fator de massas rotativas (γ)

| Redução | Fator γ (Mitschke) |
|-----------|---------------------------|
| 1ª marcha | 1,47 |
| 2ª marcha | 1,22 |
| 3ª marcha | 1,12 |
| 4ª marcha | 1,09 |
| 5ª marcha | 1,07 |

5.3.4 – Massa equivalente m_e – kg (anotação 4)

O cálculo da massa equivalente do veículo é processado na expressão 4.10, que aqui relembramos:

$$m_e = m \cdot \gamma \quad (4.10)$$

Onde:

m = Massa total do veículo (kg)

γ = Fator de massas rotativas (veja tabela 5.5, da página anterior)

5.3.5 – Aceleração instantânea a – m/s^2 (coluna 5)

A aceleração instantânea do veículo é função da força trativa líquida, determinada na coluna 2 dessa planilha, e da massa equivalente m_e , definida no item acima e específica para cada marcha. Temos portanto:

$$a = F_{xl} / m_e \quad (4.9)$$

Onde:

F_{xl} = Força disponível (N)

m_e = Massa equivalente (kg)

5.3.6 – Velocidade V – km/h (coluna 6)

Esta coluna é cópia dos cálculos efetuados na coluna 3 da planilha “Curvas de Desempenho”. Seus valores, conforme já explicado anteriormente, não consideram as resistências ao movimento do veículo. È como se este tivesse suas rodas trativas suspensas por cavaletes, sem interação com o solo (resistência ao rolamento) ou com o ar (resistência aerodinâmica). Portanto, suas informações devem sempre ser analisadas em conjunto com as da aceleração, o que pode ser visualizado no gráfico colocado a seguir. Observa-se também que a ordem de grandeza das acelerações decresce à medida em que as marchas mais longas são engatadas, o que pode ser explicado através da fórmula da potência instantânea (P):

$$P = F \cdot v \quad (5.9)$$

Onde:

F = Força disponível instantânea (N)

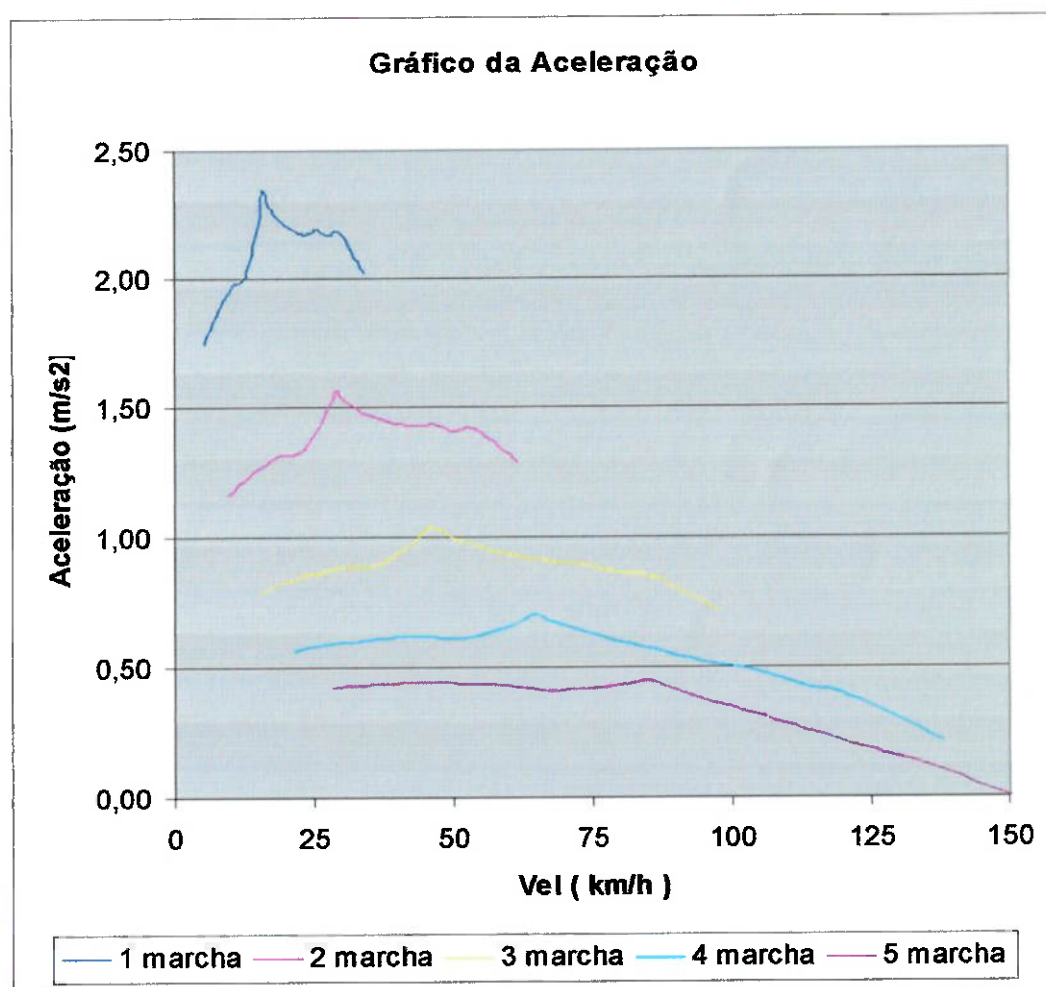
v = Velocidade do veículo (m/s)

Sendo assim, e considerando fixa a potência do motor em determinada rotação (por exemplo, 26,5 kW a 3000 rpm), entendemos que numa marcha curta não teremos grandes velocidades, mas o motor terá força de sobra para vencer as resistências impostas ao veículo, principalmente resistências de aclives.

5.3.7 – Gráficos das curvas de aceleração

Após execução dos cálculos descritos acima, é necessário visualizar estas informações, recorrendo novamente ao auxílio de gráficos, onde podemos verificar a variável aceleração em função da velocidade desenvolvida, observando inclusive o efeito descrito no ítem 5.3.6, referente às acelerações de maior intensidade em marchas reduzidas.

Figura 5.3 – Exemplo gráfico das curvas de aceleração de um automóvel.



5.4 – Curvas de velocidade e distância percorrida

As curvas de velocidade e distância percorrida, item também importante na caracterização do desempenho dos veículos avaliados, podem ser obtidas através da integração das curvas de aceleração e velocidade, respectivamente, utilizando-se a equação:

$$t = \sum (\Delta V / a) \quad (5.10)$$

Onde:

ΔV = Variação da velocidade no intervalo de tempo

a = Aceleração instantânea

Para executar a integração, são determinados intervalos de aceleração e o valor médio da velocidade em cada intervalo. Para facilitar a interpretação, os cálculos foram separados em 3 tabelas, que podemos visualizar abaixo, e que orientaram a elaboração dos gráficos:

Tabela 5.6 – Cálculos para integração da aceleração e velocidade em 1ª marcha.

| PRIMEIRA MARCHA | | |
|-------------------|-------------------------------|------|
| (1) | (2) | (3) |
| Intervalo (seg) | Intervalo de velocidade (m/s) | |
| 0,08 | 1,47 | 1,62 |
| 0,08 | 1,62 | 1,76 |
| 0,08 | 1,76 | 1,91 |
| 0,08 | 1,91 | 2,06 |
| 0,08 | 2,06 | 2,21 |
| 0,08 | 2,21 | 2,35 |
| 0,08 | 2,35 | 2,50 |
| 0,08 | 2,50 | 2,65 |
| 0,08 | 2,65 | 2,79 |

Tabela 5.7 – Somatória dos valores calculados – velocidade x tempo.

| Totais | | |
|---------|---------|---------|
| (4) | (5) | (6) |
| t (seg) | v (m/s) | v(km/h) |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,08 | 1,62 | 5,82 |
| 0,17 | 1,76 | 6,35 |
| 0,25 | 1,91 | 6,88 |
| 0,33 | 2,06 | 7,41 |
| 0,40 | 2,21 | 7,94 |
| 0,48 | 2,35 | 8,47 |
| 0,56 | 2,50 | 9,00 |
| 0,64 | 2,65 | 9,53 |
| 0,71 | 2,79 | 10,06 |

Tabela 5.8 – Somatória dos valores acumulados – espaço x tempo.

| Gráfico do espaço em função do tempo | | | |
|--------------------------------------|------------|-----------------|------------------|
| 1ª MARCHA | | | |
| (7) | (8) | (9) | (10) |
| Intervalo (seg) | Espaço (m) | Tempo acumulado | Espaço acumulado |
| | | 0,00 | 0,00 |
| 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,07 |
| 0,08 | 0,14 | 0,17 | 0,21 |
| 0,08 | 0,15 | 0,25 | 0,36 |
| 0,08 | 0,16 | 0,33 | 0,51 |
| 0,08 | 0,17 | 0,40 | 0,68 |
| 0,08 | 0,18 | 0,48 | 0,86 |
| 0,08 | 0,19 | 0,56 | 1,04 |
| 0,08 | 0,20 | 0,64 | 1,24 |
| 0,08 | 0,20 | 0,71 | 1,45 |

5.4.1 – Intervalo de tempo Δt – seg (coluna 1)

O intervalo de tempo, em segundos, é obtido através da integração da velocidade em função da aceleração, tendo sido utilizada a relação abaixo:

$$\Delta t = 2 \cdot (v_2 - v_1) / (a_2 + a_1) \quad (5.11)$$

Onde:

v_2 = Velocidade no instante final do intervalo (m/s)

v_1 = Velocidade no instante inicial do intervalo (m/s)

a_2 = Aceleração instantânea apresentada no final do intervalo (m/s²)

a_1 = Aceleração instantânea apresentada no início do intervalo (m/s²)

5.4.2 – Velocidade inicial do intervalo – m/s (coluna 2)

Esta coluna está preenchida com os valores iniciais de velocidades dos intervalos estudados, já calculadas na coluna 3 da planilha Curvas de Desempenho, descrita no item 5.2.3 deste trabalho. Para cálculo das velocidades e distâncias percorridas, porém, os valores da planilha devem ser introduzidos em m/s, motivo pelo qual os dados transcritos foram divididos por 3,6.

5.4.3 – Velocidade final do intervalo – m/s (coluna 3)

Esta coluna está preenchida com os valores finais de velocidades dos intervalos estudados, já calculadas na coluna 3 da planilha Curvas de Desempenho, descrita no item 5.2.3 deste trabalho. A diferença do item anterior é de uma célula,

correspondente a 100 rpm do motor, que foi o intervalo adotado para realização deste trabalho. A exemplo da coluna anterior, seus valores devem ser introduzidos em m/s, motivo pelo qual os dados transcritos foram divididos por 3,6.

5.4.4 – Totalização do tempo (coluna 4)

Na tabela 5.7, foram totalizados os tempos calculados na coluna 1 da tabela 5.6, com a finalidade de se projetar a variação da velocidade do veículo no decorrer do tempo, informação de entrada para o gráfico que veremos na seqüência. Aqui, vale ressaltar que as trocas de marcha são feitas nas rotações de potência máxima do motor. Como não há cruzamento entre as curvas de aceleração, os pontos de troca para o melhor desempenho estão na projeção entre o ponto máximo da curva superior e a imediatamente inferior. Para troca de marchas, estipulamos um tempo de 0,2 seg., durante o qual consideramos que não haverá ganho nem perda da velocidade desenvolvida pelo veículo.

5.4.5 – Velocidade v – m/s (coluna 5)

Esta coluna reproduz os valores de velocidade calculados ainda na coluna 3 da planilha “Curvas de Desempenho”, com a diferença que, neste caso, a progressão da velocidade não se dá em uma única marcha, mas sim, através de todas as marchas do câmbio. Para padronizar o procedimento, conforme já descrevemos em situações anteriores, efetuamos a troca de marchas na rotação máxima do motor, e a continuação se dará pela projeção deste ponto na curva da marcha posterior, até a última marcha. Tivemos o cuidado de observar também que, principalmente nas últimas marchas, há tendência dos valores de aceleração tornarem-se negativos, em função de não existir força trativa líquida disponível naquelas condições. Neste caso, o veículo não atinge sua velocidade máxima na última marcha e com rotação de potência máxima do motor, mas sim, no momento em que a força trativa líquida é anulada pelas resistências ao movimento. Pelo gráfico, observa-se também a tendência do desempenho nas últimas marchas em se aproximar de uma reta, paralela ao eixo das ordenadas, em função das acelerações tornarem-se cada vez menores.

5.4.6 – Velocidade horária v – km/h (coluna 6)

Aqui estão dispostos os resultados obtidos na coluna 5, multiplicados por 3,6, para que possamos efetuar a leitura da velocidade na unidade km/h, com a qual estamos mais habituados.

5.4.7 – Intervalo de tempo i – seg. (coluna 7)

Na tabela 5.8, nossa preocupação foi calcular o espaço percorrido à medida em que a velocidade do veículo aumenta. Sendo assim, os dados para cálculo foram extraídos da tabela 5.7, onde os tempos e velocidades aparecem de forma contínua, da inércia até a velocidade máxima estimada para o automóvel. Para cálculo desse intervalo, utilizamos a seguinte relação:

$$i = t_2 - t_1 \quad (5.12)$$

Onde:

t_2 = Tempo no instante final do intervalo (seg.)

t_1 = Tempo no instante inicial do intervalo (seg.)

5.4.8 – Espaço s – m (coluna 8)

A exemplo do caso anterior, é necessário calcular, com base no tempo decorrido (intervalo) e na velocidade desenvolvida pelo veículo, a distância percorrida, que será lançada no gráfico, conforme veremos adiante. Para isso, utilizamos a seguinte equação:

$$s = i \cdot (v_2 + v_1) / 2 \quad (5.13)$$

Onde:

i = Intervalo calculado no item anterior (seg.)

v_2 = Velocidade final do veículo no intervalo (m/s)

v_1 = Velocidade inicial do veículo no intervalo (m/s)

5.4.9 – Tempo acumulado - seg. (coluna 9)

Nesta coluna, são totalizados os pequenos intervalos calculados na coluna 7 desta planilha, para fins de lançamento no gráfico de velocidade x distância percorrida, que veremos adiante. Ressaltamos que, em função das acelerações decrescerem com o aumento da velocidade, o veículo necessita de cada vez mais espaço para seu

incremento de velocidade. Limitamos esse aumento ao que consideramos coerente com a simulação, uma vez que os dados reais apontariam uma reta quase infinita na velocidade final, comprometendo a visualização e interpretação das demais informações do gráfico.

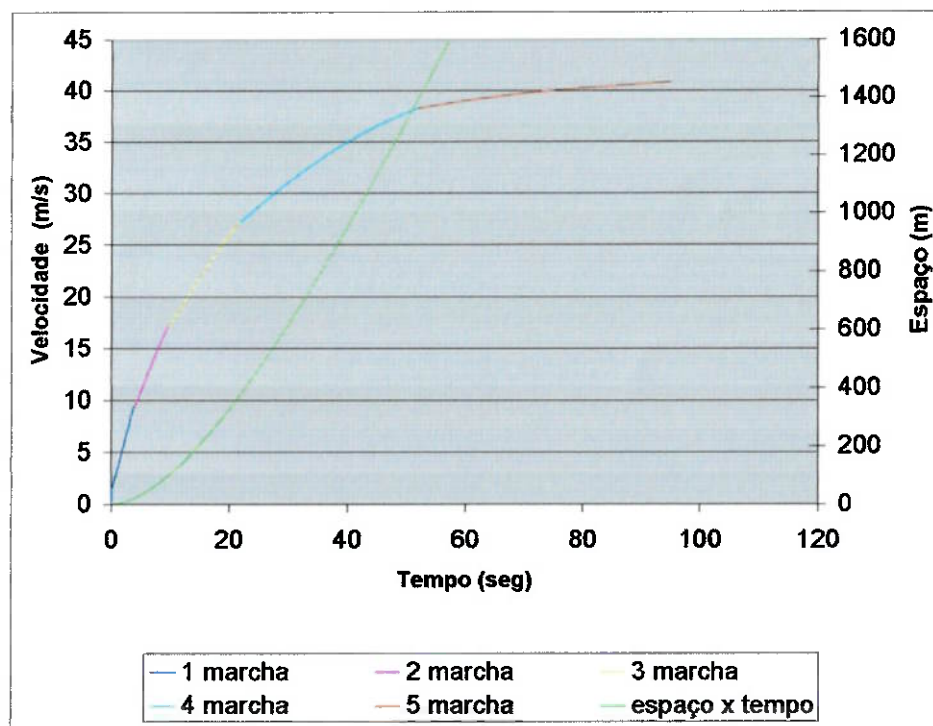
5.4.10 – Espaço acumulado – m (coluna 10)

De acordo com o item anterior, o espaço acumulado é também a somatória da distância percorrida nos pequenos intervalos calculados na coluna 8, sendo a informação que de fato será enfocada em nosso gráfico.

5.4.11 – Gráfico da velocidade e distância percorrida

Após execução dos cálculos descritos, contamos novamente com o auxílio gráfico para visualizar os resultados obtidos, verificando neste caso as variáveis velocidade e distância percorrida pelo veículo em função do tempo. Para melhor detalhamento, as marchas foram identificadas em cores diferentes, e pode-se verificar inclusive o momento onde ocorrem as trocas de marcha.

Figura 5.4 – Gráfico da velocidade e distância percorrida por um automóvel.



6 – RESULTADOS

Iniciaremos agora a simulação do desempenho dos veículos populares nacionais, propósito de nosso trabalho. Em função do sigilo envolvendo algumas das informações disponibilizadas, bem como evitar comparações desnecessárias entre os fabricantes, as denominações comerciais desses veículos foram substituídas por nomes genéricos (Veículo A, B, C, D e E). A definição técnica dos veículos analisados, baseada em publicações especializadas (Revistas Quatro Rodas e Carro, jun.2002) é descrita na tabela abaixo:

Tabela 6.1 – Dados técnicos dos veículos estudados.

| Informações | Veículo A | Veículo B | Veículo C | Veículo D | Veículo E |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Dimensões | | | | | |
| Comprimento(m) | 3,64 | 3,76 | 3,62 | 3,75 | 3,82 |
| Largura (m) | 1,55 | 1,62 | 1,61 | 1,61 | 1,65 |
| Altura (m) | 1,44 | 1,44 | 1,41 | 1,42 | 1,43 |
| Raio/rolamento m | 0,281 | 0,288 | 0,288 | 0,281 | 0,281 |
| Aerodinâmica | | | | | |
| Área frontal (m ²) | 1,84 | 1,92 | 1,86 | 1,88 | 1,94 |
| Coef. Aerodin. Cx | 0,37 | 0,35 | 0,34 | 0,35 | 0,33 |
| Pesos (kg) | | | | | |
| Em ordem marcha | 805 | 945 | 866 | 834 | 1015 |
| Capacidade Carga | 400 | 400 | 399 | 450 | 450 |
| Peso Bruto Total | 1205 | 1345 | 1265 | 1284 | 1465 |
| Potência máxima | 40kW/55cv a 5500 rpm | 51kW/70cv a 5750 rpm | 48kW/65cv a 6000 rpm | 44kW/60cv a 6000 rpm | 52kW / 71cv a 6400 rpm |
| Torque máximo | 85 Nm a 2500 rpm | 96 Nm a 4000 rpm | 89 Nm a 3250 rpm | 83 Nm a 3000 rpm | 88 Nm a 3000 rpm |
| Relações de marchas | | | | | |
| 1ª marcha | 4,273:1 | 4,273:1 | 3,87:1 | 4,18:1 | 4,27:1 |
| 2ª marcha | 2,238:1 | 2,238:1 | 2,04:1 | 2,14:1 | 2,35:1 |
| 3ª marcha | 1,444:1 | 1,520:1 | 1,41:1 | 1,41:1 | 1,48:1 |
| 4ª marcha | 1,029:1 | 1,156:1 | 1,11:1 | 1,12:1 | 1,05:1 |
| 5ª marcha | 0,872:1 | 0,872:1 | 0,88:1 | 0,89:1 | 0,80:1 |
| Relação diferencial | 4,067:1 | 4,357:1 | 4,65:1 | 4,31:1 | 4,87:1 |

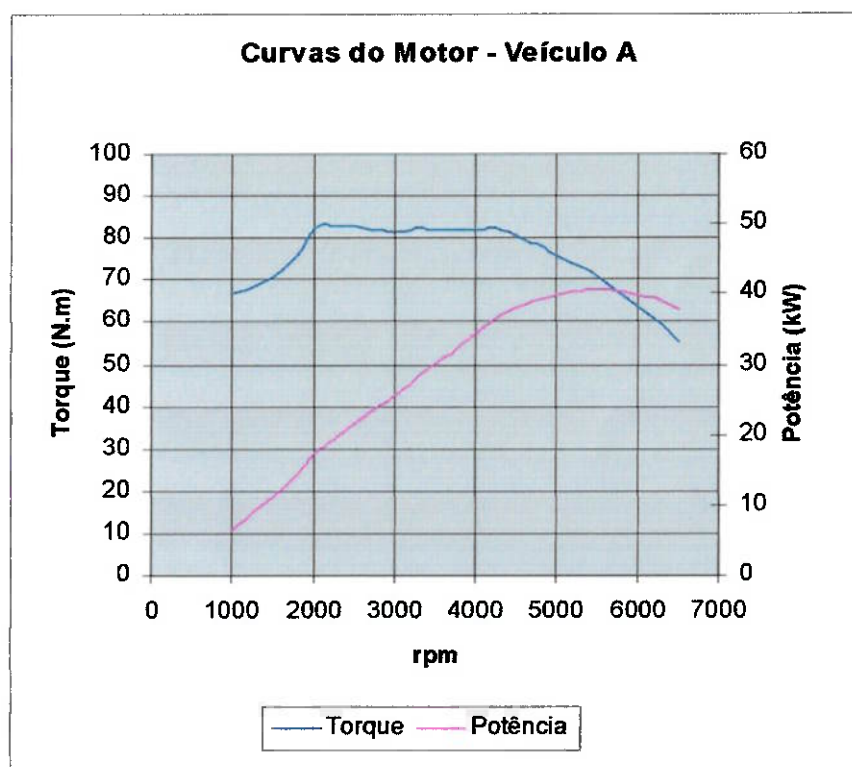
6.1 – Dados dos propulsores dos veículos

Apresentaremos agora, as curvas representando o torque e potência dos veículos analisados, em função da rotação do motor. As informações foram obtidas através das próprias montadoras, que testam essas características dos propulsores em bancos de provas, até para comprovação da repetibilidade do processo produtivo desses sistemas.

6.1.1 – Dados do motor do Veículo A

O propulsor deste veículo se caracteriza por possuir uma curva de torque praticamente plana entre 2000 e 4300 rpm, apresentando valores médios de 82 N.m nesta faixa de rotação, sem o pico característico dos propulsores atuais, o que pode resultar em um comportamento muito estável do veículo, quanto às questões consumo e desempenho. Esta característica compensa a baixa potência deste motor, que é de apenas 40 kW a 5500 rpm, a menor entre os veículos avaliados.

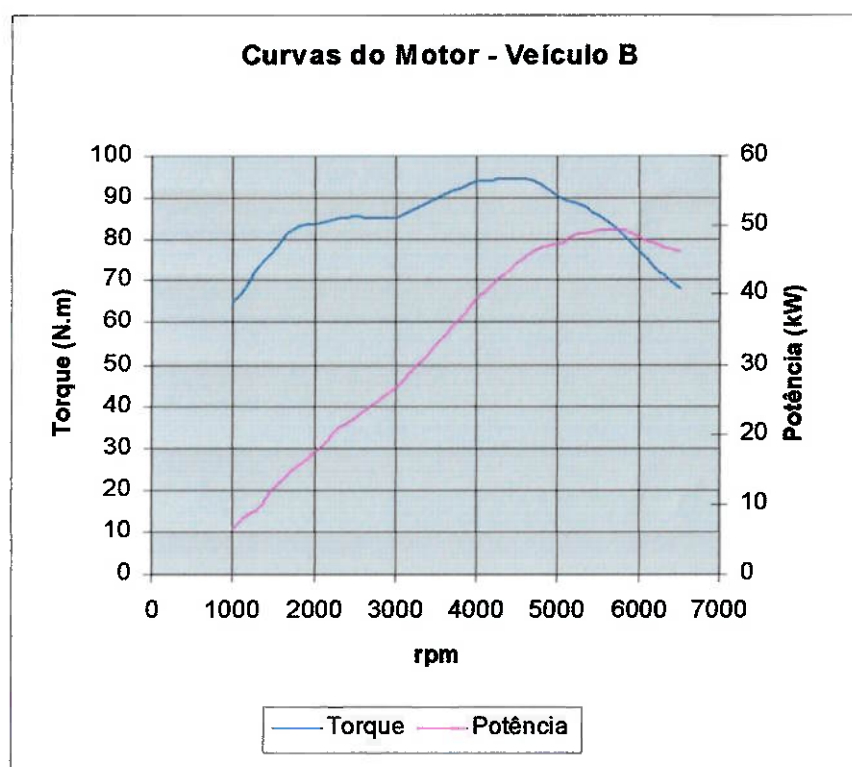
Figura 6.1 – Curvas do motor do Veículo A



6.1.2 – Dados do motor do Veículo B

Neste caso, o fabricante projetou a existência de dois patamares de torque, sendo que o primeiro ocorre entre 1700 e 3000 rpm, com valores próximos a 85,0 N.m, e o segundo entre 3900 e 4900 rpm, onde o torque apresentado fica próximo de 94,0 Nm. Da mesma forma que o veículo A, aqui também não é nítido o pico de torque, o que, somado à característica dos dois patamares de torque já citado, configura um motor de desempenho diferenciado. Além disso, a curva da potência tem uma boa inclinação, garantindo velocidade até os 5000 rpm, quando atinge potência aproximada de 48 kW.

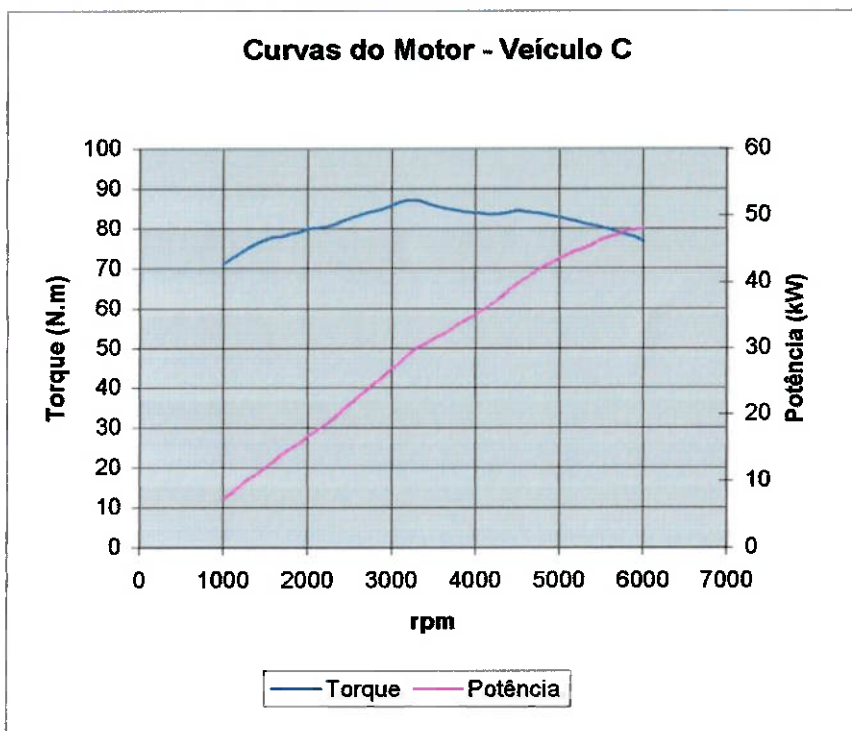
Figura 6.2 – Curvas do motor do Veículo B



6.1.3 – Dados do motor do Veículo C

O propulsor deste veículo atinge torque máximo de 89 N.m a 3250 rpm, enquanto a potência máxima é de 48 kW a 6000 rpm. Caracteriza-se por apresentar elevado torque já em baixas rotações, conforme podemos evidenciar na fig. 6.3, além de possuir uma curva de torque praticamente plana entre 3000 e 4500 rpm, o que deve colaborar para o desempenho e economia do veículo ao rodar em uma estrada plana, por exemplo, com a última marcha engatada. A potência se eleva com a rotação quase descrevendo uma reta, pressupondo um motor bastante ágil.

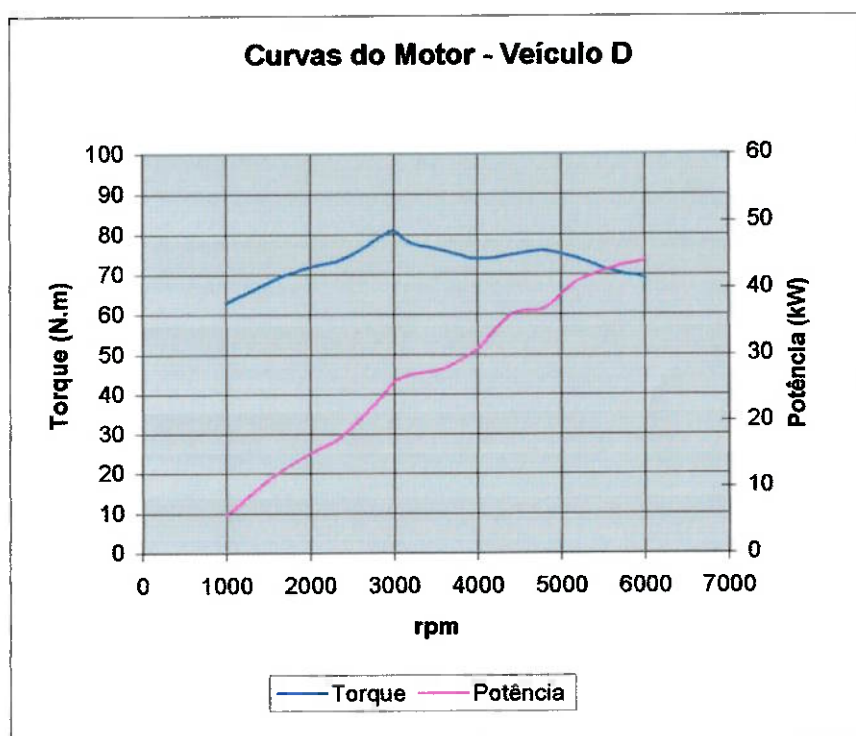
Figura 6.3 – Curvas do motor do Veículo C



6.1.4 – Dados do motor do Veículo D

Este motor atinge seu torque máximo (83 N.m) a 3000 rpm, partindo de 63 N.m a 1000 rpm. Tanto a curva de torque como a de potência do motor apresentam-se sinuosas, indicando uma tendência de comportamento rústico do propulsor. A potência não tem uma progressão linear, mas pode favorecer o desempenho do veículo através dos pequenos “saltos” entre 2500 e 3500 rpm e entre 4000 e 5000 rpm.

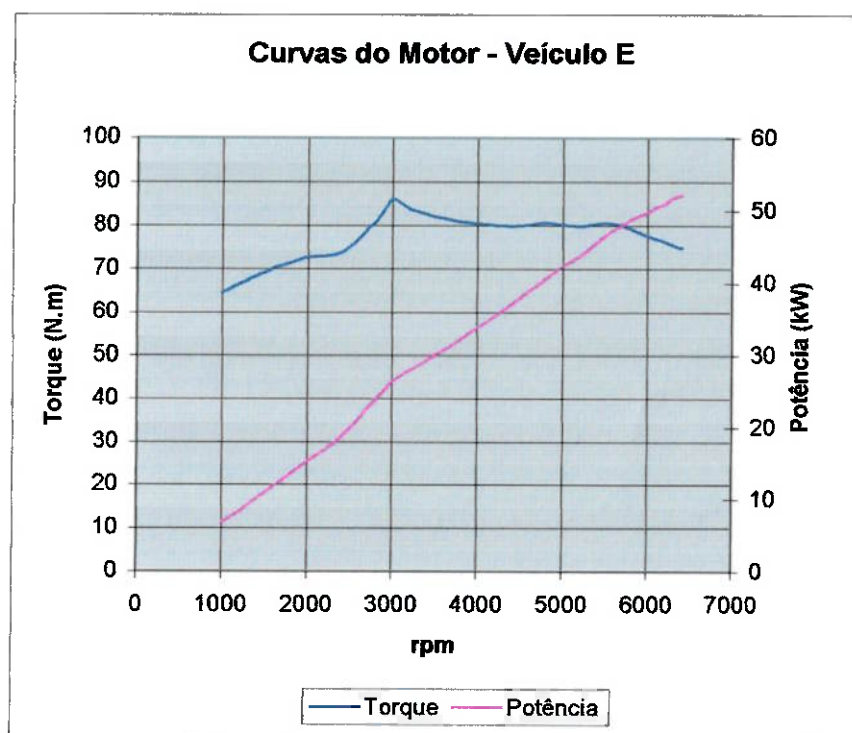
Figura 6.4 – Curvas do motor do Veículo D



6.1.5 – Dados do motor do Veículo E

O torque máximo (88 N.m) é atingido com 3000 rpm do motor, que parte de 64,5 N.m a 1000 rpm. Observa-se neste caso, curvas menos sinuosas, configurando um motor de funcionamento mais suave. Verificamos também a preocupação do fabricante em manter a curva de torque praticamente plana entre 3800 e 5700 rpm, o que tende a permitir ao veículo uma boa dirigibilidade em estradas, possivelmente com uma ótima relação “desempenho x consumo”.

Figura 6.5 – Curvas do motor do Veículo E



6.2 – Curvas de desempenho dos veículos

Os gráficos demonstrados a partir de agora, refletem o real comportamento do veículo durante a rodagem, contrapondo o esforço desenvolvido pelo motor, que visualizamos no ítem anterior, às resistências ao movimento do automóvel, já explorados em outras partes deste trabalho, e que foram consideradas nessa simulação. Através destas curvas, conforme já descrito no ítem 5.2.12, podemos obter a velocidade máxima do veículo em cada marcha, a velocidade final já considerando a resistência aerodinâmica e ao rolamento e a capacidade de subida de aclives. Para facilitar a interpretação, estaremos descrevendo em cada caso a velocidade máxima em 5ª marcha, considerando piso plano e horizontal, e também a capacidade máxima de subida de aclive, em 1ª marcha. Conforme descrevemos anteriormente, vale aqui ressaltar que os veículos estão sendo analisados sob PBT, ou seja, com condição de carga total, o que compreende 05 passageiros e a bagagem. Na região inferior do gráfico, podemos checar a velocidade que o veículo atingiria em cada marcha, desde que não houvesse resistência ao movimento do mesmo. Para melhor visualização dos gráficos envolvidos, descrevemos na tabela abaixo os valores obtidos por cada um dos veículos, e nas páginas seguintes os gráficos com as curvas de desempenho específicas de cada modelo.

Tabela 6.2 – Valores característicos de desempenho dos veículos.

| Veículo | Aclive máximo (partida) | Velocidade máxima (m/s) |
|---------|-------------------------|-------------------------|
| A | 30% | 40,6 (146 km/h) |
| B | 27% | 43,6 (157 km/h) |
| C | 31% | 44,2 (159 km/h) |
| D | 27% | 41,1 (148 km/h) |
| E | 28% | 42,8 (154 km/h) |

Figura 6.6 – Curvas de Desempenho do Veículo A.

