

**Prof. Dr. Antonio Carlos Canale**  
**Dr. Juan Carlos Horta Gutiérrez**

**ESTUDO DO DESEMPENHO DA FRENAGEM E DO  
CONTROLE DA VELOCIDADE DE DESCIDA EM DECLIVE  
LONGO E ACENTUADO NO TRECHO DA SERRA DO MAR  
DA RODOVIA DOS IMIGRANTES DE VEÍCULOS  
COMERCIAIS REPRESENTATIVOS DA FROTA NACIONAL**

Trabalho de Pesquisa desenvolvido na Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo num Programa de Pós-Doutoramento no Departamento de Engenharia de Materiais, Aeronáutica e Automobilística (SMM).

São Carlos  
2005

Ficha catalográfica preparada pela  
Seção de Tratamento da Informação do  
Serviço de Biblioteca - EESC/USP

C212e Canale, Antônio Carlos  
Estudo do desempenho da frenagem e do controle da  
velocidade de descida em declive longo e acentuado no  
trecho da serra do mar da rodovia dos Imigrantes de  
veículos comerciais representativos da frota nacional  
[recurso eletrônico] / Antônio Carlos Canale, Juan  
Carlos Horta Gutiérrez. -- Dados eletrônicos -- São  
Carlos : EESC/USP, 2005.  
Modo de acesso: World Wide Web.  
Texto (livro eletrônico)  
ISBN 85-85205-61-X

1. Sistema de freio. 2. Efeito da temperatura no  
freio. 3. Freio motor. 4. Retardadores automotivos.  
5. Frenagem de emergência. 6. Frenagem na descida de  
serra. I. Horta Gutiérrez, Juan Carlos. I. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos especialistas que participaram do Grupo de Trabalho “ECOVIAS”, representando Fabricantes de Veículos, Fabricantes de Autopeças, Fabricantes de Implementos Rodoviários, Empresas Transportadoras de Carga, Concessionária da Rodovia, algumas Instituições Governamentais como a ARTESP, e outras instituições e entidades envolvidas (SEST-SENAT, etc), pelo apoio e participação na realização da pesquisa.

À Concessionária ECOVIAS DOS IMIGRANTES S/A pelo patrocínio e apoio total.

À Fundação de Apoio à Pesquisa e o Aperfeiçoamento industrial (FIPAI) pela Bolsa de Pós-doutorado oferecida.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	I
LISTA DE TABELAS .....	V
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
RESUMO .....	XIII
ABSTRACT .....	XV
- INTRODUÇÃO .....	1
1 - O SISTEMA ANCHIETA - IMIGRANTES .....	6
IMPORTÂNCIA E CARATERIZAÇÃO .....	6
CARACTERÍSTICAS GERAIS DA RODOVIA E DO SEU MODELO OPERACIONAL .....	9
Características Geométricas e Físicas.....	9
Localização e Descrição dos Trechos.....	10
Túneis e viadutos .....	11
Operações Rodoviárias no SAI.....	12
Sistemas de Segurança e Apoio Operacional da Pista Descendente .....	14
Sistema de monitoramento e controle de tráfego.....	14
Sistema de comunicação com os usuários. ....	15
Sistemas de segurança nos túneis e viadutos. ....	16
O LONGO DECLIVE DA PISTA DESCENDENTE E O ESTADO DA FROTA BRASILEIRA DE CAMINHÕES. ....	19
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E DAS NORMAS VIGENTES SOBRE FRENAGEM NA DESCIDA DE SERRA. ....	23
REVISÃO DA LITERATURA .....	23
Forças que atuam num veículo desacelerado em um declive.....	23

Energia e potência durante o declive e a frenagem. ....	25
Necessidade do controle da velocidade e de garantir frenagens de emergência eficientes em declives. ....	30
Retardadores .....	36
REVISÃO DAS NORMAS VIGENTES. ....	47
Resumo do estabelecido na ECE R-13: .....	47
Normas Brasileiras (NBR 10967): .....	52
SEGURANÇA NOS TÚNEIS .....	54
3 - METODOLOGIA DA PESQUISA .....	63
INTRODUÇÃO.....	63
COMPOSIÇÃO DO GRUPO DE TRABALHO.....	66
CRONOGRAMA DE TRABALHO. ....	69
PROPOSTA DE REGULAMENTAÇÃO SOBRE DESEMPENHO NA FRENAGEM DURANTE A DESCIDA. ....	69
<b>Proposta de regulamentação técnica para veículos da categoria M2 e M3 (Ônibus):</b> .....	69
<b>Proposta de Regulamentação Técnica para veículos da categoria N2 e N3 (caminhões e furgões (“vans”)):</b> .....	72
<b>Proposta de Regulamentação Técnica para veículos da categoria O3 e O4 (tracionados por veículos da categoria N3 formando CVC’s):</b> .....	74
DESCRIÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO E PROGRAMA DE SIMULAÇÃO .....	75
METODOLOGIA PARA OS TESTES DE PISTA (TESTE NA RODOVIA DOS IMIGRANTES SUL – DESCIDA DA SERRA DO MAR).....	82
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PRINCIPAIS DOS VEÍCULOS REPRESENTATIVOS A ENSAIAR E SIMULAR .....	86
METODOLOGIA PARA UMA CONTRIBUIÇÃO NA PREPARAÇÃO DOS MOTORISTAS. .	138
METODOLOGIA PARA A INSPEÇÃO TÉCNICA E TRIAGEM ANTES DA DESCIDA .....	139
SUGESTÃO DE METODOLOGIA PARA A AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA EM RODOVIAS COM TÚNEIS (OBTIDA ATRAVÉS DA REVISÃO DA LITERATURA SOBRE O ASSUNTO). ....	140
4 - RESULTADOS: .....	146
DEFINIÇÃO DAS CATEGORIAS VEICULARES A ESTUDAR .....	146

RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES EM COMPUTADOR. ....	147
Resultados das simulações de aderência utilizada (bloco 1). ....	148
Simulação de um veículo médio. ....	148
Simulação de veículo pesado. ....	152
Resultados das simulações com os requisitos da norma (bloco 2). ....	161
RESULTADOS DOS ENSAIOS DE PISTA. ....	168
RESULTADOS DAS AÇÕES PARA A PREPARAÇÃO DOS MOTORISTAS. ....	171
RESULTADOS DAS AÇÕES PARA A INSPEÇÃO TÉCNICA E TRIAGEM ANTES DA DESCIDA. ....	173
RESULTADOS DO ESTUDO DO MODELO OPERACIONAL DA RODOVIA E DA SEGURANÇA NOS TÚNEIS: SUGESTÕES. ....	176
5 - ANÁLISE DOS RESULTADOS. ....	182
RESULTADOS DAS AÇÕES DIRECIONADAS AO VEÍCULO (TESTES DE PISTA E SIMULAÇÕES EM COMPUTADOR). ....	182
<b>Minuta de regulamentação aprovada (Ônibus).</b> ....	187
<b>Minuta de regulamentação aprovada (Caminhões)</b> ....	191
<b>Minuta de regulamentação aprovada (veículos combinados (com reboques ou semi-reboques))</b> ....	194
RESULTADOS DAS AÇÕES DIRECIONADAS À PREPARAÇÃO DOS MOTORISTAS, À ITV E AO MODELO OPERACIONAL DA RODOVIA. ....	196
6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES. ....	198
CONCLUSÕES. ....	198
RECOMENDAÇÕES. ....	204
- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....	206
- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA. ....	211
GLOSSÁRIO. ....	220
ANEXO A – PORTARIA ARTESP – 11 DE 6/12/2002. ....	221
ANEXO B - PROJETO DE PESQUISA ECOVIAS-FIPAI-USP. ....	223
ANEXO C - PRINCIPAIS AÇÕES DO GRUPO DE TRABALHO “ECOVIAS”. ....	227
ANEXO D - RESUMO DAS NORMAS EUROPEIAS. ....	243
ANEXO E – CRONOGRAMA DE TRABALHO. ....	244
ANEXO F – CENÁRIO DOS ENSAIOS DE PISTA. ....	246

ANEXO G – RESULTADOS DOS ENSAIOS DE PISTA.....	247
ANEXO H – ÍNDICE DO MANUAL DO MOTORISTA.....	250
ANEXO I - EMENDA DO CURSO DE PREPARAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DOS MOTORISTAS.....	257
ANEXO J – PROJETO PARA A DESCIDA ASSISTIDA.....	259
ANEXO K – PROJETO DE PATIO DE TRIAGEM (ASPECTOS GERAIS).....	266
ANEXO L – PROCEDIMENTOS GERAIS DA ECOVIAS PERANTE SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA.....	270
ANEXO M – RESOLUÇÕES SOBRE A INTERNALIZAÇÃO NO BRASIL DA I.T.V DO MERCOSUL.....	277
ANEXO N – CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA ITV MERCOSUL.....	291
APÊNDICE 1.....	301
CORPO LEGISLATIVO VIGENTE NO BRASIL SOBRE AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS DE FREIOS DE VEÍCULOS.....	301
APÊNDICE 2.....	305
ATAS DAS REUNIÕES DO GRUPO DE ESTUDO “ECOVIAS” (GRUPO TÉCNICO) ....	305
APÊNDICE 3.....	403
MANUAL DO MOTORISTA.....	403
APÊNDICE 4.....	405
ESTUDO SOBRE OS EIXOS LEVANTADOS.....	405

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Malha viária do Sistema Anchieta – Imigrantes (Cortesia Ecovias). ....	7
FIGURA 2 – Centro de Controle Operacional (CCO) do SAI. ....	15
FIGURA 3 – Forças que atuam num veículo desacelerado em um declive.....	23
FIGURA 4 – Energia potencial e cinética num declive.....	28
FIGURA 5 – Variação da potência de frenagem com o tempo. ....	30
FIGURA 6 – Gráfico típico do torque de frenagem e da potência dissipada no freio motor de um veículo como uma função da sua velocidade e da marcha engrenada..	32
FIGURA 7 – Eficiência térmica típica de um sistema de freio de um veículo.....	33
FIGURA 8 – Balanceamento térmico típico dos sistemas de controle de velocidade em pista descendente de um veículo. ....	34
FIGURA 9 – Exemplo de Carta de Retardação. ....	39
FIGURA 10 – Potência de frenagem de diferentes tipos de retardadores .....	41
FIGURA 11 – Desempenho dos retardadores de entrada e de saída. ....	42
FIGURA 12 – Retardador Hidráulico da Voith e fluxo turbulento do fluido hidráulico entre o rotor e o estator. ....	43
FIGURA 13 – Dissipação de calor no retardador Voith.....	44
FIGURA 14 – Retardador elétrico Telma (Cortesia da Telma do Brasil). ....	46
FIGURA 15 – Sistemas de segurança no interior do túnel. ....	56
FIGURA 16 – Metodologia de Trabalho Aprovada pelo Grupo de Estudo para o Veículo.....	66
FIGURA 17 – Tela inicial do programa de simulação em Matlab Simulink.....	80
FIGURA 18 – Fluxograma do Programa de Simulação .....	81
FIGURA 19- Microônibus Agrale Volare A6 .....	87
FIGURA 20 – Microônibus Agrale Volare W8.....	87
FIGURA 21 – Veículo Misto Fiat Ducato .....	90