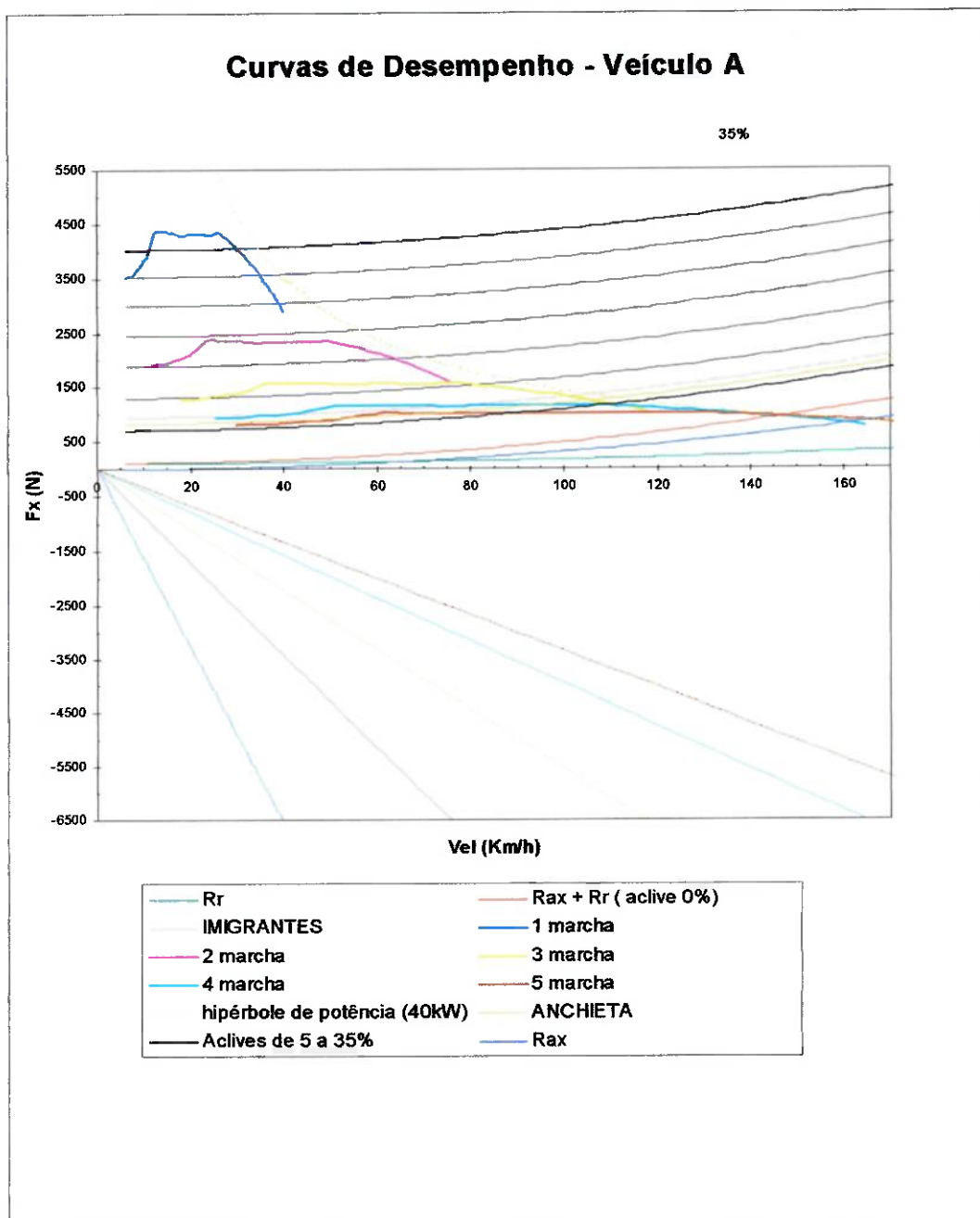


Figura 6.7 – Curvas de desempenho do Veículo B

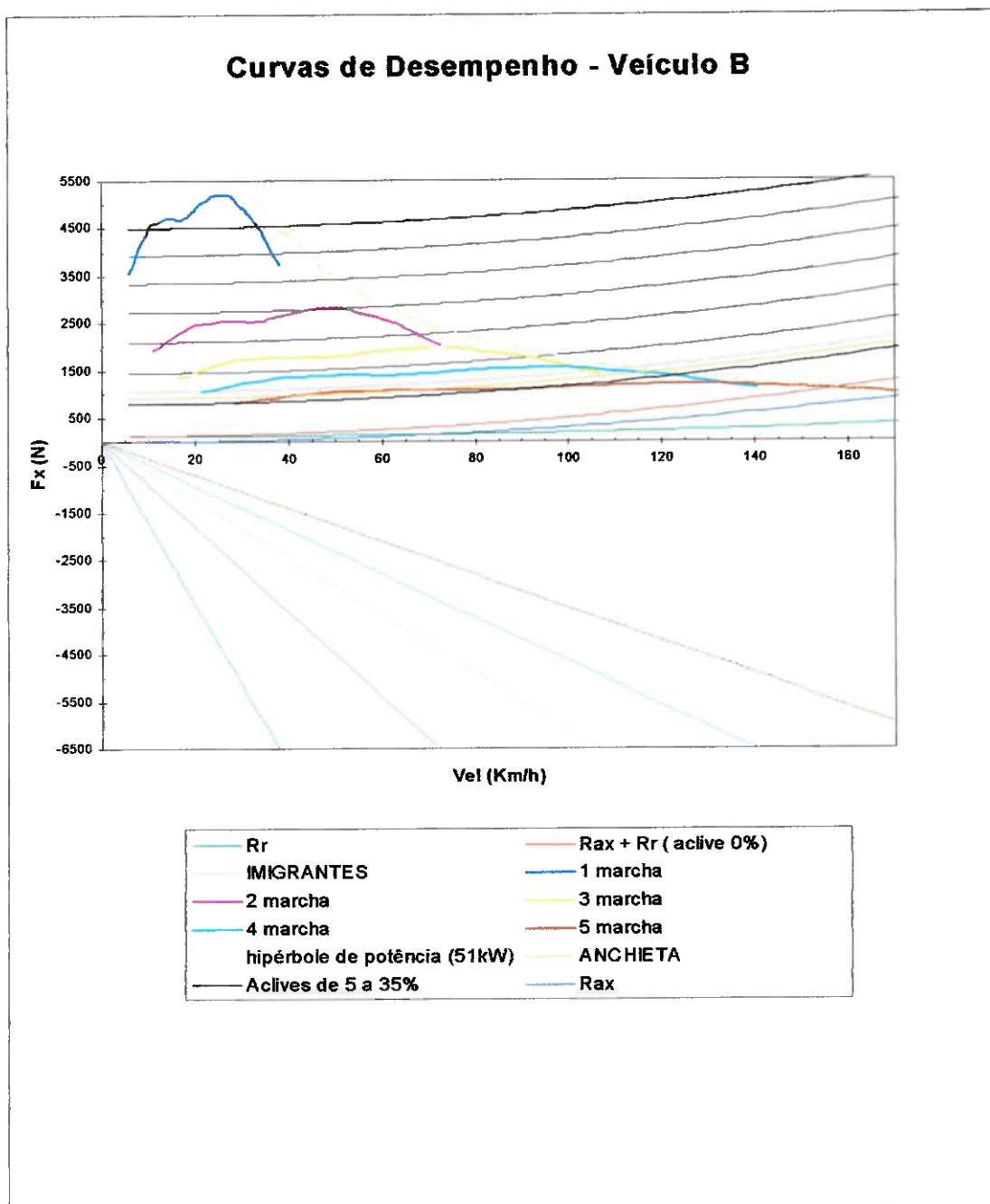


Figura 6.8 – Curvas de desempenho do Veículo C

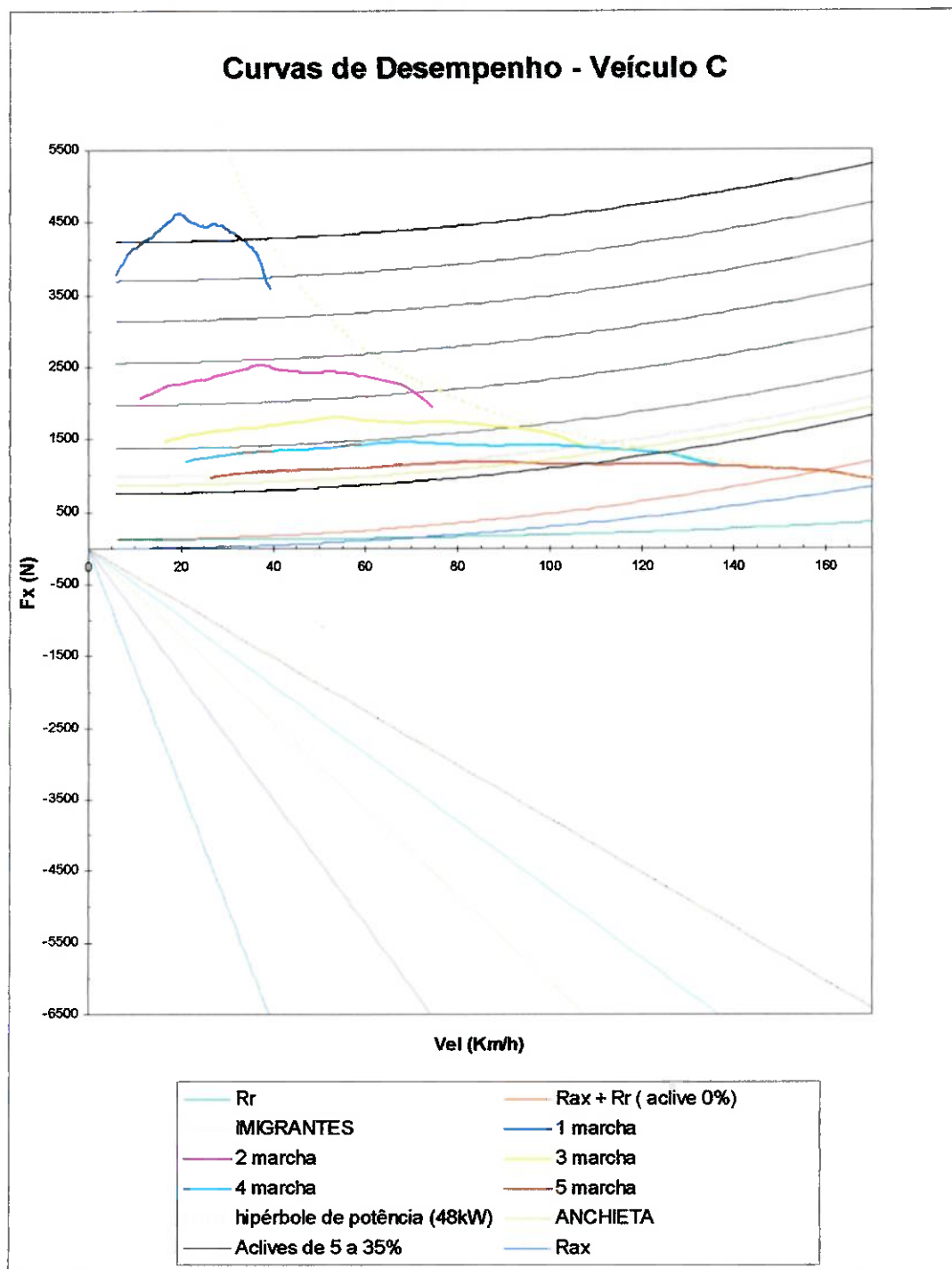


Figura 6.9 – Curvas de desempenho do Veículo D

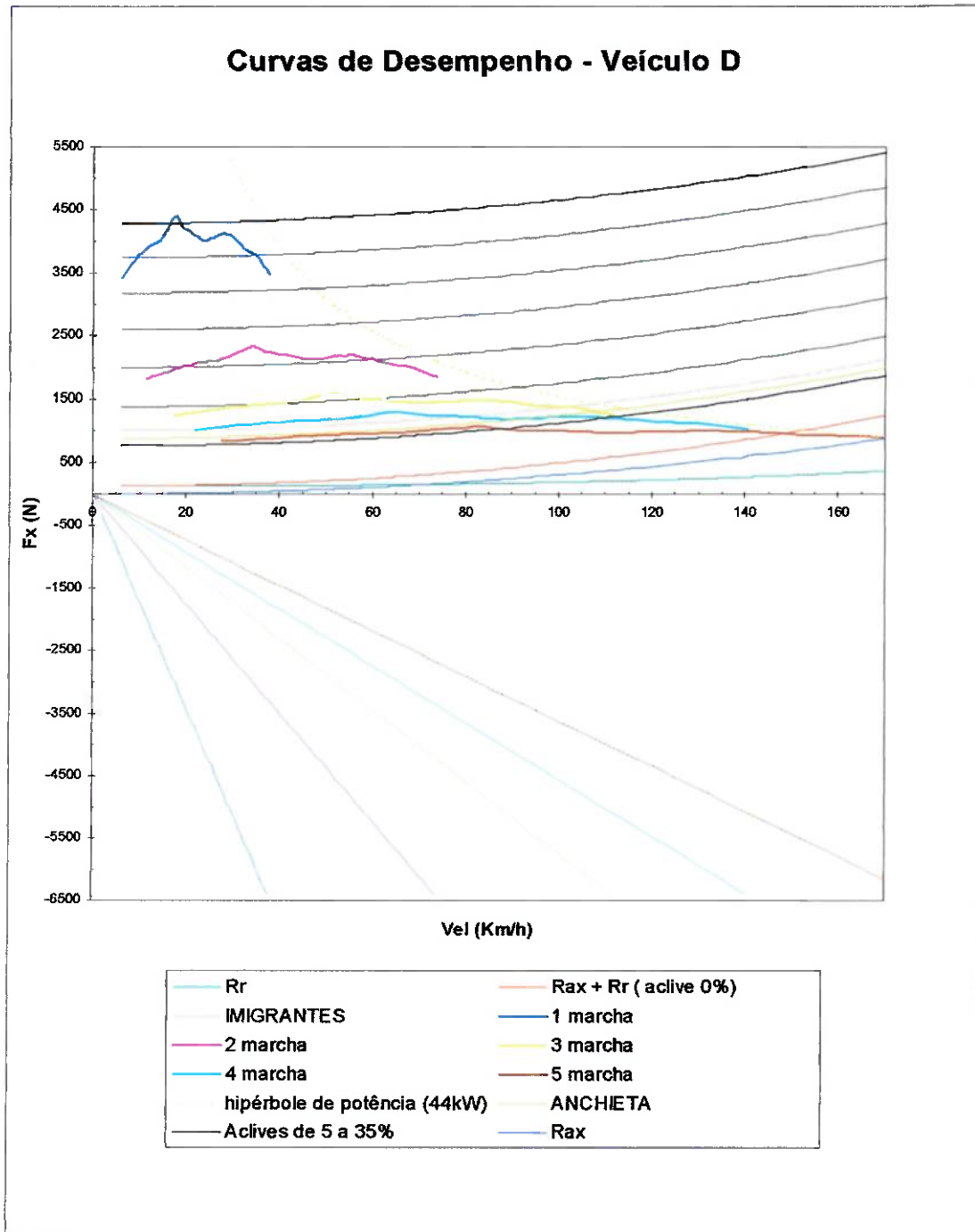
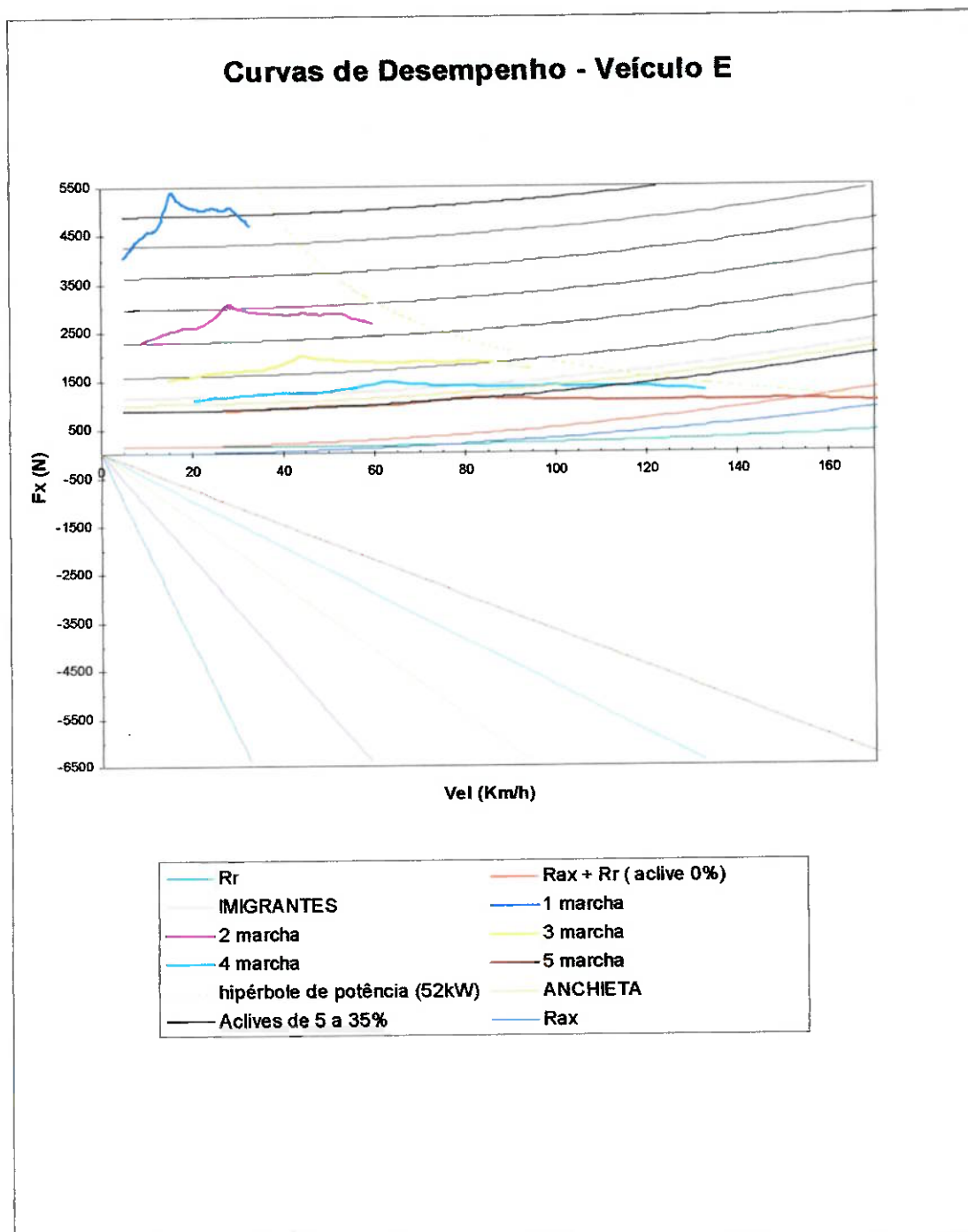


Figura 6.10 – Curvas de desempenho do Veículo E



6.3 – Gráficos de aceleração dos veículos

Os resultados demonstrados a seguir, nos permitem analisar a força disponibilizada pelo motor em cada marcha engatada pois, de acordo com a descrição teórica, já detalhada no item 5.3 deste trabalho, a aceleração instantânea do veículo é a razão entre a força disponível e a massa equivalente do automóvel, que conforme descrevemos naquele item, é a massa do mesmo multiplicada por um coeficiente de massas rotativas γ , que depende da redução total (caixa de mudanças e diferencial), sendo calculado de forma individual para cada marcha.

6.3.1 – Acelerações do Veículo A

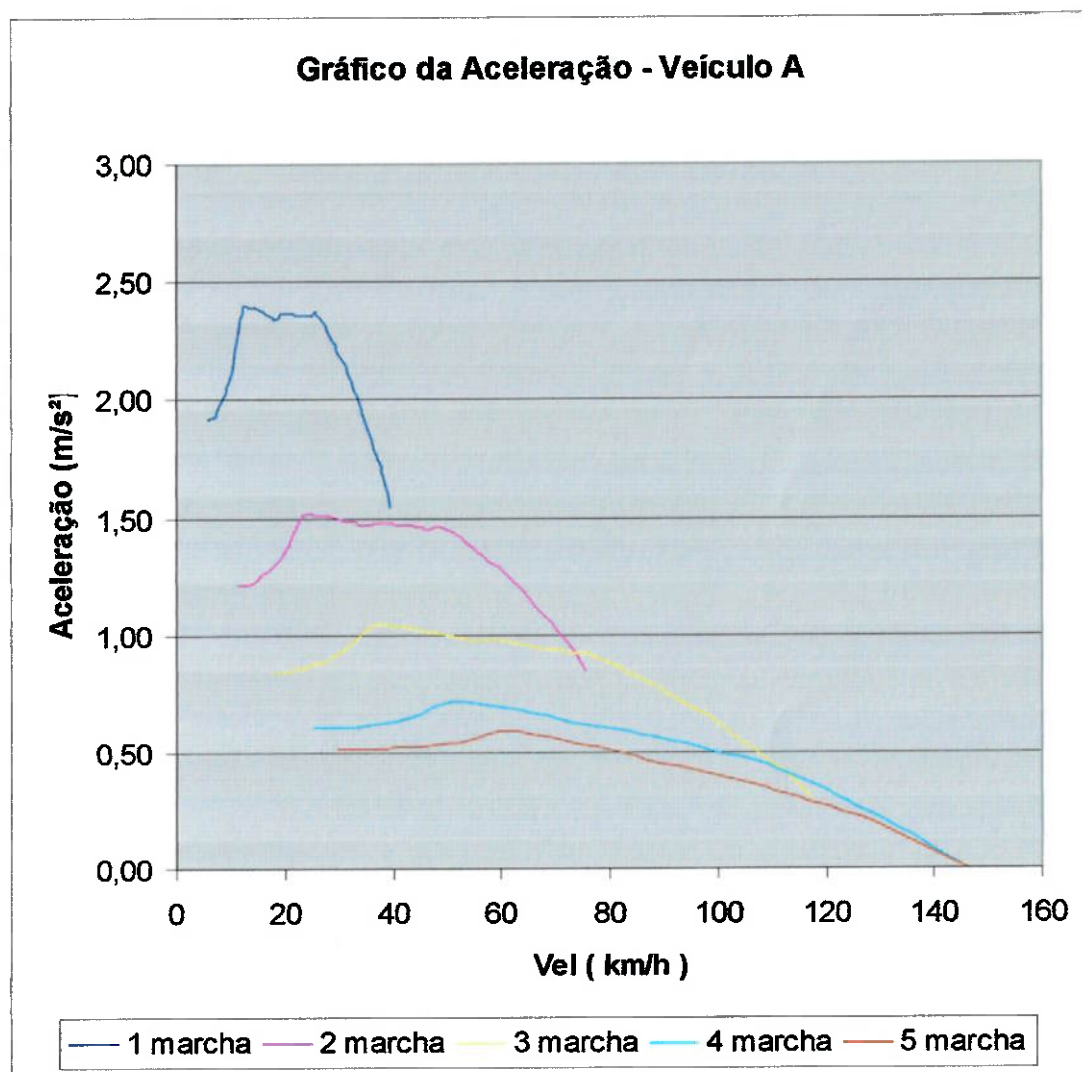
Os cálculos efetuados demonstram que o veículo A apresenta valores de aceleração instantânea negativos em 4ª e 5ª marcha, o que indica que, numa pista plana e horizontal, o motor do veículo atingirá 5700 rpm em 4ª marcha e apenas 4900 rpm em 5ª marcha, enquanto o limite de giros especificado para o motor é de 6500 rpm. Estas características fazem com que o automóvel em questão tenha a menor velocidade final entre os veículos analisados. Seus resultados são os seguintes:

Tabela 6.3 – Acelerações obtidas pelo Veículo A

| Condição de rodagem | Aceleração máxima (m/s ²) | Velocidade instantânea (m/s) |
|---------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| 1ª marcha | 2,40 | 3,56 |
| 2ª marcha | 1,52 | 6,79 |
| 3ª marcha | 1,05 | 10,52 |
| 4ª marcha | 0,72 | 14,77 |
| 5ª marcha | 0,59 | 17,43 |

Para melhor visualização, descrevemos as curvas de aceleração referentes a esse veículo na figura da próxima página.

Figura 6.11 – Curvas de aceleração do Veículo A



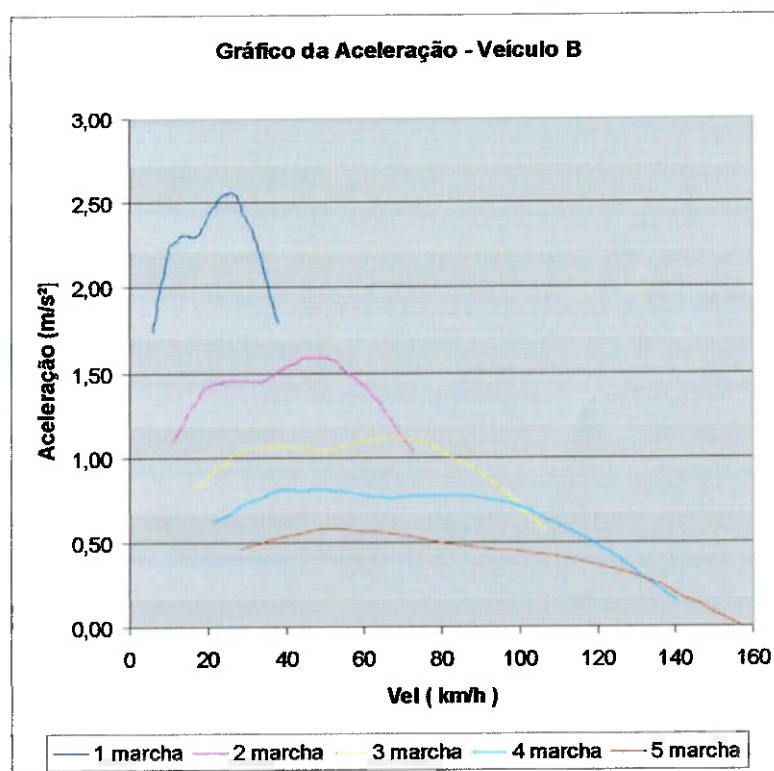
6.3.2 – Acelerações do Veículo B

De acordo com nossos cálculos, este veículo apresentará valores de aceleração instantânea negativos somente em 5ª marcha, com o motor trabalhando a 5500 rpm, de um total de 6500 rpm disponibilizadas, garantindo ao automóvel em questão boa velocidade final. Um outro detalhe observado neste caso, é que o pico de aceleração se desloca dos 4000 rpm do motor, característicos nas 3 primeiras marchas, para aproximadamente 2000 rpm, nas marchas finais, o que pode ser evidenciado no gráfico a seguir.

Tabela 6.4 – Acelerações obtidas pelo Veículo B

| Condição de rodagem | Aceleração máxima (m/s ²) | Velocidade instantânea (m/s) |
|---------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| 1ª marcha | 2,56 | 7,29 |
| 2ª marcha | 1,59 | 13,92 |
| 3ª marcha | 1,12 | 18,22 |
| 4ª marcha | 0,81 | 13,77 |
| 5ª marcha | 0,58 | 15,08 |

Figura 6.12 – Curvas de aceleração do Veículo B



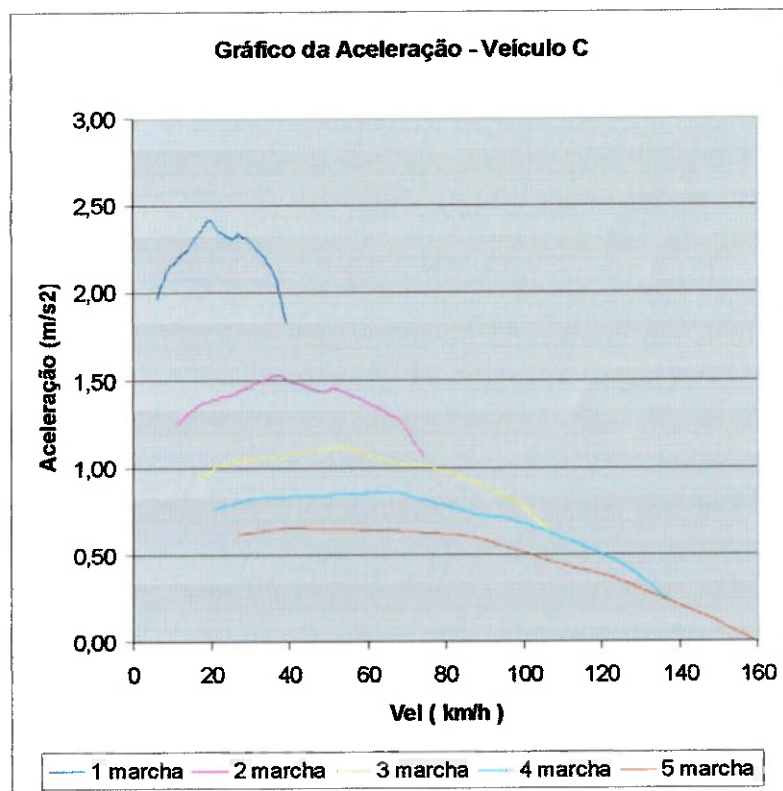
6.3.3 – Acelerações do Veículo C

O Veículo C, a exemplo do analisado anteriormente, apresenta valores de aceleração instantânea negativos somente em 5ª marcha, com o motor trabalhando a 6000 rpm, apenas 500 rotações abaixo do limite de giros desse propulsor, o que garante a este automóvel a maior velocidade final entre os veículos analisados. Observamos também neste caso, o deslocamento do pico de acelerações, que passa de 3300 rpm para um patamar de aceleração, que vai de 1000 a 3100 rpm do motor, somente na última marcha, conforme podemos verificar no gráfico.

Tabela 6.5 – Acelerações obtidas pelo Veículo C

| Condição de rodagem | Aceleração máxima (m/s ²) | Velocidade instantânea (m/s) |
|---------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| 1ª marcha | 2,42 | 5,53 |
| 2ª marcha | 1,53 | 10,49 |
| 3ª marcha | 1,12 | 15,18 |
| 4ª marcha | 0,86 | 19,28 |
| 5ª marcha | 0,66 | 11,79 |

Figura 6.13 – Curvas de aceleração do Veículo C



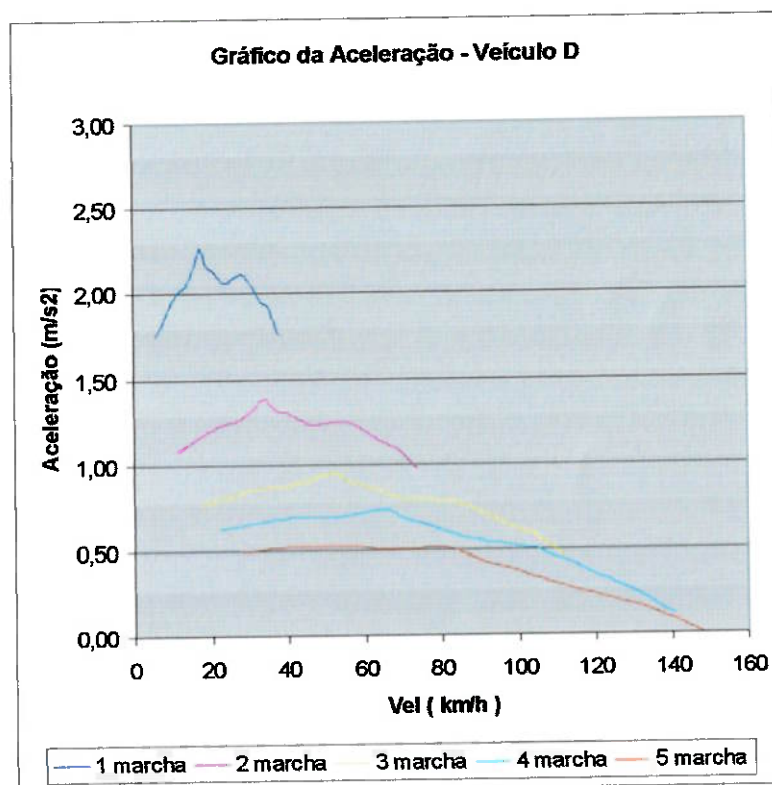
6.3.4 – Acelerações do Veículo D

O Veículo D caracteriza-se por também apresentar valores de aceleração instantânea negativos somente em 5ª marcha, com 5400 rpm do motor, enquanto o limite alcança 6400 giros. Esta característica compromete sua velocidade final, que só é maior que a do Veículo A. O momento de aceleração máxima, que ocorre a 3000 rpm em todas as marchas, transforma-se em um patamar que vai de 1000 a 3000 giros do motor, somente com a última marcha engatada.

Tabela 6.6 – Acelerações obtidas pelo Veículo D

| Condição de rodagem | Aceleração máxima (m/s ²) | Velocidade instantânea (m/s) |
|---------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| 1ª marcha | 2,27 | 4,90 |
| 2ª marcha | 1,39 | 9,57 |
| 3ª marcha | 0,95 | 14,52 |
| 4ª marcha | 0,73 | 18,29 |
| 5ª marcha | 0,53 | 14,57 |

Figura 6.14 – Curvas de aceleração do Veículo D



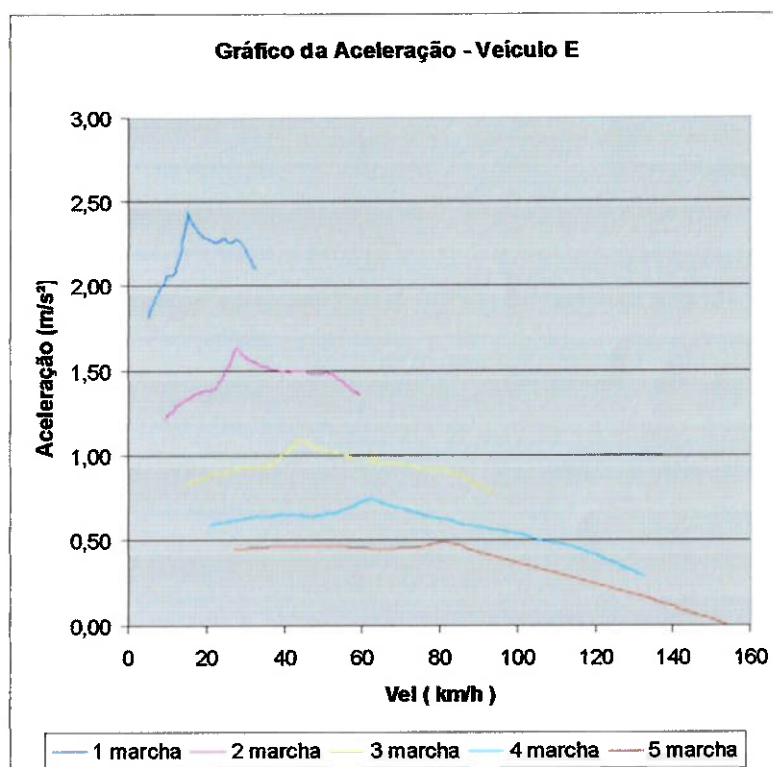
6.3.5 – Acelerações do Veículo E

Seguindo os padrões anteriores, o Veículo E possui valores de aceleração instantânea negativos somente em 5ª marcha, a partir de 5700 rpm do motor, enquanto o limite alcança 6400 giros. O pico de aceleração instantânea, que ocorre no momento de torque máximo do propulsor (3000 rpm), mantém o comportamento independente da marcha em trabalho.

Tabela 6.7 – Acelerações obtidas pelo Veículo E

| Condição de rodagem | Aceleração máxima (m/s ²) | Velocidade instantânea (m/s) |
|---------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| 1ª marcha | 2,44 | 4,24 |
| 2ª marcha | 1,63 | 7,71 |
| 3ª marcha | 1,09 | 12,25 |
| 4ª marcha | 0,74 | 17,26 |
| 5ª marcha | 0,49 | 22,66 |

Figura 6.15 – Curvas de aceleração do Veículo E



6.4 – Gráficos de velocidade e distância percorrida

Os gráficos de velocidade e distância percorrida, detalhados tecnicamente no ítem 5.4 deste trabalho, são os mais utilizados para representar a potência e torque de um automóvel, pois deles podem ser obtidos informações como: aceleração de 0 a 100 km/h, tempo gasto para percorrer 1000 metros a partir do repouso, retomadas de velocidade e velocidades finais alcançadas em cada marcha, dentre outros. Os cálculos já levam em consideração todos as variáveis inseridas na simulação, seja do veículo, do ambiente e das condições do teste.

Para facilitar nossa compreensão dos resultados obtidos, estamos detalhando, para cada veículo analisado, uma tabela com os parâmetros que são normalmente utilizados por publicações especializadas ao realizarem testes de rodagem com os automóveis, conforme segue:

Aceleração de 0 a 80 km/h;

Aceleração de 0 a 100 km/h

Aceleração de 0 a 1000 m;

Retomada de 40 a 100 km/h (3ª marcha)

Retomada de 80 a 120 km/h (5ª marcha)

Sempre lembrando que a simulação foi efetuada com os veículos carregados (PBT), rodando em pista de asfalto liso, plana e horizontal, sem vento. O acelerador estará sempre acionado totalmente, e as trocas de marcha ocorrem em 0,2 seg.

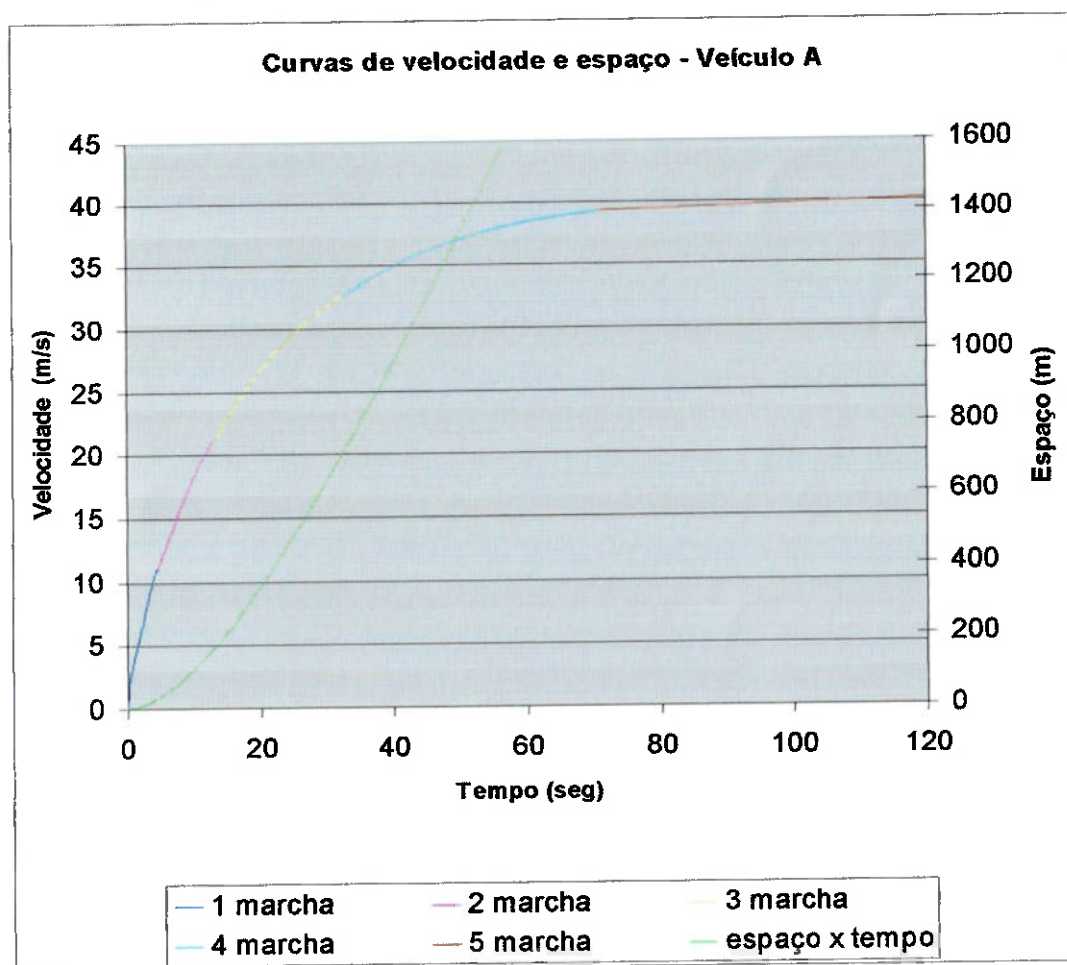
6.4.1 – Curvas de velocidade e espaço do Veículo A

Este veículo apresentou desempenho médio, o que foi considerado razoável, uma vez que seu propulsor possui potência e torque inferiores aos apresentados pelos demais veículos analisados. Contribuem para esse desempenho diferenciado o baixo peso do veículo e sua curva de torque, que é praticamente plana entre 2000 e 4000 rpm, conforme visto anteriormente.

Tabela 6.8 – Performance obtida pelo Veículo A

| Característica de desempenho | Tempo (seg.) |
|---------------------------------------|--------------|
| Aceleração de 0 a 80 km/h | 14,16 |
| Aceleração de 0 a 100 km/h | 21,54 |
| Aceleração de 0 a 1000 m | 40,89 |
| Retomada de 40 a 100 km/h (3ª marcha) | 19,67 |
| Retomada de 80 a 120 km/h (5ª marcha) | 29,26 |

Figura 6.16 – Curvas de velocidade e espaço do Veículo A



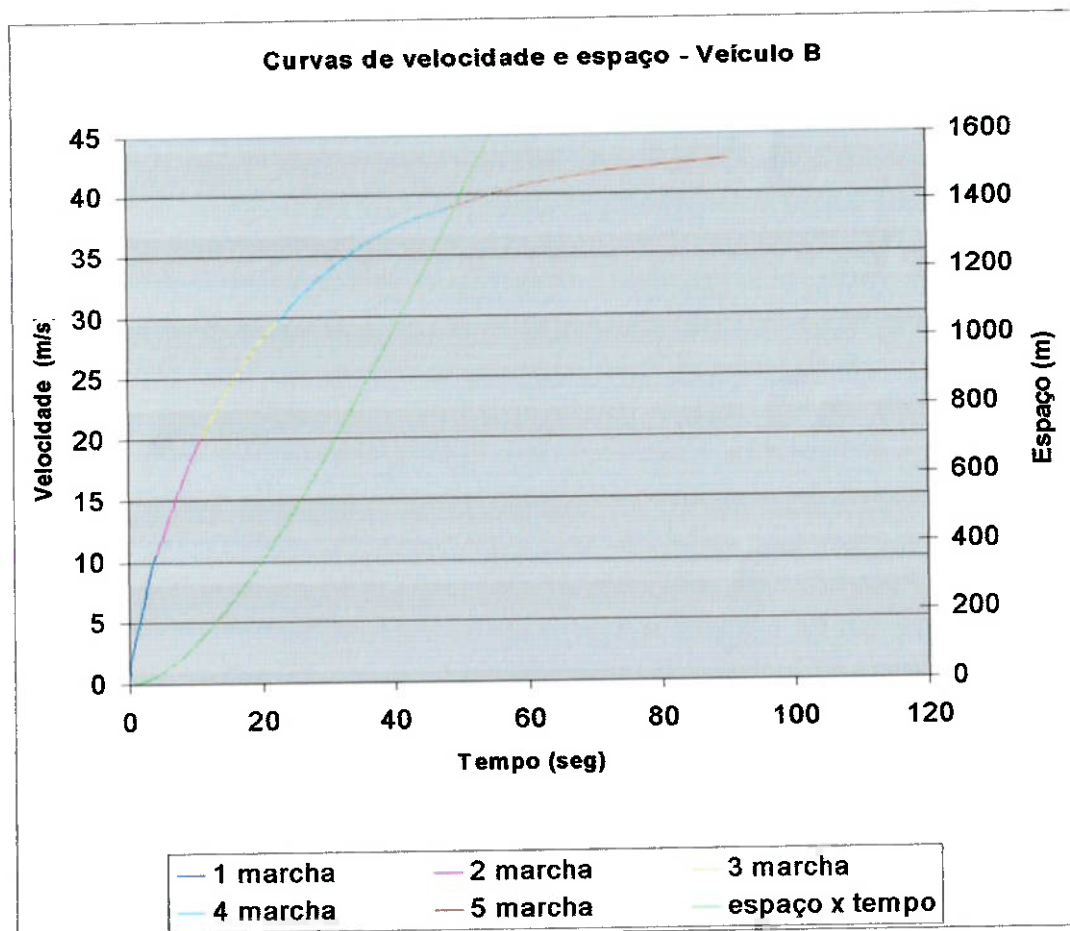
6.4.2 – Curvas de velocidade e espaço do Veículo B

O Veículo B foi o que apresentou o melhor resultado entre os comparados, nos critérios de aceleração e retomada, exceto na retomada de 80 a 120 km/h em 5ª marcha, que é o requisito mais valorizado numa ultrapassagem sem troca de marcha, por exemplo. A vantagem nos quesitos já citados ocorre em função das características de seu propulsor, que oferece o maior torque entre os analisados.

Tabela 6.9 – Performance obtida pelo Veículo B

| Característica de desempenho | Tempo (seg.) |
|---------------------------------------|--------------|
| Aceleração de 0 a 80 km/h | 13,08 |
| Aceleração de 0 a 100 km/h | 19,39 |
| Aceleração de 0 a 1000 m | 39,43 |
| Retomada de 40 a 100 km/h (3ª marcha) | 16,61 |
| Retomada de 80 a 120 km/h (5ª marcha) | 25,33 |

Figura 6.17 – Curvas de velocidade e espaço do Veículo B



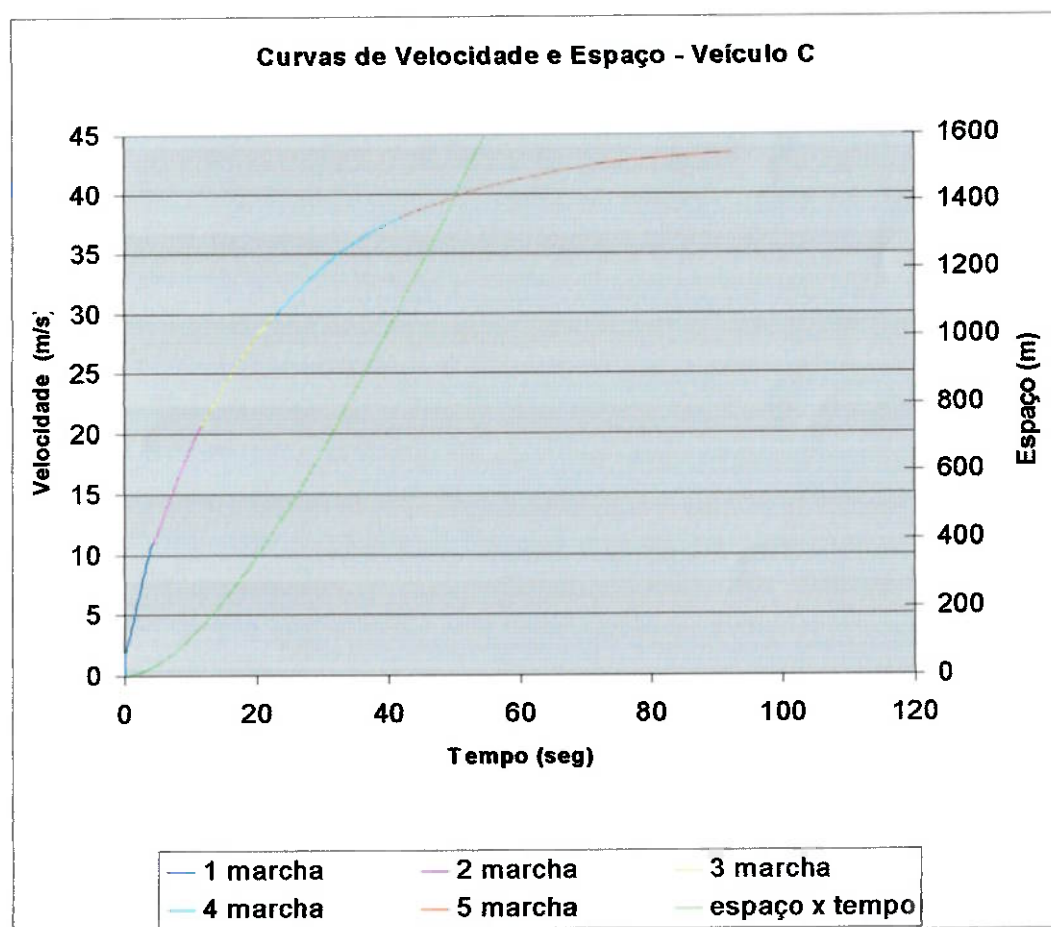
6.4.3 – Curvas de velocidade e espaço do Veículo C

O Veículo C apresenta números razoáveis para os testes de aceleração, sendo superado apenas pelo Veículo B, em função das características do motor daquele. Já na questão das retomadas, observamos similaridade com o Veículo B quando em 3ª marcha (de 40 a 100 km/h), e vantagem significativa em relação a este quando em 5ª marcha, de 80 a 120 km/h, o que indica um boa relação entre motor e transmissão.