FIGURA 22 - Caminhão Ford Cargo 1317 CTE-68.....	92
FIGURA 23 - Cavalo Ford Cargo 4331 CTE-83.....	94
FIGURA 24 - Caminhão Ford Cargo 815 CTE-115.....	96
FIGURA 25 - Caminhão leve Ford F 4000 F4-11.....	97
FIGURA 26 – Chassi para Microônibus Iveco Daily Scudato 59.12.....	99
FIGURA 27 – Cavalo Iveco Eurotech 450 E 37 T.....	101
FIGURA 28 – Caminhão Iveco Eurocargo Tector 170 E 22.....	102
FIGURA 29 – Caminhão semi-leve Iveco Daily Cabinato 60.12.....	104
FIGURA 30 – Caminhão semi-leve Iveco Daily 70.12 Cabinato.....	105
FIGURA 31 – Cavalo Iveco Eurotech 440E42 TZ / P.....	107
FIGURA 32 - CVC: Cavalo Scania R124 GA 6X4 420 + Rodotrem Copersucar/Random.....	111
FIGURA 33 - Cavalo Scania R164 GA 6X4 480 + Rodotrem Transserano/Guerra.....	112
FIGURA 34 - Ônibus Scania K124 IB 6X2 NB 360.....	114
FIGURA 35 - Ônibus Scania K124 IB 8X2 NB 420 com carroçaria Marcopolo Paradiso 1800DD.....	116
FIGURA 36 - Ônibus Scania K124 IB 4X2 NB 360.....	117
FIGURA 37 - “Van” VW Kombi T-II.....	119
FIGURA 38 - “Van” VW Caravelle T-4.....	120
FIGURA 39 – Dimensões principais da “Van” VW Caravelle T-4.....	121
FIGURA 40 - Cavalo Titan Trator VW 18-310 OT.....	123
FIGURA 41 - Dimensões principais do Cavalo Titan Trator VW 18-310 OT.....	124
FIGURA 42 - Caminhão VW 23-250E.....	126
FIGURA 43 - Dimensões do Caminhão VW 23-250E.....	126
FIGURA 44 - Ônibus VW 8-150 OD.....	129
FIGURA 45 - Dimensões do Ônibus VW 8-150 OD.....	129
FIGURA 46 - Dimensões do Ônibus VW 18-310 OT mecânico e automático.....	131
FIGURA 47 - Ônibus com chassis VW Titan 18-310 OT.....	132
FIGURA 48 – Dimensões do Cavalo Volvo FH 12 6X4 420.....	134
FIGURA 49 - Cavalo Volvo FH 12 6X4 420 com Bitrem.....	135
FIGURA 50 – Dimensões principais do Ônibus Volvo B 12 R 6x2.....	137
FIGURA 51 - Ônibus Volvo B 12 R 6x2.....	137

FIGURA 52 – Micro-ônibus descendo a 60 Km/h com a ação de retardo proporcionada pelo freio motor para estabilizar a velocidade de descida. ....	149
FIGURA 53 – Forças verticais nas rodas do lado esquerdo do Micro-ônibus.....	150
FIGURA 54 – Rotação do motor (descida do Micro-ônibus em terceira marcha)..	150
FIGURA 55 – Potência dissipada no motor durante a descida do Micro-ônibus. Potência dissipada na resistência ao rolamento de aproximadamente 8 HP.....	151
FIGURA 56 – Aderência utilizada no eixo traseiro do Micro-ônibus. ....	151
FIGURA 57 - Escorregamento parcial longitudinal dos pneus no eixo traseiro do Micro-ônibus.....	152
FIGURA 58 - Rodotrem descendo a rampa com velocidade constante de 40 km/h	153
FIGURA 59 – Forças normais nos pneus do Cavallo Mecânico do Rodotrem. A diferença entre as linhas em vermelho e as demais mostra a pequena influência dada pela posição estimada do centro de arfagem.....	154
FIGURA 60 – Coeficiente de aderência utilizado pelos pneus dos eixos traseiros do cavalo mecânico do Rodotrem ( $\approx 0,3$ ). ....	155
FIGURA 61 - Potência estimada dissipada no motor ( $\approx 580$ HP) e no radiador durante a descida do Rodotrem (para uma eficiência da transmissão utilizada de 95 %). ...	155
FIGURA 62 – Bitrem descendo com velocidade constante de 40 km/h. Ação de retardo do motor para manter a velocidade constante na descida.....	156
FIGURA 63 - Forças normais nos eixos do bitrem.....	157
FIGURA 64 - Coeficiente de aderência utilizado nos eixos de tração do cavalo mecânico do bitrem. ....	157
FIGURA 65 - Potência dissipada no motor e nos pneumáticos. Eficiência da transmissão de 90%.....	158
FIGURA 66 – Ônibus descendo com velocidade constante de 60 km/h.....	159
FIGURA 67 - Forças normais nos eixos do ônibus .....	159
FIGURA 68 - Coeficiente de aderência utilizado (eixo tração do ônibus).....	160
FIGURA 69 - Potência dissipada no motor e auxiliares durante a descida do ônibus. Aproximadamente 250 HP. Rendimento da transmissão de 100%. ....	160
FIGURA 70 – Espaço percorrido pelo Rodotrem em função do tempo .....	162
FIGURA 71 – Velocidade de descida do Rodotrem em função do tempo .....	162
FIGURA 72 – Potência dissipada pelo motor nos eixos motrizes (cavalo 6 x 4)....	163