Tabela 6.10 – Performance obtida pelo Veículo C

| Característica de desempenho | Tempo (seg.) |
|---------------------------------------|--------------|
| Aceleração de 0 a 80 km/h | 13,29 |
| Aceleração de 0 a 100 km/h | 19,59 |
| Aceleração de 0 a 1000 m | 39,45 |
| Retomada de 40 a 100 km/h (3ª marcha) | 16,76 |
| Retomada de 80 a 120 km/h (5ª marcha) | 22,30 |

Figura 6.18 – Curvas de velocidade e espaço do Veículo C



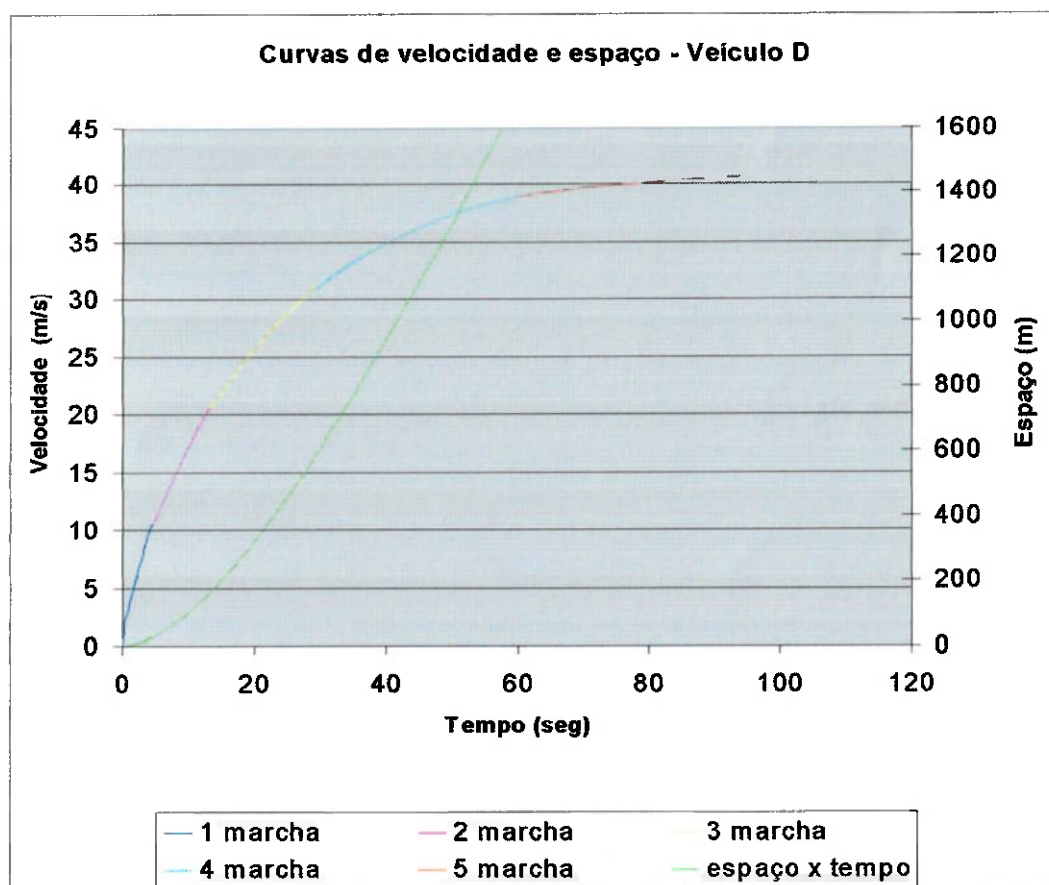
6.4.4 – Curvas de velocidade e espaço do Veículo D

O Veículo D apresentou os piores resultados nos quesitos aceleração e retomada de velocidade, entre todos os veículos analisados. Isso pode ser devido à sua transmissão não ser perfeitamente adequada às curvas de torque e potência características de seu propulsor. Verificaremos seu comportamento detalhado no estudo de ultrapassagens, a seguir.

Tabela 6.11 – Performance obtida pelo Veículo D

| Característica de desempenho | Tempo (seg.) |
|---------------------------------------|--------------|
| Aceleração de 0 a 80 km/h | 15,42 |
| Aceleração de 0 a 100 km/h | 23,23 |
| Aceleração de 0 a 1000 m | 41,67 |
| Retomada de 40 a 100 km/h (3ª marcha) | 20,73 |
| Retomada de 80 a 120 km/h (5ª marcha) | 31,44 |

Figura 6.19 – Curvas de velocidade e espaço do Veículo D



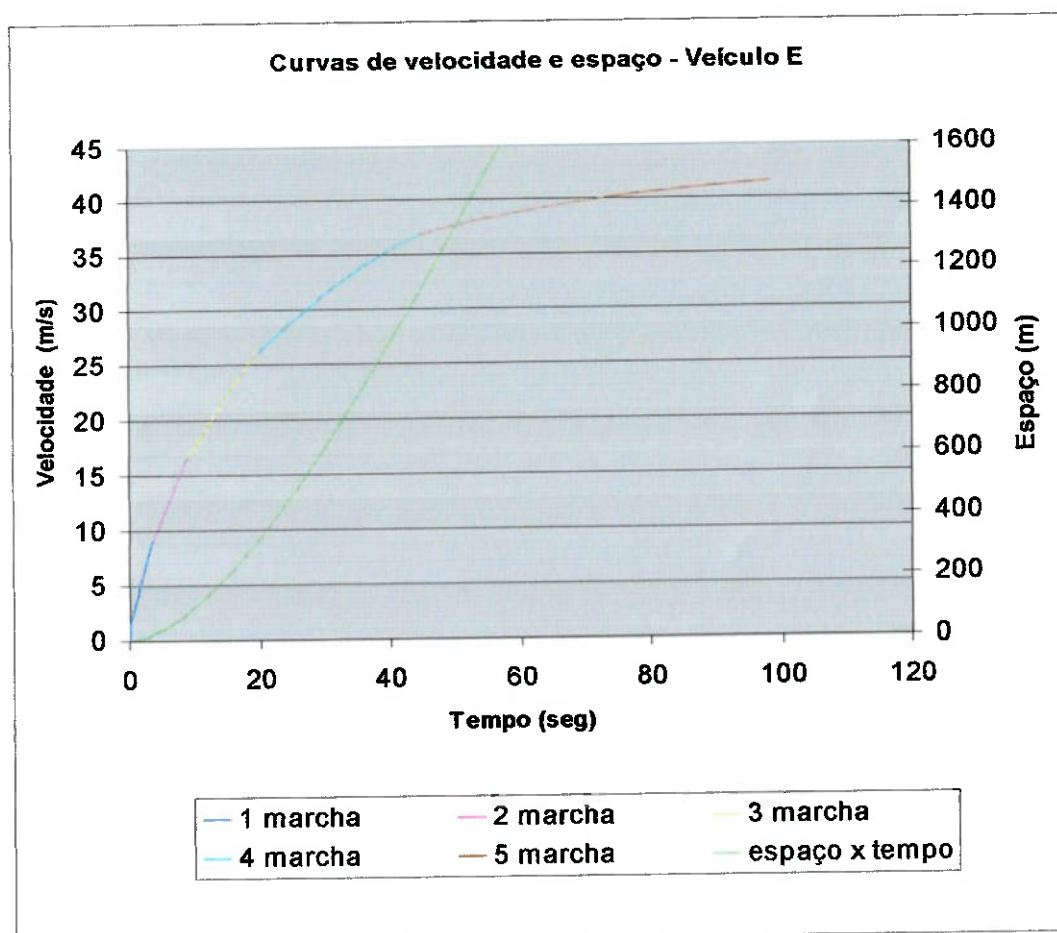
6.4.5 – Curvas de velocidade e espaço do Veículo E

O desempenho do Veículo E, descrito na tabela 6.11 surpreende por ser muito próximo do apresentado pelo Veículo D, detalhado na página anterior. Este veículo tem potência e torque superiores àquele, mas seu peso é consideravelmente maior, além de ter uma transmissão de relações mais reduzidas. Temos então números similares, e o pior resultado na retomada de 80 a 120 km/h em 5ª marcha.

Tabela 6.12 – Performance obtida pelo Veículo E

| Característica de desempenho | Tempo (seg.) |
|---------------------------------------|--------------|
| Aceleração de 0 a 80 km/h | 15,03 |
| Aceleração de 0 a 100 km/h | 22,82 |
| Aceleração de 0 a 1000 m | 41,17 |
| Retomada de 40 a 100 km/h (3ª marcha) | 19,09 |
| Retomada de 80 a 120 km/h (5ª marcha) | 31,53 |

Figura 6.20 – Curvas de velocidade e espaço do Veículo E



6.5 – Síntese dos resultados obtidos

Com a finalidade de facilitar a interpretação das informações resultantes das simulações efetuadas, bem como permitir a comparação entre os diversos veículos, montamos a tabela abaixo, onde são colocados os principais quesitos de desempenho apresentados por cada um dos veículos analisados. Os dados são apresentados nas unidades normalmente encontradas em publicações especializadas.

Tabela 6.13 – Resultados de desempenho dos veículos analisados.

| Informações | Veículo A | Veículo B | Veículo C | Veículo D | Veículo E |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Active máximo em 1ª marcha (partida) | 30% | 27% | 31% | 27% | 28% |
| VELOCIDADES MÁXIMAS (km/h) | | | | | |
| 1ª marcha | 40 | 38 | 39 | 38 | 33 |
| 2ª marcha | 76 | 72 | 74 | 74 | 59 |
| 3ª marcha | 117 | 107 | 108 | 112 | 94 |
| 4ª marcha | 145 | 140 | 137 | 140 | 133 |
| 5ª marcha | 146 | 157 | 159 | 148 | 154 |
| ACELERAÇÕES (seg.) | | | | | |
| 0 a 40 km/h | 4,62 | 4,52 | 4,48 | 5,07 | 5,06 |
| 0 a 60 km/h | 8,55 | 8,12 | 8,34 | 9,52 | 9,14 |
| 0 a 80 km/h | 14,16 | 13,08 | 13,30 | 15,42 | 15,03 |
| 0 a 100 km/h | 21,54 | 19,39 | 19,58 | 23,23 | 22,82 |
| 0 a 400 m | 22,25 | 21,63 | 21,72 | 22,93 | 22,96 |
| 0 a 1000 m | 40,89 | 39,43 | 39,45 | 41,66 | 41,57 |
| RETOMADAS DE VELOCIDADE (seg.) | | | | | |
| 40 a 100 km/h (3ª m) | 19,67 | 16,61 | 16,76 | 20,73 | 19,09 |
| 80 a 120 km/h (5ª m) | 29,26 | 25,33 | 22,30 | 31,44 | 31,53 |

Dos resultados acima descritos, observamos certa similaridade de desempenho entre os veículos analisados, sendo que o Veículo A se destaca de certa forma nas velocidades finais em cada marcha, enquanto o Veículo B tem melhores números nos testes de aceleração e o Veículo C apresenta melhor desempenho nas retomadas de velocidade, principalmente quando em 5ª marcha. Já os Veículos D e E apresentam desempenho levemente inferior aos demais, não se destacando em nenhum dos quesitos analisados.

Vale lembrar que esses números, analisados separadamente, não dizem muito, e os desempenhos efetivos dos veículos serão conhecidos na simulação das condições reais de trajeto e de situações rotineiras, que veremos adiante.

6.6 – Comparação com testes publicados

Para verificar o funcionamento e precisão do programa de simulação utilizado neste trabalho, estabelecemos comparação entre os resultados obtidos pelos automóveis analisados com os de revistas especializadas. Em função de a simulação ter sido efetuada considerando carga total (PBT) do veículo, foi necessário compará-lo na mesma condição, o que foi possível com base na Revista 4 Rodas (out./1999), que testou a velocidade máxima, aceleração e retomada de velocidade dos automóveis populares nacionais vazios e carregados. Dos veículos testados naquela ocasião, observamos que apenas dois modelos ainda possuem a mesma mecânica, que são os Veículos C e D. Os demais sofreram incremento de potência ou grandes mudanças de estilo e configuração, motivo pelo qual foram desconsiderados dessa análise.

Tabela 6.14 – Comparação dos resultados de desempenho com publicações

| TESTE | Veículo C | | | Veículo D | | |
|---------------------------|-----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| | Medida | Simulada | Difer. % | Medida | Simulada | Difer. % |
| Aceleração (seg.) | | | | | | |
| 0 a 100 km/h | 20,52 | 19,58 | - 4,6 | 23,12 | 23,23 | 0,5 |
| 0 a 1000 m | 39,94 | 39,45 | - 1,2 | 41,69 | 41,66 | - 0,1 |
| Retomada (seg.) | | | | | | |
| 40 a 100 km/h (3ª marcha) | 18,96 | 16,76 | - 11,6 | 22,16 | 20,73 | - 6,5 |
| Velocidades (km/h) | | | | | | |
| Máxima em 5ª marcha | 151 | 159 | + 5,3 | 149 | 148 | - 0,7 |

Com base nesses resultados, podemos considerar que a simulação aplicada apresenta diferenças relativamente pequenas com a realidade, exceto na retomada de velocidade, onde podemos observar diferenças mais expressivas, mas vale lembrar que existem inúmeras variáveis inseridas no processo, desde o modo de dirigir, até a calibragem dos pneus. Por esse motivo, consideramos válidos os cálculos efetuados, e lamentamos a inexistência de um maior número de dados para completar essa comparação na sua carga máxima. Verificamos que as revistas utilizam como procedimento padrão o teste do veículo apenas com o piloto de provas, o que consideramos uma condição irreal visto que, via de regra, os automóveis são utilizados por famílias, e em carga máxima no caso de uma viagem.

7 – RESULTADOS DO DESEMPENHO EM CAMPO

Uma vez concluídos os resultados das simulações de desempenho com cada veículo, consideramos de suma importância exprimir esses números para o comportamento dos automóveis nas situações encontradas em nossas rodovias. É fato que, no Brasil, normalmente um único automóvel serve toda a família, sendo utilizado durante a semana para o transporte até a escola e trabalho, e nos finais de semana, feriados e férias, para viagens. Por esse motivo, consideraremos que os veículos estão trabalhando sob carga total, o que inclui o peso dos passageiros e da bagagem.

Analisando o mercado pelo lado econômico, verificamos que boa parte dos compradores de veículos populares é constituída por motoristas iniciantes, sem muita experiência. Assim, é de fundamental importância analisar o aspecto segurança durante a rodagem, que será o nosso enfoque neste capítulo.

Neste sentido, estudamos situações normais, para avaliar os quesitos de desempenho necessários a esses veículos. Identificamos as seguintes necessidades:

> Sustentação da velocidade máxima permitida numa auto-estrada: Para esse caso, adotamos uma rodovia moderna típica, com aclive de inclinação média de 3%, e na qual a velocidade máxima permitida é de 120 km/h;

> Tempo necessário para a ultrapassagem de um outro automóvel, considerando que ambos encontram-se à velocidade de 80 km/h e que o outro não aumentará a velocidade durante a manobra. Consideraremos a ultrapassagem em 5ª marcha e reduzindo a marcha conforme necessidade, calculando o tempo de exposição ao perigo;

> Tempo necessário para a ultrapassagem de um veículo comercial longo (carreta), com 20 metros de comprimento, considerando ambos inicialmente a 80 km/h e sem variação da velocidade do outro veículo. Calcularemos a distância mínima a que deve estar um outro veículo no início da ultrapassagem, que vem em sentido contrário à velocidade de 100 km/h.

> Comparação dos resultados de um dos veículos analisados com os que seriam obtidos caso esse fosse equipado com um motor de maior capacidade volumétrica e, conseqüentemente, maior potência e torque.

7.1 – Sustentação da velocidade em auto-estradas

Devido à resistência de aclives, que forma uma componente da força peso do veículo em sentido contrário àquele em que o mesmo está trafegando, temos uma diminuição da velocidade final alcançada. Nosso cálculo tem por objetivo verificar se, nesta situação, os veículos populares conseguem manter a velocidade de 120 km/h subindo em última marcha um trecho de inclinação 3%, característico de auto-estradas.

Tabela 7.1 – Sustentação de velocidade em aclive de 3%

| QUADRO DAS VELOCIDADES OBTIDAS (km/h) | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-----|-----|-----------|-----|-----|-----------|-----|-----|-----------|-----|-----|-----------|-----|-----|
| Veículo A | | | Veículo B | | | Veículo C | | | Veículo D | | | Veículo E | | |
| Plano | 3% | OK? | Plano | 3% | OK? | Plano | 3% | OK? | Plano | 3% | OK? | Plano | 3% | OK? |
| 5ª marcha | | | | | | | | | | | | | | |
| 146 | 118 | N | 157 | 133 | S | 159 | 133 | S | 148 | 113 | N | 154 | 115 | N |
| 4ª marcha | | | | | | | | | | | | | | |
| 145 | 125 | S | 140 | 133 | S | 137 | 135 | S | 140 | 129 | S | 133 | 133 | S |

Na tabela acima, descrevemos 2 condições: em última marcha e reduzindo para a 4ª marcha. Observamos que dos 5 veículos analisados, apenas 2 estariam APROVADOS neste quesito, que são os Veículos B e C. Os demais não manteriam a velocidade especificada e teriam que reduzir para a 4ª marcha, onde todos atenderiam essa condição. Verificamos também, que o Veículo E foi o único que não apresentou perda de velocidade em 4ª marcha.

Isso significa que os Veículos A, D e E, viajando carregados numa auto-estrada, tendem a ser mais lentos que o fluxo normal, podendo até atrapalhar o trânsito dos demais.

7.2 – Ultrapassagem de um outro automóvel

Para essa simulação, estaremos tomando como base as seguintes suposições:

- Velocidade de ambos os veículos no instante inicial: 80 km/h;
- O veículo a ser ultrapassado mantém a velocidade inicial;
- O comprimento de ambos os veículos é de 4,0 metros;
- A distância mantida entre os automóveis no início e final da manobra é de 15 metros;
- A manobra será executada da maneira mais eficiente (reduzindo a marcha) e somente em 5ª marcha.

Para simplificação dos cálculos, desconsideramos os esterçamentos à esquerda e à direita no início e fim da manobra, respectivamente.

Tabela 7.2 – Ultrapassagem de um outro automóvel

| TEMPOS NECESSÁRIOS PARA A ULTRAPASSAGEM DO AUTOMÓVEL (seg.) | | | | | | | | | |
|---|-----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Reduzindo para a 3ª marcha | | | | | | | | | |
| Veículo A | | Veículo B | | Veículo C | | Veículo D | | Veículo E | |
| t(seg) | Vf (km/h) | t(seg) | vf(km/h) | t(seg) | vf(km/h) | t(seg) | vf(km/h) | t(seg) | Vf(km/h) |
| 9,92 | 105,3 | 9,25 | 106,6 | 9,24 | 107,6 | 10,21 | 105,2 | 10,75 | 105,6 |
| S = 258,3 m | | S = 243,4 m | | S = 243,2 m | | S = 264,7 m | | S = 276,7 m | |
| Mantendo a 5ª marcha | | | | | | | | | |
| 12,71 | 100,6 | 12,54 | 101,2 | 11,35 | 103,0 | 12,70 | 100,1 | 12,98 | 100,0 |
| S = 320,2 m | | S = 316,3 m | | S = 289,9 m | | S = 320,0 m | | S = 326,1 m | |

Na tabela 7.2, os melhores resultados foram assinalados na cor azul, enquanto os piores foram marcados em vermelho, para maior facilidade na comparação. Observamos que, entre o veículo que possui o menor tempo necessário para a ultrapassagem e o que necessita do maior tempo, quando mantida a 5ª marcha, existe uma diferença de 1,63 seg., o que significa, conforme a tabela, uma distância de 36,2 metros, que consideramos significativa para essa análise.

Vale observar que estas distâncias são maiores do que os motoristas típicos imaginam serem necessárias. Além disso, poucos são os que fariam a redução para a 3ª marcha, julgando estar forçando os seus motores.

Notamos também que as ultrapassagens em 3ª marcha são as mais rápidas e seguras que os veículos seriam capazes de realizar, e ainda assim seriam necessárias distâncias mínimas de 240 metros.

7.3 – Ultrapassagem de um caminhão reboque

Para simular a ultrapassagem de um caminhão reboque (20 metros) em uma pista de mão dupla, que é uma situação muito comum em nossas rodovias, foram considerados os seguintes aspectos:

- Velocidade de ambos os veículos no instante inicial: 80 km/h;
- O veículo a ser ultrapassado mantém a velocidade inicial;
- O veículo que vem em sentido contrário mantém velocidade constante e igual a 100 km/h;
- O comprimento do automóvel é de 4,0 metros;
- O comprimento total do veículo articulado é de 20 metros;
- A distância mantida entre o automóvel e o caminhão-reboque no início e no final da manobra é de 15 metros;
- A distância mínima entre os veículos que trafegam em sentidos opostos, por motivos de segurança, será fixada em 150 metros.
- A manobra será executada da maneira mais eficiente (reduzindo a marcha) e somente em 5ª marcha.

Para simplificação dos cálculos, desconsideramos os esterçamentos à esquerda e à direita no início e fim da manobra, respectivamente.

Tabela 7.3 – Ultrapassagem de uma carreta com veículo em sentido contrário.

| TEMPOS PARA A ULTRAPASSAGEM DA CARRETA | | | | | | | | | |
|--|-----------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|
| Reduzindo para a 3ª marcha | | | | | | | | | |
| Veículo A | | Veículo B | | Veículo C | | Veículo D | | Veículo E | |
| t(seg) | vf (km/h) | t(seg) | vf(km/h) | t(seg) | vf(km/h) | t(seg) | vf(km/h) | t(seg) | vf(km/h) |
| 12,03 | 109,0 | 11,25 | 110,8 | 11,21 | 111,2 | 12,32 | 109,3 | 12,84 | 109,3 |
| Stotal = 805,3 m | | Stotal = 766,3 m | | Stotal = 764,3 m | | Stotal = 819,7 m | | Stotal = 845,8 m | |
| Mantendo a 5ª marcha | | | | | | | | | |
| 15,30 | 104,1 | 15,02 | 105,1 | 13,64 | 107,0 | 15,32 | 103,5 | 15,65 | 103,5 |
| Stotal = 968,6 m | | Stotal = 954,7 m | | Stotal = 885,8 m | | Stotal = 969,7 m | | Stotal = 986,1 m | |

Da mesma forma que na tabela 7.2, visando melhor efeito comparativo assinalamos aqui os melhores resultados na cor azul e os piores em vermelho. Mais uma vez foi observada a superioridade do Veículo C em relação aos demais, tendo obtido melhores performances em todas as provas a que os veículos foram submetidos. Vale lembrar que a diferença entre o melhor e o pior resultado, que na ultrapassagem do

automóvel era de 1,63 seg., neste caso aumentou para 2,01 seg., o que somado aos critérios adotados (veículo a 100 km/h em sentido contrário, distância mínima entre eles de 150 m etc.), resultou na necessidade de 100,3 metros adicionais para a manobra de ultrapassagem em 5ª marcha, espaço de que o motorista pode não dispor no momento da ultrapassagem, expondo os envolvidos a riscos de vida.

7.4 – Comparação de resultados com motor 1,8 litro

Para que possamos ter uma idéia dos resultados obtidos, neste ítem faremos um comparativo entre os resultados obtidos pelo Veículo E com motor 1.0 litro, conforme descrito até o momento, e sua versão com motor de 1,8 litro de capacidade volumétrica, que também é oferecida ao mercado, a um preço cerca de 11% maior. Ambos os veículos foram submetidos às mesmas condições (PBT, rodagem em pista plana e horizontal etc.), para possibilitar a exatidão da comparação.

Tabela 7.4 – Comparativo de desempenho entre as versões do Veículo E

| Informações | Veículo E 1.0 | Veículo E 1.8 | Diferença % |
|---------------------------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| Active máximo em 1ª marcha (partida) | 28% | 37% | + 32 % |
| VELOCIDADES MÁXIMAS (km/h) | | | |
| 1ª marcha | 33 | 46 | + 39 % |
| 2ª marcha | 59 | 88 | + 49 % |
| 3ª marcha | 94 | 132 | + 40 % |
| 4ª marcha | 133 | 174 | + 31 % |
| 5ª marcha | 154 | 177 | + 15 % |
| ACELERAÇÕES (seg.) | | | |
| 0 a 40 km/h | 5,06 | 3,31 | - 35 % |
| 0 a 60 km/h | 9,14 | 6,43 | - 30 % |
| 0 a 80 km/h | 15,03 | 9,96 | - 34 % |
| 0 a 100 km/h | 22,82 | 14,96 | - 34 % |
| 0 a 400 m | 22,96 | 19,63 | - 15 % |
| 0 a 1000 m | 41,57 | 35,77 | - 14 % |
| RETOMADAS DE VELOCIDADE (seg.) | | | |
| 40 a 100 km/h (3ª m) | 19,09 | 13,46 | - 29 % |
| 80 a 120 km/h (5ª m) | 31,53 | 17,37 | - 45 % |

Conforme verificamos, a superioridade da versão com motor 1,8 litro, em questão de desempenho, é indiscutível. Podemos dizer, com base nos números apresentados, que o veículo E dotado do motor de 1,8 litro é um outro automóvel, que guarda apenas as características estéticas da versão 1,0 litro, mas sua condução tem características extremamente diferentes, logicamente superiores às apresentadas pelo primeiro.

Para finalizar o estudo comparativo entre essas versões de motor, repetiremos os testes já realizados com todos os veículos 1.0 nos itens 7.1 a 7.3, descrevendo aqui os resultados obtidos e os comentários.

Tabela 7.5 – Sustentação de velocidade em aclive de 3% (motor 1.0 x 1.8)

| QUADRO DAS VELOCIDADES OBTIDAS (km/h) | | | | | | | |
|---------------------------------------|-----|-----|---------------|-----|-----|-----------|-----------|
| Veículo E 1.0 | | | Veículo E 1.8 | | | Diferença | |
| 5ª marcha | | | | | | | |
| Plano | 3% | OK? | Plano | 3% | OK? | Plano | Aclive 3% |
| 154 | 115 | N | 177 | 150 | S | + 15% | + 30% |
| 4ª marcha | | | | | | | |
| Plano | 3% | OK? | Plano | 3% | OK? | Plano | Aclive 3% |
| 133 | 133 | S | 174 | 157 | S | + 31% | + 18% |

A superioridade absoluta em desempenho a favor do motor 1,8 litro, que já existia com os veículos rodando em piso plano e horizontal, fica ainda mais evidente quando os mesmos são submetidos ao aclive de 3%, comum em auto-estradas. De acordo com esses resultados, concluímos que os veículos com motor 1,0 tendem a atrapalhar o trânsito daqueles com motores de maior capacidade nas auto-estradas, por não manterem a velocidade máxima permitida. Vejamos agora os demais resultados:

Tabela 7.6 – Comparativo da ultrapassagem de um automóvel (1.0 x 1.8)

| TEMPOS PARA A ULTRAPASSAGEM DO AUTOMÓVEL | | | | | |
|--|----------|---------------|----------|----------------------|----------|
| Reduzindo para a 3ª marcha | | | | | |
| Veículo E 1.0 | | Veículo E 1.8 | | Diferença | |
| t(seg) | vf(km/h) | t(seg) | vf(km/h) | t(seg) | vf(km/h) |
| 10,75 | 105,6 | 8,27 | 111,7 | -2,48 | + 6,1 |
| S = 276,7 m | | S = 221,5 m | | $\Delta S = -55,2$ m | |
| Mantendo a 5ª marcha | | | | | |
| 12,98 | 100,0 | 10,70 | 105,7 | -2,28 | + 5,7 |
| S = 326,1 m | | S = 275,5 m | | $\Delta S = -50,6$ m | |

Na simulação prática, onde realmente verificamos a performance dos motores, fica evidente mais uma vez a superioridade do motor de maior capacidade volumétrica, potência e torque. Neste caso, observamos até um fator de conforto: os cálculos nos mostram que, a ultrapassagem feita num veículo 1.0 com redução para a 3ª marcha e extraindo toda a potência do motor (10,75 seg.), poderia ser executada pelo veículo

1.8 ainda em 5ª marcha simplesmente acelerando e cumprindo a manobra no mesmo tempo (10,70 seg.). Em outras palavras, além do aspecto segurança, aqui contamos também com o conforto ao utilizarmos o veículo “não popular”.

Veremos agora a ultrapassagem do caminhão-reboque, com 20 metros de comprimento, mantendo os aspectos já colocados no item 7.3.

Tabela 7.7 – Comparativo da ultrapassagem de uma carreta (1.0 x 1.8)

| TEMPOS PARA A ULTRAPASSAGEM DA CARRETA | | | | | |
|---|-----------------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------|
| Reduzindo para a 3ª marcha | | | | | |
| Veículo E 1.0 | | Veículo E 1.8 | | Diferença | |
| t(seg) | vf(km/h) | t(seg) | vf(km/h) | t(seg) | vf(km/h) |
| 12,84 | 109,3 | 9,94 | 116,8 | -2,90 | + 7,5 |
| S_{total} = 845,8 m | | S = 700,8 m | | ΔS = -145,0 m | |
| Mantendo a 5ª marcha | | | | | |
| 15,65 | 103,5 | 12,75 | 110,5 | -2,90 | + 7,0 |
| S = 986,1 m | | S = 841,3 m | | ΔS = -144,8 m | |

Verificamos aqui a manutenção da vantagem do veículo com motor 1,8 litro em relação a seu similar, com motor 1,0 litro. Neste caso, com uma diferença de quase 3 segundos no tempo total de ultrapassagem. Considerando ainda o aspecto do veículo em sentido contrário, a 100 km/h, do qual o automóvel em ultrapassagem deve guardar uma distância mínima de 100 metros, observamos que as distâncias “seguras” para ultrapassagem aumentam consideravelmente. Concluímos ainda que, se o motorista do veículo 1.0 realmente desejar executar a ultrapassagem com segurança, deverá obrigatoriamente colocar a 3ª marcha e extrair todo o desempenho do motor, sendo que ainda assim, tomará quase 150 metros a mais de espaço que seu similar, com motor 1,8 litro.

8 – CONCLUSÕES

O programa configurado para execução das simulações de desempenho dos veículos populares nacionais mostrou-se bastante preciso e confiável, com erros por vezes muito menores que os inicialmente previstos. Como nosso objetivo era avaliar os veículos comparativamente, e não seus valores absolutos, podemos concluir que o auxílio do programa foi de fundamental importância para a realização do trabalho.

Ressaltamos aqui, que dados de entrada fundamentais para a execução destas simulações, como as curvas de torque e de potência dos motores, são informações que as montadoras resistem a oferecer, sob alegação de que as mesmas são sigilosas, pois podem revelar segredos de desenvolvimento. Isto é questionável, pois qualquer montadora possui inúmeros bancos de provas de motores e, querendo conhecer o comportamento dos motopropulsores de seus concorrentes, adquirem os veículos e os analisam detalhadamente, procedimento este que faz parte da rotina dessas empresas. Quanto aos resultados encontrados em nosso estudo, observamos certa similaridade de desempenho entre os veículos dotados de motor 1.0, sendo que as diferenças mais significativas ocorrem devido a duas características básicas: Peso Bruto Total (PBT) do veículo, que inclui o peso do mesmo, mais passageiros e bagagem; e relação de redução das marchas do câmbio e do diferencial. Assim, o Veículo C, que possui baixo PBT, aliado a um conjunto transmissão adequado às características do motor, apresentou o melhor desempenho entre os veículos analisados. Enquanto isso, o Veículo E, que possui o maior PBT e um conjunto transmissão que, a nosso ver, tem relações muito reduzidas, foi o que apresentou o pior desempenho entre os veículos estudados.

Com relação ao comparativo entre veículos similares, sendo um dotado de motor 1,0 litro e outro com motor 1,8 litro, foram observadas diferenças de desempenho realmente significativas, e mostram que, se os veículos “populares” trafegam razoavelmente bem pelas cidades, o mesmo não acontece em nossas estradas, podendo causar transtornos aos veículos de melhor motorização, quando em auto-estradas, ou expor seus ocupantes e os de outros veículos a sérios riscos de vida, numa eventual ultrapassagem mal executada em uma rodovia de mão dupla.

9 – SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Pesquisas futuras poderiam ser feitas no levantamento de dados estatísticos referentes a acidentes envolvendo a participação de veículos populares em nossas estradas, as circunstâncias em que ocorreram, vítimas e testemunhas. Com isso, poderia ser identificada uma lacuna não preenchida por esses automóveis, que é a questão da segurança em função do desempenho.

Outra linha que poderia ser seguida num desenvolvimento futuro, é a simulação de desempenho desses veículos quando equipados com CVT (Continuously Variable Transmission – Transmissão Continuamente Variável), equipamento que, embora tenha sido aplicado a um minicarro DAF ainda no início dos anos 60, conforme apresentado pelo Prof. Ir. J. J. Broeze na FISITA(1960), somente agora é aplicada em inúmeros veículos devido à utilização de maior número de cavidades, conforme trabalho apresentado na FISITA(1996).

A utilização desse sistema de transmissão traria enormes benefícios para nossos veículos populares, pois trariam melhorias em 2 aspectos principais: segurança, influenciada pelo desempenho, uma vez que o rendimento dessa transmissão é muito superior à convencional; e conforto, pois desobrigaria o condutor a reduzir a marcha a cada ultrapassagem.

LISTA DE REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D.F. O melhor 1.0 para você. **Revista Quatro Rodas**, São Paulo, nº471, p.36-50, out.1999.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES- ANFAVEA. **Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira 2002**. São Paulo, fev.2002.

BROEZE, J.J. The automobile of the near future. In: INTERNATIONAL AUTOMOBILE TECHNICAL CONGRESS, 8., The Hague, 1960. **Anais**. New York: Elsevier Publishing Co., 1960. p.44-7.

BRYANT, R.C; DUDLEY, D.W. **Which Right-angle Gear System?** McGraw Hill Publishing Co. Inc., Product Engineering, 1960.

BUSCHMANN, H.; KOESSLER, P. **Taschenbuch für den Kraftfahrzeug-Ingenieur**. Deutsche Verlags-Anstalt GmbH, Stuttgart, 1963.

CHEVROLET DO BRASIL. São Paulo. Apresenta informações técnicas dos veículos produzidos pela marca. Disponível em: < <http://www.chevrolet.com.br> >. Acesso em 29 de dez.2001.

CROUSE, W.H.; ANGLIN, D.L. **Automotive Mechanics**. 10th ed. New York: Glencoe, c1993. 820p.

FIAT DO BRASIL. Minas Gerais. Apresenta informações técnicas dos veículos produzidos pela marca. Disponível em: < <http://www.fiat.com.br> >. Acesso em 29 de dez.2001.

FIGUEIREDO, S.A. **Simulação de desempenho e consumo de veículos rodoviários**. 1987. 63p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.

FORD DO BRASIL. São Paulo. Apresenta informações técnicas dos veículos produzidos pela marca. Disponível em: <<http://www.ford.com.br>>. Acesso em 28 de dez.2001.

GRIECCO, A. Comparativo 1.0: Fiesta x Corsa x Gol x Palio x Peugeot 206. **Revista Quatro Rodas**, São Paulo, nº 503, p.36-45, jun.2002.

IMANISHI, T.; MACHIDA, H.; TANAKA, H. Life, Efficiency and Design for Large Capacity Half Toroidal CVT for Passenger Car. In: CONGRESS ENGINEERING CHALLENGE – HUMAN FRIENDLY, 26., Praga, 1996. **Anais**. Praga: s.n., 1996. p.40.

JORNAL DO CARRO: suplemento semanal de automóveis. São Paulo: **Jornal da Tarde**, nº 981, 05 jun. 2002. 54p.

MADUREIRA, O.M. Forças resistentes ao movimento retilíneo. In: **Curso dinâmica de veículos**, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2001.

MITSCHE, M. **Dynamic der Kraftfahrzeuge**. Ed. Springer, Berlin, 1972.

TABOREK, J.J. **Mechanics of Vehicles**. Ed. Machine Design – Cleveland, 1957.

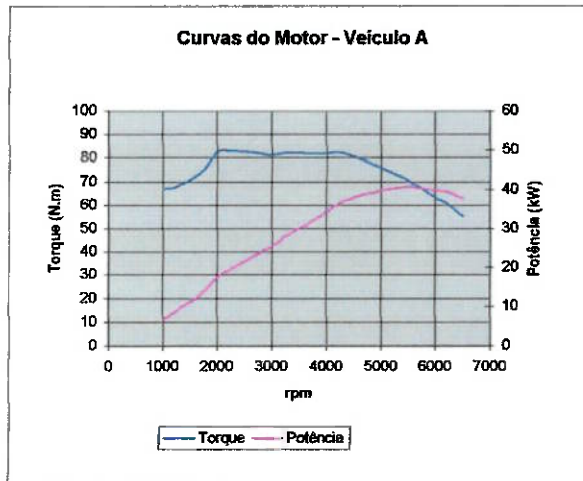
TREVISI, A. Hatchmania, Qual o melhor lançamento nacional? **Revista Carro**, São Paulo, nº 104, p.42-9, jun.2002.

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION – DOT. **Mechanics of Pneumatic Tires**. U.S. Government Printing Office, 1981.

VOLKSWAGEN DO BRASIL. São Paulo. Apresenta informações técnicas dos veículos produzidos pela marca. Disponível em < <http://volkswagen.com.br> >. Acesso em: 28 de dez.2001.