FIGURA 73 – Potência dissipada pelas forças $R_r$ no Rodotrem x tempo em segundos.....	163
FIGURA 74 - Potência dissipada pelo motor nos eixos motrizes do Bitrem x tempo .....	164
FIGURA 75 - Potência dissipada pelas forças $R_r$ do Bitrem x tempo em segundos. ....	164
FIGURA 76 - Espaço percorrido pelo Ônibus 6 x 2 em função do tempo .....	166
FIGURA 77 - Velocidade de descida do Ônibus 6 x 2 x tempo em segundos. ....	166
FIGURA 78 - Potencia dissipada pelo motor isolado no eixo motriz x tempo em segundos.....	167
FIGURA 79 - Potência dissipada pelas forças $R_r$ do Ônibus 6 x 2 x tempo .....	167
FIGURA 80 – Metodologia proposta para preparação do material didático do Curso para Condutores .....	172
FIGURA 81 - Noticia de Capa no Jornal da Baixada Santista “A Tribuna” de Sexta-feira 31 de Outubro de 2003.....	247
FIGURA 82 - Noticia 1 no Jornal da Baixada Santista “A Tribuna” de Sexta-feira 31 de Outubro de 2003.....	248
FIGURA 83 - Noticia 2 no Jornal da Baixada Santista “A Tribuna” de Sexta-feira 31 de Outubro de 2003.....	249
FIGURA 84 - Localização do Pátio de Triagem projetado no SAI .....	267

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Composição do Grupo de Estudo “ECOVIAS” .....	67
TABELA 2 - Eficiência mínima de frenagem para o ensaio tipo 0 (teste regular de eficiência com o freio frio e com o motor desacoplado da transmissão) para ônibus. ....	72
TABELA 3 - Eficiência mínima de frenagem para o ensaio tipo 0 (teste regular de eficiência com freio frio e com o motor desacoplado da transmissão) para caminhões. ....	74
TABELA 4 - Características técnicas dos Microônibus <b>Volare A6 e Volare W8</b> . ..	86
TABELA 5 - Características técnicas do veículo misto (van) <b>Fiat Ducato</b> . ....	89
TABELA 6 - Características técnicas do <b>Caminhão Ford Cargo 1317 CTE-68</b> . ...	91
TABELA 7 - Características técnicas do <b>Cavalo Ford Cargo 4331 CTE-83</b> . ....	92
TABELA 8 - Características técnicas do <b>Caminhão Ford Cargo 815 CTE-115</b> . ...	94
TABELA 9 - Características técnicas do <b>Caminhão leve Ford F 4000 F4-11</b> .....	96
TABELA 10 – Características técnicas do Microônibus <b>Iveco Daily Scudato 59.12</b> . ....	98
TABELA 11 – Características técnicas do Cavalo <b>Iveco Eurotech 450 E 37 T</b> . ....	99
TABELA 12 - Características técnicas do Caminhão <b>Iveco Eurocargo Tector 170 E 22</b> (4 x 2 ou 6 x 2 (com 3ro eixo)). ....	101
TABELA 13 – Características técnicas do Caminhão semi-leve <b>Iveco Daily Cabinato 60.12</b> - Euro III. ....	103
TABELA 14 – Características técnicas do Caminhão semi-leve <b>Iveco Daily 70.12 Cabinato</b> . ....	104
TABELA 15 – Características técnicas do Cavalo 6x2 <b>Iveco Eurotech 440E42TZ/P</b> . ....	106