Apêndice 1 - Curvas do Motor de um Veículo

| CARACTERÍSTICAS DO VEÍCULO: | | | |
|-----------------------------------|-------|-------------------|-------------|
| Área frontal = | 1,84 | m ² | |
| Coefficiente aerodinâmico = | 0,37 | | |
| Velocidade do ar = | 0,00 | m/s | |
| Densidade do ar = | 1,20 | kg/m ³ | |
| Relações de marchas: | | | |
| primeira = | 4,273 | eficiência = | 0,850 |
| segunda = | 2,238 | eficiência = | 0,880 |
| terceira = | 1,444 | eficiência = | 0,910 |
| quarta = | 1,029 | eficiência = | 0,940 |
| quinta = | 0,872 | eficiência = | 0,970 |
| Eixo dianteiro = | 4,087 | eficiência = | 1,000 |
| Raio de rolamento = | 0,281 | m | |
| Pressão dos pneus = | 30 | psi | fo fs |
| Coefficientes de res. rolamento = | | | 0,010 0,005 |
| Fator de desiz. = | 1,00 | | |
| Peso do veículo = | 1205 | kg | |



| RPM | Torque (N.m) | Potência (kW) | Potência (CV) |
|------|--------------|---------------|---------------|
| 1000 | 66,9 | 6,5 | 8,9 |
| 1100 | 67,1 | 7,4 | 10,0 |
| 1200 | 67,6 | 8,4 | 11,4 |
| 1300 | 68,5 | 9,3 | 12,7 |
| 1400 | 69,7 | 10,3 | 14,0 |
| 1500 | 70,8 | 11,1 | 15,1 |
| 1600 | 72,2 | 12,0 | 16,3 |
| 1700 | 73,8 | 13,1 | 17,8 |
| 1800 | 76,3 | 14,4 | 19,6 |
| 1900 | 79,8 | 16,0 | 21,7 |
| 2000 | 82,6 | 17,3 | 23,5 |
| 2100 | 83,2 | 18,3 | 24,9 |
| 2200 | 83,0 | 19,1 | 26,0 |
| 2300 | 83,0 | 19,9 | 27,1 |
| 2400 | 82,9 | 20,8 | 28,3 |
| 2500 | 82,8 | 21,7 | 29,5 |
| 2600 | 82,5 | 22,4 | 30,5 |
| 2700 | 82,2 | 23,2 | 31,6 |
| 2800 | 82,0 | 24,0 | 32,7 |
| 2900 | 81,5 | 24,8 | 33,7 |
| 3000 | 81,3 | 25,5 | 34,7 |
| 3100 | 81,6 | 26,5 | 36,0 |
| 3200 | 82,1 | 27,4 | 37,3 |
| 3300 | 82,3 | 28,5 | 38,8 |
| 3400 | 82,2 | 29,3 | 39,9 |
| 3500 | 82,2 | 30,1 | 41,0 |
| 3600 | 82,1 | 30,9 | 42,0 |
| 3700 | 82,1 | 31,7 | 43,1 |
| 3800 | 82,0 | 32,6 | 44,3 |
| 3900 | 82,0 | 33,5 | 45,5 |
| 4000 | 82,0 | 34,3 | 46,7 |
| 4100 | 82,2 | 35,3 | 48,0 |
| 4200 | 82,6 | 36,2 | 49,2 |
| 4300 | 82,2 | 37,0 | 50,3 |
| 4400 | 81,5 | 37,5 | 51,0 |
| 4500 | 80,7 | 38,0 | 51,7 |
| 4600 | 79,8 | 38,4 | 52,2 |
| 4700 | 78,9 | 38,8 | 52,8 |
| 4800 | 78,0 | 39,1 | 53,2 |
| 4900 | 77,0 | 39,4 | 53,6 |
| 5000 | 76,0 | 39,8 | 54,1 |
| 5100 | 75,1 | 40,0 | 54,4 |
| 5200 | 74,0 | 40,3 | 54,8 |
| 5300 | 72,9 | 40,5 | 55,1 |
| 5400 | 72,0 | 40,7 | 55,3 |
| 5500 | 70,7 | 40,7 | 55,4 |
| 5600 | 69,2 | 40,7 | 55,3 |
| 5700 | 67,9 | 40,4 | 55,0 |
| 5800 | 66,4 | 40,3 | 54,8 |
| 5900 | 64,9 | 40,0 | 54,4 |
| 6000 | 63,4 | 39,8 | 54,1 |
| 6100 | 62,0 | 39,6 | 53,9 |
| 6200 | 60,9 | 39,5 | 53,7 |
| 6300 | 59,2 | 39,0 | 53,0 |
| 6400 | 57,3 | 38,4 | 52,2 |
| 6500 | 55,4 | 37,7 | 51,3 |

Apêndice 2 - Cálculos das Curvas de Desempenho

| PRIMEIRA MARCHA | | | | | | | | | |
|-----------------|------|------------|---------|-----------|---------|--------|---------|----------|---------|
| RPM / Vel | RPM | Vel (km/h) | Tm(N.m) | Top (N*m) | Fxb (N) | Rr (N) | Rax (N) | Rr + Rax | Fxl (N) |
| 164,05 | 1000 | 6,10 | 66,9 | 988,22 | 3516,8 | 118,26 | 1,17 | 119,44 | 3397,3 |
| 164,05 | 1100 | 6,71 | 67,1 | 991,17 | 3527,3 | 118,28 | 1,42 | 119,70 | 3407,6 |
| 164,05 | 1200 | 7,31 | 67,6 | 998,56 | 3553,6 | 118,29 | 1,69 | 119,98 | 3433,6 |
| 164,05 | 1300 | 7,92 | 68,5 | 1011,85 | 3600,9 | 118,31 | 1,98 | 120,29 | 3480,6 |
| 164,05 | 1400 | 8,53 | 69,7 | 1029,58 | 3664,0 | 118,33 | 2,30 | 120,63 | 3543,3 |
| 164,05 | 1500 | 9,14 | 70,8 | 1045,83 | 3721,8 | 118,36 | 2,64 | 120,99 | 3600,8 |
| 164,05 | 1600 | 9,75 | 72,2 | 1066,51 | 3795,4 | 118,38 | 3,00 | 121,38 | 3674,0 |
| 164,05 | 1700 | 10,36 | 73,8 | 1090,14 | 3879,5 | 118,41 | 3,38 | 121,80 | 3757,7 |
| 164,05 | 1800 | 10,97 | 76,3 | 1127,07 | 4010,9 | 118,44 | 3,79 | 122,24 | 3888,7 |
| 164,05 | 1900 | 11,58 | 79,8 | 1178,77 | 4194,9 | 118,48 | 4,23 | 122,70 | 4072,2 |
| 164,05 | 2000 | 12,19 | 82,6 | 1220,13 | 4342,1 | 118,51 | 4,68 | 123,20 | 4218,9 |
| 164,05 | 2100 | 12,80 | 83,2 | 1228,99 | 4373,6 | 118,55 | 5,16 | 123,72 | 4249,9 |
| 164,05 | 2200 | 13,41 | 83,0 | 1226,04 | 4363,1 | 118,59 | 5,67 | 124,26 | 4238,9 |
| 164,05 | 2300 | 14,02 | 83,0 | 1226,04 | 4363,1 | 118,64 | 6,20 | 124,83 | 4238,3 |
| 164,05 | 2400 | 14,63 | 82,9 | 1224,56 | 4357,9 | 118,69 | 6,75 | 125,43 | 4232,4 |
| 164,05 | 2500 | 15,24 | 82,8 | 1223,08 | 4352,6 | 118,74 | 7,32 | 126,06 | 4226,6 |
| 164,05 | 2600 | 15,85 | 82,5 | 1218,65 | 4336,8 | 118,79 | 7,92 | 126,71 | 4210,1 |
| 164,05 | 2700 | 16,46 | 82,2 | 1214,22 | 4321,1 | 118,85 | 8,54 | 127,39 | 4193,7 |
| 164,05 | 2800 | 17,07 | 82,0 | 1211,27 | 4310,6 | 118,91 | 9,18 | 128,09 | 4182,5 |
| 164,05 | 2900 | 17,68 | 81,5 | 1203,88 | 4284,3 | 118,98 | 9,85 | 128,83 | 4155,4 |
| 164,05 | 3000 | 18,29 | 81,3 | 1200,93 | 4273,8 | 119,04 | 10,54 | 129,58 | 4144,2 |
| 164,05 | 3100 | 18,90 | 81,6 | 1205,36 | 4289,5 | 119,11 | 11,25 | 130,37 | 4159,2 |
| 164,05 | 3200 | 19,51 | 82,1 | 1212,74 | 4315,8 | 119,19 | 11,99 | 131,18 | 4184,6 |
| 164,05 | 3300 | 20,12 | 82,3 | 1215,70 | 4326,3 | 119,27 | 12,75 | 132,02 | 4194,3 |
| 164,05 | 3400 | 20,73 | 82,2 | 1214,22 | 4321,1 | 119,35 | 13,54 | 132,89 | 4188,2 |
| 164,05 | 3500 | 21,34 | 82,2 | 1214,22 | 4321,1 | 119,43 | 14,35 | 133,78 | 4187,3 |
| 164,05 | 3600 | 21,94 | 82,1 | 1212,74 | 4315,8 | 119,52 | 15,18 | 134,70 | 4181,1 |
| 164,05 | 3700 | 22,55 | 82,1 | 1212,74 | 4315,8 | 119,62 | 16,03 | 135,65 | 4180,2 |
| 164,05 | 3800 | 23,16 | 82,0 | 1211,27 | 4310,6 | 119,71 | 16,91 | 136,63 | 4173,9 |
| 164,05 | 3900 | 23,77 | 82,0 | 1211,27 | 4310,6 | 119,81 | 17,81 | 137,63 | 4172,9 |
| 164,05 | 4000 | 24,38 | 82,0 | 1211,27 | 4310,6 | 119,92 | 18,74 | 138,66 | 4171,9 |
| 164,05 | 4100 | 24,99 | 82,2 | 1214,22 | 4321,1 | 120,03 | 19,69 | 139,72 | 4181,4 |
| 164,05 | 4200 | 25,60 | 82,6 | 1220,13 | 4342,1 | 120,14 | 20,66 | 140,80 | 4201,3 |
| 164,05 | 4300 | 26,21 | 82,2 | 1214,22 | 4321,1 | 120,26 | 21,65 | 141,91 | 4179,2 |
| 164,05 | 4400 | 26,82 | 81,5 | 1203,88 | 4284,3 | 120,38 | 22,67 | 143,05 | 4141,2 |
| 164,05 | 4500 | 27,43 | 80,7 | 1192,06 | 4242,2 | 120,51 | 23,72 | 144,22 | 4098,0 |
| 164,05 | 4600 | 28,04 | 79,8 | 1178,77 | 4194,9 | 120,63 | 24,78 | 145,42 | 4049,5 |
| 164,05 | 4700 | 28,65 | 78,9 | 1165,48 | 4147,6 | 120,77 | 25,87 | 146,64 | 4001,0 |
| 164,05 | 4800 | 29,26 | 78,0 | 1152,18 | 4100,3 | 120,91 | 26,98 | 147,89 | 3952,4 |
| 164,05 | 4900 | 29,87 | 77,0 | 1137,41 | 4047,7 | 121,05 | 28,12 | 149,17 | 3898,6 |
| 164,05 | 5000 | 30,48 | 76,0 | 1122,64 | 3995,2 | 121,20 | 29,28 | 150,48 | 3844,7 |
| 164,05 | 5100 | 31,09 | 75,1 | 1109,34 | 3947,8 | 121,35 | 30,46 | 151,81 | 3796,0 |
| 164,05 | 5200 | 31,70 | 74,0 | 1093,09 | 3890,0 | 121,50 | 31,67 | 153,17 | 3736,8 |
| 164,05 | 5300 | 32,31 | 72,9 | 1076,85 | 3832,2 | 121,66 | 32,90 | 154,56 | 3677,6 |
| 164,05 | 5400 | 32,92 | 72,0 | 1063,55 | 3784,9 | 121,83 | 34,15 | 155,98 | 3628,9 |
| 164,05 | 5500 | 33,53 | 70,7 | 1044,35 | 3716,5 | 122,00 | 35,43 | 157,43 | 3559,1 |
| 164,05 | 5600 | 34,14 | 69,2 | 1022,19 | 3637,7 | 122,17 | 36,73 | 158,90 | 3478,8 |
| 164,05 | 5700 | 34,75 | 67,9 | 1002,99 | 3569,4 | 122,35 | 38,05 | 160,41 | 3408,9 |
| 164,05 | 5800 | 35,36 | 66,4 | 980,83 | 3490,5 | 122,54 | 39,40 | 161,94 | 3328,6 |
| 164,05 | 5900 | 35,96 | 64,9 | 958,67 | 3411,6 | 122,73 | 40,77 | 163,50 | 3248,2 |
| 164,05 | 6000 | 36,57 | 63,4 | 936,52 | 3332,8 | 122,92 | 42,16 | 165,08 | 3167,7 |
| 164,05 | 6100 | 37,18 | 62,0 | 915,84 | 3259,2 | 123,12 | 43,58 | 166,70 | 3092,5 |
| 164,05 | 6200 | 37,79 | 60,9 | 899,59 | 3201,4 | 123,32 | 45,02 | 168,34 | 3033,0 |
| 164,05 | 6300 | 38,40 | 59,2 | 874,48 | 3112,0 | 123,53 | 46,48 | 170,02 | 2942,0 |
| 164,05 | 6400 | 39,01 | 57,3 | 846,41 | 3012,1 | 123,75 | 47,97 | 171,72 | 2840,4 |
| 164,05 | 6500 | 39,62 | 55,4 | 818,34 | 2912,3 | 123,96 | 49,48 | 173,45 | 2738,8 |

Apêndice 2 - Cálculos das Curvas de Desempenho

SEGUNDA MARCHA

| RPM / Vel | RPM | Vel (km/h) | Tm(N.m) | Top (N*m) | Fxb (N) | Rr (N) | Rax (N) | Rr + Rax | Fxl (N) |
|-----------|------|------------|---------|-----------|---------|--------|---------|----------|---------|
| 85,92 | 1000 | 11,64 | 66,9 | 535,85 | 1906,9 | 118,48 | 4,27 | 122,75 | 1784,2 |
| 85,92 | 1100 | 12,80 | 67,1 | 537,45 | 1912,6 | 118,55 | 5,17 | 123,72 | 1788,9 |
| 85,92 | 1200 | 13,97 | 67,6 | 541,46 | 1926,9 | 118,63 | 6,15 | 124,78 | 1802,1 |
| 85,92 | 1300 | 15,13 | 68,5 | 548,67 | 1952,5 | 118,73 | 7,22 | 125,94 | 1826,6 |
| 85,92 | 1400 | 16,29 | 69,7 | 558,28 | 1986,8 | 118,83 | 8,37 | 127,20 | 1859,5 |
| 85,92 | 1500 | 17,46 | 70,8 | 567,09 | 2018,1 | 118,95 | 9,61 | 128,56 | 1889,5 |
| 85,92 | 1600 | 18,62 | 72,2 | 578,30 | 2058,0 | 119,08 | 10,93 | 130,01 | 1928,0 |
| 85,92 | 1700 | 19,79 | 73,8 | 591,12 | 2103,6 | 119,22 | 12,34 | 131,56 | 1972,1 |
| 85,92 | 1800 | 20,95 | 76,3 | 611,14 | 2174,9 | 119,38 | 13,83 | 133,21 | 2041,7 |
| 85,92 | 1900 | 22,11 | 79,8 | 639,18 | 2274,6 | 119,55 | 15,41 | 134,96 | 2139,7 |
| 85,92 | 2000 | 23,28 | 82,6 | 661,60 | 2354,5 | 119,73 | 17,08 | 136,81 | 2217,6 |
| 85,92 | 2100 | 24,44 | 83,2 | 666,41 | 2371,6 | 119,93 | 18,83 | 138,76 | 2232,8 |
| 85,92 | 2200 | 25,60 | 83,0 | 664,81 | 2365,9 | 120,14 | 20,66 | 140,81 | 2225,1 |
| 85,92 | 2300 | 26,77 | 83,0 | 664,81 | 2365,9 | 120,37 | 22,59 | 142,95 | 2222,9 |
| 85,92 | 2400 | 27,93 | 82,9 | 664,01 | 2363,0 | 120,61 | 24,59 | 145,20 | 2217,8 |
| 85,92 | 2500 | 29,10 | 82,8 | 663,20 | 2360,2 | 120,87 | 26,68 | 147,55 | 2212,6 |
| 85,92 | 2600 | 30,26 | 82,5 | 660,80 | 2351,6 | 121,14 | 28,86 | 150,00 | 2201,6 |
| 85,92 | 2700 | 31,42 | 82,2 | 658,40 | 2343,1 | 121,43 | 31,12 | 152,56 | 2190,5 |
| 85,92 | 2800 | 32,59 | 82,0 | 656,80 | 2337,4 | 121,74 | 33,47 | 155,21 | 2182,1 |
| 85,92 | 2900 | 33,75 | 81,5 | 652,79 | 2323,1 | 122,06 | 35,91 | 157,97 | 2165,1 |
| 85,92 | 3000 | 34,92 | 81,3 | 651,19 | 2317,4 | 122,40 | 38,42 | 160,83 | 2156,6 |
| 85,92 | 3100 | 36,08 | 81,6 | 653,59 | 2326,0 | 122,76 | 41,03 | 163,79 | 2162,2 |
| 85,92 | 3200 | 37,24 | 82,1 | 657,60 | 2340,2 | 123,14 | 43,72 | 166,86 | 2173,3 |
| 85,92 | 3300 | 38,41 | 82,3 | 659,20 | 2345,9 | 123,53 | 46,49 | 170,03 | 2175,9 |
| 85,92 | 3400 | 39,57 | 82,2 | 658,40 | 2343,1 | 123,95 | 49,35 | 173,30 | 2169,8 |
| 85,92 | 3500 | 40,74 | 82,2 | 658,40 | 2343,1 | 124,38 | 52,30 | 176,68 | 2166,4 |
| 85,92 | 3600 | 41,90 | 82,1 | 657,60 | 2340,2 | 124,83 | 55,33 | 180,16 | 2160,0 |
| 85,92 | 3700 | 43,06 | 82,1 | 657,60 | 2340,2 | 125,30 | 58,45 | 183,74 | 2156,5 |
| 85,92 | 3800 | 44,23 | 82,0 | 656,80 | 2337,4 | 125,78 | 61,65 | 187,43 | 2149,9 |
| 85,92 | 3900 | 45,39 | 82,0 | 656,80 | 2337,4 | 126,29 | 64,94 | 191,23 | 2146,1 |
| 85,92 | 4000 | 46,55 | 82,0 | 656,80 | 2337,4 | 126,82 | 68,31 | 195,13 | 2142,2 |
| 85,92 | 4100 | 47,72 | 82,2 | 658,40 | 2343,1 | 127,37 | 71,77 | 199,14 | 2143,9 |
| 85,92 | 4200 | 48,88 | 82,6 | 661,60 | 2354,5 | 127,94 | 75,31 | 203,25 | 2151,2 |
| 85,92 | 4300 | 50,05 | 82,2 | 658,40 | 2343,1 | 128,53 | 78,94 | 207,47 | 2135,6 |
| 85,92 | 4400 | 51,21 | 81,5 | 652,79 | 2323,1 | 129,14 | 82,66 | 211,79 | 2111,3 |
| 85,92 | 4500 | 52,37 | 80,7 | 646,38 | 2300,3 | 129,77 | 86,46 | 216,22 | 2084,1 |
| 85,92 | 4600 | 53,54 | 79,8 | 639,18 | 2274,6 | 130,42 | 90,34 | 220,76 | 2053,9 |
| 85,92 | 4700 | 54,70 | 78,9 | 631,97 | 2249,0 | 131,10 | 94,31 | 225,41 | 2023,6 |
| 85,92 | 4800 | 55,87 | 78,0 | 624,76 | 2223,3 | 131,79 | 98,37 | 230,16 | 1993,2 |
| 85,92 | 4900 | 57,03 | 77,0 | 616,75 | 2194,8 | 132,51 | 102,51 | 235,02 | 1959,8 |
| 85,92 | 5000 | 58,19 | 76,0 | 608,74 | 2166,3 | 133,25 | 106,73 | 239,99 | 1926,3 |
| 85,92 | 5100 | 59,36 | 75,1 | 601,53 | 2140,7 | 134,02 | 111,05 | 245,06 | 1895,6 |
| 85,92 | 5200 | 60,52 | 74,0 | 592,72 | 2109,3 | 134,80 | 115,44 | 250,25 | 1859,1 |
| 85,92 | 5300 | 61,68 | 72,9 | 583,91 | 2078,0 | 135,61 | 119,93 | 255,54 | 1822,4 |
| 85,92 | 5400 | 62,85 | 72,0 | 576,70 | 2052,3 | 136,44 | 124,50 | 260,94 | 1791,4 |
| 85,92 | 5500 | 64,01 | 70,7 | 566,29 | 2015,3 | 137,30 | 129,15 | 266,45 | 1748,8 |
| 85,92 | 5600 | 65,18 | 69,2 | 554,27 | 1972,5 | 138,18 | 133,89 | 272,07 | 1700,4 |
| 85,92 | 5700 | 66,34 | 67,9 | 543,86 | 1935,4 | 139,08 | 138,71 | 277,79 | 1657,6 |
| 85,92 | 5800 | 67,50 | 66,4 | 531,84 | 1892,7 | 140,01 | 143,62 | 283,63 | 1609,1 |
| 85,92 | 5900 | 68,67 | 64,9 | 519,83 | 1849,9 | 140,96 | 148,62 | 289,58 | 1560,4 |
| 85,92 | 6000 | 69,83 | 63,4 | 507,82 | 1807,2 | 141,94 | 153,70 | 295,64 | 1511,5 |
| 85,92 | 6100 | 71,00 | 62,0 | 496,60 | 1767,3 | 142,94 | 158,86 | 301,80 | 1465,5 |
| 85,92 | 6200 | 72,16 | 60,9 | 487,79 | 1735,9 | 143,96 | 164,12 | 308,08 | 1427,8 |
| 85,92 | 6300 | 73,32 | 59,2 | 474,17 | 1687,5 | 145,02 | 169,45 | 314,47 | 1373,0 |
| 85,92 | 6400 | 74,49 | 57,3 | 458,96 | 1633,3 | 146,09 | 174,87 | 320,97 | 1312,3 |
| 85,92 | 6500 | 75,65 | 55,4 | 443,74 | 1579,1 | 147,19 | 180,38 | 327,58 | 1251,6 |

Apêndice 2 - Cálculos das Curvas de Desempenho

TERCEIRA MARCHA

| RPM / Vel | RPM | Vel (km/h) | Tm(N.m) | Top (N*m) | Fxb (N) | Rr (N) | Rax (N) | Rr + Rax | Fxl (N) |
|-----------|------|------------|---------|-----------|---------|--------|---------|----------|---------|
| 55,44 | 1000 | 18,04 | 66,9 | 357,53 | 1272,3 | 119,0 | 10,26 | 129,27 | 1143,1 |
| 55,44 | 1100 | 19,84 | 67,1 | 358,60 | 1276,1 | 119,2 | 12,41 | 131,64 | 1144,5 |
| 55,44 | 1200 | 21,65 | 67,6 | 361,27 | 1285,7 | 119,5 | 14,77 | 134,25 | 1151,4 |
| 55,44 | 1300 | 23,45 | 68,5 | 366,08 | 1302,8 | 119,8 | 17,33 | 137,09 | 1165,7 |
| 55,44 | 1400 | 25,25 | 69,7 | 372,49 | 1325,6 | 120,1 | 20,10 | 140,18 | 1185,4 |
| 55,44 | 1500 | 27,06 | 70,8 | 378,37 | 1346,5 | 120,4 | 23,07 | 143,50 | 1203,0 |
| 55,44 | 1600 | 28,86 | 72,2 | 385,85 | 1373,1 | 120,8 | 26,25 | 147,07 | 1226,1 |
| 55,44 | 1700 | 30,66 | 73,8 | 394,40 | 1403,6 | 121,2 | 29,64 | 150,88 | 1252,7 |
| 55,44 | 1800 | 32,47 | 76,3 | 407,76 | 1451,1 | 121,7 | 33,23 | 154,94 | 1296,2 |
| 55,44 | 1900 | 34,27 | 79,8 | 426,47 | 1517,7 | 122,2 | 37,02 | 159,24 | 1358,4 |
| 55,44 | 2000 | 36,08 | 82,6 | 441,43 | 1570,9 | 122,8 | 41,02 | 163,78 | 1407,1 |
| 55,44 | 2100 | 37,88 | 83,2 | 444,64 | 1582,3 | 123,4 | 45,23 | 168,58 | 1413,8 |
| 55,44 | 2200 | 39,68 | 83,0 | 443,57 | 1578,5 | 124,0 | 49,64 | 173,62 | 1404,9 |
| 55,44 | 2300 | 41,49 | 83,0 | 443,57 | 1578,5 | 124,7 | 54,25 | 178,92 | 1399,6 |
| 55,44 | 2400 | 43,29 | 82,9 | 443,03 | 1576,6 | 125,4 | 59,07 | 184,46 | 1392,2 |
| 55,44 | 2500 | 45,10 | 82,8 | 442,50 | 1574,7 | 126,2 | 64,10 | 190,26 | 1384,5 |
| 55,44 | 2600 | 46,90 | 82,5 | 440,90 | 1569,0 | 127,0 | 69,33 | 196,31 | 1372,7 |
| 55,44 | 2700 | 48,70 | 82,2 | 439,29 | 1563,3 | 127,8 | 74,76 | 202,61 | 1360,7 |
| 55,44 | 2800 | 50,51 | 82,0 | 438,22 | 1559,5 | 128,8 | 80,40 | 209,17 | 1350,3 |
| 55,44 | 2900 | 52,31 | 81,5 | 435,55 | 1550,0 | 129,7 | 86,25 | 215,98 | 1334,0 |
| 55,44 | 3000 | 54,11 | 81,3 | 434,48 | 1546,2 | 130,8 | 92,30 | 223,05 | 1323,2 |
| 55,44 | 3100 | 55,92 | 81,6 | 436,09 | 1551,9 | 131,8 | 98,55 | 230,38 | 1321,5 |
| 55,44 | 3200 | 57,72 | 82,1 | 438,76 | 1561,4 | 132,9 | 105,02 | 237,96 | 1323,5 |
| 55,44 | 3300 | 59,53 | 82,3 | 439,83 | 1565,2 | 134,1 | 111,68 | 245,81 | 1319,4 |
| 55,44 | 3400 | 61,33 | 82,2 | 439,29 | 1563,3 | 135,4 | 118,55 | 253,91 | 1309,4 |
| 55,44 | 3500 | 63,13 | 82,2 | 439,29 | 1563,3 | 136,7 | 125,63 | 262,28 | 1301,0 |
| 55,44 | 3600 | 64,94 | 82,1 | 438,76 | 1561,4 | 138,0 | 132,91 | 270,91 | 1290,5 |
| 55,44 | 3700 | 66,74 | 82,1 | 438,76 | 1561,4 | 139,4 | 140,40 | 279,79 | 1281,6 |
| 55,44 | 3800 | 68,55 | 82,0 | 438,22 | 1559,5 | 140,9 | 148,09 | 288,95 | 1270,6 |
| 55,44 | 3900 | 70,35 | 82,0 | 438,22 | 1559,5 | 142,4 | 155,98 | 298,36 | 1261,2 |
| 55,44 | 4000 | 72,15 | 82,0 | 438,22 | 1559,5 | 144,0 | 164,09 | 308,04 | 1251,5 |
| 55,44 | 4100 | 73,96 | 82,2 | 439,29 | 1563,3 | 145,6 | 172,39 | 317,99 | 1245,3 |
| 55,44 | 4200 | 75,76 | 82,6 | 441,43 | 1570,9 | 147,3 | 180,91 | 328,20 | 1242,7 |
| 55,44 | 4300 | 77,56 | 82,2 | 439,29 | 1563,3 | 149,1 | 189,62 | 338,68 | 1224,6 |
| 55,44 | 4400 | 79,37 | 81,5 | 435,55 | 1550,0 | 150,9 | 198,54 | 349,43 | 1200,6 |
| 55,44 | 4500 | 81,17 | 80,7 | 431,28 | 1534,8 | 152,8 | 207,67 | 360,45 | 1174,3 |
| 55,44 | 4600 | 82,98 | 79,8 | 426,47 | 1517,7 | 154,7 | 217,00 | 371,73 | 1145,9 |
| 55,44 | 4700 | 84,78 | 78,9 | 421,66 | 1500,6 | 156,7 | 226,54 | 383,29 | 1117,3 |
| 55,44 | 4800 | 86,58 | 78,0 | 416,85 | 1483,4 | 158,8 | 236,28 | 395,11 | 1088,3 |
| 55,44 | 4900 | 88,39 | 77,0 | 411,50 | 1464,4 | 161,0 | 246,23 | 407,21 | 1057,2 |
| 55,44 | 5000 | 90,19 | 76,0 | 406,16 | 1445,4 | 163,2 | 256,38 | 419,57 | 1025,8 |
| 55,44 | 5100 | 91,99 | 75,1 | 401,35 | 1428,3 | 165,5 | 266,74 | 432,22 | 996,1 |
| 55,44 | 5200 | 93,80 | 74,0 | 395,47 | 1407,4 | 167,8 | 277,31 | 445,13 | 962,2 |
| 55,44 | 5300 | 95,60 | 72,9 | 389,59 | 1386,4 | 170,2 | 288,07 | 458,32 | 928,1 |
| 55,44 | 5400 | 97,41 | 72,0 | 384,78 | 1369,3 | 172,7 | 299,05 | 471,78 | 897,6 |
| 55,44 | 5500 | 99,21 | 70,7 | 377,83 | 1344,6 | 175,3 | 310,23 | 485,52 | 859,1 |
| 55,44 | 5600 | 101,01 | 69,2 | 369,82 | 1316,1 | 177,9 | 321,61 | 499,53 | 816,5 |
| 55,44 | 5700 | 102,82 | 67,9 | 362,87 | 1291,4 | 180,6 | 333,20 | 513,82 | 777,5 |
| 55,44 | 5800 | 104,62 | 66,4 | 354,85 | 1262,8 | 183,4 | 344,99 | 528,39 | 734,4 |
| 55,44 | 5900 | 106,43 | 64,9 | 346,84 | 1234,3 | 186,2 | 356,99 | 543,23 | 691,1 |
| 55,44 | 6000 | 108,23 | 63,4 | 338,82 | 1205,8 | 189,2 | 369,19 | 558,36 | 647,4 |
| 55,44 | 6100 | 110,03 | 62,0 | 331,34 | 1179,1 | 192,2 | 381,60 | 573,76 | 605,4 |
| 55,44 | 6200 | 111,84 | 60,9 | 325,46 | 1158,2 | 195,2 | 394,22 | 589,44 | 568,8 |
| 55,44 | 6300 | 113,64 | 59,2 | 316,38 | 1125,9 | 198,4 | 407,04 | 605,40 | 520,5 |
| 55,44 | 6400 | 115,44 | 57,3 | 306,22 | 1089,8 | 201,6 | 420,06 | 621,65 | 468,1 |
| 55,44 | 6500 | 117,25 | 55,4 | 296,07 | 1053,6 | 204,9 | 433,29 | 638,17 | 415,5 |

Apêndice 2 - Cálculos das Curvas de Desempenho

| QUARTA MARCHA | | | | | | | | | |
|---------------|------|------------|---------|-----------|---------|--------|---------|----------|---------|
| RPM / Vel | RPM | Vel (km/h) | Tm(N.m) | Top (N*m) | Fxb (N) | Rr (N) | Rax (N) | Rr + Rax | Fxl (N) |
| 39,51 | 1000 | 25,31 | 66,9 | 263,17 | 936,6 | 120,1 | 20,20 | 140,28 | 796,3 |
| 39,51 | 1100 | 27,84 | 67,1 | 263,96 | 939,4 | 120,6 | 24,44 | 145,03 | 794,3 |
| 39,51 | 1200 | 30,38 | 67,6 | 265,93 | 946,4 | 121,2 | 29,08 | 150,25 | 796,1 |
| 39,51 | 1300 | 32,91 | 68,5 | 269,47 | 959,0 | 121,8 | 34,13 | 155,96 | 803,0 |
| 39,51 | 1400 | 35,44 | 69,7 | 274,19 | 975,8 | 122,6 | 39,58 | 162,15 | 813,6 |
| 39,51 | 1500 | 37,97 | 70,8 | 278,52 | 991,2 | 123,4 | 45,44 | 168,82 | 822,3 |
| 39,51 | 1600 | 40,50 | 72,2 | 284,02 | 1010,8 | 124,3 | 51,70 | 175,99 | 834,8 |
| 39,51 | 1700 | 43,03 | 73,8 | 290,32 | 1033,2 | 125,3 | 58,37 | 183,65 | 849,5 |
| 39,51 | 1800 | 45,56 | 76,3 | 300,15 | 1068,2 | 126,4 | 65,43 | 191,80 | 876,4 |
| 39,51 | 1900 | 48,09 | 79,8 | 313,92 | 1117,2 | 127,6 | 72,91 | 200,46 | 916,7 |
| 39,51 | 2000 | 50,63 | 82,6 | 324,94 | 1156,4 | 128,8 | 80,78 | 209,61 | 946,7 |
| 39,51 | 2100 | 53,16 | 83,2 | 327,30 | 1164,8 | 130,2 | 89,06 | 219,27 | 945,5 |
| 39,51 | 2200 | 55,69 | 83,0 | 326,51 | 1162,0 | 131,7 | 97,75 | 229,43 | 932,5 |
| 39,51 | 2300 | 58,22 | 83,0 | 326,51 | 1162,0 | 133,3 | 106,83 | 240,10 | 921,9 |
| 39,51 | 2400 | 60,75 | 82,9 | 326,12 | 1160,6 | 135,0 | 116,33 | 251,29 | 909,3 |
| 39,51 | 2500 | 63,28 | 82,8 | 325,72 | 1159,2 | 136,8 | 126,22 | 262,98 | 896,2 |
| 39,51 | 2600 | 65,81 | 82,5 | 324,54 | 1155,0 | 138,7 | 136,52 | 275,19 | 879,8 |
| 39,51 | 2700 | 68,35 | 82,2 | 323,36 | 1150,8 | 140,7 | 147,23 | 287,92 | 862,8 |
| 39,51 | 2800 | 70,88 | 82,0 | 322,58 | 1148,0 | 142,8 | 158,33 | 301,17 | 846,8 |
| 39,51 | 2900 | 73,41 | 81,5 | 320,61 | 1141,0 | 145,1 | 169,84 | 314,94 | 826,0 |
| 39,51 | 3000 | 75,94 | 81,3 | 319,82 | 1138,2 | 147,5 | 181,76 | 329,23 | 808,9 |
| 39,51 | 3100 | 78,47 | 81,6 | 321,00 | 1142,4 | 150,0 | 194,08 | 344,05 | 798,3 |
| 39,51 | 3200 | 81,00 | 82,1 | 322,97 | 1149,4 | 152,6 | 206,80 | 359,40 | 790,0 |
| 39,51 | 3300 | 83,53 | 82,3 | 323,76 | 1152,2 | 155,3 | 219,93 | 375,27 | 776,9 |
| 39,51 | 3400 | 86,06 | 82,2 | 323,36 | 1150,8 | 158,2 | 233,46 | 391,68 | 759,1 |
| 39,51 | 3500 | 88,60 | 82,2 | 323,36 | 1150,8 | 161,2 | 247,40 | 408,62 | 742,1 |
| 39,51 | 3600 | 91,13 | 82,1 | 322,97 | 1149,4 | 164,4 | 261,73 | 426,10 | 723,3 |
| 39,51 | 3700 | 93,66 | 82,1 | 322,97 | 1149,4 | 167,6 | 276,48 | 444,12 | 705,2 |
| 39,51 | 3800 | 96,19 | 82,0 | 322,58 | 1148,0 | 171,0 | 291,62 | 462,67 | 685,3 |
| 39,51 | 3900 | 98,72 | 82,0 | 322,58 | 1148,0 | 174,6 | 307,17 | 481,77 | 666,2 |
| 39,51 | 4000 | 101,25 | 82,0 | 322,58 | 1148,0 | 178,3 | 323,13 | 501,40 | 646,6 |
| 39,51 | 4100 | 103,78 | 82,2 | 323,36 | 1150,8 | 182,1 | 339,49 | 521,59 | 629,2 |
| 39,51 | 4200 | 106,31 | 82,6 | 324,94 | 1156,4 | 186,1 | 356,25 | 542,32 | 614,0 |
| 39,51 | 4300 | 108,85 | 82,2 | 323,36 | 1150,8 | 190,2 | 373,42 | 563,59 | 587,2 |
| 39,51 | 4400 | 111,38 | 81,5 | 320,61 | 1141,0 | 194,4 | 390,99 | 585,42 | 555,5 |
| 39,51 | 4500 | 113,91 | 80,7 | 317,46 | 1129,8 | 198,8 | 408,96 | 607,80 | 522,0 |
| 39,51 | 4600 | 116,44 | 79,8 | 313,92 | 1117,2 | 203,4 | 427,34 | 630,73 | 486,4 |
| 39,51 | 4700 | 118,97 | 78,9 | 310,38 | 1104,6 | 208,1 | 446,12 | 654,22 | 450,3 |
| 39,51 | 4800 | 121,50 | 78,0 | 306,84 | 1092,0 | 213,0 | 465,31 | 678,26 | 413,7 |
| 39,51 | 4900 | 124,03 | 77,0 | 302,91 | 1078,0 | 218,0 | 484,90 | 702,87 | 375,1 |
| 39,51 | 5000 | 126,57 | 76,0 | 298,97 | 1064,0 | 223,1 | 504,89 | 728,03 | 335,9 |
| 39,51 | 5100 | 129,10 | 75,1 | 295,43 | 1051,4 | 228,5 | 525,29 | 753,75 | 297,6 |
| 39,51 | 5200 | 131,63 | 74,0 | 291,10 | 1036,0 | 233,9 | 546,09 | 780,04 | 255,9 |
| 39,51 | 5300 | 134,16 | 72,9 | 286,78 | 1020,6 | 239,6 | 567,29 | 806,89 | 213,7 |
| 39,51 | 5400 | 136,69 | 72,0 | 283,24 | 1008,0 | 245,4 | 588,90 | 834,30 | 173,7 |
| 39,51 | 5500 | 139,22 | 70,7 | 278,12 | 989,8 | 251,4 | 610,92 | 862,29 | 127,5 |
| 39,51 | 5600 | 141,75 | 69,2 | 272,22 | 968,8 | 257,5 | 633,33 | 890,84 | 77,9 |
| 39,51 | 5700 | 144,28 | 67,9 | 267,11 | 950,6 | 263,8 | 656,15 | 919,96 | 30,6 |
| 39,51 | 5800 | 146,82 | 66,4 | 261,21 | 929,6 | 270,3 | 679,38 | 949,66 | -20,1 |
| 39,51 | 5900 | 149,35 | 64,9 | 255,31 | 908,6 | 276,9 | 703,01 | 979,93 | -71,4 |
| 39,51 | 6000 | 151,88 | 63,4 | 249,41 | 887,6 | 283,7 | 727,04 | 1010,77 | -123,2 |
| 39,51 | 6100 | 154,41 | 62,0 | 243,90 | 868,0 | 290,7 | 751,48 | 1042,19 | -174,2 |
| 39,51 | 6200 | 156,94 | 60,9 | 239,57 | 852,6 | 297,9 | 776,32 | 1074,19 | -221,6 |
| 39,51 | 6300 | 159,47 | 59,2 | 232,88 | 828,8 | 305,2 | 801,56 | 1106,76 | -278,0 |
| 39,51 | 6400 | 162,00 | 57,3 | 225,41 | 802,2 | 312,7 | 827,21 | 1139,92 | -337,8 |
| 39,51 | 6500 | 164,54 | 55,4 | 217,94 | 775,6 | 320,4 | 853,26 | 1173,66 | -398,1 |

Apêndice 2 - Cálculos das Curvas de Desempenho

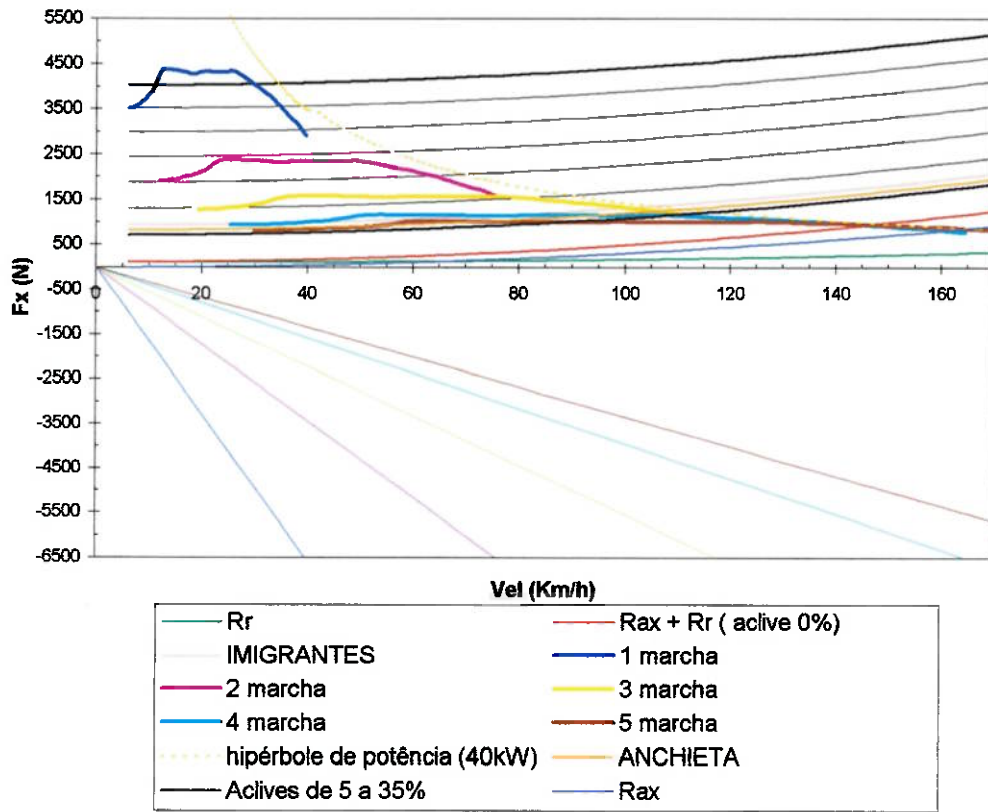
| QUINTA MARCHA | | | | | | | | | |
|---------------|------|------------|---------|-----------|---------|--------|---------|----------|---------|
| RPM / Vel | RPM | Vel (km/h) | Tm(N.m) | Top (N*m) | Fxb (N) | Rr (N) | Rax (N) | Rr + Rax | Fxl (N) |
| 33,48 | 1000 | 29,87 | 66,9 | 230,14 | 819,0 | 121,0 | 28,12 | 149,17 | 669,8 |
| 33,48 | 1100 | 32,86 | 67,1 | 230,83 | 821,4 | 121,8 | 34,03 | 155,84 | 665,6 |
| 33,48 | 1200 | 35,84 | 67,6 | 232,55 | 827,6 | 122,7 | 40,50 | 163,19 | 664,4 |
| 33,48 | 1300 | 38,83 | 68,5 | 235,64 | 838,6 | 123,7 | 47,53 | 171,21 | 667,4 |
| 33,48 | 1400 | 41,82 | 69,7 | 239,77 | 853,3 | 124,8 | 55,12 | 179,92 | 673,4 |
| 33,48 | 1500 | 44,81 | 70,8 | 243,55 | 866,7 | 126,0 | 63,28 | 189,31 | 677,4 |
| 33,48 | 1600 | 47,79 | 72,2 | 248,37 | 883,9 | 127,4 | 71,99 | 199,40 | 684,5 |
| 33,48 | 1700 | 50,78 | 73,8 | 253,87 | 903,5 | 128,9 | 81,27 | 210,18 | 693,3 |
| 33,48 | 1800 | 53,77 | 76,3 | 262,47 | 934,1 | 130,6 | 91,12 | 221,67 | 712,4 |
| 33,48 | 1900 | 56,75 | 79,8 | 274,51 | 976,9 | 132,3 | 101,52 | 233,86 | 743,1 |
| 33,48 | 2000 | 59,74 | 82,6 | 284,15 | 1011,2 | 134,3 | 112,49 | 246,76 | 764,4 |
| 33,48 | 2100 | 62,73 | 83,2 | 286,21 | 1018,5 | 136,4 | 124,02 | 260,38 | 758,2 |
| 33,48 | 2200 | 65,72 | 83,0 | 285,52 | 1016,1 | 138,6 | 136,11 | 274,71 | 741,4 |
| 33,48 | 2300 | 68,70 | 83,0 | 285,52 | 1016,1 | 141,0 | 148,77 | 289,76 | 726,3 |
| 33,48 | 2400 | 71,69 | 82,9 | 285,18 | 1014,9 | 143,5 | 161,99 | 305,53 | 709,3 |
| 33,48 | 2500 | 74,68 | 82,8 | 284,83 | 1013,6 | 146,3 | 175,77 | 322,03 | 691,6 |
| 33,48 | 2600 | 77,66 | 82,5 | 283,80 | 1010,0 | 149,2 | 190,11 | 339,27 | 670,7 |
| 33,48 | 2700 | 80,65 | 82,2 | 282,77 | 1006,3 | 152,2 | 205,01 | 357,23 | 649,1 |
| 33,48 | 2800 | 83,64 | 82,0 | 282,08 | 1003,9 | 155,5 | 220,48 | 375,94 | 627,9 |
| 33,48 | 2900 | 86,62 | 81,5 | 280,36 | 997,7 | 158,9 | 236,51 | 395,38 | 602,3 |
| 33,48 | 3000 | 89,61 | 81,3 | 279,67 | 995,3 | 162,5 | 253,10 | 415,57 | 579,7 |
| 33,48 | 3100 | 92,60 | 81,6 | 280,71 | 999,0 | 166,3 | 270,26 | 436,51 | 562,4 |
| 33,48 | 3200 | 95,59 | 82,1 | 282,43 | 1005,1 | 170,2 | 287,97 | 458,20 | 546,9 |
| 33,48 | 3300 | 98,57 | 82,3 | 283,11 | 1007,5 | 174,4 | 306,25 | 480,63 | 526,9 |
| 33,48 | 3400 | 101,56 | 82,2 | 282,77 | 1006,3 | 178,7 | 325,10 | 503,83 | 502,5 |
| 33,48 | 3500 | 104,55 | 82,2 | 282,77 | 1006,3 | 183,3 | 344,50 | 527,78 | 478,5 |
| 33,48 | 3600 | 107,53 | 82,1 | 282,43 | 1005,1 | 188,0 | 364,47 | 552,50 | 452,6 |
| 33,48 | 3700 | 110,52 | 82,1 | 282,43 | 1005,1 | 193,0 | 385,00 | 577,98 | 427,1 |
| 33,48 | 3800 | 113,51 | 82,0 | 282,08 | 1003,9 | 198,1 | 406,09 | 604,22 | 399,6 |
| 33,48 | 3900 | 116,50 | 82,0 | 282,08 | 1003,9 | 203,5 | 427,74 | 631,24 | 372,6 |
| 33,48 | 4000 | 119,48 | 82,0 | 282,08 | 1003,9 | 209,1 | 449,96 | 659,03 | 344,8 |
| 33,48 | 4100 | 122,47 | 82,2 | 282,77 | 1006,3 | 214,9 | 472,74 | 687,59 | 318,7 |
| 33,48 | 4200 | 125,46 | 82,6 | 284,15 | 1011,2 | 220,9 | 496,08 | 716,94 | 294,3 |
| 33,48 | 4300 | 128,44 | 82,2 | 282,77 | 1006,3 | 227,1 | 519,98 | 747,06 | 259,2 |
| 33,48 | 4400 | 131,43 | 81,5 | 280,36 | 997,7 | 233,5 | 544,45 | 777,97 | 219,8 |
| 33,48 | 4500 | 134,42 | 80,7 | 277,61 | 987,9 | 240,2 | 569,48 | 809,66 | 178,3 |
| 33,48 | 4600 | 137,40 | 79,8 | 274,51 | 976,9 | 247,1 | 595,07 | 842,14 | 134,8 |
| 33,48 | 4700 | 140,39 | 78,9 | 271,42 | 965,9 | 254,2 | 621,23 | 875,41 | 90,5 |
| 33,48 | 4800 | 143,38 | 78,0 | 268,32 | 954,9 | 261,5 | 647,94 | 909,48 | 45,4 |
| 33,48 | 4900 | 146,37 | 77,0 | 264,88 | 942,6 | 269,1 | 675,22 | 944,34 | -1,7 |
| 33,48 | 5000 | 149,35 | 76,0 | 261,44 | 930,4 | 276,9 | 703,06 | 980,00 | -49,6 |
| 33,48 | 5100 | 152,34 | 75,1 | 258,35 | 919,4 | 285,0 | 731,47 | 1016,46 | -97,1 |
| 33,48 | 5200 | 155,33 | 74,0 | 254,56 | 905,9 | 293,3 | 760,43 | 1053,72 | -147,8 |
| 33,48 | 5300 | 158,31 | 72,9 | 250,78 | 892,4 | 301,8 | 789,96 | 1091,78 | -199,3 |
| 33,48 | 5400 | 161,30 | 72,0 | 247,68 | 881,4 | 310,6 | 820,05 | 1130,66 | -249,2 |
| 33,48 | 5500 | 164,29 | 70,7 | 243,21 | 865,5 | 319,6 | 850,70 | 1170,34 | -304,8 |
| 33,48 | 5600 | 167,28 | 69,2 | 238,05 | 847,2 | 328,9 | 881,92 | 1210,84 | -363,7 |
| 33,48 | 5700 | 170,26 | 67,9 | 233,58 | 831,2 | 338,5 | 913,70 | 1252,15 | -420,9 |
| 33,48 | 5800 | 173,25 | 66,4 | 228,42 | 812,9 | 348,2 | 946,04 | 1294,28 | -481,4 |
| 33,48 | 5900 | 176,24 | 64,9 | 223,26 | 794,5 | 358,3 | 978,94 | 1337,23 | -542,7 |
| 33,48 | 6000 | 179,22 | 63,4 | 218,10 | 776,1 | 368,6 | 1012,41 | 1381,00 | -604,8 |
| 33,48 | 6100 | 182,21 | 62,0 | 213,28 | 759,0 | 379,2 | 1046,44 | 1425,59 | -666,6 |
| 33,48 | 6200 | 185,20 | 60,9 | 209,50 | 745,5 | 390,0 | 1081,03 | 1471,00 | -725,5 |
| 33,48 | 6300 | 188,18 | 59,2 | 203,65 | 724,7 | 401,1 | 1116,18 | 1517,25 | -792,5 |
| 33,48 | 6400 | 191,17 | 57,3 | 197,11 | 701,5 | 412,4 | 1151,90 | 1564,32 | -862,9 |
| 33,48 | 6500 | 194,16 | 55,4 | 190,58 | 678,2 | 424,1 | 1188,17 | 1612,23 | -934,0 |

Apêndice 2 - Cálculos das Curvas de Desempenho

RESISTÊNCIA DE ACLIVE

| Rgx (N) | 5% | 6% | 7% | 10% | 15% | 20% | 25% | 30% | 35% |
|---------|-------|-------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 590,3 | 708,0 (IMIGR.) | 825,5 (ANCH.) | 1176,2 | 1753,5 | 2318,3 | 2867,0 | 3396,8 | 3905,1 |

Curvas de Desempenho



Apêndice 3 - Cálculos das curvas: Velocidade, Espaço e Ultrapassagem

| PRIMEIRA MARCHA | | |
|-------------------|-------------------------------|-------|
| Intervalo (seg) | Intervalo de velocidade (m/s) | |
| 0,09 | 1,69 | 1,86 |
| 0,09 | 1,86 | 2,03 |
| 0,09 | 2,03 | 2,20 |
| 0,09 | 2,20 | 2,37 |
| 0,08 | 2,37 | 2,54 |
| 0,08 | 2,54 | 2,71 |
| 0,08 | 2,71 | 2,88 |
| 0,08 | 2,88 | 3,05 |
| 0,08 | 3,05 | 3,22 |
| 0,07 | 3,22 | 3,39 |
| 0,07 | 3,39 | 3,56 |
| 0,07 | 3,56 | 3,73 |
| 0,07 | 3,73 | 3,89 |
| 0,07 | 3,89 | 4,06 |
| 0,07 | 4,06 | 4,23 |
| 0,07 | 4,23 | 4,40 |
| 0,07 | 4,40 | 4,57 |
| 0,07 | 4,57 | 4,74 |
| 0,07 | 4,74 | 4,91 |
| 0,07 | 4,91 | 5,08 |
| 0,07 | 5,08 | 5,25 |
| 0,07 | 5,25 | 5,42 |
| 0,07 | 5,42 | 5,59 |
| 0,07 | 5,59 | 5,76 |
| 0,07 | 5,76 | 5,93 |
| 0,07 | 5,93 | 6,10 |
| 0,07 | 6,10 | 6,27 |
| 0,07 | 6,27 | 6,43 |
| 0,07 | 6,43 | 6,60 |
| 0,07 | 6,60 | 6,77 |
| 0,07 | 6,77 | 6,94 |
| 0,07 | 6,94 | 7,11 |
| 0,07 | 7,11 | 7,28 |
| 0,07 | 7,28 | 7,45 |
| 0,07 | 7,45 | 7,62 |
| 0,07 | 7,62 | 7,79 |
| 0,07 | 7,79 | 7,96 |
| 0,08 | 7,96 | 8,13 |
| 0,08 | 8,13 | 8,30 |
| 0,08 | 8,30 | 8,47 |
| 0,08 | 8,47 | 8,64 |
| 0,08 | 8,64 | 8,80 |
| 0,08 | 8,80 | 8,97 |
| 0,08 | 8,97 | 9,14 |
| 0,08 | 9,14 | 9,31 |
| 0,09 | 9,31 | 9,48 |
| 0,09 | 9,48 | 9,65 |
| 0,09 | 9,65 | 9,82 |
| 0,09 | 9,82 | 9,99 |
| 0,09 | 9,99 | 10,16 |
| 0,10 | 10,16 | 10,33 |
| 0,10 | 10,33 | 10,50 |
| 0,10 | 10,50 | 10,67 |
| 0,10 | 10,67 | 10,84 |
| 0,11 | 10,84 | 11,01 |
| total 4,34 | | |

| SEGUNDA MARCHA | | |
|--------------------|-------------------------------|-------|
| Int. (seg) | Intervalo de velocidade (m/s) | |
| 0,27 | 3,23 | 3,56 |
| 0,26 | 3,56 | 3,88 |
| 0,26 | 3,88 | 4,20 |
| 0,26 | 4,20 | 4,53 |
| 0,25 | 4,53 | 4,85 |
| 0,25 | 4,85 | 5,17 |
| 0,24 | 5,17 | 5,50 |
| 0,24 | 5,50 | 5,82 |
| 0,23 | 5,82 | 6,14 |
| 0,22 | 6,14 | 6,47 |
| 0,21 | 6,47 | 6,79 |
| 0,21 | 6,79 | 7,11 |
| 0,21 | 7,11 | 7,44 |
| 0,21 | 7,44 | 7,76 |
| 0,21 | 7,76 | 8,08 |
| 0,22 | 8,08 | 8,41 |
| 0,22 | 8,41 | 8,73 |
| 0,22 | 8,73 | 9,05 |
| 0,22 | 9,05 | 9,38 |
| 0,22 | 9,38 | 9,70 |
| 0,22 | 9,70 | 10,02 |
| 0,22 | 10,02 | 10,35 |
| 0,22 | 10,35 | 10,67 |
| 0,22 | 10,67 | 10,99 |
| 0,22 | 10,99 | 11,32 |
| 0,22 | 11,32 | 11,64 |
| 0,22 | 11,64 | 11,96 |
| 0,22 | 11,96 | 12,29 |
| 0,22 | 12,29 | 12,61 |
| 0,22 | 12,61 | 12,93 |
| 0,22 | 12,93 | 13,26 |
| 0,22 | 13,26 | 13,58 |
| 0,22 | 13,58 | 13,90 |
| 0,22 | 13,90 | 14,22 |
| 0,23 | 14,22 | 14,55 |
| 0,23 | 14,55 | 14,87 |
| 0,23 | 14,87 | 15,19 |
| 0,24 | 15,19 | 15,52 |
| 0,24 | 15,52 | 15,84 |
| 0,24 | 15,84 | 16,16 |
| 0,25 | 16,16 | 16,49 |
| 0,25 | 16,49 | 16,81 |
| 0,26 | 16,81 | 17,13 |
| 0,26 | 17,13 | 17,46 |
| 0,27 | 17,46 | 17,78 |
| 0,28 | 17,78 | 18,10 |
| 0,28 | 18,10 | 18,43 |
| 0,29 | 18,43 | 18,75 |
| 0,30 | 18,75 | 19,07 |
| 0,31 | 19,07 | 19,40 |
| 0,32 | 19,40 | 19,72 |
| 0,33 | 19,72 | 20,04 |
| 0,34 | 20,04 | 20,37 |
| 0,35 | 20,37 | 20,69 |
| 0,37 | 20,69 | 21,01 |
| total 13,60 | | |

Apêndice 3 - Cálculos das Curvas: Velocidade, Espaço e Ultrapassagem

| TERCEIRA MARCHA | | |
|-------------------|-------------------------------|-------|
| Intervalo (seg) | Intervalo de velocidade (m/s) | |
| 0,59 | 5,01 | 5,51 |
| 0,59 | 5,51 | 6,01 |
| 0,58 | 6,01 | 6,51 |
| 0,58 | 6,51 | 7,01 |
| 0,57 | 7,01 | 7,52 |
| 0,56 | 7,52 | 8,02 |
| 0,55 | 8,02 | 8,52 |
| 0,53 | 8,52 | 9,02 |
| 0,51 | 9,02 | 9,52 |
| 0,49 | 9,52 | 10,02 |
| 0,48 | 10,02 | 10,52 |
| 0,48 | 10,52 | 11,02 |
| 0,48 | 11,02 | 11,52 |
| 0,48 | 11,52 | 12,03 |
| 0,49 | 12,03 | 12,53 |
| 0,49 | 12,53 | 13,03 |
| 0,49 | 13,03 | 13,53 |
| 0,50 | 13,53 | 14,03 |
| 0,50 | 14,03 | 14,53 |
| 0,51 | 14,53 | 15,03 |
| 0,51 | 15,03 | 15,53 |
| 0,51 | 15,53 | 16,03 |
| 0,51 | 16,03 | 16,54 |
| 0,51 | 16,54 | 17,04 |
| 0,52 | 17,04 | 17,54 |
| 0,52 | 17,54 | 18,04 |
| 0,53 | 18,04 | 18,54 |
| 0,53 | 18,54 | 19,04 |
| 0,53 | 19,04 | 19,54 |
| 0,54 | 19,54 | 20,04 |
| 0,54 | 20,04 | 20,54 |
| 0,54 | 20,54 | 21,04 |
| 0,55 | 21,04 | 21,55 |
| 0,56 | 21,55 | 22,05 |
| 0,57 | 22,05 | 22,55 |
| 0,58 | 22,55 | 23,05 |
| 0,60 | 23,05 | 23,55 |
| 0,61 | 23,55 | 24,05 |
| 0,63 | 24,05 | 24,55 |
| 0,65 | 24,55 | 25,05 |
| 0,67 | 25,05 | 25,55 |
| 0,69 | 25,55 | 26,06 |
| 0,72 | 26,06 | 26,56 |
| 0,74 | 26,56 | 27,06 |
| 0,77 | 27,06 | 27,56 |
| 0,81 | 27,56 | 28,06 |
| 0,85 | 28,06 | 28,56 |
| 0,89 | 28,56 | 29,06 |
| 0,95 | 29,06 | 29,56 |
| 1,01 | 29,56 | 30,06 |
| 1,08 | 30,06 | 30,56 |
| 1,15 | 30,56 | 31,07 |
| 1,24 | 31,07 | 31,57 |
| 1,37 | 31,57 | 32,07 |
| 1,53 | 32,07 | 32,57 |
| total | 35,96 | |

| QUARTA MARCHA | | |
|-------------------|-------------------------------|-------|
| Intervalo (seg) | Intervalo de velocidade (m/s) | |
| 1,16 | 7,03 | 7,73 |
| 1,16 | 7,73 | 8,44 |
| 1,16 | 8,44 | 9,14 |
| 1,14 | 9,14 | 9,84 |
| 1,13 | 9,84 | 10,55 |
| 1,11 | 10,55 | 11,25 |
| 1,10 | 11,25 | 11,95 |
| 1,07 | 11,95 | 12,66 |
| 1,03 | 12,66 | 13,36 |
| 0,99 | 13,36 | 14,06 |
| 0,98 | 14,06 | 14,77 |
| 0,98 | 14,77 | 15,47 |
| 1,00 | 15,47 | 16,17 |
| 1,01 | 16,17 | 16,88 |
| 1,02 | 16,88 | 17,58 |
| 1,04 | 17,58 | 18,28 |
| 1,06 | 18,28 | 18,98 |
| 1,08 | 18,98 | 19,69 |
| 1,10 | 19,69 | 20,39 |
| 1,13 | 20,39 | 21,09 |
| 1,15 | 21,09 | 21,80 |
| 1,16 | 21,80 | 22,50 |
| 1,18 | 22,50 | 23,20 |
| 1,20 | 23,20 | 23,91 |
| 1,23 | 23,91 | 24,61 |
| 1,26 | 24,61 | 25,31 |
| 1,29 | 25,31 | 26,02 |
| 1,33 | 26,02 | 26,72 |
| 1,37 | 26,72 | 27,42 |
| 1,41 | 27,42 | 28,13 |
| 1,45 | 28,13 | 28,83 |
| 1,49 | 28,83 | 29,53 |
| 1,54 | 29,53 | 30,24 |
| 1,62 | 30,24 | 30,94 |
| 1,71 | 30,94 | 31,64 |
| 1,83 | 31,64 | 32,34 |
| 1,97 | 32,34 | 33,05 |
| 2,14 | 33,05 | 33,75 |
| 2,34 | 33,75 | 34,45 |
| 2,60 | 34,45 | 35,16 |
| 2,92 | 35,16 | 35,86 |
| 3,34 | 35,86 | 36,56 |
| 3,93 | 36,56 | 37,27 |
| 4,77 | 37,27 | 37,97 |
| 6,13 | 37,97 | 38,67 |
| 8,99 | 38,67 | 39,38 |
| 17,02 | 39,38 | 40,08 |
| 175,80 | 40,08 | 40,78 |
| -20,20 | 40,78 | 41,49 |
| -9,49 | 41,49 | 42,19 |
| -6,21 | 42,19 | 42,89 |
| -4,67 | 42,89 | 43,59 |
| -3,70 | 43,59 | 44,30 |
| -3,00 | 44,30 | 45,00 |
| -2,51 | 45,00 | 45,70 |
| total | 225,84 | |

Apêndice 3 - Cálculos das Curvas: Velocidade, Espaço e Ultrapassagem

| QUINTA MARCHA | | |
|-------------------|-------------------------------|-------|
| Intervalo (seg) | Intervalo de velocidade (m/s) | |
| 1,60 | 8,30 | 9,13 |
| 1,61 | 9,13 | 9,96 |
| 1,61 | 9,96 | 10,79 |
| 1,60 | 10,79 | 11,62 |
| 1,58 | 11,62 | 12,45 |
| 1,57 | 12,45 | 13,28 |
| 1,55 | 13,28 | 14,11 |
| 1,52 | 14,11 | 14,94 |
| 1,47 | 14,94 | 15,77 |
| 1,42 | 15,77 | 16,59 |
| 1,41 | 16,59 | 17,42 |
| 1,43 | 17,42 | 18,25 |
| 1,46 | 18,25 | 19,08 |
| 1,49 | 19,08 | 19,91 |
| 1,53 | 19,91 | 20,74 |
| 1,57 | 20,74 | 21,57 |
| 1,62 | 21,57 | 22,40 |
| 1,68 | 22,40 | 23,23 |
| 1,74 | 23,23 | 24,06 |
| 1,81 | 24,06 | 24,89 |
| 1,87 | 24,89 | 25,72 |
| 1,93 | 25,72 | 26,55 |
| 1,99 | 26,55 | 27,38 |
| 2,08 | 27,38 | 28,21 |
| 2,18 | 28,21 | 29,04 |
| 2,30 | 29,04 | 29,87 |
| 2,43 | 29,87 | 30,70 |
| 2,59 | 30,70 | 31,53 |
| 2,77 | 31,53 | 32,36 |
| 2,98 | 32,36 | 33,19 |
| 3,22 | 33,19 | 34,02 |
| 3,49 | 34,02 | 34,85 |
| 3,87 | 34,85 | 35,68 |
| 4,47 | 35,68 | 36,51 |
| 5,38 | 36,51 | 37,34 |
| 6,83 | 37,34 | 38,17 |
| 9,50 | 38,17 | 39,00 |
| 15,74 | 39,00 | 39,83 |
| 48,95 | 39,83 | 40,66 |
| -41,72 | 40,66 | 41,49 |
| -14,59 | 41,49 | 42,32 |
| -8,74 | 42,32 | 43,15 |
| -6,16 | 43,15 | 43,98 |
| -4,77 | 43,98 | 44,81 |
| -3,86 | 44,81 | 45,64 |
| -3,20 | 45,64 | 46,47 |
| -2,73 | 46,47 | 47,30 |
| -2,37 | 47,30 | 48,12 |
| -2,09 | 48,12 | 48,95 |
| -1,86 | 48,95 | 49,78 |
| -1,68 | 49,78 | 50,61 |
| -1,54 | 50,61 | 51,44 |
| -1,41 | 51,44 | 52,27 |
| -1,29 | 52,27 | 53,10 |
| -1,19 | 53,10 | 53,93 |
| total | 67,70 | |

Apêndice 3 - Cálculos das Curvas: Velocidade, Espaço e Ultrapassagem

| | | Totais | | |
|-----------|---------|---------|---------|-------------|
| | t (seg) | v (m/s) | v(km/h) | |
| | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | 0,09 | 1,86 | 6,71 | |
| | 0,18 | 2,03 | 7,31 | |
| | 0,26 | 2,20 | 7,92 | |
| | 0,35 | 2,37 | 8,53 | |
| | 0,43 | 2,54 | 9,14 | |
| | 0,51 | 2,71 | 9,75 | |
| | 0,60 | 2,88 | 10,36 | |
| | 0,67 | 3,05 | 10,97 | |
| | 0,75 | 3,22 | 11,58 | |
| | 0,82 | 3,39 | 12,19 | |
| | 0,89 | 3,56 | 12,80 | |
| | 0,96 | 3,73 | 13,41 | |
| | 1,03 | 3,89 | 14,02 | |
| | 1,10 | 4,06 | 14,63 | |
| | 1,18 | 4,23 | 15,24 | |
| | 1,25 | 4,40 | 15,85 | |
| | 1,32 | 4,57 | 16,46 | |
| | 1,39 | 4,74 | 17,07 | |
| | 1,46 | 4,91 | 17,68 | |
| | 1,53 | 5,08 | 18,29 | |
| | 1,61 | 5,25 | 18,90 | |
| | 1,68 | 5,42 | 19,51 | |
| | 1,75 | 5,59 | 20,12 | |
| | 1,82 | 5,76 | 20,73 | |
| | 1,89 | 5,93 | 21,34 | |
| | 1,96 | 6,10 | 21,94 | |
| | 2,04 | 6,27 | 22,55 | |
| | 2,11 | 6,43 | 23,16 | |
| | 2,18 | 6,60 | 23,77 | |
| | 2,25 | 6,77 | 24,38 | |
| | 2,32 | 6,94 | 24,99 | |
| | 2,39 | 7,11 | 25,60 | |
| | 2,47 | 7,28 | 26,21 | |
| | 2,54 | 7,45 | 26,82 | |
| | 2,61 | 7,62 | 27,43 | 0 a 40 km/h |
| | 2,69 | 7,79 | 28,04 | 4,62 |
| | 2,76 | 7,96 | 28,65 | |
| | 2,83 | 8,13 | 29,26 | |
| | 2,91 | 8,30 | 29,87 | |
| | 2,99 | 8,47 | 30,48 | |
| | 3,07 | 8,64 | 31,09 | |
| | 3,15 | 8,80 | 31,70 | |
| | 3,23 | 8,97 | 32,31 | |
| | 3,31 | 9,14 | 32,92 | |
| | 3,39 | 9,31 | 33,53 | |
| | 3,48 | 9,48 | 34,14 | |
| | 3,57 | 9,65 | 34,75 | |
| | 3,65 | 9,82 | 35,36 | |
| | 3,75 | 9,99 | 35,96 | |
| | 3,84 | 10,16 | 36,57 | |
| | 3,94 | 10,33 | 37,18 | |
| | 4,03 | 10,50 | 37,79 | 0 a 60 km/h |
| | 4,13 | 10,67 | 38,40 | 8,55 |
| | 4,24 | 10,84 | 39,01 | |
| | 4,34 | 11,01 | 39,62 | |
| de marcha | 0,20 | 11,01 | 39,62 | |
| | 4,54 | 11,01 | 39,62 | |
| | 4,75 | 11,32 | 40,74 | |
| | 4,97 | 11,64 | 41,90 | |
| | 5,19 | 11,96 | 43,06 | |
| | 5,42 | 12,29 | 44,23 | |
| | 5,64 | 12,61 | 45,39 | |
| | 5,86 | 12,93 | 46,55 | |

Apêndice 3 - Cálculos das Curvas: Velocidade, Espaço e Ultrapassagem

| | | | | |
|-----------|--------|-------|--------|--------------|
| | 6,08 | 13,26 | 47,72 | |
| | 6,30 | 13,58 | 48,88 | |
| | 6,52 | 13,90 | 50,05 | |
| | 6,75 | 14,22 | 51,21 | |
| | 6,97 | 14,55 | 52,37 | |
| | 7,20 | 14,87 | 53,54 | |
| | 7,44 | 15,19 | 54,70 | |
| | 7,67 | 15,52 | 55,87 | 0 a 80 km/h |
| | 7,91 | 15,84 | 57,03 | 14,16 |
| | 8,16 | 16,16 | 58,19 | |
| | 8,41 | 16,49 | 59,36 | |
| | 8,66 | 16,81 | 60,52 | |
| | 8,92 | 17,13 | 61,68 | |
| | 9,18 | 17,46 | 62,85 | |
| | 9,45 | 17,78 | 64,01 | |
| | 9,72 | 18,10 | 65,18 | |
| | 10,01 | 18,43 | 66,34 | |
| | 10,30 | 18,75 | 67,50 | 0 a 100 km/h |
| | 10,60 | 19,07 | 68,67 | 21,54 |
| | 10,91 | 19,40 | 69,83 | |
| | 11,23 | 19,72 | 71,00 | |
| | 11,56 | 20,04 | 72,16 | |
| | 11,90 | 20,37 | 73,32 | |
| | 12,25 | 20,69 | 74,49 | |
| de marcha | 12,62 | 21,01 | 75,65 | |
| | 0,20 | 21,01 | 75,65 | |
| | 12,82 | 21,01 | 75,65 | |
| | 12,85 | 21,04 | 75,76 | |
| | 13,40 | 21,55 | 77,56 | |
| | 13,96 | 22,05 | 79,37 | |
| | 14,53 | 22,55 | 81,17 | |
| | 15,11 | 23,05 | 82,98 | |
| | 15,71 | 23,55 | 84,78 | |
| | 16,32 | 24,05 | 86,58 | |
| | 16,95 | 24,55 | 88,39 | |
| | 17,60 | 25,05 | 90,19 | |
| | 18,27 | 25,55 | 91,99 | |
| | 18,96 | 26,06 | 93,80 | |
| | 19,68 | 26,56 | 95,60 | |
| | 20,42 | 27,06 | 97,41 | |
| | 21,19 | 27,56 | 99,21 | |
| | 21,99 | 28,06 | 101,01 | |
| | 22,84 | 28,56 | 102,82 | |
| | 23,74 | 29,06 | 104,62 | |
| | 24,69 | 29,56 | 106,43 | |
| | 25,70 | 30,06 | 108,23 | |
| | 26,78 | 30,56 | 110,03 | |
| | 27,93 | 31,07 | 111,84 | |
| | 29,17 | 31,57 | 113,64 | |
| | 30,54 | 32,07 | 115,44 | |
| | 32,07 | 32,57 | 117,25 | |
| de marcha | 0,20 | 32,57 | 117,25 | |
| | 32,27 | 32,57 | 117,25 | |
| | 33,61 | 33,05 | 118,97 | |
| | 35,75 | 33,75 | 121,50 | |
| | 38,09 | 34,45 | 124,03 | |
| | 40,69 | 35,16 | 126,57 | |
| | 43,60 | 35,86 | 129,10 | |
| | 46,94 | 36,56 | 131,63 | |
| | 50,87 | 37,27 | 134,16 | |
| | 55,64 | 37,97 | 136,69 | |
| | 61,78 | 38,67 | 139,22 | |
| | 70,77 | 39,38 | 141,75 | |
| de marcha | 0,20 | 39,38 | 141,75 | |
| | 70,97 | 39,38 | 141,75 | |
| | 146,56 | 40,66 | 146,37 | |

Gráfico do espaço em função do tempo

1 MARCHA

| Intervalo (seg) | Espaço (m) | Tempo acumulado | Espaço acumulado |
|-----------------|------------|-----------------|------------------|
| | | 0,00 | 0,00 |
| 0,09 | 0,08 | 0,09 | 0,08 |
| 0,09 | 0,17 | 0,18 | 0,25 |
| 0,09 | 0,18 | 0,26 | 0,44 |
| 0,09 | 0,20 | 0,35 | 0,63 |
| 0,08 | 0,21 | 0,43 | 0,84 |
| 0,08 | 0,22 | 0,51 | 1,05 |
| 0,08 | 0,23 | 0,60 | 1,28 |
| 0,08 | 0,23 | 0,67 | 1,51 |
| 0,08 | 0,24 | 0,75 | 1,75 |
| 0,07 | 0,24 | 0,82 | 1,99 |
| 0,07 | 0,25 | 0,89 | 2,23 |
| 0,07 | 0,26 | 0,96 | 2,49 |
| 0,07 | 0,27 | 1,03 | 2,76 |
| 0,07 | 0,28 | 1,10 | 3,04 |
| 0,07 | 0,29 | 1,18 | 3,34 |
| 0,07 | 0,31 | 1,25 | 3,64 |
| 0,07 | 0,32 | 1,32 | 3,96 |
| 0,07 | 0,33 | 1,39 | 4,30 |
| 0,07 | 0,35 | 1,46 | 4,64 |
| 0,07 | 0,36 | 1,53 | 5,00 |
| 0,07 | 0,37 | 1,61 | 5,38 |
| 0,07 | 0,38 | 1,68 | 5,76 |
| 0,07 | 0,39 | 1,75 | 6,16 |
| 0,07 | 0,41 | 1,82 | 6,56 |
| 0,07 | 0,42 | 1,89 | 6,98 |
| 0,07 | 0,43 | 1,96 | 7,41 |
| 0,07 | 0,44 | 2,04 | 7,85 |
| 0,07 | 0,46 | 2,11 | 8,31 |
| 0,07 | 0,47 | 2,18 | 8,78 |
| 0,07 | 0,48 | 2,25 | 9,26 |
| 0,07 | 0,49 | 2,32 | 9,75 |
| 0,07 | 0,50 | 2,39 | 10,25 |
| 0,07 | 0,52 | 2,47 | 10,77 |
| 0,07 | 0,53 | 2,54 | 11,30 |
| 0,07 | 0,55 | 2,61 | 11,85 |
| 0,07 | 0,57 | 2,69 | 12,42 |
| 0,07 | 0,59 | 2,76 | 13,00 |
| 0,08 | 0,61 | 2,83 | 13,61 |
| 0,08 | 0,63 | 2,91 | 14,24 |
| 0,08 | 0,65 | 2,99 | 14,89 |
| 0,08 | 0,67 | 3,07 | 15,56 |
| 0,08 | 0,69 | 3,15 | 16,25 |
| 0,08 | 0,72 | 3,23 | 16,97 |
| 0,08 | 0,74 | 3,31 | 17,72 |
| 0,08 | 0,77 | 3,39 | 18,49 |
| 0,09 | 0,80 | 3,48 | 19,29 |
| 0,09 | 0,83 | 3,57 | 20,12 |
| 0,09 | 0,87 | 3,65 | 20,99 |
| 0,09 | 0,90 | 3,75 | 21,89 |
| 0,09 | 0,94 | 3,84 | 22,83 |
| 0,10 | 0,98 | 3,94 | 23,81 |
| 0,10 | 1,02 | 4,03 | 24,83 |
| 0,10 | 1,06 | 4,13 | 25,90 |
| 0,10 | 1,12 | 4,24 | 27,01 |
| 0,11 | 1,17 | 4,34 | 28,19 |

2 MARCHA

| Intervalo (seg) | Espaço (m) | Tempo acumulado | Espaço acumulado |
|-----------------|------------|-----------------|------------------|
| | | 4,34 | 28,19 |
| | | 4,54 | 30,39 |
| 0,21 | 2,34 | 4,75 | 32,73 |
| 0,22 | 2,52 | 4,97 | 35,25 |
| 0,22 | 2,60 | 5,19 | 37,85 |
| 0,22 | 2,68 | 5,42 | 40,52 |
| 0,22 | 2,75 | 5,64 | 43,28 |
| 0,22 | 2,83 | 5,86 | 46,11 |
| 0,22 | 2,90 | 6,08 | 49,01 |
| 0,22 | 2,97 | 6,30 | 51,98 |
| 0,22 | 3,05 | 6,52 | 55,03 |
| 0,22 | 3,15 | 6,75 | 58,17 |
| 0,23 | 3,26 | 6,97 | 61,43 |
| 0,23 | 3,38 | 7,20 | 64,81 |
| 0,23 | 3,50 | 7,44 | 68,32 |
| 0,24 | 3,63 | 7,67 | 71,95 |
| 0,24 | 3,77 | 7,91 | 75,72 |
| 0,24 | 3,91 | 8,16 | 79,64 |
| 0,25 | 4,06 | 8,41 | 83,70 |
| 0,25 | 4,22 | 8,66 | 87,91 |
| 0,26 | 4,38 | 8,92 | 92,29 |
| 0,26 | 4,55 | 9,18 | 96,84 |
| 0,27 | 4,73 | 9,45 | 101,57 |
| 0,28 | 4,94 | 9,72 | 106,52 |
| 0,28 | 5,17 | 10,01 | 111,69 |
| 0,29 | 5,41 | 10,30 | 117,10 |
| 0,30 | 5,67 | 10,60 | 122,77 |
| 0,31 | 5,95 | 10,91 | 128,72 |
| 0,32 | 6,25 | 11,23 | 134,97 |
| 0,33 | 6,53 | 11,56 | 141,50 |
| 0,34 | 6,86 | 11,90 | 148,36 |
| 0,35 | 7,27 | 12,25 | 155,63 |
| 0,37 | 7,73 | 12,62 | 163,36 |

Apêndice 3 - Cálculos das Curvas: Velocidade, Espaço e Ultrapassagem

3 MARCHA

| Intervalo (seg) | Espaço (m) | Tempo acumulado | Espaço acumulado | ULTRAPASSAGEM | | | |
|-----------------|------------|-----------------|------------------|---------------|------------|-----------|------------|
| | | 12,25 | 155,63 | | | | |
| | | 12,82 | 167,56 | | | | |
| 0,03 | 0,69 | 12,85 | 168,25 | | | | |
| 0,55 | 9,44 | 13,40 | 177,69 | Esp.inicial | Espaço (m) | Tempo iní | Tempo(seg) |
| 0,56 | 12,16 | 13,96 | 189,85 | 194,25 | | 14,16 | |
| 0,57 | 12,70 | 14,53 | 202,55 | | 0,09 | | 0,37 |
| 0,58 | 13,29 | 15,11 | 215,84 | | 0,43 | | 0,95 |
| 0,60 | 13,92 | 15,71 | 229,76 | | 1,09 | | 1,55 |
| 0,61 | 14,59 | 16,32 | 244,35 | | 2,07 | | 2,16 |
| 0,63 | 15,32 | 16,95 | 259,67 | | 3,40 | | 2,79 |
| 0,65 | 16,10 | 17,60 | 275,78 | | 5,09 | | 3,44 |
| 0,67 | 16,93 | 18,27 | 292,70 | | 7,16 | | 4,11 |
| 0,69 | 17,82 | 18,96 | 310,52 | | 9,65 | | 4,80 |
| 0,72 | 18,82 | 19,68 | 329,34 | | 12,59 | | 5,52 |
| 0,74 | 19,86 | 20,42 | 349,20 | | 16,00 | | 6,26 |
| 0,77 | 21,02 | 21,19 | 370,23 | | 19,94 | | 7,03 |
| 0,81 | 22,45 | 21,99 | 392,67 | 0 a 400m | 24,46 | | 7,84 |
| 0,85 | 24,02 | 22,84 | 416,69 | 22,25 | 29,65 | | 8,68 |
| 0,89 | 25,77 | 23,74 | 442,46 | | 35,56 | | 9,58 |
| 0,95 | 27,81 | 24,69 | 470,27 | | 42,31 | | 10,53 |
| 1,01 | 30,12 | 25,70 | 500,40 | | 50,00 | | 11,54 |
| 1,08 | 32,73 | 26,78 | 533,12 | | 58,76 | | 12,62 |
| 1,15 | 35,49 | 27,93 | 568,62 | | 68,68 | | 13,77 |
| 1,24 | 38,88 | 29,17 | 607,50 | | 80,00 | | 15,01 |
| 1,37 | 43,53 | 30,54 | 651,03 | | 93,16 | | 16,38 |
| 1,53 | 49,47 | 32,07 | 700,50 | | 108,65 | | 17,91 |
| | | | | | 38m | vf(km/h) | s (m) |
| | | | | | 9,92 | 105,27 | 258,27 |
| | | | | | 54m | | |
| | | | | | 12,03 | 109,05 | 321,09 |

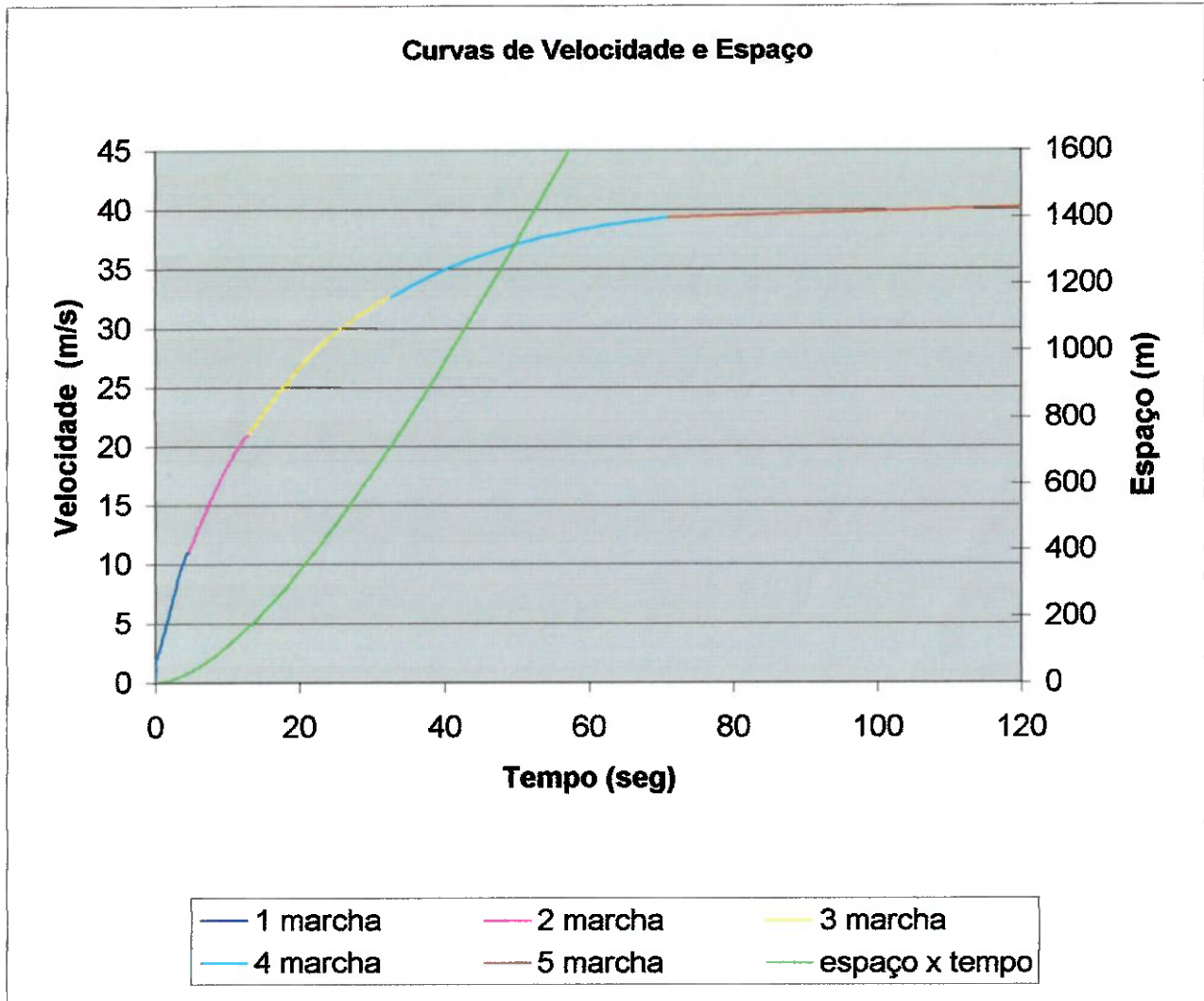
4 MARCHA

| Intervalo (seg) | Espaço (m) | Tempo acumulado | Espaço acumulado | | |
|-----------------|------------|-----------------|------------------|-----------|--|
| | | 32,07 | 700,50 | | |
| | | 32,27 | 707,01 | | |
| 1,34 | 44,04 | 33,61 | 751,05 | | |
| 2,14 | 71,40 | 35,75 | 822,45 | | |
| 2,34 | 79,86 | 38,09 | 902,30 | | |
| 2,60 | 90,42 | 40,69 | 992,72 | 0 a 1000m | |
| 2,92 | 103,53 | 43,60 | 1096,25 | 40,89 | |
| 3,34 | 120,84 | 46,94 | 1217,08 | | |
| 3,93 | 145,20 | 50,87 | 1362,28 | | |
| 4,77 | 179,39 | 55,64 | 1541,67 | | |
| 6,13 | 235,05 | 61,78 | 1776,73 | | |
| 8,99 | 350,93 | 70,77 | 2127,66 | | |

5 MARCHA

| Intervalo (seg) | Espaço (m) | Tempo acumulado | Espaço acumulado |
|-----------------|------------|-----------------|------------------|
| | | 70,77 | 2127,66 |
| | | 70,97 | 2135,54 |
| 75,59 | 3024,72 | 146,56 | 5160,25 |

Apêndice 3 - Cálculos das Curvas: Velocidade, Espaço e Ultrapassagem



Apêndice 4 - Cálculos das acelerações

| PRIMEIRA MARCHA | | redução total = | 17,378 | | |
|----------------------|---------------------|-----------------|--------|--------------------------------|------------|
| Força disponível (N) | | | | Aceleração (m/s ²) | Vel (km/h) |
| 3397,3 | | | | 1,92 | 6,10 |
| 3407,6 | | | | 1,92 | 6,71 |
| 3433,6 | | | | 1,94 | 7,31 |
| 3480,6 | | | | 1,96 | 7,92 |
| 3543,3 | | | | 2,00 | 8,53 |
| 3600,8 | $\gamma =$ | 1,47 | | 2,03 | 9,14 |
| 3674,0 | | | | 2,07 | 9,75 |
| 3757,7 | massa equivalente = | 1771,4 kg | | 2,12 | 10,36 |
| 3888,7 | | | | 2,20 | 10,97 |
| 4072,2 | | | | 2,30 | 11,58 |
| 4218,9 | | | | 2,38 | 12,19 |
| 4249,9 | | | | 2,40 | 12,80 |
| 4238,9 | | | | 2,39 | 13,41 |
| 4238,3 | | | | 2,39 | 14,02 |
| 4232,4 | | | | 2,39 | 14,63 |
| 4226,6 | | | | 2,39 | 15,24 |
| 4210,1 | | | | 2,38 | 15,85 |
| 4193,7 | | | | 2,37 | 16,46 |
| 4182,5 | | | | 2,36 | 17,07 |
| 4155,4 | | | | 2,35 | 17,68 |
| 4144,2 | | | | 2,34 | 18,29 |
| 4159,2 | | | | 2,35 | 18,90 |
| 4184,6 | | | | 2,36 | 19,51 |
| 4194,3 | | | | 2,37 | 20,12 |
| 4188,2 | | | | 2,36 | 20,73 |
| 4187,3 | | | | 2,36 | 21,34 |
| 4181,1 | | | | 2,36 | 21,94 |
| 4180,2 | | | | 2,36 | 22,55 |
| 4173,9 | | | | 2,36 | 23,16 |
| 4172,9 | | | | 2,36 | 23,77 |
| 4171,9 | | | | 2,36 | 24,38 |
| 4181,4 | | | | 2,36 | 24,99 |
| 4201,3 | | | | 2,37 | 25,60 |
| 4179,2 | | | | 2,36 | 26,21 |
| 4141,2 | | | | 2,34 | 26,82 |
| 4098,0 | | | | 2,31 | 27,43 |
| 4049,5 | | | | 2,29 | 28,04 |
| 4001,0 | | | | 2,26 | 28,65 |
| 3952,4 | | | | 2,23 | 29,26 |
| 3898,6 | | | | 2,20 | 29,87 |
| 3844,7 | | | | 2,17 | 30,48 |
| 3796,0 | | | | 2,14 | 31,09 |
| 3736,8 | | | | 2,11 | 31,70 |
| 3677,6 | | | | 2,08 | 32,31 |
| 3628,9 | | | | 2,05 | 32,92 |
| 3559,1 | | | | 2,01 | 33,53 |
| 3478,8 | | | | 1,96 | 34,14 |
| 3408,9 | | | | 1,92 | 34,75 |
| 3328,6 | | | | 1,88 | 35,36 |
| 3248,2 | | | | 1,83 | 35,96 |
| 3167,7 | | | | 1,79 | 36,57 |
| 3092,5 | | | | 1,75 | 37,18 |
| 3033,0 | | | | 1,71 | 37,79 |
| 2942,0 | | | | 1,66 | 38,40 |
| 2840,4 | | | | 1,60 | 39,01 |
| 2738,8 | | | | 1,55 | 39,62 |