TABELA 16 - Características técnicas do <b>Minibus Renault Master</b> .....	108
TABELA 17 – Características técnicas da <b>CVC: Cavalo Scania R124 GA 6X4 420 + Rodotrem Copersucar/Random.</b> .....	110
TABELA 18 - Características técnicas da <b>CVC : Cavalo Scania R164 GA 6X4 480 + Rodotrem Transserano/Guerra</b> .....	112
TABELA 19 - Características técnicas do <b>Ônibus Scania K124 IB 6X2 NB 360.</b>	113
TABELA 20 - Características técnicas do <b>Ônibus Scania K124 IB 8X2 NB 420.</b>	115
TABELA 21 - Características técnicas do <b>Ônibus Scania K124 IB 4X2 NB 360.</b>	116
TABELA 22 - Características técnicas da “ <b>Van</b> ” <b>VW Kombi T-II</b> .....	118
TABELA 23 - Características técnicas da “ <b>Van</b> ” <b>VW Caravelle T-4</b> .....	119
TABELA 24 – Características técnicas do <b>Cavalo Titan Trator VW 18-310 OT</b>	122
TABELA 25 – Características técnicas do <b>Caminhão VW 23-250E</b> .....	124
TABELA 26 – Características técnicas do <b>Ônibus VW 8-150 OD</b> (com retardador) .....	127
TABELA 27 – Características técnicas do <b>Ônibus VW 8-150E OD</b> (com retardador) .....	128
TABELA 28 – Características técnicas do <b>Ônibus VW 18-310 OT</b> com transmissão mecânica e freio motor, e com transmissão automática e retardador. ....	130
TABELA 29 - Características técnicas das <b>CVC’s: Cavalo Volvo FH 12 6X4 420 + Rodotrem “Transserano/Guerra” ou + Bitrem</b> .....	133
TABELA 30 – Característica técnicas do <b>Ônibus Volvo B 12 R 6x2</b> .....	135
TABELA 31 – Categorias e Subcategorias de veículos comerciais a serem consideradas no estudo .....	146
TABELA 32 - Tipos e número de veículos testados e datas de realização dos testes. ....	168
TABELA 33 – Requisitos técnicos e condições operacionais a serem cumpridas em cada categoria veicular .....	201
TABELA 34 – Resumo da Regulamentação 13 da ECE e da Diretiva 71/320 da EEC. ....	243
TABELA 35 – Cronograma de Trabalho para a etapa de preparação, organização e execução dos ensaios de pista com as diferentes categorias de veículos .....	244
TABELA 36. Cronograma de Trabalho após os testes de pista .....	245

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ABS - Antilock Brake System.

ADAC – Allgemeiner Deutscher Automobilclub (Clube Automotivo Alemão).

ARTESP - Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo.

CCO – Centro de Controle Operacional.

C.G. ou c.g. – Centro de gravidade do veículo.

CNT – Código Nacional de Trânsito.

CO – monóxido de carbono.

CONTRAN - Conselho Nacional de Trânsito.

DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito.

DER/SP - Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo.

DETRAN/SP - Departamento Estadual de Trânsito do Estado de São Paulo.

DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem.

DPRF - Departamento de Polícia Rodoviária Federal.

EESC – USP – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ITV – Inspeção Técnica Veicular.

PBT – Peso bruto total (do veículo).

PBTC – Peso bruto total combinado.

PMS – Ponto morto superior (do motor).

RACE – Real Automóvil Club de España

SAE - Society of Automotive Engineers.

SAI – Sistema Anchieta - Imigrantes.

SEST/SENAT - Serviço Social do Transporte / Serviço Nacional de Aprendizagem do Transporte.

EUA – Estados Unidos de América.

TAG – Identificador por Radio Frequência (que funciona com ajuda de uma etiqueta eletrônica instalada no veículo; ver Glossário).

## LISTA DE SÍMBOLOS

- a - aceleração,  $m/s^2$ ; ou espessura do tambor (eixo dianteiro e traseiro), mm.
- airdens – densidade do ar no local da simulação.
- airveloc – velocidade do ar no local da simulação na direção de x, km/h ou mph.
- aux1f – braço da barra de torção no eixo dianteiro, m.
- aux2r – braço da barra de torção no eixo traseiro, m.
- auxkf – coeficiente de rigidez da barra de torção do eixo dianteiro.
- auxkr – coeficiente de rigidez da barra de torção do eixo traseiro.
- A ou “areafrent” - área frontal do veículo,  $m^2$ .
- Acf - Área do cilindro do freio das rodas frontais.
- Acr - Área do cilindro do freio das rodas traseiras.
- b – desaceleração,  $m/s^2$  ou unidades g; largura da lona de freio, mm.
- Ca ou “coefairresist” - coeficiente adimensional de resistência do ar.
- cf – coeficiente de amortecimento dos amortecedores dianteiros.
- cr – coeficiente de amortecimento dos amortecedores traseiros.
- ctf – coeficiente de amortecimento dos pneus dianteiros na direção de z.
- ctr – coeficiente de amortecimento dos pneus traseiros na direção de z.
- ctrl – coeficiente para controle da velocidade de rotação das rodas na frenagem.
- Ef – energia de frenagem, Nm.
- Esff - eficiência do sistema de freio frontal.
- Esfr - eficiência do sistema de freio traseiro.
- f – coeficiente de resistência ao rolamento;
- Ff - forças de frenagem nas rodas, N ou lbs.
- Ffd - forças de frenagem nas rodas dianteiras, N ou lbs.
- Fft - forças de frenagem nas rodas traseiras, N ou lbs.