Apêndice 4 - Cálculos das acelerações

| SEGUNDA MARCHA | | redução total = | 9,102 |
|----------------------|---------------------|-----------------|--|
| Força disponível (N) | | | Aceleração (m/s ²) Vel (km/h) |
| 1784,2 | | | 1,21 11,64 |
| 1788,9 | | | 1,22 12,80 |
| 1802,1 | $\gamma =$ 1,22 | | 1,23 13,97 |
| 1826,6 | | | 1,24 15,13 |
| 1859,5 | massa equivalente = | 1470,1 kg | 1,26 16,29 |
| 1889,5 | | | 1,29 17,46 |
| 1928,0 | | | 1,31 18,62 |
| 1972,1 | | | 1,34 19,79 |
| 2041,7 | | | 1,39 20,95 |
| 2139,7 | | | 1,46 22,11 |
| 2217,6 | | | 1,51 23,28 |
| 2232,8 | | | 1,52 24,44 |
| 2225,1 | | | 1,51 25,60 |
| 2222,9 | | | 1,51 26,77 |
| 2217,8 | | | 1,51 27,93 |
| 2212,6 | | | 1,51 29,10 |
| 2201,6 | | | 1,50 30,26 |
| 2190,5 | | | 1,49 31,42 |
| 2182,1 | | | 1,48 32,59 |
| 2165,1 | | | 1,47 33,75 |
| 2156,6 | | | 1,47 34,92 |
| 2162,2 | | | 1,47 36,08 |
| 2173,3 | | | 1,48 37,24 |
| 2175,9 | | | 1,48 38,41 |
| 2169,8 | | | 1,48 39,57 |
| 2166,4 | | | 1,47 40,74 |
| 2160,0 | | | 1,47 41,90 |
| 2156,5 | | | 1,47 43,06 |
| 2149,9 | | | 1,46 44,23 |
| 2146,1 | | | 1,46 45,39 |
| 2142,2 | | | 1,46 46,55 |
| 2143,9 | | | 1,46 47,72 |
| 2151,2 | | | 1,46 48,88 |
| 2135,6 | | | 1,45 50,05 |
| 2111,3 | | | 1,44 51,21 |
| 2084,1 | | | 1,42 52,37 |
| 2053,9 | | | 1,40 53,54 |
| 2023,6 | | | 1,38 54,70 |
| 1993,2 | | | 1,36 55,87 |
| 1959,8 | | | 1,33 57,03 |
| 1926,3 | | | 1,31 58,19 |
| 1895,6 | | | 1,29 59,36 |
| 1859,1 | | | 1,26 60,52 |
| 1822,4 | | | 1,24 61,68 |
| 1791,4 | | | 1,22 62,85 |
| 1748,8 | | | 1,19 64,01 |
| 1700,4 | | | 1,16 65,18 |
| 1657,6 | | | 1,13 66,34 |
| 1609,1 | | | 1,09 67,50 |
| 1560,4 | | | 1,06 68,67 |
| 1511,5 | | | 1,03 69,83 |
| 1465,5 | | | 1,00 71,00 |
| 1427,8 | | | 0,97 72,16 |
| 1373,0 | | | 0,93 73,32 |
| 1312,3 | | | 0,89 74,49 |
| 1251,6 | | | 0,85 75,65 |

Apêndice 4 - Cálculos das acelerações

| TERCEIRA MARCHA | | redução total = | 5,873 |
|----------------------|---------------------|-----------------|--|
| Força disponível (N) | | | Aceleração (m/s ²) Vel (km/h) |
| 1143,1 | | | 0,85 18,04 |
| 1144,5 | | | 0,85 19,84 |
| 1151,4 | $\gamma =$ 1,12 | | 0,85 21,65 |
| 1165,7 | | | 0,86 23,45 |
| 1185,4 | massa equivalente = | 1349,6 kg | 0,88 25,25 |
| 1203,0 | | | 0,89 27,06 |
| 1226,1 | | | 0,91 28,86 |
| 1252,7 | | | 0,93 30,66 |
| 1296,2 | | | 0,96 32,47 |
| 1358,4 | | | 1,01 34,27 |
| 1407,1 | | | 1,04 36,08 |
| 1413,8 | | | 1,05 37,88 |
| 1404,9 | | | 1,04 39,68 |
| 1399,6 | | | 1,04 41,49 |
| 1392,2 | | | 1,03 43,29 |
| 1384,5 | | | 1,03 45,10 |
| 1372,7 | | | 1,02 46,90 |
| 1360,7 | | | 1,01 48,70 |
| 1350,3 | | | 1,00 50,51 |
| 1334,0 | | | 0,99 52,31 |
| 1323,2 | | | 0,98 54,11 |
| 1321,5 | | | 0,98 55,92 |
| 1323,5 | | | 0,98 57,72 |
| 1319,4 | | | 0,98 59,53 |
| 1309,4 | | | 0,97 61,33 |
| 1301,0 | | | 0,96 63,13 |
| 1290,5 | | | 0,96 64,94 |
| 1281,6 | | | 0,95 66,74 |
| 1270,6 | | | 0,94 68,55 |
| 1261,2 | | | 0,93 70,35 |
| 1251,5 | | | 0,93 72,15 |
| 1245,3 | | | 0,92 73,96 |
| 1242,7 | | | 0,92 75,76 |
| 1224,6 | | | 0,91 77,56 |
| 1200,6 | | | 0,89 79,37 |
| 1174,3 | | | 0,87 81,17 |
| 1145,9 | | | 0,85 82,98 |
| 1117,3 | | | 0,83 84,78 |
| 1088,3 | | | 0,81 86,58 |
| 1057,2 | | | 0,78 88,39 |
| 1025,8 | | | 0,76 90,19 |
| 996,1 | | | 0,74 91,99 |
| 962,2 | | | 0,71 93,80 |
| 928,1 | | | 0,69 95,60 |
| 897,6 | | | 0,67 97,41 |
| 859,1 | | | 0,64 99,21 |
| 816,5 | | | 0,61 101,01 |
| 777,5 | | | 0,58 102,82 |
| 734,4 | | | 0,54 104,62 |
| 691,1 | | | 0,51 106,43 |
| 647,4 | | | 0,48 108,23 |
| 605,4 | | | 0,45 110,03 |
| 568,8 | | | 0,42 111,84 |
| 520,5 | | | 0,39 113,64 |
| 468,1 | | | 0,35 115,44 |
| 415,5 | | | 0,31 117,25 |

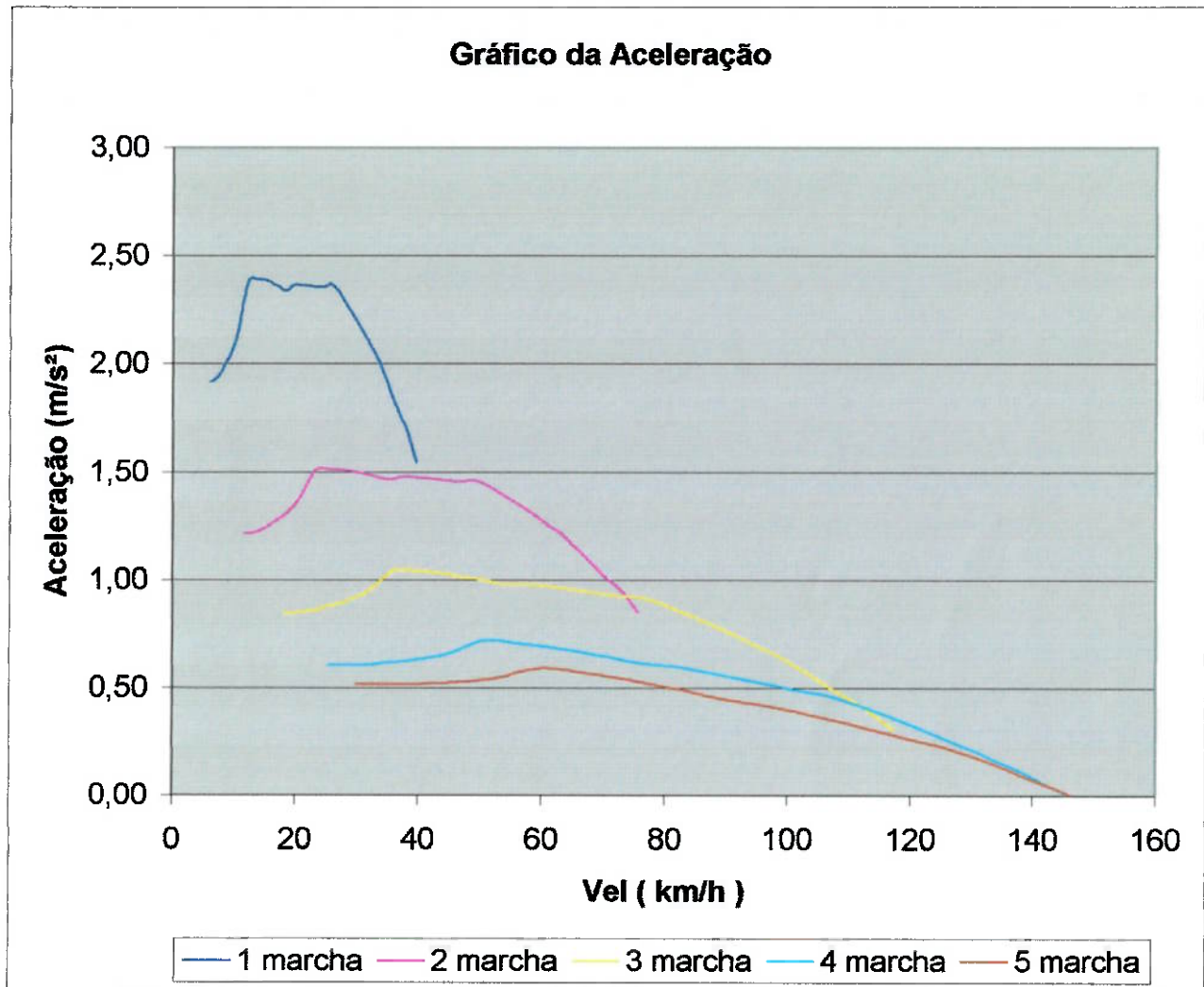
Apêndice 4 - Cálculos das acelerações

| QUARTA MARCHA | | redução total = | 4,185 |
|----------------------|---------------------|-----------------|---|
| Força disponível (N) | | | Aceleração (m/s ²) Vel (km/h) |
| 796,3 | | | 0,61 25,31 |
| 794,3 | | | 0,60 27,84 |
| 796,1 | | | 0,61 30,38 |
| 803,0 | | | 0,61 32,91 |
| 813,6 | | | 0,62 35,44 |
| 822,3 | $\gamma =$ | 1,09 | 0,63 37,97 |
| 834,8 | | | 0,64 40,50 |
| 849,5 | massa equivalente = | 1313,5 kg | 0,65 43,03 |
| 876,4 | | | 0,67 45,56 |
| 916,7 | | | 0,70 48,09 |
| 946,7 | | | 0,72 50,63 |
| 945,5 | | | 0,72 53,16 |
| 932,5 | | | 0,71 55,69 |
| 921,9 | | | 0,70 58,22 |
| 909,3 | | | 0,69 60,75 |
| 896,2 | | | 0,68 63,28 |
| 879,8 | | | 0,67 65,81 |
| 862,8 | | | 0,66 68,35 |
| 846,8 | | | 0,64 70,88 |
| 826,0 | | | 0,63 73,41 |
| 808,9 | | | 0,62 75,94 |
| 798,3 | | | 0,61 78,47 |
| 790,0 | | | 0,60 81,00 |
| 776,9 | | | 0,59 83,53 |
| 759,1 | | | 0,58 86,06 |
| 742,1 | | | 0,57 88,60 |
| 723,3 | | | 0,55 91,13 |
| 705,2 | | | 0,54 93,66 |
| 685,3 | | | 0,52 96,19 |
| 666,2 | | | 0,51 98,72 |
| 646,6 | | | 0,49 101,25 |
| 629,2 | | | 0,48 103,78 |
| 614,0 | | | 0,47 106,31 |
| 587,2 | | | 0,45 108,85 |
| 555,5 | | | 0,42 111,38 |
| 522,0 | | | 0,40 113,91 |
| 486,4 | | | 0,37 116,44 |
| 450,3 | | | 0,34 118,97 |
| 413,7 | | | 0,31 121,50 |
| 375,1 | | | 0,29 124,03 |
| 335,9 | | | 0,26 126,57 |
| 297,6 | | | 0,23 129,10 |
| 255,9 | | | 0,19 131,63 |
| 213,7 | | | 0,16 134,16 |
| 173,7 | | | 0,13 136,69 |
| 127,5 | | | 0,10 139,22 |
| 77,9 | | | 0,06 141,75 |
| 30,6 | | | 0,02 144,28 |
| -20,1 | | | -0,02 146,82 |
| -71,4 | | | -0,05 149,35 |
| -123,2 | | | -0,09 151,88 |
| -174,2 | | | -0,13 154,41 |
| -221,6 | | | -0,17 156,94 |
| -278,0 | | | -0,21 159,47 |
| -337,8 | | | -0,26 162,00 |
| -398,1 | | | -0,30 164,54 |

Apêndice 4 - Cálculos das acelerações

| QUINTA MARCHA | | redução total = | 3,546 |
|----------------------|---------------------|-----------------|---|
| Força disponível (N) | | | Aceleração (m/s ²) Vel (km/h) |
| 669,8 | | | 0,52 29,87 |
| 665,6 | | | 0,52 32,86 |
| 664,4 | $\gamma =$ | 1,07 | 0,52 35,84 |
| 667,4 | | | 0,52 38,83 |
| 673,4 | massa equivalente = | 1289,4 kg | 0,52 41,82 |
| 677,4 | | | 0,53 44,81 |
| 684,5 | | | 0,53 47,79 |
| 693,3 | | | 0,54 50,78 |
| 712,4 | | | 0,55 53,77 |
| 743,1 | | | 0,58 56,75 |
| 764,4 | | | 0,59 59,74 |
| 758,2 | | | 0,59 62,73 |
| 741,4 | | | 0,58 65,72 |
| 726,3 | | | 0,56 68,70 |
| 709,3 | | | 0,55 71,69 |
| 691,6 | | | 0,54 74,68 |
| 670,7 | | | 0,52 77,66 |
| 649,1 | | | 0,50 80,65 |
| 627,9 | | | 0,49 83,64 |
| 602,3 | | | 0,47 86,62 |
| 579,7 | | | 0,45 89,61 |
| 562,4 | | | 0,44 92,60 |
| 546,9 | | | 0,42 95,59 |
| 526,9 | | | 0,41 98,57 |
| 502,5 | | | 0,39 101,56 |
| 478,5 | | | 0,37 104,55 |
| 452,6 | | | 0,35 107,53 |
| 427,1 | | | 0,33 110,52 |
| 399,6 | | | 0,31 113,51 |
| 372,6 | | | 0,29 116,50 |
| 344,8 | | | 0,27 119,48 |
| 318,7 | | | 0,25 122,47 |
| 294,3 | | | 0,23 125,46 |
| 259,2 | | | 0,20 128,44 |
| 219,8 | | | 0,17 131,43 |
| 178,3 | | | 0,14 134,42 |
| 134,8 | | | 0,10 137,40 |
| 90,5 | | | 0,07 140,39 |
| 45,4 | | | 0,04 143,38 |
| -1,7 | | | 0,00 146,37 |
| -49,6 | | | -0,04 149,35 |
| -97,1 | | | -0,08 152,34 |
| -147,8 | | | -0,11 155,33 |
| -199,3 | | | -0,15 158,31 |
| -249,2 | | | -0,19 161,30 |
| -304,8 | | | -0,24 164,29 |
| -363,7 | | | -0,28 167,28 |
| -420,9 | | | -0,33 170,26 |
| -481,4 | | | -0,37 173,25 |
| -542,7 | | | -0,42 176,24 |
| -604,8 | | | -0,47 179,22 |
| -666,6 | | | -0,52 182,21 |
| -725,5 | | | -0,56 185,20 |
| -792,5 | | | -0,61 188,18 |
| -862,9 | | | -0,67 191,17 |
| -934,0 | | | -0,72 194,16 |

Apêndice 4 - Cálculos das Acelerações



Apêndice 5 - Cálculos de Desempenho em Aclive de 3%

| PRIMEIRA MARCHA | | | | | | | | | | |
|-----------------|------|------------|---------|-----------|---------|--------|---------|----------|---------------|---------|
| RPM / Vel | RPM | Vel (km/h) | Tm(N.m) | Top (N*m) | Fxb (N) | Rr (N) | Rax (N) | Rr + Rax | R(r+ax+acl) | Fxl (N) |
| 164,05 | 1000 | 6,10 | 66,9 | 988,22 | 3516,8 | 118,26 | 1,17 | 119,44 | 473,91 | 3042,9 |
| 164,05 | 1100 | 6,71 | 67,1 | 991,17 | 3527,3 | 118,28 | 1,42 | 119,70 | 474,17 | 3053,1 |
| 164,05 | 1200 | 7,31 | 67,6 | 998,56 | 3553,6 | 118,29 | 1,69 | 119,98 | 474,45 | 3079,1 |
| 164,05 | 1300 | 7,92 | 68,5 | 1011,85 | 3600,9 | 118,31 | 1,98 | 120,29 | 474,76 | 3126,1 |
| 164,05 | 1400 | 8,53 | 69,7 | 1029,58 | 3664,0 | 118,33 | 2,30 | 120,63 | 475,10 | 3188,9 |
| 164,05 | 1500 | 9,14 | 70,8 | 1045,83 | 3721,8 | 118,36 | 2,64 | 120,99 | 475,46 | 3246,3 |
| 164,05 | 1600 | 9,75 | 72,2 | 1066,51 | 3795,4 | 118,38 | 3,00 | 121,38 | 475,85 | 3319,5 |
| 164,05 | 1700 | 10,36 | 73,8 | 1090,14 | 3879,5 | 118,41 | 3,38 | 121,80 | 476,27 | 3403,2 |
| 164,05 | 1800 | 10,97 | 76,3 | 1127,07 | 4010,9 | 118,44 | 3,79 | 122,24 | 476,71 | 3534,2 |
| 164,05 | 1900 | 11,58 | 79,8 | 1178,77 | 4194,9 | 118,48 | 4,23 | 122,70 | 477,18 | 3717,7 |
| 164,05 | 2000 | 12,19 | 82,6 | 1220,13 | 4342,1 | 118,51 | 4,68 | 123,20 | 477,67 | 3864,4 |
| 164,05 | 2100 | 12,80 | 83,2 | 1228,99 | 4373,6 | 118,55 | 5,16 | 123,72 | 478,19 | 3895,5 |
| 164,05 | 2200 | 13,41 | 83,0 | 1226,04 | 4363,1 | 118,59 | 5,67 | 124,26 | 478,73 | 3884,4 |
| 164,05 | 2300 | 14,02 | 83,0 | 1226,04 | 4363,1 | 118,64 | 6,20 | 124,83 | 479,31 | 3883,8 |
| 164,05 | 2400 | 14,63 | 82,9 | 1224,56 | 4357,9 | 118,69 | 6,75 | 125,43 | 479,91 | 3878,0 |
| 164,05 | 2500 | 15,24 | 82,8 | 1223,08 | 4352,6 | 118,74 | 7,32 | 126,06 | 480,53 | 3872,1 |
| 164,05 | 2600 | 15,85 | 82,5 | 1218,65 | 4336,8 | 118,79 | 7,92 | 126,71 | 481,18 | 3855,7 |
| 164,05 | 2700 | 16,46 | 82,2 | 1214,22 | 4321,1 | 118,85 | 8,54 | 127,39 | 481,86 | 3839,2 |
| 164,05 | 2800 | 17,07 | 82,0 | 1211,27 | 4310,6 | 118,91 | 9,18 | 128,09 | 482,57 | 3828,0 |
| 164,05 | 2900 | 17,68 | 81,5 | 1203,88 | 4284,3 | 118,98 | 9,85 | 128,83 | 483,30 | 3801,0 |
| 164,05 | 3000 | 18,29 | 81,3 | 1200,93 | 4273,8 | 119,04 | 10,54 | 129,58 | 484,06 | 3789,7 |
| 164,05 | 3100 | 18,90 | 81,6 | 1205,36 | 4289,5 | 119,11 | 11,25 | 130,37 | 484,84 | 3804,7 |
| 164,05 | 3200 | 19,51 | 82,1 | 1212,74 | 4315,8 | 119,19 | 11,99 | 131,18 | 485,65 | 3830,2 |
| 164,05 | 3300 | 20,12 | 82,3 | 1215,70 | 4326,3 | 119,27 | 12,75 | 132,02 | 486,49 | 3839,8 |
| 164,05 | 3400 | 20,73 | 82,2 | 1214,22 | 4321,1 | 119,35 | 13,54 | 132,89 | 487,36 | 3833,7 |
| 164,05 | 3500 | 21,34 | 82,2 | 1214,22 | 4321,1 | 119,43 | 14,35 | 133,78 | 488,25 | 3832,8 |
| 164,05 | 3600 | 21,94 | 82,1 | 1212,74 | 4315,8 | 119,52 | 15,18 | 134,70 | 489,17 | 3826,6 |
| 164,05 | 3700 | 22,55 | 82,1 | 1212,74 | 4315,8 | 119,62 | 16,03 | 135,65 | 490,12 | 3825,7 |
| 164,05 | 3800 | 23,16 | 82,0 | 1211,27 | 4310,6 | 119,71 | 16,91 | 136,63 | 491,10 | 3819,5 |
| 164,05 | 3900 | 23,77 | 82,0 | 1211,27 | 4310,6 | 119,81 | 17,81 | 137,63 | 492,10 | 3818,5 |
| 164,05 | 4000 | 24,38 | 82,0 | 1211,27 | 4310,6 | 119,92 | 18,74 | 138,66 | 493,13 | 3817,4 |
| 164,05 | 4100 | 24,99 | 82,2 | 1214,22 | 4321,1 | 120,03 | 19,69 | 139,72 | 494,19 | 3826,9 |
| 164,05 | 4200 | 25,60 | 82,6 | 1220,13 | 4342,1 | 120,14 | 20,66 | 140,80 | 495,27 | 3846,8 |
| 164,05 | 4300 | 26,21 | 82,2 | 1214,22 | 4321,1 | 120,26 | 21,65 | 141,91 | 496,39 | 3824,7 |
| 164,05 | 4400 | 26,82 | 81,5 | 1203,88 | 4284,3 | 120,38 | 22,67 | 143,05 | 497,53 | 3786,7 |
| 164,05 | 4500 | 27,43 | 80,7 | 1192,06 | 4242,2 | 120,51 | 23,72 | 144,22 | 498,69 | 3743,5 |
| 164,05 | 4600 | 28,04 | 79,8 | 1178,77 | 4194,9 | 120,63 | 24,78 | 145,42 | 499,89 | 3695,0 |
| 164,05 | 4700 | 28,65 | 78,9 | 1165,48 | 4147,6 | 120,77 | 25,87 | 146,64 | 501,11 | 3646,5 |
| 164,05 | 4800 | 29,26 | 78,0 | 1152,18 | 4100,3 | 120,91 | 26,98 | 147,89 | 502,36 | 3597,9 |
| 164,05 | 4900 | 29,87 | 77,0 | 1137,41 | 4047,7 | 121,05 | 28,12 | 149,17 | 503,64 | 3544,1 |
| 164,05 | 5000 | 30,48 | 76,0 | 1122,64 | 3995,2 | 121,20 | 29,28 | 150,48 | 504,95 | 3490,2 |
| 164,05 | 5100 | 31,09 | 75,1 | 1109,34 | 3947,8 | 121,35 | 30,46 | 151,81 | 506,28 | 3441,6 |
| 164,05 | 5200 | 31,70 | 74,0 | 1093,09 | 3890,0 | 121,50 | 31,67 | 153,17 | 507,64 | 3382,4 |
| 164,05 | 5300 | 32,31 | 72,9 | 1076,85 | 3832,2 | 121,66 | 32,90 | 154,56 | 509,04 | 3323,2 |
| 164,05 | 5400 | 32,92 | 72,0 | 1063,55 | 3784,9 | 121,83 | 34,15 | 155,98 | 510,45 | 3274,4 |
| 164,05 | 5500 | 33,53 | 70,7 | 1044,35 | 3716,5 | 122,00 | 35,43 | 157,43 | 511,90 | 3204,6 |
| 164,05 | 5600 | 34,14 | 69,2 | 1022,19 | 3637,7 | 122,17 | 36,73 | 158,90 | 513,37 | 3124,3 |
| 164,05 | 5700 | 34,75 | 67,9 | 1002,99 | 3569,4 | 122,35 | 38,05 | 160,41 | 514,88 | 3054,5 |
| 164,05 | 5800 | 35,36 | 66,4 | 980,83 | 3490,5 | 122,54 | 39,40 | 161,94 | 516,41 | 2974,1 |
| 164,05 | 5900 | 35,96 | 64,9 | 958,67 | 3411,6 | 122,73 | 40,77 | 163,50 | 517,97 | 2893,7 |
| 164,05 | 6000 | 36,57 | 63,4 | 936,52 | 3332,8 | 122,92 | 42,16 | 165,08 | 519,56 | 2813,2 |
| 164,05 | 6100 | 37,18 | 62,0 | 915,84 | 3259,2 | 123,12 | 43,58 | 166,70 | 521,17 | 2738,0 |
| 164,05 | 6200 | 37,79 | 60,9 | 899,59 | 3201,4 | 123,32 | 45,02 | 168,34 | 522,82 | 2678,6 |
| 164,05 | 6300 | 38,40 | 59,2 | 874,48 | 3112,0 | 123,53 | 46,48 | 170,02 | 524,49 | 2587,5 |
| 164,05 | 6400 | 39,01 | 57,3 | 846,41 | 3012,1 | 123,75 | 47,97 | 171,72 | 526,19 | 2485,9 |
| 164,05 | 6500 | 39,62 | 55,4 | 818,34 | 2912,3 | 123,96 | 49,48 | 173,45 | 527,92 | 2384,3 |

Apêndice 5 - Cálculos de Desempenho em Active de 3%

| SEGUNDA MARCHA | | | | | | | | | | |
|----------------|------|------------|---------|-----------|---------|--------|---------|----------|---------------|---------|
| RPM / Vel | RPM | Vel (km/h) | Tm(N.m) | Top (N*m) | Fxb (N) | Rr (N) | Rax (N) | Rr + Rax | | Fxl (N) |
| 85,92 | 1000 | 11,64 | 66,9 | 535,85 | 1906,9 | 118,48 | 4,27 | 122,75 | 477,22 | 1429,7 |
| 85,92 | 1100 | 12,80 | 67,1 | 537,45 | 1912,6 | 118,55 | 5,17 | 123,72 | 478,19 | 1434,4 |
| 85,92 | 1200 | 13,97 | 67,6 | 541,46 | 1926,9 | 118,63 | 6,15 | 124,78 | 479,25 | 1447,6 |
| 85,92 | 1300 | 15,13 | 68,5 | 548,67 | 1952,5 | 118,73 | 7,22 | 125,94 | 480,42 | 1472,1 |
| 85,92 | 1400 | 16,29 | 69,7 | 558,28 | 1986,8 | 118,83 | 8,37 | 127,20 | 481,67 | 1505,1 |
| 85,92 | 1500 | 17,46 | 70,8 | 567,09 | 2018,1 | 118,95 | 9,61 | 128,56 | 483,03 | 1535,1 |
| 85,92 | 1600 | 18,62 | 72,2 | 578,30 | 2058,0 | 119,08 | 10,93 | 130,01 | 484,48 | 1573,5 |
| 85,92 | 1700 | 19,79 | 73,8 | 591,12 | 2103,6 | 119,22 | 12,34 | 131,56 | 486,03 | 1617,6 |
| 85,92 | 1800 | 20,95 | 76,3 | 611,14 | 2174,9 | 119,38 | 13,83 | 133,21 | 487,68 | 1687,2 |
| 85,92 | 1900 | 22,11 | 79,8 | 639,18 | 2274,6 | 119,55 | 15,41 | 134,96 | 489,43 | 1785,2 |
| 85,92 | 2000 | 23,28 | 82,6 | 661,60 | 2354,5 | 119,73 | 17,08 | 136,81 | 491,28 | 1863,2 |
| 85,92 | 2100 | 24,44 | 83,2 | 666,41 | 2371,6 | 119,93 | 18,83 | 138,76 | 493,23 | 1878,3 |
| 85,92 | 2200 | 25,60 | 83,0 | 664,81 | 2365,9 | 120,14 | 20,66 | 140,81 | 495,28 | 1870,6 |
| 85,92 | 2300 | 26,77 | 83,0 | 664,81 | 2365,9 | 120,37 | 22,59 | 142,95 | 497,43 | 1868,4 |
| 85,92 | 2400 | 27,93 | 82,9 | 664,01 | 2363,0 | 120,61 | 24,59 | 145,20 | 499,68 | 1863,3 |
| 85,92 | 2500 | 29,10 | 82,8 | 663,20 | 2360,2 | 120,87 | 26,68 | 147,55 | 502,03 | 1858,1 |
| 85,92 | 2600 | 30,26 | 82,5 | 660,80 | 2351,6 | 121,14 | 28,86 | 150,00 | 504,48 | 1847,1 |
| 85,92 | 2700 | 31,42 | 82,2 | 658,40 | 2343,1 | 121,43 | 31,12 | 152,56 | 507,03 | 1836,0 |
| 85,92 | 2800 | 32,59 | 82,0 | 656,80 | 2337,4 | 121,74 | 33,47 | 155,21 | 509,68 | 1827,7 |
| 85,92 | 2900 | 33,75 | 81,5 | 652,79 | 2323,1 | 122,06 | 35,91 | 157,97 | 512,44 | 1810,7 |
| 85,92 | 3000 | 34,92 | 81,3 | 651,19 | 2317,4 | 122,40 | 38,42 | 160,83 | 515,30 | 1802,1 |
| 85,92 | 3100 | 36,08 | 81,6 | 653,59 | 2326,0 | 122,76 | 41,03 | 163,79 | 518,26 | 1807,7 |
| 85,92 | 3200 | 37,24 | 82,1 | 657,60 | 2340,2 | 123,14 | 43,72 | 166,86 | 521,33 | 1818,9 |
| 85,92 | 3300 | 38,41 | 82,3 | 659,20 | 2345,9 | 123,53 | 46,49 | 170,03 | 524,50 | 1821,4 |
| 85,92 | 3400 | 39,57 | 82,2 | 658,40 | 2343,1 | 123,95 | 49,35 | 173,30 | 527,77 | 1815,3 |
| 85,92 | 3500 | 40,74 | 82,2 | 658,40 | 2343,1 | 124,38 | 52,30 | 176,68 | 531,15 | 1811,9 |
| 85,92 | 3600 | 41,90 | 82,1 | 657,60 | 2340,2 | 124,83 | 55,33 | 180,16 | 534,63 | 1805,6 |
| 85,92 | 3700 | 43,06 | 82,1 | 657,60 | 2340,2 | 125,30 | 58,45 | 183,74 | 538,22 | 1802,0 |
| 85,92 | 3800 | 44,23 | 82,0 | 656,80 | 2337,4 | 125,78 | 61,65 | 187,43 | 541,91 | 1795,4 |
| 85,92 | 3900 | 45,39 | 82,0 | 656,80 | 2337,4 | 126,29 | 64,94 | 191,23 | 545,70 | 1791,7 |
| 85,92 | 4000 | 46,55 | 82,0 | 656,80 | 2337,4 | 126,82 | 68,31 | 195,13 | 549,60 | 1787,8 |
| 85,92 | 4100 | 47,72 | 82,2 | 658,40 | 2343,1 | 127,37 | 71,77 | 199,14 | 553,61 | 1789,4 |
| 85,92 | 4200 | 48,88 | 82,6 | 661,60 | 2354,5 | 127,94 | 75,31 | 203,25 | 557,72 | 1796,7 |
| 85,92 | 4300 | 50,05 | 82,2 | 658,40 | 2343,1 | 128,53 | 78,94 | 207,47 | 561,94 | 1781,1 |
| 85,92 | 4400 | 51,21 | 81,5 | 652,79 | 2323,1 | 129,14 | 82,66 | 211,79 | 566,26 | 1756,8 |
| 85,92 | 4500 | 52,37 | 80,7 | 646,38 | 2300,3 | 129,77 | 86,46 | 216,22 | 570,70 | 1729,6 |
| 85,92 | 4600 | 53,54 | 79,8 | 639,18 | 2274,6 | 130,42 | 90,34 | 220,76 | 575,23 | 1699,4 |
| 85,92 | 4700 | 54,70 | 78,9 | 631,97 | 2249,0 | 131,10 | 94,31 | 225,41 | 579,88 | 1669,1 |
| 85,92 | 4800 | 55,87 | 78,0 | 624,76 | 2223,3 | 131,79 | 98,37 | 230,16 | 584,63 | 1638,7 |
| 85,92 | 4900 | 57,03 | 77,0 | 616,75 | 2194,8 | 132,51 | 102,51 | 235,02 | 589,49 | 1605,3 |
| 85,92 | 5000 | 58,19 | 76,0 | 608,74 | 2166,3 | 133,25 | 106,73 | 239,99 | 594,46 | 1571,9 |
| 85,92 | 5100 | 59,36 | 75,1 | 601,53 | 2140,7 | 134,02 | 111,05 | 245,06 | 599,53 | 1541,1 |
| 85,92 | 5200 | 60,52 | 74,0 | 592,72 | 2109,3 | 134,80 | 115,44 | 250,25 | 604,72 | 1504,6 |
| 85,92 | 5300 | 61,68 | 72,9 | 583,91 | 2078,0 | 135,61 | 119,93 | 255,54 | 610,01 | 1468,0 |
| 85,92 | 5400 | 62,85 | 72,0 | 576,70 | 2052,3 | 136,44 | 124,50 | 260,94 | 615,41 | 1436,9 |
| 85,92 | 5500 | 64,01 | 70,7 | 566,29 | 2015,3 | 137,30 | 129,15 | 266,45 | 620,92 | 1394,3 |
| 85,92 | 5600 | 65,18 | 69,2 | 554,27 | 1972,5 | 138,18 | 133,89 | 272,07 | 626,54 | 1346,0 |
| 85,92 | 5700 | 66,34 | 67,9 | 543,86 | 1935,4 | 139,08 | 138,71 | 277,79 | 632,27 | 1303,2 |
| 85,92 | 5800 | 67,50 | 66,4 | 531,84 | 1892,7 | 140,01 | 143,62 | 283,63 | 638,10 | 1254,6 |
| 85,92 | 5900 | 68,67 | 64,9 | 519,83 | 1849,9 | 140,96 | 148,62 | 289,58 | 644,05 | 1205,9 |
| 85,92 | 6000 | 69,83 | 63,4 | 507,82 | 1807,2 | 141,94 | 153,70 | 295,64 | 650,11 | 1157,1 |
| 85,92 | 6100 | 71,00 | 62,0 | 496,60 | 1767,3 | 142,94 | 158,86 | 301,80 | 656,27 | 1111,0 |
| 85,92 | 6200 | 72,16 | 60,9 | 487,79 | 1735,9 | 143,96 | 164,12 | 308,08 | 662,55 | 1073,4 |
| 85,92 | 6300 | 73,32 | 59,2 | 474,17 | 1687,5 | 145,02 | 169,45 | 314,47 | 668,94 | 1018,5 |
| 85,92 | 6400 | 74,49 | 57,3 | 458,96 | 1633,3 | 146,09 | 174,87 | 320,97 | 675,44 | 957,9 |
| 85,92 | 6500 | 75,65 | 55,4 | 443,74 | 1579,1 | 147,19 | 180,38 | 327,58 | 682,05 | 897,1 |

Apêndice 5 - Cálculos de Desempenho em Active de 3%

| TERCEIRA MARCHA | | | | | | | | | | |
|------------------------|------------|-------------------|----------------|------------------|----------------|---------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|
| RPM / Vel | RPM | Vel (km/h) | Tm(N.m) | Top (N*m) | Fxb (N) | Rr (N) | Rax (N) | Rr + Rax | | Fxl (N) |
| 55,44 | 1000 | 18,04 | 66,9 | 357,53 | 1272,3 | 119,0 | 10,26 | 129,27 | 483,74 | 788,6 |
| 55,44 | 1100 | 19,84 | 67,1 | 358,60 | 1276,1 | 119,2 | 12,41 | 131,64 | 486,11 | 790,0 |
| 55,44 | 1200 | 21,65 | 67,6 | 361,27 | 1285,7 | 119,5 | 14,77 | 134,25 | 488,72 | 796,9 |
| 55,44 | 1300 | 23,45 | 68,5 | 366,08 | 1302,8 | 119,8 | 17,33 | 137,09 | 491,56 | 811,2 |
| 55,44 | 1400 | 25,25 | 69,7 | 372,49 | 1325,6 | 120,1 | 20,10 | 140,18 | 494,65 | 830,9 |
| 55,44 | 1500 | 27,06 | 70,8 | 378,37 | 1346,5 | 120,4 | 23,07 | 143,50 | 497,97 | 848,5 |
| 55,44 | 1600 | 28,86 | 72,2 | 385,85 | 1373,1 | 120,8 | 26,25 | 147,07 | 501,54 | 871,6 |
| 55,44 | 1700 | 30,66 | 73,8 | 394,40 | 1403,6 | 121,2 | 29,64 | 150,88 | 505,35 | 898,2 |
| 55,44 | 1800 | 32,47 | 76,3 | 407,76 | 1451,1 | 121,7 | 33,23 | 154,94 | 509,41 | 941,7 |
| 55,44 | 1900 | 34,27 | 79,8 | 426,47 | 1517,7 | 122,2 | 37,02 | 159,24 | 513,71 | 1004,0 |
| 55,44 | 2000 | 36,08 | 82,6 | 441,43 | 1570,9 | 122,8 | 41,02 | 163,78 | 518,26 | 1052,7 |
| 55,44 | 2100 | 37,88 | 83,2 | 444,64 | 1582,3 | 123,4 | 45,23 | 168,58 | 523,05 | 1059,3 |
| 55,44 | 2200 | 39,68 | 83,0 | 443,57 | 1578,5 | 124,0 | 49,64 | 173,62 | 528,09 | 1050,4 |
| 55,44 | 2300 | 41,49 | 83,0 | 443,57 | 1578,5 | 124,7 | 54,25 | 178,92 | 533,39 | 1045,1 |
| 55,44 | 2400 | 43,29 | 82,9 | 443,03 | 1576,6 | 125,4 | 59,07 | 184,46 | 538,93 | 1037,7 |
| 55,44 | 2500 | 45,10 | 82,8 | 442,50 | 1574,7 | 126,2 | 64,10 | 190,26 | 544,73 | 1030,0 |
| 55,44 | 2600 | 46,90 | 82,5 | 440,90 | 1569,0 | 127,0 | 69,33 | 196,31 | 550,78 | 1018,2 |
| 55,44 | 2700 | 48,70 | 82,2 | 439,29 | 1563,3 | 127,8 | 74,76 | 202,61 | 557,08 | 1006,2 |
| 55,44 | 2800 | 50,51 | 82,0 | 438,22 | 1559,5 | 128,8 | 80,40 | 209,17 | 563,64 | 995,9 |
| 55,44 | 2900 | 52,31 | 81,5 | 435,55 | 1550,0 | 129,7 | 86,25 | 215,98 | 570,45 | 979,6 |
| 55,44 | 3000 | 54,11 | 81,3 | 434,48 | 1546,2 | 130,8 | 92,30 | 223,05 | 577,52 | 968,7 |
| 55,44 | 3100 | 55,92 | 81,6 | 436,09 | 1551,9 | 131,8 | 98,55 | 230,38 | 584,85 | 967,1 |
| 55,44 | 3200 | 57,72 | 82,1 | 438,76 | 1561,4 | 132,9 | 105,02 | 237,96 | 592,44 | 969,0 |
| 55,44 | 3300 | 59,53 | 82,3 | 439,83 | 1565,2 | 134,1 | 111,68 | 245,81 | 600,28 | 964,9 |
| 55,44 | 3400 | 61,33 | 82,2 | 439,29 | 1563,3 | 135,4 | 118,55 | 253,91 | 608,39 | 954,9 |
| 55,44 | 3500 | 63,13 | 82,2 | 439,29 | 1563,3 | 136,7 | 125,63 | 262,28 | 616,75 | 946,6 |
| 55,44 | 3600 | 64,94 | 82,1 | 438,76 | 1561,4 | 138,0 | 132,91 | 270,91 | 625,38 | 936,0 |
| 55,44 | 3700 | 66,74 | 82,1 | 438,76 | 1561,4 | 139,4 | 140,40 | 279,79 | 634,27 | 927,2 |
| 55,44 | 3800 | 68,55 | 82,0 | 438,22 | 1559,5 | 140,9 | 148,09 | 288,95 | 643,42 | 916,1 |
| 55,44 | 3900 | 70,35 | 82,0 | 438,22 | 1559,5 | 142,4 | 155,98 | 298,36 | 652,84 | 906,7 |
| 55,44 | 4000 | 72,15 | 82,0 | 438,22 | 1559,5 | 144,0 | 164,09 | 308,04 | 662,52 | 897,0 |
| 55,44 | 4100 | 73,96 | 82,2 | 439,29 | 1563,3 | 145,6 | 172,39 | 317,99 | 672,46 | 890,9 |
| 55,44 | 4200 | 75,76 | 82,6 | 441,43 | 1570,9 | 147,3 | 180,91 | 328,20 | 682,68 | 888,3 |
| 55,44 | 4300 | 77,56 | 82,2 | 439,29 | 1563,3 | 149,1 | 189,62 | 338,68 | 693,16 | 870,2 |
| 55,44 | 4400 | 79,37 | 81,5 | 435,55 | 1550,0 | 150,9 | 198,54 | 349,43 | 703,90 | 846,1 |
| 55,44 | 4500 | 81,17 | 80,7 | 431,28 | 1534,8 | 152,8 | 207,67 | 360,45 | 714,92 | 819,9 |
| 55,44 | 4600 | 82,98 | 79,8 | 426,47 | 1517,7 | 154,7 | 217,00 | 371,73 | 726,20 | 791,5 |
| 55,44 | 4700 | 84,78 | 78,9 | 421,66 | 1500,6 | 156,7 | 226,54 | 383,29 | 737,76 | 762,8 |
| 55,44 | 4800 | 86,58 | 78,0 | 416,85 | 1483,4 | 158,8 | 236,28 | 395,11 | 749,58 | 733,9 |
| 55,44 | 4900 | 88,39 | 77,0 | 411,50 | 1464,4 | 161,0 | 246,23 | 407,21 | 761,68 | 702,7 |
| 55,44 | 5000 | 90,19 | 76,0 | 406,16 | 1445,4 | 163,2 | 256,38 | 419,57 | 774,05 | 671,4 |
| 55,44 | 5100 | 91,99 | 75,1 | 401,35 | 1428,3 | 165,5 | 266,74 | 432,22 | 786,69 | 641,6 |
| 55,44 | 5200 | 93,80 | 74,0 | 395,47 | 1407,4 | 167,8 | 277,31 | 445,13 | 799,60 | 607,8 |
| 55,44 | 5300 | 95,60 | 72,9 | 389,59 | 1386,4 | 170,2 | 288,07 | 458,32 | 812,79 | 573,7 |
| 55,44 | 5400 | 97,41 | 72,0 | 384,78 | 1369,3 | 172,7 | 299,05 | 471,78 | 826,25 | 543,1 |
| 55,44 | 5500 | 99,21 | 70,7 | 377,83 | 1344,6 | 175,3 | 310,23 | 485,52 | 839,99 | 504,6 |
| 55,44 | 5600 | 101,01 | 69,2 | 369,82 | 1316,1 | 177,9 | 321,61 | 499,53 | 854,00 | 462,1 |
| 55,44 | 5700 | 102,82 | 67,9 | 362,87 | 1291,4 | 180,6 | 333,20 | 513,82 | 868,29 | 423,1 |
| 55,44 | 5800 | 104,62 | 66,4 | 354,85 | 1262,8 | 183,4 | 344,99 | 528,39 | 882,86 | 380,0 |
| 55,44 | 5900 | 106,43 | 64,9 | 346,84 | 1234,3 | 186,2 | 356,99 | 543,23 | 897,71 | 336,6 |
| 55,44 | 6000 | 108,23 | 63,4 | 338,82 | 1205,8 | 189,2 | 369,19 | 558,36 | 912,83 | 292,9 |
| 55,44 | 6100 | 110,03 | 62,0 | 331,34 | 1179,1 | 192,2 | 381,60 | 573,76 | 928,23 | 250,9 |
| 55,44 | 6200 | 111,84 | 60,9 | 325,46 | 1158,2 | 195,2 | 394,22 | 589,44 | 943,91 | 214,3 |
| 55,44 | 6300 | 113,64 | 59,2 | 316,38 | 1125,9 | 198,4 | 407,04 | 605,40 | 959,88 | 166,0 |
| 55,44 | 6400 | 115,44 | 57,3 | 306,22 | 1089,8 | 201,6 | 420,06 | 621,65 | 976,12 | 113,6 |
| 55,44 | 6500 | 117,25 | 55,4 | 296,07 | 1053,6 | 204,9 | 433,29 | 638,17 | 992,64 | 61,0 |

| QUARTA MARCHA | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------------|---------|-----------|---------|--------|---------|----------|----------------|--------|
| RPM / Vel | RPM | Vel (km/h) | Tm(N.m) | Top (N*m) | Fxb (N) | Rr (N) | Rax (N) | Rr + Rax | Fxl (N) | |
| 39,51 | 1000 | 25,31 | 66,9 | 263,17 | 936,6 | 120,1 | 20,20 | 140,28 | 494,76 | 441,8 |
| 39,51 | 1100 | 27,84 | 67,1 | 263,96 | 939,4 | 120,6 | 24,44 | 145,03 | 499,50 | 439,9 |
| 39,51 | 1200 | 30,38 | 67,6 | 265,93 | 946,4 | 121,2 | 29,08 | 150,25 | 504,73 | 441,6 |
| 39,51 | 1300 | 32,91 | 68,5 | 269,47 | 959,0 | 121,8 | 34,13 | 155,96 | 510,43 | 448,5 |
| 39,51 | 1400 | 35,44 | 69,7 | 274,19 | 975,8 | 122,6 | 39,58 | 162,15 | 516,62 | 459,1 |
| 39,51 | 1500 | 37,97 | 70,8 | 278,52 | 991,2 | 123,4 | 45,44 | 168,82 | 523,29 | 467,9 |
| 39,51 | 1600 | 40,50 | 72,2 | 284,02 | 1010,8 | 124,3 | 51,70 | 175,99 | 530,46 | 480,3 |
| 39,51 | 1700 | 43,03 | 73,8 | 290,32 | 1033,2 | 125,3 | 58,37 | 183,65 | 538,12 | 495,0 |
| 39,51 | 1800 | 45,56 | 76,3 | 300,15 | 1068,2 | 126,4 | 65,43 | 191,80 | 546,28 | 521,9 |
| 39,51 | 1900 | 48,09 | 79,8 | 313,92 | 1117,2 | 127,6 | 72,91 | 200,46 | 554,93 | 562,2 |
| 39,51 | 2000 | 50,63 | 82,6 | 324,94 | 1156,4 | 128,8 | 80,78 | 209,61 | 564,08 | 592,3 |
| 39,51 | 2100 | 53,16 | 83,2 | 327,30 | 1164,8 | 130,2 | 89,06 | 219,27 | 573,74 | 591,0 |
| 39,51 | 2200 | 55,69 | 83,0 | 326,51 | 1162,0 | 131,7 | 97,75 | 229,43 | 583,90 | 578,1 |
| 39,51 | 2300 | 58,22 | 83,0 | 326,51 | 1162,0 | 133,3 | 106,83 | 240,10 | 594,58 | 567,4 |
| 39,51 | 2400 | 60,75 | 82,9 | 326,12 | 1160,6 | 135,0 | 116,33 | 251,29 | 605,76 | 554,8 |
| 39,51 | 2500 | 63,28 | 82,8 | 325,72 | 1159,2 | 136,8 | 126,22 | 262,98 | 617,45 | 541,7 |
| 39,51 | 2600 | 65,81 | 82,5 | 324,54 | 1155,0 | 138,7 | 136,52 | 275,19 | 629,66 | 525,3 |
| 39,51 | 2700 | 68,35 | 82,2 | 323,36 | 1150,8 | 140,7 | 147,23 | 287,92 | 642,39 | 508,4 |
| 39,51 | 2800 | 70,88 | 82,0 | 322,58 | 1148,0 | 142,8 | 158,33 | 301,17 | 655,64 | 492,3 |
| 39,51 | 2900 | 73,41 | 81,5 | 320,61 | 1141,0 | 145,1 | 169,84 | 314,94 | 669,41 | 471,5 |
| 39,51 | 3000 | 75,94 | 81,3 | 319,82 | 1138,2 | 147,5 | 181,76 | 329,23 | 683,70 | 454,5 |
| 39,51 | 3100 | 78,47 | 81,6 | 321,00 | 1142,4 | 150,0 | 194,08 | 344,05 | 698,52 | 443,8 |
| 39,51 | 3200 | 81,00 | 82,1 | 322,97 | 1149,4 | 152,6 | 206,80 | 359,40 | 713,87 | 435,5 |
| 39,51 | 3300 | 83,53 | 82,3 | 323,76 | 1152,2 | 155,3 | 219,93 | 375,27 | 729,74 | 422,4 |
| 39,51 | 3400 | 86,06 | 82,2 | 323,36 | 1150,8 | 158,2 | 233,46 | 391,68 | 746,15 | 404,6 |
| 39,51 | 3500 | 88,60 | 82,2 | 323,36 | 1150,8 | 161,2 | 247,40 | 408,62 | 763,09 | 387,7 |
| 39,51 | 3600 | 91,13 | 82,1 | 322,97 | 1149,4 | 164,4 | 261,73 | 426,10 | 780,57 | 368,8 |
| 39,51 | 3700 | 93,66 | 82,1 | 322,97 | 1149,4 | 167,6 | 276,48 | 444,12 | 798,59 | 350,8 |
| 39,51 | 3800 | 96,19 | 82,0 | 322,58 | 1148,0 | 171,0 | 291,62 | 462,67 | 817,14 | 330,8 |
| 39,51 | 3900 | 98,72 | 82,0 | 322,58 | 1148,0 | 174,6 | 307,17 | 481,77 | 836,24 | 311,7 |
| 39,51 | 4000 | 101,25 | 82,0 | 322,58 | 1148,0 | 178,3 | 323,13 | 501,40 | 855,88 | 292,1 |
| 39,51 | 4100 | 103,78 | 82,2 | 323,36 | 1150,8 | 182,1 | 339,49 | 521,59 | 876,06 | 274,7 |
| 39,51 | 4200 | 106,31 | 82,6 | 324,94 | 1156,4 | 186,1 | 356,25 | 542,32 | 896,79 | 259,6 |
| 39,51 | 4300 | 108,85 | 82,2 | 323,36 | 1150,8 | 190,2 | 373,42 | 563,59 | 918,07 | 232,7 |
| 39,51 | 4400 | 111,38 | 81,5 | 320,61 | 1141,0 | 194,4 | 390,99 | 585,42 | 939,89 | 201,1 |
| 39,51 | 4500 | 113,91 | 80,7 | 317,46 | 1129,8 | 198,8 | 408,96 | 607,80 | 962,27 | 167,5 |
| 39,51 | 4600 | 116,44 | 79,8 | 313,92 | 1117,2 | 203,4 | 427,34 | 630,73 | 985,21 | 132,0 |
| 39,51 | 4700 | 118,97 | 78,9 | 310,38 | 1104,6 | 208,1 | 446,12 | 654,22 | 1008,69 | 95,9 |
| 39,51 | 4800 | 121,50 | 78,0 | 306,84 | 1092,0 | 213,0 | 465,31 | 678,26 | 1032,74 | 59,2 |
| 39,51 | 4900 | 124,03 | 77,0 | 302,91 | 1078,0 | 218,0 | 484,90 | 702,87 | 1057,34 | 20,6 |
| 39,51 | 5000 | 126,57 | 76,0 | 298,97 | 1064,0 | 223,1 | 504,89 | 728,03 | 1082,50 | -18,5 |
| 39,51 | 5100 | 129,10 | 75,1 | 295,43 | 1051,4 | 228,5 | 525,29 | 753,75 | 1108,22 | -56,9 |
| 39,51 | 5200 | 131,63 | 74,0 | 291,10 | 1036,0 | 233,9 | 546,09 | 780,04 | 1134,51 | -98,5 |
| 39,51 | 5300 | 134,16 | 72,9 | 286,78 | 1020,6 | 239,6 | 567,29 | 806,89 | 1161,36 | -140,8 |
| 39,51 | 5400 | 136,69 | 72,0 | 283,24 | 1008,0 | 245,4 | 588,90 | 834,30 | 1188,78 | -180,8 |
| 39,51 | 5500 | 139,22 | 70,7 | 278,12 | 989,8 | 251,4 | 610,92 | 862,29 | 1216,76 | -227,0 |
| 39,51 | 5600 | 141,75 | 69,2 | 272,22 | 968,8 | 257,5 | 633,33 | 890,84 | 1245,31 | -276,5 |
| 39,51 | 5700 | 144,28 | 67,9 | 267,11 | 950,6 | 263,8 | 656,15 | 919,96 | 1274,43 | -323,9 |
| 39,51 | 5800 | 146,82 | 66,4 | 261,21 | 929,6 | 270,3 | 679,38 | 949,66 | 1304,13 | -374,6 |
| 39,51 | 5900 | 149,35 | 64,9 | 255,31 | 908,6 | 276,9 | 703,01 | 979,93 | 1334,40 | -425,8 |
| 39,51 | 6000 | 151,88 | 63,4 | 249,41 | 887,6 | 283,7 | 727,04 | 1010,77 | 1365,24 | -477,7 |
| 39,51 | 6100 | 154,41 | 62,0 | 243,90 | 868,0 | 290,7 | 751,48 | 1042,19 | 1396,66 | -528,7 |
| 39,51 | 6200 | 156,94 | 60,9 | 239,57 | 852,6 | 297,9 | 776,32 | 1074,19 | 1428,66 | -576,1 |
| 39,51 | 6300 | 159,47 | 59,2 | 232,88 | 828,8 | 305,2 | 801,56 | 1106,76 | 1461,23 | -632,5 |
| 39,51 | 6400 | 162,00 | 57,3 | 225,41 | 802,2 | 312,7 | 827,21 | 1139,92 | 1494,39 | -692,2 |
| 39,51 | 6500 | 164,54 | 55,4 | 217,94 | 775,6 | 320,4 | 853,26 | 1173,66 | 1528,13 | -752,6 |

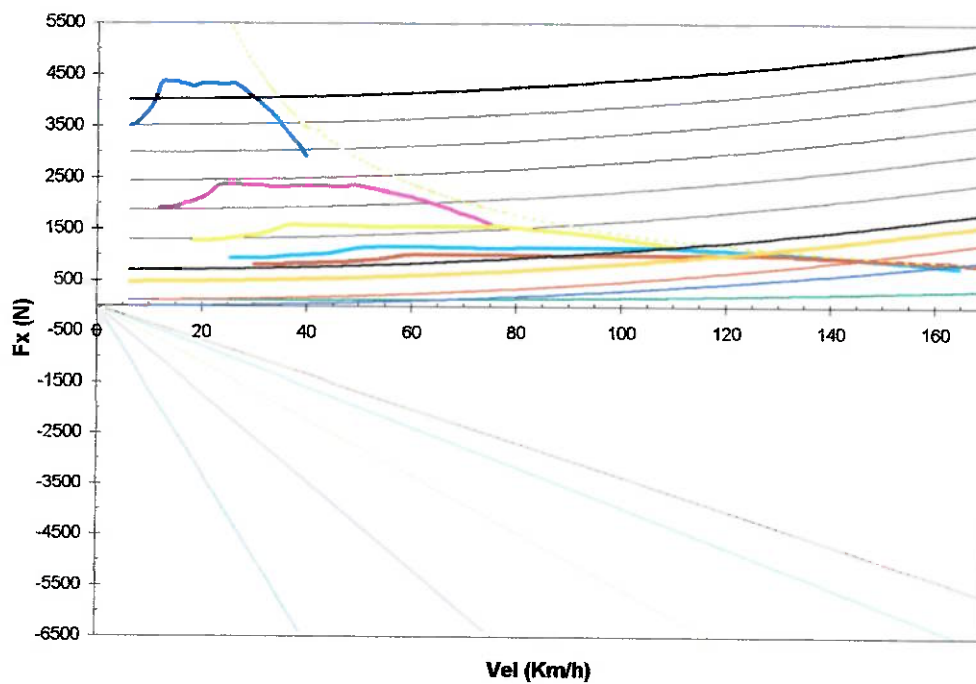
Apêndice 5 - Cálculos de Desempenho em Active de 3%

| QUINTA MARCHA | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------------|---------|-----------|---------|--------|---------|----------|----------------|---------|
| RPM / Vel | RPM | Vel (km/h) | Tm(N.m) | Top (N*m) | Fxb (N) | Rr (N) | Rax (N) | Rr + Rax | | Fxl (N) |
| 33,48 | 1000 | 29,87 | 66,9 | 230,14 | 819,0 | 121,0 | 28,12 | 149,17 | 503,64 | 315,4 |
| 33,48 | 1100 | 32,86 | 67,1 | 230,83 | 821,4 | 121,8 | 34,03 | 155,84 | 510,31 | 311,1 |
| 33,48 | 1200 | 35,84 | 67,6 | 232,55 | 827,6 | 122,7 | 40,50 | 163,19 | 517,66 | 309,9 |
| 33,48 | 1300 | 38,83 | 68,5 | 235,64 | 838,6 | 123,7 | 47,53 | 171,21 | 525,68 | 312,9 |
| 33,48 | 1400 | 41,82 | 69,7 | 239,77 | 853,3 | 124,8 | 55,12 | 179,92 | 534,39 | 318,9 |
| 33,48 | 1500 | 44,81 | 70,8 | 243,55 | 866,7 | 126,0 | 63,28 | 189,31 | 543,78 | 323,0 |
| 33,48 | 1600 | 47,79 | 72,2 | 248,37 | 883,9 | 127,4 | 71,99 | 199,40 | 553,87 | 330,0 |
| 33,48 | 1700 | 50,78 | 73,8 | 253,87 | 903,5 | 128,9 | 81,27 | 210,18 | 564,66 | 338,8 |
| 33,48 | 1800 | 53,77 | 76,3 | 262,47 | 934,1 | 130,6 | 91,12 | 221,67 | 576,14 | 357,9 |
| 33,48 | 1900 | 56,75 | 79,8 | 274,51 | 976,9 | 132,3 | 101,52 | 233,86 | 588,33 | 388,6 |
| 33,48 | 2000 | 59,74 | 82,6 | 284,15 | 1011,2 | 134,3 | 112,49 | 246,76 | 601,23 | 410,0 |
| 33,48 | 2100 | 62,73 | 83,2 | 286,21 | 1018,5 | 136,4 | 124,02 | 260,38 | 614,85 | 403,7 |
| 33,48 | 2200 | 65,72 | 83,0 | 285,52 | 1016,1 | 138,6 | 136,11 | 274,71 | 629,18 | 386,9 |
| 33,48 | 2300 | 68,70 | 83,0 | 285,52 | 1016,1 | 141,0 | 148,77 | 289,76 | 644,23 | 371,9 |
| 33,48 | 2400 | 71,69 | 82,9 | 285,18 | 1014,9 | 143,5 | 161,99 | 305,53 | 660,00 | 354,9 |
| 33,48 | 2500 | 74,68 | 82,8 | 284,83 | 1013,6 | 146,3 | 175,77 | 322,03 | 676,51 | 337,1 |
| 33,48 | 2600 | 77,66 | 82,5 | 283,80 | 1010,0 | 149,2 | 190,11 | 339,27 | 693,74 | 316,2 |
| 33,48 | 2700 | 80,65 | 82,2 | 282,77 | 1006,3 | 152,2 | 205,01 | 357,23 | 711,71 | 294,6 |
| 33,48 | 2800 | 83,64 | 82,0 | 282,08 | 1003,9 | 155,5 | 220,48 | 375,94 | 730,41 | 273,4 |
| 33,48 | 2900 | 86,62 | 81,5 | 280,36 | 997,7 | 158,9 | 236,51 | 395,38 | 749,86 | 247,9 |
| 33,48 | 3000 | 89,61 | 81,3 | 279,67 | 995,3 | 162,5 | 253,10 | 415,57 | 770,05 | 225,2 |
| 33,48 | 3100 | 92,60 | 81,6 | 280,71 | 999,0 | 166,3 | 270,26 | 436,51 | 790,98 | 208,0 |
| 33,48 | 3200 | 95,59 | 82,1 | 282,43 | 1005,1 | 170,2 | 287,97 | 458,20 | 812,67 | 192,4 |
| 33,48 | 3300 | 98,57 | 82,3 | 283,11 | 1007,5 | 174,4 | 306,25 | 480,63 | 835,11 | 172,4 |
| 33,48 | 3400 | 101,56 | 82,2 | 282,77 | 1006,3 | 178,7 | 325,10 | 503,83 | 858,30 | 148,0 |
| 33,48 | 3500 | 104,55 | 82,2 | 282,77 | 1006,3 | 183,3 | 344,50 | 527,78 | 882,25 | 124,0 |
| 33,48 | 3600 | 107,53 | 82,1 | 282,43 | 1005,1 | 188,0 | 364,47 | 552,50 | 906,97 | 98,1 |
| 33,48 | 3700 | 110,52 | 82,1 | 282,43 | 1005,1 | 193,0 | 385,00 | 577,98 | 932,45 | 72,6 |
| 33,48 | 3800 | 113,51 | 82,0 | 282,08 | 1003,9 | 198,1 | 406,09 | 604,22 | 958,69 | 45,2 |
| 33,48 | 3900 | 116,50 | 82,0 | 282,08 | 1003,9 | 203,5 | 427,74 | 631,24 | 985,71 | 18,1 |
| 33,48 | 4000 | 119,48 | 82,0 | 282,08 | 1003,9 | 209,1 | 449,96 | 659,03 | 1013,50 | -9,6 |
| 33,48 | 4100 | 122,47 | 82,2 | 282,77 | 1006,3 | 214,9 | 472,74 | 687,59 | 1042,07 | -35,8 |
| 33,48 | 4200 | 125,46 | 82,6 | 284,15 | 1011,2 | 220,9 | 496,08 | 716,94 | 1071,41 | -60,2 |
| 33,48 | 4300 | 128,44 | 82,2 | 282,77 | 1006,3 | 227,1 | 519,98 | 747,06 | 1101,53 | -95,2 |
| 33,48 | 4400 | 131,43 | 81,5 | 280,36 | 997,7 | 233,5 | 544,45 | 777,97 | 1132,44 | -134,7 |
| 33,48 | 4500 | 134,42 | 80,7 | 277,61 | 987,9 | 240,2 | 569,48 | 809,66 | 1164,13 | -176,2 |
| 33,48 | 4600 | 137,40 | 79,8 | 274,51 | 976,9 | 247,1 | 595,07 | 842,14 | 1196,61 | -219,7 |
| 33,48 | 4700 | 140,39 | 78,9 | 271,42 | 965,9 | 254,2 | 621,23 | 875,41 | 1229,88 | -264,0 |
| 33,48 | 4800 | 143,38 | 78,0 | 268,32 | 954,9 | 261,5 | 647,94 | 909,48 | 1263,95 | -309,1 |
| 33,48 | 4900 | 146,37 | 77,0 | 264,88 | 942,6 | 269,1 | 675,22 | 944,34 | 1298,81 | -356,2 |
| 33,48 | 5000 | 149,35 | 76,0 | 261,44 | 930,4 | 276,9 | 703,06 | 980,00 | 1334,47 | -404,1 |
| 33,48 | 5100 | 152,34 | 75,1 | 258,35 | 919,4 | 285,0 | 731,47 | 1016,46 | 1370,93 | -451,5 |
| 33,48 | 5200 | 155,33 | 74,0 | 254,56 | 905,9 | 293,3 | 760,43 | 1053,72 | 1408,19 | -502,3 |
| 33,48 | 5300 | 158,31 | 72,9 | 250,78 | 892,4 | 301,8 | 789,96 | 1091,78 | 1446,26 | -553,8 |
| 33,48 | 5400 | 161,30 | 72,0 | 247,68 | 881,4 | 310,6 | 820,05 | 1130,66 | 1485,13 | -603,7 |
| 33,48 | 5500 | 164,29 | 70,7 | 243,21 | 865,5 | 319,6 | 850,70 | 1170,34 | 1524,82 | -659,3 |
| 33,48 | 5600 | 167,28 | 69,2 | 238,05 | 847,2 | 328,9 | 881,92 | 1210,84 | 1565,31 | -718,2 |
| 33,48 | 5700 | 170,26 | 67,9 | 233,58 | 831,2 | 338,5 | 913,70 | 1252,15 | 1606,63 | -775,4 |
| 33,48 | 5800 | 173,25 | 66,4 | 228,42 | 812,9 | 348,2 | 946,04 | 1294,28 | 1648,75 | -835,9 |
| 33,48 | 5900 | 176,24 | 64,9 | 223,26 | 794,5 | 358,3 | 978,94 | 1337,23 | 1691,70 | -897,2 |
| 33,48 | 6000 | 179,22 | 63,4 | 218,10 | 776,1 | 368,6 | 1012,41 | 1381,00 | 1735,47 | -959,3 |
| 33,48 | 6100 | 182,21 | 62,0 | 213,28 | 759,0 | 379,2 | 1046,44 | 1425,59 | 1780,06 | -1021,0 |
| 33,48 | 6200 | 185,20 | 60,9 | 209,50 | 745,5 | 390,0 | 1081,03 | 1471,00 | 1825,48 | -1079,9 |
| 33,48 | 6300 | 188,18 | 59,2 | 203,65 | 724,7 | 401,1 | 1116,18 | 1517,25 | 1871,72 | -1147,0 |
| 33,48 | 6400 | 191,17 | 57,3 | 197,11 | 701,5 | 412,4 | 1151,90 | 1564,32 | 1918,80 | -1217,3 |
| 33,48 | 6500 | 194,16 | 55,4 | 190,58 | 678,2 | 424,1 | 1188,17 | 1612,23 | 1966,70 | -1288,5 |

RESISTÊNCIA DE ACLIVE

| | 5% | 3% | 7% | 10% | 15% | 20% | 25% | 30% | 35% |
|---------|-------|-------------------|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Rgx (N) | 590,3 | 354,5 (IMIGR.) | 825,5 (ANCH.) | 1176,2 | 1753,5 | 2318,3 | 2867,0 | 3396,8 | 3905,1 |

Sustentação de velocidade ao aclive de 3%



| | |
|-----------|------------------------------|
| Rr | Rax + Rr (aclive 0%) |
| 1 marcha | 2 marcha |
| 3 marcha | 4 marcha |
| 5 marcha | hipérbole de potência (40kW) |
| ACLIVE 3% | Aclives de 5 a 35% |
| Rax | |

Apêndice 6 - Retomada de velocidade (40 a 100 km/h)

| PRIMEIRA MARCHA | | |
|-------------------|-------------------------------|-------|
| Intervalo (seg) | Intervalo de velocidade (m/s) | |
| 0,09 | 1,69 | 1,86 |
| 0,09 | 1,86 | 2,03 |
| 0,09 | 2,03 | 2,20 |
| 0,09 | 2,20 | 2,37 |
| 0,08 | 2,37 | 2,54 |
| 0,08 | 2,54 | 2,71 |
| 0,08 | 2,71 | 2,88 |
| 0,08 | 2,88 | 3,05 |
| 0,08 | 3,05 | 3,22 |
| 0,07 | 3,22 | 3,39 |
| 0,07 | 3,39 | 3,56 |
| 0,07 | 3,56 | 3,73 |
| 0,07 | 3,73 | 3,89 |
| 0,07 | 3,89 | 4,06 |
| 0,07 | 4,06 | 4,23 |
| 0,07 | 4,23 | 4,40 |
| 0,07 | 4,40 | 4,57 |
| 0,07 | 4,57 | 4,74 |
| 0,07 | 4,74 | 4,91 |
| 0,07 | 4,91 | 5,08 |
| 0,07 | 5,08 | 5,25 |
| 0,07 | 5,25 | 5,42 |
| 0,07 | 5,42 | 5,59 |
| 0,07 | 5,59 | 5,76 |
| 0,07 | 5,76 | 5,93 |
| 0,07 | 5,93 | 6,10 |
| 0,07 | 6,10 | 6,27 |
| 0,07 | 6,27 | 6,43 |
| 0,07 | 6,43 | 6,60 |
| 0,07 | 6,60 | 6,77 |
| 0,07 | 6,77 | 6,94 |
| 0,07 | 6,94 | 7,11 |
| 0,07 | 7,11 | 7,28 |
| 0,07 | 7,28 | 7,45 |
| 0,07 | 7,45 | 7,62 |
| 0,07 | 7,62 | 7,79 |
| 0,07 | 7,79 | 7,96 |
| 0,08 | 7,96 | 8,13 |
| 0,08 | 8,13 | 8,30 |
| 0,08 | 8,30 | 8,47 |
| 0,08 | 8,47 | 8,64 |
| 0,08 | 8,64 | 8,80 |
| 0,08 | 8,80 | 8,97 |
| 0,08 | 8,97 | 9,14 |
| 0,08 | 9,14 | 9,31 |
| 0,09 | 9,31 | 9,48 |
| 0,09 | 9,48 | 9,65 |
| 0,09 | 9,65 | 9,82 |
| 0,09 | 9,82 | 9,99 |
| 0,09 | 9,99 | 10,16 |
| 0,10 | 10,16 | 10,33 |
| 0,10 | 10,33 | 10,50 |
| 0,10 | 10,50 | 10,67 |
| 0,10 | 10,67 | 10,84 |
| 0,11 | 10,84 | 11,01 |
| total 4,34 | | |

| SEGUNDA MARCHA | | |
|--------------------|-------------------------------|-------|
| Intervalo (seg) | Intervalo de velocidade (m/s) | |
| 0,27 | 3,23 | 3,56 |
| 0,26 | 3,56 | 3,88 |
| 0,26 | 3,88 | 4,20 |
| 0,26 | 4,20 | 4,53 |
| 0,25 | 4,53 | 4,85 |
| 0,25 | 4,85 | 5,17 |
| 0,24 | 5,17 | 5,50 |
| 0,24 | 5,50 | 5,82 |
| 0,23 | 5,82 | 6,14 |
| 0,22 | 6,14 | 6,47 |
| 0,21 | 6,47 | 6,79 |
| 0,21 | 6,79 | 7,11 |
| 0,21 | 7,11 | 7,44 |
| 0,21 | 7,44 | 7,76 |
| 0,21 | 7,76 | 8,08 |
| 0,22 | 8,08 | 8,41 |
| 0,22 | 8,41 | 8,73 |
| 0,22 | 8,73 | 9,05 |
| 0,22 | 9,05 | 9,38 |
| 0,22 | 9,38 | 9,70 |
| 0,22 | 9,70 | 10,02 |
| 0,22 | 10,02 | 10,35 |
| 0,22 | 10,35 | 10,67 |
| 0,22 | 10,67 | 10,99 |
| 0,22 | 10,99 | 11,32 |
| 0,22 | 11,32 | 11,64 |
| 0,22 | 11,64 | 11,96 |
| 0,22 | 11,96 | 12,29 |
| 0,22 | 12,29 | 12,61 |
| 0,22 | 12,61 | 12,93 |
| 0,22 | 12,93 | 13,26 |
| 0,22 | 13,26 | 13,58 |
| 0,22 | 13,58 | 13,90 |
| 0,22 | 13,90 | 14,22 |
| 0,23 | 14,22 | 14,55 |
| 0,23 | 14,55 | 14,87 |
| 0,23 | 14,87 | 15,19 |
| 0,24 | 15,19 | 15,52 |
| 0,24 | 15,52 | 15,84 |
| 0,24 | 15,84 | 16,16 |
| 0,25 | 16,16 | 16,49 |
| 0,25 | 16,49 | 16,81 |
| 0,26 | 16,81 | 17,13 |
| 0,26 | 17,13 | 17,46 |
| 0,27 | 17,46 | 17,78 |
| 0,28 | 17,78 | 18,10 |
| 0,28 | 18,10 | 18,43 |
| 0,29 | 18,43 | 18,75 |
| 0,30 | 18,75 | 19,07 |
| 0,31 | 19,07 | 19,40 |
| 0,32 | 19,40 | 19,72 |
| 0,33 | 19,72 | 20,04 |
| 0,34 | 20,04 | 20,37 |
| 0,35 | 20,37 | 20,69 |
| 0,37 | 20,69 | 21,01 |
| total 13,60 | | |

Apêndice 6 - Retomada de velocidade (40 a 100 km/h)

| TERCEIRA MARCHA | | |
|-------------------|-------------------------------|-------|
| Intervalo (seg) | Intervalo de velocidade (m/s) | |
| 0,59 | 5,01 | 5,51 |
| 0,59 | 5,51 | 6,01 |
| 0,58 | 6,01 | 6,51 |
| 0,58 | 6,51 | 7,01 |
| 0,57 | 7,01 | 7,52 |
| 0,56 | 7,52 | 8,02 |
| 0,55 | 8,02 | 8,52 |
| 0,53 | 8,52 | 9,02 |
| 0,51 | 9,02 | 9,52 |
| 0,49 | 9,52 | 10,02 |
| 0,48 | 10,02 | 10,52 |
| 0,48 | 10,52 | 11,02 |
| 0,48 | 11,02 | 11,52 |
| 0,48 | 11,52 | 12,03 |
| 0,49 | 12,03 | 12,53 |
| 0,49 | 12,53 | 13,03 |
| 0,49 | 13,03 | 13,53 |
| 0,50 | 13,53 | 14,03 |
| 0,50 | 14,03 | 14,53 |
| 0,51 | 14,53 | 15,03 |
| 0,51 | 15,03 | 15,53 |
| 0,51 | 15,53 | 16,03 |
| 0,51 | 16,03 | 16,54 |
| 0,51 | 16,54 | 17,04 |
| 0,52 | 17,04 | 17,54 |
| 0,52 | 17,54 | 18,04 |
| 0,53 | 18,04 | 18,54 |
| 0,53 | 18,54 | 19,04 |
| 0,53 | 19,04 | 19,54 |
| 0,54 | 19,54 | 20,04 |
| 0,54 | 20,04 | 20,54 |
| 0,54 | 20,54 | 21,04 |
| 0,55 | 21,04 | 21,55 |
| 0,56 | 21,55 | 22,05 |
| 0,57 | 22,05 | 22,55 |
| 0,58 | 22,55 | 23,05 |
| 0,60 | 23,05 | 23,55 |
| 0,61 | 23,55 | 24,05 |
| 0,63 | 24,05 | 24,55 |
| 0,65 | 24,55 | 25,05 |
| 0,67 | 25,05 | 25,55 |
| 0,69 | 25,55 | 26,06 |
| 0,72 | 26,06 | 26,56 |
| 0,74 | 26,56 | 27,06 |
| 0,77 | 27,06 | 27,56 |
| 0,81 | 27,56 | 28,06 |
| 0,85 | 28,06 | 28,56 |
| 0,89 | 28,56 | 29,06 |
| 0,95 | 29,06 | 29,56 |
| 1,01 | 29,56 | 30,06 |
| 1,08 | 30,06 | 30,56 |
| 1,15 | 30,56 | 31,07 |
| 1,24 | 31,07 | 31,57 |
| 1,37 | 31,57 | 32,07 |
| 1,53 | 32,07 | 32,57 |
| total | 35,96 | |

| QUARTA MARCHA | | |
|-------------------|-------------------------------|-------|
| Intervalo (seg) | Intervalo de velocidade (m/s) | |
| 1,16 | 7,03 | 7,73 |
| 1,16 | 7,73 | 8,44 |
| 1,16 | 8,44 | 9,14 |
| 1,14 | 9,14 | 9,84 |
| 1,13 | 9,84 | 10,55 |
| 1,11 | 10,55 | 11,25 |
| 1,10 | 11,25 | 11,95 |
| 1,07 | 11,95 | 12,66 |
| 1,03 | 12,66 | 13,36 |
| 0,99 | 13,36 | 14,06 |
| 0,98 | 14,06 | 14,77 |
| 0,98 | 14,77 | 15,47 |
| 1,00 | 15,47 | 16,17 |
| 1,01 | 16,17 | 16,88 |
| 1,02 | 16,88 | 17,58 |
| 1,04 | 17,58 | 18,28 |
| 1,06 | 18,28 | 18,98 |
| 1,08 | 18,98 | 19,69 |
| 1,10 | 19,69 | 20,39 |
| 1,13 | 20,39 | 21,09 |
| 1,15 | 21,09 | 21,80 |
| 1,16 | 21,80 | 22,50 |
| 1,18 | 22,50 | 23,20 |
| 1,20 | 23,20 | 23,91 |
| 1,23 | 23,91 | 24,61 |
| 1,26 | 24,61 | 25,31 |
| 1,29 | 25,31 | 26,02 |
| 1,33 | 26,02 | 26,72 |
| 1,37 | 26,72 | 27,42 |
| 1,41 | 27,42 | 28,13 |
| 1,45 | 28,13 | 28,83 |
| 1,49 | 28,83 | 29,53 |
| 1,54 | 29,53 | 30,24 |
| 1,62 | 30,24 | 30,94 |
| 1,71 | 30,94 | 31,64 |
| 1,83 | 31,64 | 32,34 |
| 1,97 | 32,34 | 33,05 |
| 2,14 | 33,05 | 33,75 |
| 2,34 | 33,75 | 34,45 |
| 2,60 | 34,45 | 35,16 |
| 2,92 | 35,16 | 35,86 |
| 3,34 | 35,86 | 36,56 |
| 3,93 | 36,56 | 37,27 |
| 4,77 | 37,27 | 37,97 |
| 6,13 | 37,97 | 38,67 |
| 8,99 | 38,67 | 39,38 |
| 17,02 | 39,38 | 40,08 |
| 175,80 | 40,08 | 40,78 |
| -20,20 | 40,78 | 41,49 |
| -9,49 | 41,49 | 42,19 |
| -6,21 | 42,19 | 42,89 |
| -4,67 | 42,89 | 43,59 |
| -3,70 | 43,59 | 44,30 |
| -3,00 | 44,30 | 45,00 |
| -2,51 | 45,00 | 45,70 |
| total | 225,84 | |

Apêndice 6 - Retomada de velocidade (40 a 100 km/h)

| QUINTA MARCHA | | |
|-------------------|-------------------------------|-------|
| Intervalo (seg) | Intervalo de velocidade (m/s) | |
| 1,60 | 8,30 | 9,13 |
| 1,61 | 9,13 | 9,96 |
| 1,61 | 9,96 | 10,79 |
| 1,60 | 10,79 | 11,62 |
| 1,58 | 11,62 | 12,45 |
| 1,57 | 12,45 | 13,28 |
| 1,55 | 13,28 | 14,11 |
| 1,52 | 14,11 | 14,94 |
| 1,47 | 14,94 | 15,77 |
| 1,42 | 15,77 | 16,59 |
| 1,41 | 16,59 | 17,42 |
| 1,43 | 17,42 | 18,25 |
| 1,46 | 18,25 | 19,08 |
| 1,49 | 19,08 | 19,91 |
| 1,53 | 19,91 | 20,74 |
| 1,57 | 20,74 | 21,57 |
| 1,62 | 21,57 | 22,40 |
| 1,68 | 22,40 | 23,23 |
| 1,74 | 23,23 | 24,06 |
| 1,81 | 24,06 | 24,89 |
| 1,87 | 24,89 | 25,72 |
| 1,93 | 25,72 | 26,55 |
| 1,99 | 26,55 | 27,38 |
| 2,08 | 27,38 | 28,21 |
| 2,18 | 28,21 | 29,04 |
| 2,30 | 29,04 | 29,87 |
| 2,43 | 29,87 | 30,70 |
| 2,59 | 30,70 | 31,53 |
| 2,77 | 31,53 | 32,36 |
| 2,98 | 32,36 | 33,19 |
| 3,22 | 33,19 | 34,02 |
| 3,49 | 34,02 | 34,85 |
| 3,87 | 34,85 | 35,68 |
| 4,47 | 35,68 | 36,51 |
| 5,38 | 36,51 | 37,34 |
| 6,83 | 37,34 | 38,17 |
| 9,50 | 38,17 | 39,00 |
| 15,74 | 39,00 | 39,83 |
| 48,95 | 39,83 | 40,66 |
| -41,72 | 40,66 | 41,49 |
| -14,59 | 41,49 | 42,32 |
| -8,74 | 42,32 | 43,15 |
| -6,16 | 43,15 | 43,98 |
| -4,77 | 43,98 | 44,81 |
| -3,86 | 44,81 | 45,64 |
| -3,20 | 45,64 | 46,47 |
| -2,73 | 46,47 | 47,30 |
| -2,37 | 47,30 | 48,12 |
| -2,09 | 48,12 | 48,95 |
| -1,86 | 48,95 | 49,78 |
| -1,68 | 49,78 | 50,61 |
| -1,54 | 50,61 | 51,44 |
| -1,41 | 51,44 | 52,27 |
| -1,29 | 52,27 | 53,10 |
| -1,19 | 53,10 | 53,93 |
| total | 67,70 | |

Apêndice 6 - Retomada de velocidade (40 a 100 km/h)

| | Totais | | |
|-----------------|---------|---------|---------|
| | t (seg) | v (m/s) | v(km/h) |
| | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 0,09 | 1,86 | 6,71 |
| | 0,18 | 2,03 | 7,31 |
| | 0,26 | 2,20 | 7,92 |
| | 0,35 | 2,37 | 8,53 |
| | 0,43 | 2,54 | 9,14 |
| | 0,51 | 2,71 | 9,75 |
| | 0,60 | 2,88 | 10,36 |
| | 0,67 | 3,05 | 10,97 |
| | 0,75 | 3,22 | 11,58 |
| | 0,82 | 3,39 | 12,19 |
| | 0,89 | 3,56 | 12,80 |
| | 0,96 | 3,73 | 13,41 |
| | 1,03 | 3,89 | 14,02 |
| | 1,10 | 4,06 | 14,63 |
| | 1,18 | 4,23 | 15,24 |
| | 1,25 | 4,40 | 15,85 |
| | 1,32 | 4,57 | 16,46 |
| | 1,39 | 4,74 | 17,07 |
| | 1,46 | 4,91 | 17,68 |
| | 1,53 | 5,08 | 18,29 |
| | 1,61 | 5,25 | 18,90 |
| | 1,68 | 5,42 | 19,51 |
| | 1,75 | 5,59 | 20,12 |
| | 1,82 | 5,76 | 20,73 |
| | 1,89 | 5,93 | 21,34 |
| | 1,96 | 6,10 | 21,94 |
| | 2,04 | 6,27 | 22,55 |
| | 2,11 | 6,43 | 23,16 |
| | 2,18 | 6,60 | 23,77 |
| | 2,25 | 6,77 | 24,38 |
| | 2,32 | 6,94 | 24,99 |
| | 2,39 | 7,11 | 25,60 |
| | 2,47 | 7,28 | 26,21 |
| | 2,54 | 7,45 | 26,82 |
| | 2,61 | 7,62 | 27,43 |
| | 2,69 | 7,79 | 28,04 |
| | 2,76 | 7,96 | 28,65 |
| | 2,83 | 8,13 | 29,26 |
| | 2,91 | 8,30 | 29,87 |
| | 2,99 | 8,47 | 30,48 |
| | 3,07 | 8,64 | 31,09 |
| | 3,15 | 8,80 | 31,70 |
| | 3,23 | 8,97 | 32,31 |
| | 3,31 | 9,14 | 32,92 |
| | 3,39 | 9,31 | 33,53 |
| | 3,48 | 9,48 | 34,14 |
| | 3,57 | 9,65 | 34,75 |
| | 3,65 | 9,82 | 35,36 |
| | 3,75 | 9,99 | 35,96 |
| | 3,84 | 10,16 | 36,57 |
| | 3,94 | 10,33 | 37,18 |
| | 4,03 | 10,50 | 37,79 |
| | 4,13 | 10,67 | 38,40 |
| | 4,24 | 10,84 | 39,01 |
| | 4,34 | 11,01 | 39,62 |
| troca de marcha | 0,20 | 11,01 | 39,62 |
| | 4,54 | 11,01 | 39,62 |
| | 4,56 | 11,02 | 39,68 |
| | 5,04 | 11,52 | 41,49 |
| | 5,53 | 12,03 | 43,29 |
| | 6,02 | 12,53 | 45,10 |
| | 6,51 | 13,03 | 46,90 |