- Fgf – Fator de ganho mecânico do freio.
- Fn - forças normais (ou de reação) nas rodas, N ou lbs.
- Fnd - forças normais (ou de reação) nas rodas dianteiras, N ou lbs.
- Fnt - forças normais (ou de reação) nas rodas traseiras, N ou lbs.
- g - aceleração da gravidade local,  $m/s^2$ .
- G – declive da pista, %;
- h – variação da altura (queda) da massa do veículo, m.
- hcg – altura do c.g. do veículo com relação ao solo, mm.
- hcgs – altura do c.g. da massa suspensa com relação ao pavimento, mm.
- hcgu1 – altura do c.g. da massa não suspensa, eixo dianteiro, com relação ao pavimento, mm.
- hcgu2 – altura do c.g. da massa não suspensa, eixo traseiro, com relação ao pavimento, mm.
- hpc – altura do pitch center do veículo, mm.
- hrc – altura do roll center do veículo, mm.
- icvx – relação de transmissão da marcha “x” da caixa de velocidades.
- I – momento de inércia das partes em rotação,  $Kgm^2$ ;
- Ixx – momento de inércia do veículo com relação ao eixo x,  $Nm^2$  ou  $Kgm^2$ .
- Ixx1 – momento de inércia do eixo dianteiro,  $Nm^2$  ou  $Kgm^2$ .
- Ixx2 – momento de inércia do eixo traseiro,  $Nm^2$  ou  $Kgm^2$ .
- Ixz – produto de inércia do veículo,  $Nm^2$  ou  $Kgm^2$ .
- Iyy – momento de inércia do veículo com relação ao eixo y,  $Nm^2$  ou  $Kgm^2$ .
- Iyywheelu1 – momento de inércia da roda do eixo dianteiro com relação a y.
- Iyywheelu2 – momento de inércia da roda do eixo traseiro com relação a y.
- Izz – momento de inércia do veículo com relação a z,  $Nm^2$  ou  $Kgm^2$ .
- k – fator de correção das massas em rotação.
- kf – coeficiente de rigidez da mola do eixo dianteiro.
- kf – coeficiente de rigidez da mola do eixo traseiro.
- Kgm – quilograma massa.
- ktr – coeficiente de rigidez dos pneus dianteiros na direção de z.
- ktr – coeficiente de rigidez dos pneus traseiros na direção de z.
- K – constante.

- $\ell$  - distancia real percorrida na pista, m
- L-distância entre eixos, mm
- $L_f$  – distância do c.g. ao eixo dianteiro, mm.
- $L_r$  – distância do c.g. ao eixo traseiro, mm.
- $m$  – massa do veículo, kg ou lb.
- $\mu$  – coeficiente de adesão máximo dos pneus na longitudinal (x).
- $\mu_{lat}$  – coeficiente de adesão máximo dos pneus na lateral (y).
- $M_{bu1}$  – massa não suspensa do eixo dianteiro, kg ou lbs.
- $M_{bu2}$  – massa não suspensa do eixo traseiro, kg ou lbs
- $M_i$  - momento de inércia das partes rotativas do veículo nos eixos, Nm.
- $M_f$  - momento de frenagem aplicado nos mecanismos de freio das rodas Nm.
- $M_{fm}$  - momento de frenagem obtido pela ação do freio motor ou de dispositivos retardadores Nm.
- MFDD ou  $D_m$  - desaceleração média estabilizada,  $m/s^2$ .
- $N_a$  – Potencia dissipada pela resistência do ar, Nm/s ou HP.
- $N_f$  – potencia dissipada no freio (potencia de frenagem), Nm/s ou HP.
- $N_m$  - potencia dissipada pelo motor, Nm/s ou HP.
- $N_r$  – potencia de retardação, Nm/s ou HP.
- PBT – peso bruto total do veiculo, N ou lbs.
- $N_p$  - componente do peso do veículo normal ao plano de movimento.
- $N_v$  - força peso do veículo, N ou lbs.
- $q_o$  – potencia térmica no freio, [BTU/h].
- $r$  – raio do pneumático (raio dinâmico) , m.
- $r_m$  - raio médio dos discos (ou raio dos tambores) frontais e traseiros, mm.
- $R$  – Resistência ao rolamento em %.
- $R_a$  - força de resistência aerodinâmica, N ou lbs.
- $R_g$  - força devido à inclinação da pista, N ou lbs.
- $R_i$  - força devido à inércia na direção do movimento, N ou lbs.
- $R_r$  - força de resistência ao rolamento nas rodas, N ou lbs.
- $R_{rd}$  - força de resistência ao rolamento nas rodas dianteiras, N ou lbs.
- $R_{rt}$  - força de resistência ao rolamento nas rodas traseiras, N ou lbs.
- s- escorregamento do pneu.

$S_f$  – espaço de parada do veículo, m

$S_1$  – distância do c.g do veículo às rodas do lado esquerdo, mm.

$S_2$  – distância do c.g. do veículo às rodas do lado direito, mm.

$s_1$  – distância entre as molas no eixo dianteiro, mm.

$s_2$  – distância entre as molas no eixo traseiro, mm.

$t$  – tempo, s.

$t_f$  - tempo de parada do veículo, s

Tempamb – temperatura ambiente no local da simulação, graus celsius.

TB – constante de tempo do sistema de freios (igual para todos os eixos).

V – Velocidade linear de avanço do veículo, km/h ou mph.

$V_0$  – velocidade inicial da simulação, km/h ou mph.

$V_r$  - velocidade do veículo com relação ao ar, km/h ou mph.

$V_1$  – velocidade no inicio da frenagem, m/s ou pé/s.

$V_2$  – velocidade no final da frenagem, m/s ou pé/s.

$\alpha$  - ângulo de inclinação da pista, graus.

$\tau$  - eficiência (da transmissão ou do diferencial).