0 a 40 km/h
4,65

Apêndice 6 - Retomada de velocidade (40 a 100 km/h)

| | | | | | |
|------------------------|--------|-------|--------|---------------------|-----------------|
| | 7,00 | 13,53 | 48,70 | | |
| | 7,50 | 14,03 | 50,51 | | |
| | 8,00 | 14,53 | 52,31 | | |
| | 8,51 | 15,03 | 54,11 | | |
| | 9,02 | 15,53 | 55,92 | | |
| | 9,53 | 16,03 | 57,72 | | |
| | 10,05 | 16,54 | 59,53 | | |
| | 10,56 | 17,04 | 61,33 | | |
| | 11,08 | 17,54 | 63,13 | | |
| | 11,60 | 18,04 | 64,94 | | |
| | 12,13 | 18,54 | 66,74 | | |
| | 12,66 | 19,04 | 68,55 | | |
| | 13,19 | 19,54 | 70,35 | | |
| | 13,73 | 20,04 | 72,15 | | |
| | 14,27 | 20,54 | 73,96 | | |
| | 14,81 | 21,04 | 75,76 | | |
| | 15,36 | 21,55 | 77,56 | | |
| | 15,92 | 22,05 | 79,37 | | |
| | 16,49 | 22,55 | 81,17 | | |
| | 17,07 | 23,05 | 82,98 | | |
| | 17,67 | 23,55 | 84,78 | | |
| | 18,28 | 24,05 | 86,58 | | |
| | 18,91 | 24,55 | 88,39 | | |
| | 19,56 | 25,05 | 90,19 | | |
| | 20,23 | 25,55 | 91,99 | | |
| | 20,92 | 26,06 | 93,80 | | |
| | 21,64 | 26,56 | 95,60 | | |
| | 22,38 | 27,06 | 97,41 | | |
| | 23,15 | 27,56 | 99,21 | | |
| | 23,96 | 28,06 | 101,01 | 0 a 100 km/h | Retomada |
| | 24,80 | 28,56 | 102,82 | 23,50 | 18,86 |
| | 25,70 | 29,06 | 104,62 | | |
| | 26,65 | 29,56 | 106,43 | | |
| | 27,66 | 30,06 | 108,23 | | |
| | 28,74 | 30,56 | 110,03 | | |
| | 29,89 | 31,07 | 111,84 | | |
| | 31,13 | 31,57 | 113,64 | | |
| | 32,50 | 32,07 | 115,44 | | |
| | 34,03 | 32,57 | 117,25 | | |
| troca de marcha | 0,20 | 32,57 | 117,25 | | |
| | 34,23 | 32,57 | 117,25 | | |
| | 35,57 | 33,05 | 118,97 | | |
| | 37,71 | 33,75 | 121,50 | | |
| | 40,05 | 34,45 | 124,03 | | |
| | 42,65 | 35,16 | 126,57 | | |
| | 45,56 | 35,86 | 129,10 | | |
| | 48,90 | 36,56 | 131,63 | | |
| | 52,83 | 37,27 | 134,16 | | |
| | 57,60 | 37,97 | 136,69 | | |
| | 63,74 | 38,67 | 139,22 | | |
| | 72,73 | 39,38 | 141,75 | | |
| troca de marcha | 0,20 | 39,38 | 141,75 | | |
| | 72,93 | 39,38 | 141,75 | | |
| | 148,52 | 40,66 | 146,37 | | |

Apêndice 6 - Retomada de velocidade (40 a 100 km/h)

1 MARCHA

| Intervalo (seg) | Espaço (m) | Tempo acumulado | Espaço acumulado |
|-----------------|------------|-----------------|------------------|
| | | 0,00 | 0,00 |
| 0,09 | 0,08 | 0,09 | 0,08 |
| 0,09 | 0,17 | 0,18 | 0,25 |
| 0,09 | 0,18 | 0,26 | 0,44 |
| 0,09 | 0,20 | 0,35 | 0,63 |
| 0,08 | 0,21 | 0,43 | 0,84 |
| 0,08 | 0,22 | 0,51 | 1,05 |
| 0,08 | 0,23 | 0,60 | 1,28 |
| 0,08 | 0,23 | 0,67 | 1,51 |
| 0,08 | 0,24 | 0,75 | 1,75 |
| 0,07 | 0,24 | 0,82 | 1,99 |
| 0,07 | 0,25 | 0,89 | 2,23 |
| 0,07 | 0,26 | 0,96 | 2,49 |
| 0,07 | 0,27 | 1,03 | 2,76 |
| 0,07 | 0,28 | 1,10 | 3,04 |
| 0,07 | 0,29 | 1,18 | 3,34 |
| 0,07 | 0,31 | 1,25 | 3,64 |
| 0,07 | 0,32 | 1,32 | 3,96 |
| 0,07 | 0,33 | 1,39 | 4,30 |
| 0,07 | 0,35 | 1,46 | 4,64 |
| 0,07 | 0,36 | 1,53 | 5,00 |
| 0,07 | 0,37 | 1,61 | 5,38 |
| 0,07 | 0,38 | 1,68 | 5,76 |
| 0,07 | 0,39 | 1,75 | 6,16 |
| 0,07 | 0,41 | 1,82 | 6,56 |
| 0,07 | 0,42 | 1,89 | 6,98 |
| 0,07 | 0,43 | 1,96 | 7,41 |
| 0,07 | 0,44 | 2,04 | 7,85 |
| 0,07 | 0,46 | 2,11 | 8,31 |
| 0,07 | 0,47 | 2,18 | 8,78 |
| 0,07 | 0,48 | 2,25 | 9,26 |
| 0,07 | 0,49 | 2,32 | 9,75 |
| 0,07 | 0,50 | 2,39 | 10,25 |
| 0,07 | 0,52 | 2,47 | 10,77 |
| 0,07 | 0,53 | 2,54 | 11,30 |
| 0,07 | 0,55 | 2,61 | 11,85 |
| 0,07 | 0,57 | 2,69 | 12,42 |
| 0,07 | 0,59 | 2,76 | 13,00 |
| 0,08 | 0,61 | 2,83 | 13,61 |
| 0,08 | 0,63 | 2,91 | 14,24 |
| 0,08 | 0,65 | 2,99 | 14,89 |
| 0,08 | 0,67 | 3,07 | 15,56 |
| 0,08 | 0,69 | 3,15 | 16,25 |
| 0,08 | 0,72 | 3,23 | 16,97 |
| 0,08 | 0,74 | 3,31 | 17,72 |
| 0,08 | 0,77 | 3,39 | 18,49 |
| 0,09 | 0,80 | 3,48 | 19,29 |
| 0,09 | 0,83 | 3,57 | 20,12 |
| 0,09 | 0,87 | 3,65 | 20,99 |
| 0,09 | 0,90 | 3,75 | 21,89 |
| 0,09 | 0,94 | 3,84 | 22,83 |
| 0,10 | 0,98 | 3,94 | 23,81 |
| 0,10 | 1,02 | 4,03 | 24,83 |
| 0,10 | 1,06 | 4,13 | 25,90 |
| 0,10 | 1,12 | 4,24 | 27,01 |
| 0,11 | 1,17 | 4,34 | 28,19 |

3 MARCHA

| Intervalo (seg) | Espaço (m) | Tempo acumulado | Espaço acumulado |
|-----------------|------------|-----------------|------------------|
| | | 4,34 | 28,19 |
| | | 4,54 | 30,39 |

Apêndice 6 - Retomada de velocidade (40 a 100 km/h)

| | | | |
|------|-------|-------|--------|
| 0,02 | 0,18 | 4,56 | 30,57 |
| 0,48 | 5,44 | 5,04 | 36,00 |
| 0,48 | 5,70 | 5,53 | 41,71 |
| 0,49 | 5,98 | 6,02 | 47,69 |
| 0,49 | 6,27 | 6,51 | 53,96 |
| 0,49 | 6,57 | 7,00 | 60,53 |
| 0,50 | 6,87 | 7,50 | 67,40 |
| 0,50 | 7,19 | 8,00 | 74,59 |
| 0,51 | 7,52 | 8,51 | 82,12 |
| 0,51 | 7,82 | 9,02 | 89,93 |
| 0,51 | 8,07 | 9,53 | 98,00 |
| 0,51 | 8,33 | 10,05 | 106,34 |
| 0,51 | 8,64 | 10,56 | 114,97 |
| 0,52 | 8,96 | 11,08 | 123,93 |
| 0,52 | 9,28 | 11,60 | 133,21 |
| 0,53 | 9,62 | 12,13 | 142,83 |
| 0,53 | 9,96 | 12,66 | 152,79 |
| 0,53 | 10,31 | 13,19 | 163,09 |
| 0,54 | 10,65 | 13,73 | 173,74 |
| 0,54 | 10,99 | 14,27 | 184,74 |
| 0,54 | 11,30 | 14,81 | 196,04 |
| 0,55 | 11,67 | 15,36 | 207,71 |
| 0,56 | 12,16 | 15,92 | 219,87 |
| 0,57 | 12,70 | 16,49 | 232,57 |
| 0,58 | 13,29 | 17,07 | 245,85 |
| 0,60 | 13,92 | 17,67 | 259,78 |
| 0,61 | 14,59 | 18,28 | 274,37 |
| 0,63 | 15,32 | 18,91 | 289,69 |
| 0,65 | 16,10 | 19,56 | 305,79 |
| 0,67 | 16,93 | 20,23 | 322,72 |
| 0,69 | 17,82 | 20,92 | 340,54 |
| 0,72 | 18,82 | 21,64 | 359,36 |
| 0,74 | 19,86 | 22,38 | 379,22 |
| 0,77 | 21,02 | 23,15 | 400,24 |
| 0,81 | 22,45 | 23,96 | 422,69 |
| 0,85 | 24,02 | 24,80 | 446,71 |
| 0,89 | 25,77 | 25,70 | 472,48 |
| 0,95 | 27,81 | 26,65 | 500,29 |
| 1,01 | 30,12 | 27,66 | 530,41 |
| 1,08 | 32,73 | 28,74 | 563,14 |
| 1,15 | 35,49 | 29,89 | 598,63 |
| 1,24 | 38,88 | 31,13 | 637,52 |
| 1,37 | 43,53 | 32,50 | 681,05 |
| 1,53 | 49,47 | 34,03 | 730,51 |

4 MARCHA

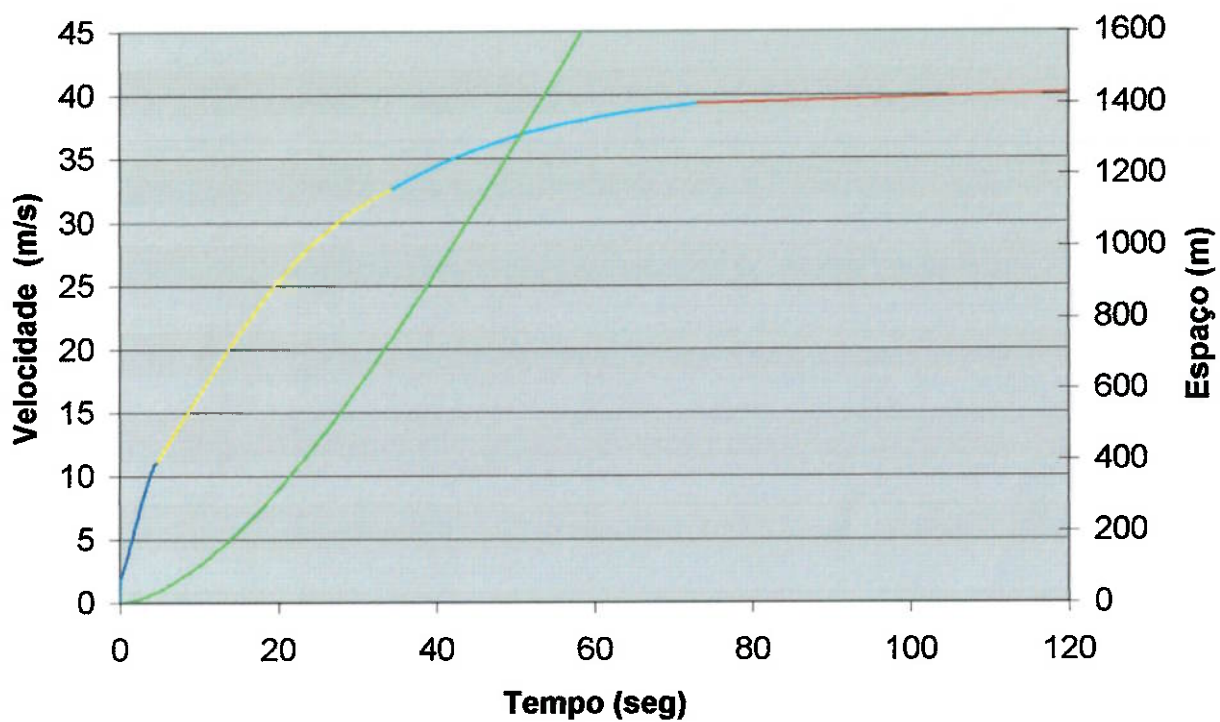
| Intervalo (seg) | Espaço (m) | Tempo acumulado | Espaço acumulado |
|-----------------|------------|-----------------|------------------|
| | | 34,03 | 730,51 |
| | | 34,23 | 737,03 |
| 1,34 | 44,04 | 35,57 | 781,07 |
| 2,14 | 71,40 | 37,71 | 852,47 |
| 2,34 | 79,86 | 40,05 | 932,32 |
| 2,60 | 90,42 | 42,65 | 1022,74 |
| 2,92 | 103,53 | 45,56 | 1126,27 |
| 3,34 | 120,84 | 48,90 | 1247,10 |
| 3,93 | 145,20 | 52,83 | 1392,30 |
| 4,77 | 179,39 | 57,60 | 1571,69 |
| 6,13 | 235,05 | 63,74 | 1806,74 |
| 8,99 | 350,93 | 72,73 | 2157,68 |

5 MARCHA

| Intervalo (seg) | Espaço (m) | Tempo acumulado | Espaço acumulado |
|-----------------|------------|-----------------|------------------|
| | | 72,73 | 2157,68 |
| | | 72,93 | 2165,55 |
| 75,59 | 3024,72 | 148,52 | 5190,27 |

Apêndice 6 - Retomada de velocidade (40 a 100 km/h)

Retomada de velocidade (40 a 100 km/h em 3ª marcha)



— 1ª marcha — 3ª marcha — 4ª marcha — 5ª marcha — espaço x tempo

Apêndice 7 - Retomada de velocidade (80 a 120 km/h)

| PRIMEIRA MARCHA | | |
|-------------------|-------------------------------|-------|
| Intervalo (seg) | Intervalo de velocidade (m/s) | |
| 0,09 | 1,69 | 1,86 |
| 0,09 | 1,86 | 2,03 |
| 0,09 | 2,03 | 2,20 |
| 0,09 | 2,20 | 2,37 |
| 0,08 | 2,37 | 2,54 |
| 0,08 | 2,54 | 2,71 |
| 0,08 | 2,71 | 2,88 |
| 0,08 | 2,88 | 3,05 |
| 0,08 | 3,05 | 3,22 |
| 0,07 | 3,22 | 3,39 |
| 0,07 | 3,39 | 3,56 |
| 0,07 | 3,56 | 3,73 |
| 0,07 | 3,73 | 3,89 |
| 0,07 | 3,89 | 4,06 |
| 0,07 | 4,06 | 4,23 |
| 0,07 | 4,23 | 4,40 |
| 0,07 | 4,40 | 4,57 |
| 0,07 | 4,57 | 4,74 |
| 0,07 | 4,74 | 4,91 |
| 0,07 | 4,91 | 5,08 |
| 0,07 | 5,08 | 5,25 |
| 0,07 | 5,25 | 5,42 |
| 0,07 | 5,42 | 5,59 |
| 0,07 | 5,59 | 5,76 |
| 0,07 | 5,76 | 5,93 |
| 0,07 | 5,93 | 6,10 |
| 0,07 | 6,10 | 6,27 |
| 0,07 | 6,27 | 6,43 |
| 0,07 | 6,43 | 6,60 |
| 0,07 | 6,60 | 6,77 |
| 0,07 | 6,77 | 6,94 |
| 0,07 | 6,94 | 7,11 |
| 0,07 | 7,11 | 7,28 |
| 0,07 | 7,28 | 7,45 |
| 0,07 | 7,45 | 7,62 |
| 0,07 | 7,62 | 7,79 |
| 0,07 | 7,79 | 7,96 |
| 0,08 | 7,96 | 8,13 |
| 0,08 | 8,13 | 8,30 |
| 0,08 | 8,30 | 8,47 |
| 0,08 | 8,47 | 8,64 |
| 0,08 | 8,64 | 8,80 |
| 0,08 | 8,80 | 8,97 |
| 0,08 | 8,97 | 9,14 |
| 0,08 | 9,14 | 9,31 |
| 0,09 | 9,31 | 9,48 |
| 0,09 | 9,48 | 9,65 |
| 0,09 | 9,65 | 9,82 |
| 0,09 | 9,82 | 9,99 |
| 0,09 | 9,99 | 10,16 |
| 0,10 | 10,16 | 10,33 |
| 0,10 | 10,33 | 10,50 |
| 0,10 | 10,50 | 10,67 |
| 0,10 | 10,67 | 10,84 |
| 0,11 | 10,84 | 11,01 |
| total | 4,34 | |

| SEGUNDA MARCHA | | |
|-------------------|-------------------------------|-------|
| Intervalo (seg) | Intervalo de velocidade (m/s) | |
| 0,27 | 3,23 | 3,56 |
| 0,26 | 3,56 | 3,88 |
| 0,26 | 3,88 | 4,20 |
| 0,26 | 4,20 | 4,53 |
| 0,25 | 4,53 | 4,85 |
| 0,25 | 4,85 | 5,17 |
| 0,24 | 5,17 | 5,50 |
| 0,24 | 5,50 | 5,82 |
| 0,23 | 5,82 | 6,14 |
| 0,22 | 6,14 | 6,47 |
| 0,21 | 6,47 | 6,79 |
| 0,21 | 6,79 | 7,11 |
| 0,21 | 7,11 | 7,44 |
| 0,21 | 7,44 | 7,76 |
| 0,21 | 7,76 | 8,08 |
| 0,22 | 8,08 | 8,41 |
| 0,22 | 8,41 | 8,73 |
| 0,22 | 8,73 | 9,05 |
| 0,22 | 9,05 | 9,38 |
| 0,22 | 9,38 | 9,70 |
| 0,22 | 9,70 | 10,02 |
| 0,22 | 10,02 | 10,35 |
| 0,22 | 10,35 | 10,67 |
| 0,22 | 10,67 | 10,99 |
| 0,22 | 10,99 | 11,32 |
| 0,22 | 11,32 | 11,64 |
| 0,22 | 11,64 | 11,96 |
| 0,22 | 11,96 | 12,29 |
| 0,22 | 12,29 | 12,61 |
| 0,22 | 12,61 | 12,93 |
| 0,22 | 12,93 | 13,26 |
| 0,22 | 13,26 | 13,58 |
| 0,22 | 13,58 | 13,90 |
| 0,22 | 13,90 | 14,22 |
| 0,23 | 14,22 | 14,55 |
| 0,23 | 14,55 | 14,87 |
| 0,23 | 14,87 | 15,19 |
| 0,24 | 15,19 | 15,52 |
| 0,24 | 15,52 | 15,84 |
| 0,24 | 15,84 | 16,16 |
| 0,25 | 16,16 | 16,49 |
| 0,25 | 16,49 | 16,81 |
| 0,26 | 16,81 | 17,13 |
| 0,26 | 17,13 | 17,46 |
| 0,27 | 17,46 | 17,78 |
| 0,28 | 17,78 | 18,10 |
| 0,28 | 18,10 | 18,43 |
| 0,29 | 18,43 | 18,75 |
| 0,30 | 18,75 | 19,07 |
| 0,31 | 19,07 | 19,40 |
| 0,32 | 19,40 | 19,72 |
| 0,33 | 19,72 | 20,04 |
| 0,34 | 20,04 | 20,37 |
| 0,35 | 20,37 | 20,69 |
| 0,37 | 20,69 | 21,01 |
| total | 13,60 | |

Apêndice 7 - Retomada de velocidade (80 a 120 km/h)

| TERCEIRA MARCHA | | |
|-------------------|-------------------------------|-------|
| Intervalo (seg) | Intervalo de velocidade (m/s) | |
| 0,59 | 5,01 | 5,51 |
| 0,59 | 5,51 | 6,01 |
| 0,58 | 6,01 | 6,51 |
| 0,58 | 6,51 | 7,01 |
| 0,57 | 7,01 | 7,52 |
| 0,56 | 7,52 | 8,02 |
| 0,55 | 8,02 | 8,52 |
| 0,53 | 8,52 | 9,02 |
| 0,51 | 9,02 | 9,52 |
| 0,49 | 9,52 | 10,02 |
| 0,48 | 10,02 | 10,52 |
| 0,48 | 10,52 | 11,02 |
| 0,48 | 11,02 | 11,52 |
| 0,48 | 11,52 | 12,03 |
| 0,49 | 12,03 | 12,53 |
| 0,49 | 12,53 | 13,03 |
| 0,49 | 13,03 | 13,53 |
| 0,50 | 13,53 | 14,03 |
| 0,50 | 14,03 | 14,53 |
| 0,51 | 14,53 | 15,03 |
| 0,51 | 15,03 | 15,53 |
| 0,51 | 15,53 | 16,03 |
| 0,51 | 16,03 | 16,54 |
| 0,51 | 16,54 | 17,04 |
| 0,52 | 17,04 | 17,54 |
| 0,52 | 17,54 | 18,04 |
| 0,53 | 18,04 | 18,54 |
| 0,53 | 18,54 | 19,04 |
| 0,53 | 19,04 | 19,54 |
| 0,54 | 19,54 | 20,04 |
| 0,54 | 20,04 | 20,54 |
| 0,54 | 20,54 | 21,04 |
| 0,55 | 21,04 | 21,55 |
| 0,56 | 21,55 | 22,05 |
| 0,57 | 22,05 | 22,55 |
| 0,58 | 22,55 | 23,05 |
| 0,60 | 23,05 | 23,55 |
| 0,61 | 23,55 | 24,05 |
| 0,63 | 24,05 | 24,55 |
| 0,65 | 24,55 | 25,05 |
| 0,67 | 25,05 | 25,55 |
| 0,69 | 25,55 | 26,06 |
| 0,72 | 26,06 | 26,56 |
| 0,74 | 26,56 | 27,06 |
| 0,77 | 27,06 | 27,56 |
| 0,81 | 27,56 | 28,06 |
| 0,85 | 28,06 | 28,56 |
| 0,89 | 28,56 | 29,06 |
| 0,95 | 29,06 | 29,56 |
| 1,01 | 29,56 | 30,06 |
| 1,08 | 30,06 | 30,56 |
| 1,15 | 30,56 | 31,07 |
| 1,24 | 31,07 | 31,57 |
| 1,37 | 31,57 | 32,07 |
| 1,53 | 32,07 | 32,57 |
| total | 35,96 | |

| QUARTA MARCHA | | |
|-------------------|-------------------------------|-------|
| Intervalo (seg) | Intervalo de velocidade (m/s) | |
| 1,16 | 7,03 | 7,73 |
| 1,16 | 7,73 | 8,44 |
| 1,16 | 8,44 | 9,14 |
| 1,14 | 9,14 | 9,84 |
| 1,13 | 9,84 | 10,55 |
| 1,11 | 10,55 | 11,25 |
| 1,10 | 11,25 | 11,95 |
| 1,07 | 11,95 | 12,66 |
| 1,03 | 12,66 | 13,36 |
| 0,99 | 13,36 | 14,06 |
| 0,98 | 14,06 | 14,77 |
| 0,98 | 14,77 | 15,47 |
| 1,00 | 15,47 | 16,17 |
| 1,01 | 16,17 | 16,88 |
| 1,02 | 16,88 | 17,58 |
| 1,04 | 17,58 | 18,28 |
| 1,06 | 18,28 | 18,98 |
| 1,08 | 18,98 | 19,69 |
| 1,10 | 19,69 | 20,39 |
| 1,13 | 20,39 | 21,09 |
| 1,15 | 21,09 | 21,80 |
| 1,16 | 21,80 | 22,50 |
| 1,18 | 22,50 | 23,20 |
| 1,20 | 23,20 | 23,91 |
| 1,23 | 23,91 | 24,61 |
| 1,26 | 24,61 | 25,31 |
| 1,29 | 25,31 | 26,02 |
| 1,33 | 26,02 | 26,72 |
| 1,37 | 26,72 | 27,42 |
| 1,41 | 27,42 | 28,13 |
| 1,45 | 28,13 | 28,83 |
| 1,49 | 28,83 | 29,53 |
| 1,54 | 29,53 | 30,24 |
| 1,62 | 30,24 | 30,94 |
| 1,71 | 30,94 | 31,64 |
| 1,83 | 31,64 | 32,34 |
| 1,97 | 32,34 | 33,05 |
| 2,14 | 33,05 | 33,75 |
| 2,34 | 33,75 | 34,45 |
| 2,60 | 34,45 | 35,16 |
| 2,92 | 35,16 | 35,86 |
| 3,34 | 35,86 | 36,56 |
| 3,93 | 36,56 | 37,27 |
| 4,77 | 37,27 | 37,97 |
| 6,13 | 37,97 | 38,67 |
| 8,99 | 38,67 | 39,38 |
| 17,02 | 39,38 | 40,08 |
| 175,80 | 40,08 | 40,78 |
| -20,20 | 40,78 | 41,49 |
| -9,49 | 41,49 | 42,19 |
| -6,21 | 42,19 | 42,89 |
| -4,67 | 42,89 | 43,59 |
| -3,70 | 43,59 | 44,30 |
| -3,00 | 44,30 | 45,00 |
| -2,51 | 45,00 | 45,70 |
| total | 225,84 | |

Apêndice 7 - Retomada de velocidade (80 a 120 km/h)

| QUINTA MARCHA | | |
|-------------------|-------------------------------|-------|
| Intervalo (seg) | Intervalo de velocidade (m/s) | |
| 1,60 | 8,30 | 9,13 |
| 1,61 | 9,13 | 9,96 |
| 1,61 | 9,96 | 10,79 |
| 1,60 | 10,79 | 11,62 |
| 1,58 | 11,62 | 12,45 |
| 1,57 | 12,45 | 13,28 |
| 1,55 | 13,28 | 14,11 |
| 1,52 | 14,11 | 14,94 |
| 1,47 | 14,94 | 15,77 |
| 1,42 | 15,77 | 16,59 |
| 1,41 | 16,59 | 17,42 |
| 1,43 | 17,42 | 18,25 |
| 1,46 | 18,25 | 19,08 |
| 1,49 | 19,08 | 19,91 |
| 1,53 | 19,91 | 20,74 |
| 1,57 | 20,74 | 21,57 |
| 1,62 | 21,57 | 22,40 |
| 1,68 | 22,40 | 23,23 |
| 1,74 | 23,23 | 24,06 |
| 1,81 | 24,06 | 24,89 |
| 1,87 | 24,89 | 25,72 |
| 1,93 | 25,72 | 26,55 |
| 1,99 | 26,55 | 27,38 |
| 2,08 | 27,38 | 28,21 |
| 2,18 | 28,21 | 29,04 |
| 2,30 | 29,04 | 29,87 |
| 2,43 | 29,87 | 30,70 |
| 2,59 | 30,70 | 31,53 |
| 2,77 | 31,53 | 32,36 |
| 2,98 | 32,36 | 33,19 |
| 3,22 | 33,19 | 34,02 |
| 3,49 | 34,02 | 34,85 |
| 3,87 | 34,85 | 35,68 |
| 4,47 | 35,68 | 36,51 |
| 5,38 | 36,51 | 37,34 |
| 6,83 | 37,34 | 38,17 |
| 9,50 | 38,17 | 39,00 |
| 15,74 | 39,00 | 39,83 |
| 48,95 | 39,83 | 40,66 |
| -41,72 | 40,66 | 41,49 |
| -14,59 | 41,49 | 42,32 |
| -8,74 | 42,32 | 43,15 |
| -6,16 | 43,15 | 43,98 |
| -4,77 | 43,98 | 44,81 |
| -3,86 | 44,81 | 45,64 |
| -3,20 | 45,64 | 46,47 |
| -2,73 | 46,47 | 47,30 |
| -2,37 | 47,30 | 48,12 |
| -2,09 | 48,12 | 48,95 |
| -1,86 | 48,95 | 49,78 |
| -1,68 | 49,78 | 50,61 |
| -1,54 | 50,61 | 51,44 |
| -1,41 | 51,44 | 52,27 |
| -1,29 | 52,27 | 53,10 |
| -1,19 | 53,10 | 53,93 |
| total | 67,70 | |

Apêndice 7 - Retomada de velocidade (80 a 120 km/h)

| | Totais | | |
|-----------------|---------|---------|---------|
| | t (seg) | v (m/s) | v(km/h) |
| | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | 0,09 | 1,86 | 6,71 |
| | 0,18 | 2,03 | 7,31 |
| | 0,26 | 2,20 | 7,92 |
| | 0,35 | 2,37 | 8,53 |
| | 0,43 | 2,54 | 9,14 |
| | 0,51 | 2,71 | 9,75 |
| | 0,60 | 2,88 | 10,36 |
| | 0,67 | 3,05 | 10,97 |
| | 0,75 | 3,22 | 11,58 |
| | 0,82 | 3,39 | 12,19 |
| | 0,89 | 3,56 | 12,80 |
| | 0,96 | 3,73 | 13,41 |
| | 1,03 | 3,89 | 14,02 |
| | 1,10 | 4,06 | 14,63 |
| | 1,18 | 4,23 | 15,24 |
| | 1,25 | 4,40 | 15,85 |
| | 1,32 | 4,57 | 16,46 |
| | 1,39 | 4,74 | 17,07 |
| | 1,46 | 4,91 | 17,68 |
| | 1,53 | 5,08 | 18,29 |
| | 1,61 | 5,25 | 18,90 |
| | 1,68 | 5,42 | 19,51 |
| | 1,75 | 5,59 | 20,12 |
| | 1,82 | 5,76 | 20,73 |
| | 1,89 | 5,93 | 21,34 |
| | 1,96 | 6,10 | 21,94 |
| | 2,04 | 6,27 | 22,55 |
| | 2,11 | 6,43 | 23,16 |
| | 2,18 | 6,60 | 23,77 |
| | 2,25 | 6,77 | 24,38 |
| | 2,32 | 6,94 | 24,99 |
| | 2,39 | 7,11 | 25,60 |
| | 2,47 | 7,28 | 26,21 |
| | 2,54 | 7,45 | 26,82 |
| | 2,61 | 7,62 | 27,43 |
| | 2,69 | 7,79 | 28,04 |
| | 2,76 | 7,96 | 28,65 |
| | 2,83 | 8,13 | 29,26 |
| | 2,91 | 8,30 | 29,87 |
| | 2,99 | 8,47 | 30,48 |
| | 3,07 | 8,64 | 31,09 |
| | 3,15 | 8,80 | 31,70 |
| | 3,23 | 8,97 | 32,31 |
| | 3,31 | 9,14 | 32,92 |
| | 3,39 | 9,31 | 33,53 |
| | 3,48 | 9,48 | 34,14 |
| | 3,57 | 9,65 | 34,75 |
| | 3,65 | 9,82 | 35,36 |
| | 3,75 | 9,99 | 35,96 |
| | 3,84 | 10,16 | 36,57 |
| | 3,94 | 10,33 | 37,18 |
| | 4,03 | 10,50 | 37,79 |
| | 4,13 | 10,67 | 38,40 |
| | 4,24 | 10,84 | 39,01 |
| | 4,34 | 11,01 | 39,62 |
| troca de marcha | 0,20 | 11,01 | 39,62 |
| | 4,54 | 11,01 | 39,62 |
| | 4,75 | 11,32 | 40,74 |
| | 4,97 | 11,64 | 41,90 |
| | 5,19 | 11,96 | 43,06 |
| | 5,42 | 12,29 | 44,23 |
| | 5,64 | 12,61 | 45,39 |
| | 5,86 | 12,93 | 46,55 |

Apêndice 7 - Retomada de velocidade (80 a 120 km/h)

| | | | | | |
|-----------------|--------|-------|--------|--------------|----------|
| | 6,08 | 13,26 | 47,72 | | |
| | 6,30 | 13,58 | 48,88 | | |
| | 6,52 | 13,90 | 50,05 | | |
| | 6,75 | 14,22 | 51,21 | | |
| | 6,97 | 14,55 | 52,37 | | |
| | 7,20 | 14,87 | 53,54 | | |
| | 7,44 | 15,19 | 54,70 | | |
| | 7,67 | 15,52 | 55,87 | | |
| | 7,91 | 15,84 | 57,03 | | |
| | 8,16 | 16,16 | 58,19 | | |
| | 8,41 | 16,49 | 59,36 | | |
| | 8,66 | 16,81 | 60,52 | | |
| | 8,92 | 17,13 | 61,68 | | |
| | 9,18 | 17,46 | 62,85 | | |
| | 9,45 | 17,78 | 64,01 | | |
| | 9,72 | 18,10 | 65,18 | | |
| | 10,01 | 18,43 | 66,34 | | |
| | 10,30 | 18,75 | 67,50 | | |
| | 10,60 | 19,07 | 68,67 | | |
| | 10,91 | 19,40 | 69,83 | | |
| | 11,23 | 19,72 | 71,00 | | |
| | 11,56 | 20,04 | 72,16 | | |
| | 11,90 | 20,37 | 73,32 | | |
| | 12,25 | 20,69 | 74,49 | | |
| | 12,62 | 21,01 | 75,65 | | |
| troca de marcha | 0,20 | 21,01 | 75,65 | | |
| | 12,82 | 21,01 | 75,65 | | |
| | 13,88 | 21,57 | 77,66 | 0 a 80 km/h | |
| | 15,50 | 22,40 | 80,65 | 15,15 | |
| | 17,18 | 23,23 | 83,64 | | |
| | 18,91 | 24,06 | 86,62 | | |
| | 20,72 | 24,89 | 89,61 | | |
| | 22,60 | 25,72 | 92,60 | | |
| | 24,53 | 26,55 | 95,59 | | |
| | 26,52 | 27,38 | 98,57 | | |
| | 28,60 | 28,21 | 101,56 | | |
| | 30,78 | 29,04 | 104,55 | | |
| | 33,08 | 29,87 | 107,53 | | |
| | 35,51 | 30,70 | 110,52 | | |
| | 38,10 | 31,53 | 113,51 | | |
| | 40,87 | 32,36 | 116,50 | | |
| | 43,85 | 33,19 | 119,48 | 0 a 120 km/h | Retomada |
| | 47,08 | 34,02 | 122,47 | 44,41 | 29,26 |
| | 50,57 | 34,85 | 125,46 | | |
| | 54,43 | 35,68 | 128,44 | | |
| | 58,90 | 36,51 | 131,43 | | |
| | 64,27 | 37,34 | 134,42 | | |
| | 71,11 | 38,17 | 137,40 | | |
| | 80,61 | 39,00 | 140,39 | | |
| | 96,35 | 39,83 | 143,38 | | |
| | 145,30 | 40,66 | 146,37 | | |

Apêndice 7 - Retomada de velocidade (80 a 120 km/h)

Gráfico do espaço em função do tempo

1 MARCHA

| Intervalo (seg) | Espaço (m) | Tempo acumulado | Espaço acumulado |
|-----------------|------------|-----------------|------------------|
| | | 0,00 | 0,00 |
| 0,09 | 0,08 | 0,09 | 0,08 |
| 0,09 | 0,17 | 0,18 | 0,25 |
| 0,09 | 0,18 | 0,26 | 0,44 |
| 0,09 | 0,20 | 0,35 | 0,63 |
| 0,08 | 0,21 | 0,43 | 0,84 |
| 0,08 | 0,22 | 0,51 | 1,05 |
| 0,08 | 0,23 | 0,60 | 1,28 |
| 0,08 | 0,23 | 0,67 | 1,51 |
| 0,08 | 0,24 | 0,75 | 1,75 |
| 0,07 | 0,24 | 0,82 | 1,99 |
| 0,07 | 0,25 | 0,89 | 2,23 |
| 0,07 | 0,26 | 0,96 | 2,49 |
| 0,07 | 0,27 | 1,03 | 2,76 |
| 0,07 | 0,28 | 1,10 | 3,04 |
| 0,07 | 0,29 | 1,18 | 3,34 |
| 0,07 | 0,31 | 1,25 | 3,64 |
| 0,07 | 0,32 | 1,32 | 3,96 |
| 0,07 | 0,33 | 1,39 | 4,30 |
| 0,07 | 0,35 | 1,46 | 4,64 |
| 0,07 | 0,36 | 1,53 | 5,00 |
| 0,07 | 0,37 | 1,61 | 5,38 |
| 0,07 | 0,38 | 1,68 | 5,76 |
| 0,07 | 0,39 | 1,75 | 6,16 |
| 0,07 | 0,41 | 1,82 | 6,56 |
| 0,07 | 0,42 | 1,89 | 6,98 |
| 0,07 | 0,43 | 1,96 | 7,41 |
| 0,07 | 0,44 | 2,04 | 7,85 |
| 0,07 | 0,46 | 2,11 | 8,31 |
| 0,07 | 0,47 | 2,18 | 8,78 |
| 0,07 | 0,48 | 2,25 | 9,26 |
| 0,07 | 0,49 | 2,32 | 9,75 |
| 0,07 | 0,50 | 2,39 | 10,25 |
| 0,07 | 0,52 | 2,47 | 10,77 |
| 0,07 | 0,53 | 2,54 | 11,30 |
| 0,07 | 0,55 | 2,61 | 11,85 |
| 0,07 | 0,57 | 2,69 | 12,42 |
| 0,07 | 0,59 | 2,76 | 13,00 |
| 0,08 | 0,61 | 2,83 | 13,61 |
| 0,08 | 0,63 | 2,91 | 14,24 |
| 0,08 | 0,65 | 2,99 | 14,89 |
| 0,08 | 0,67 | 3,07 | 15,56 |
| 0,08 | 0,69 | 3,15 | 16,25 |
| 0,08 | 0,72 | 3,23 | 16,97 |
| 0,08 | 0,74 | 3,31 | 17,72 |
| 0,08 | 0,77 | 3,39 | 18,49 |
| 0,09 | 0,80 | 3,48 | 19,29 |
| 0,09 | 0,83 | 3,57 | 20,12 |
| 0,09 | 0,87 | 3,65 | 20,99 |
| 0,09 | 0,90 | 3,75 | 21,89 |
| 0,09 | 0,94 | 3,84 | 22,83 |
| 0,10 | 0,98 | 3,94 | 23,81 |
| 0,10 | 1,02 | 4,03 | 24,83 |
| 0,10 | 1,06 | 4,13 | 25,90 |
| 0,10 | 1,12 | 4,24 | 27,01 |
| 0,11 | 1,17 | 4,34 | 28,19 |

Apêndice 7 - Retomada de velocidade (80 a 120 km/h)

2 MARCHA

| Intervalo (seg) | Espaço (m) | Tempo acumulado | Espaço acumulado |
|-----------------|------------|-----------------|------------------|
| | | 4,34 | 28,19 |
| | | 4,54 | 30,39 |
| 0,21 | 2,34 | 4,75 | 32,73 |
| 0,22 | 2,52 | 4,97 | 35,25 |
| 0,22 | 2,60 | 5,19 | 37,85 |
| 0,22 | 2,68 | 5,42 | 40,52 |
| 0,22 | 2,75 | 5,64 | 43,28 |
| 0,22 | 2,83 | 5,86 | 46,11 |
| 0,22 | 2,90 | 6,08 | 49,01 |
| 0,22 | 2,97 | 6,30 | 51,98 |
| 0,22 | 3,05 | 6,52 | 55,03 |
| 0,22 | 3,15 | 6,75 | 58,17 |
| 0,23 | 3,26 | 6,97 | 61,43 |
| 0,23 | 3,38 | 7,20 | 64,81 |
| 0,23 | 3,50 | 7,44 | 68,32 |
| 0,24 | 3,63 | 7,67 | 71,95 |
| 0,24 | 3,77 | 7,91 | 75,72 |
| 0,24 | 3,91 | 8,16 | 79,64 |
| 0,25 | 4,06 | 8,41 | 83,70 |
| 0,25 | 4,22 | 8,66 | 87,91 |
| 0,26 | 4,38 | 8,92 | 92,29 |
| 0,26 | 4,55 | 9,18 | 96,84 |
| 0,27 | 4,73 | 9,45 | 101,57 |
| 0,28 | 4,94 | 9,72 | 106,52 |
| 0,28 | 5,17 | 10,01 | 111,69 |
| 0,29 | 5,41 | 10,30 | 117,10 |
| 0,30 | 5,67 | 10,60 | 122,77 |
| 0,31 | 5,95 | 10,91 | 128,72 |
| 0,32 | 6,25 | 11,23 | 134,97 |
| 0,33 | 6,53 | 11,56 | 141,50 |
| 0,34 | 6,86 | 11,90 | 148,36 |
| 0,35 | 7,27 | 12,25 | 155,63 |
| 0,37 | 7,73 | 12,62 | 163,36 |

5 MARCHA

| Intervalo (seg) | Espaço (m) | Tempo acumulado | Espaço acumulado | si | ti | |
|-----------------|------------|-----------------|------------------|--------|------------|------------------|
| | | 12,62 | 163,36 | 217,98 | 15,15 | |
| | | 12,82 | 167,56 | | | |
| 1,06 | 22,53 | 13,88 | 190,09 | s (m) | Tempo(seg) | |
| 1,62 | 35,65 | 15,50 | 225,74 | | | |
| 1,68 | 38,23 | 17,18 | 263,97 | 0,96 | 2,03 | |
| 1,74 | 41,13 | 18,91 | 305,10 | 3,48 | 3,77 | |
| 1,81 | 44,31 | 20,72 | 349,41 | 7,60 | 5,58 | |
| 1,87 | 47,41 | 22,60 | 396,82 | 13,42 | 7,45 | |
| 1,93 | 50,41 | 24,53 | 447,23 | 21,01 | 9,38 | |
| 1,99 | 53,73 | 26,52 | 500,96 | 30,51 | 11,37 | 38m |
| 2,08 | 57,78 | 28,60 | 558,74 | 42,14 | 13,45 | 12,71 |
| 2,18 | 62,44 | 30,78 | 621,18 | 56,16 | 15,63 | 15,30 |
| 2,30 | 67,69 | 33,08 | 688,87 | 72,83 | 17,93 | (54m) |
| 2,43 | 73,66 | 35,51 | 762,53 | 92,50 | 20,36 | |
| 2,59 | 80,53 | 38,10 | 843,06 | 115,57 | 22,95 | vf (km/h) |
| 2,77 | 88,51 | 40,87 | 931,57 | 142,57 | 25,72 | 100,55 |
| 2,98 | 97,75 | 43,85 | 1029,31 | 174,11 | 28,70 | 104,11 |
| 3,22 | 108,36 | 47,08 | 1137,68 | 210,89 | 31,93 | |
| 3,49 | 120,20 | 50,57 | 1257,87 | 253,59 | 35,42 | Espaço util. (m) |
| 3,87 | 136,32 | 54,43 | 1394,19 | 304,09 | 39,28 | 320,18 |
| 4,47 | 161,22 | 58,90 | 1555,41 | 366,15 | 43,75 | 393,58 |
| 5,38 | 198,48 | 64,27 | 1753,89 | 445,30 | 49,13 | |
| 6,83 | 258,03 | 71,11 | 2011,92 | 551,60 | 55,96 | |
| 9,50 | 366,46 | 80,61 | 2378,39 | 707,20 | 65,46 | |
| 15,74 | 620,53 | 96,35 | 2998,92 | 978,21 | 81,20 | |
| 48,95 | 1969,79 | 145,30 | 4968,71 | | | |

Apêndice 7 - Retomada de velocidade (80 a 120 km/h)