$\mu$  - coeficiente de adesão entre pneumático e pavimento.

$\eta$  - eficiência (da transmissão ou do diferencial).

$\rho$  – densidade do ar,  $\text{kg/m}^3$ .

$\tau$  - variável tempo.

$\omega_1$  – velocidade angular das partes em rotação no inicio da frenagem, 1/s.

$\omega_2$  – velocidade angular das partes em rotação no final da frenagem, 1/s.

## RESUMO

CANALE, A. C.; HORTA, J. C. (2005). *Estudo do desempenho da frenagem e do controle da velocidade de descida em declive longo e acentuado no trecho da serra do mar da rodovia dos imigrantes de veículos comerciais representativos da frota nacional*. São Carlos, 2005. Trabalho de Pesquisa de Programa de Pós-Doutorado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Estudo do desempenho de veículos comerciais descendo o trecho da Serra do Mar da Rodovia dos Imigrantes que pretende oferecer informações e sugestões que contribuam para a liberação do tráfego de veículos comerciais pela pista descendente (pista sul) desta Rodovia. Um grupo de trabalho, constituído por especialistas de várias entidades, sob a coordenação de um membro vindo da Universidade (EESC USP) e de outro da concessionária ECOVIAS, acompanhou, viabilizou e avalizou os estudos. Estes estudos indicam as condições e os requisitos julgados necessários para os veículos comerciais e para os seus condutores, objetivando o aumento da segurança veicular no trecho que desce a serra, principalmente no interior dos túneis. Algumas sugestões advindas do estudo foram também indicadas para o modelo operacional da rodovia. O desempenho do sistema de retardo (motor e retardadores) e do freio de serviço foi desenvolvido teoricamente (simulações em MatLab-Simulink) e também avaliado praticamente, durante os testes de veículos comerciais de várias categorias realizados na rodovia. A estabilidade direcional, principalmente de veículos combinados, foi analisada por simulação computacional e durante frenagens de emergência realizadas na própria rodovia, logo após a descida da serra pelos veículos sob teste. Foi avaliada a capacidade técnica dos sistemas de retardo dos veículos, que asseguram ao condutor uma descida segura, em condições

operacionais que diferem das estabelecidas nas normas brasileiras, que se baseiam em normas vigentes na Comunidade Econômica Européia. Estas normas são utilizadas para a homologação do sistema de freio de serviço e dos sistemas de retardo nas condições de descida de Serra. A metodologia aplicada incluiu, além das simulações em computador e dos testes reais na própria rodovia, a capacitação e treinamento dos motoristas, as mudanças no modelo operacional da rodovia e a inspeção técnica dos veículos antes da descida. Neste trabalho são abordados os resultados obtidos e também as principais conclusões e recomendações visando à elaboração de uma “proposta de regulamentação” para os órgãos governamentais responsáveis pela liberação da rodovia no trecho em questão.

Palavras-chaves: sistema de freio, fading, freio motor, retardador, frenagem de emergência, frenagem na descida da serra.

## **ABSTRACT**

CANALE, A. C.; HORTA, J. C. (2005). *Study of braking performance and descent speed control of commercial vehicles representative of national fleet in the long and very inclined declivity (downhill) in the passage of “Serra do Mar” of the “Rodovia dos Imigrantes”*. São Carlos, 2005. Trabalho de Pesquisa de Programa de Pós-Doutorado - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Study of commercial vehicles performance in the descending road of the “Rodovia dos Imigrantes”. The work shows a methodology, developed to study the viability of the traffic release of commercial vehicles in the descending road (with 6,5 % of inclination) of the “Rodovia dos Imigrantes”. A work group composed by experts of many entities: ECOVIAS, EESC (USP), FIPAI, ARTESP, assembly plants of vehicles, manufacturers of automotive pieces and implements, transport enterprises and others, determined conditions and requirements for the vehicles, drivers and operational system of the highway in order to to guarantee a traffic safe. The performance of the brake system during the control of the descending speed was analyzed by the energy balance, and during emergency braking by the stability margin. Methodology also included: practical road tests, computer simulations, training and qualification to drivers and changes of the highway operational model to admit the new conditions. Vehicle inspection before the descending is also discussed. Results are approached and the principal conclusions and recommendations are discussed in order to get a “Regulation Proposal” which will be send to traffic governmental departments for the highway release of this kind of vehicles.

Key-words: braking system, fading, motor brake, retarders, emergency braking, downhill braking

## **- INTRODUÇÃO**

A Serra do Mar abriga, em toda a sua extensão, aquelas que são as mais importantes vias de transporte de carga do país. Assim, é indiscutível a sua importância, tanto do ponto de vista econômico como de segurança nacional. Ao longo do eixo da Serra localizam-se algumas das principais cidades do país e, com isso, uma participação muito significativa do produto nacional bruto. Junto ao pé da serra, na Baixada Santista, localiza-se parte importante da indústria de base Brasileira, assim como o principal porto responsável por grande parte da exportação do país (CASSARO, 1992).

Com o aumento da demanda de tráfego entre a cidade de São Paulo e a Baixada Santista e, com a finalidade de minimizar o tempo de viagem e permitir maior fluidez no tráfego, foi ampliada a Rodovia dos Imigrantes com a construção da Pista Descendente (Pista Sul), inaugurada em dezembro de 2002. Assim, o complexo viário Anchieta/Imigrantes conseguiria aumentar sua capacidade potencial de tráfego de 8.500 para 14 mil veículos por hora (ECOVIAS, 2004).

Esta pista, com qualidade comparável às do primeiro mundo pelas suas características construtivas, operacionais e de segurança, apresenta, como uma das suas características marcantes, um declive médio de 6,5%, com comprimento aproximado de 12 km e baixa sinuosidade. Destes 12 km, nove foram construídos pelo interior do maciço em três túneis de aproximadamente 3 quilômetros cada, equipados com sistemas modernos de segurança.

Contudo, desde a inauguração da pista e até os dias de hoje, o tráfego de veículos comerciais, entre os quilômetros 41 e 58, está proibido pela Portaria 11 de seis de Dezembro de 2002 da ARTESP (Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo) (ver Anexo A). Esta proibição também se aplica à pista ascendente da Rodovia dos Imigrantes quando esta for



eventualmente utilizada como pista descendente. Vários motivos levaram a esta proibição. Um dos mais importantes é o efeito “fading” (diminuição acentuada do desempenho do sistema de freios de serviço pelo aumento excessivo da temperatura dos seus componentes), que se manifestaria, inevitavelmente, se o controle da velocidade de descida dos veículos comerciais fosse conseguido com a aplicação excessiva do sistema de freios de serviço ou insuficiente ação de retardo dos sistemas auxiliares instalados no motor (freio motor) ou instalados no sistema de transmissão (retardadores).

Outro importante motivo é que os veículos produzidos no Brasil devem atender aos requisitos estabelecidos na norma NBR 10967 (anterior MB-3160) adotada através da Resolução 777 do Conselho Nacional de Trânsito em 17 de dezembro de 1993, que dispõe sobre os procedimentos para avaliação e ensaio funcional em declives longos (Tipo II e Tipo III) usados na homologação dos sistemas de retardo e de freio de serviço dos veículos comerciais, os quais são diferentes das condições reais da pista descendente da Rodovia dos Imigrantes no trecho da Serra do Mar. A NBR 10967 estabelece requisitos e ensaio funcional em trecho de 6 km com declive de 6 % ou 7%, dependendo da categoria do veículo, a uma velocidade de descida média de 30 km/h. As condições reais da pista sul da Imigrantes, no trecho da Serra do Mar, são: distância de aproximadamente 12 km com declive médio de 6,5 % e maiores valores de velocidades médias de descida (40 km/h para veículos da categoria N e 60 km/h para os da categoria M). Assim, devido a estas diferenças entre a norma e as condições da rodovia, surgiu a necessidade de se realizar o teste funcional em declive na própria rodovia, para se avaliar o desempenho dos sistemas em trecho mais longo e com velocidades de descidas maiores. As velocidades máximas de 40 km/h e 60 km/h foram estabelecidas visando aumentar a segurança veicular, principalmente nos túneis, diminuindo as diferenças entre as velocidades máximas admitidas para os automóveis (80 km/h) e para os veículos comerciais (40 km/h e 60 km/h).

Além disso, a ARTESP levou em consideração na proibição a idade média (quase 18 anos) e o nível médio de deterioração da frota circulante, bem como o fato de ainda não estar em vigor a inspeção técnica veicular prevista no Artigo 104º do Código de Trânsito Brasileiro.

Poderíamos incluir aqui outros fatores não declarados na portaria da ARTESP, mas não por isso menos importantes, como por exemplo, a falta de treinamento dos motoristas para dirigir corretamente o veículo nas condições de descida de Serra e a falta de uma manutenção técnica adequada dos veículos.

Observa-se na descida da Serra na Anchieta que um número considerável de condutores coloca o veículo em condições operacionais fora dos limites técnicos do veículo, levando ao superaquecimento dos sistemas de retardo e dos freios de serviço e reduzindo consideravelmente as condições de segurança da rodovia. Isto indica uma clara necessidade de uma melhor informação e formação e de reciclagem dos condutores dos veículos comerciais através de cursos, material informativo e outros meios de comunicação.

A Portaria da ARTESP estabelece no seu Artigo 1º que a proibição será mantida enquanto não se dispuser das avaliações práticas, resultantes de ensaios funcionais em declive a serem realizados no trecho de serra da pista descendente (pista sul) da Rodovia dos Imigrantes, para verificação do desempenho dos sistemas de retardo e freio de serviço em veículos representativos da frota nacional, ficando então proibida a circulação de veículos de carga, compreendendo-se como tais, caminhões, reboques e semi-reboques, veículos mistos e veículos de transporte coletivo de passageiros (microônibus, ônibus e vans com emplacamento comercial).

Neste contexto, considerando a importância do uso racional e seguro da pista descendente pelos veículos comerciais como corredor exportador natural do porto de Santos e, visando à diminuição dos custos do transporte para tornar os produtos nacionais mais competitivos no exterior, é que a Concessionária ECOVIAS DOS IMIGRANTES S/A se associou com especialistas de várias entidades e em particular com os da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da Universidade de São Paulo (USP) através de Projeto de Pesquisa conveniado com a Fundação para o Incremento da Pesquisa e do Aperfeiçoamento Industrial (FIPAI). Desta parceria surgiu o desenvolvimento de um trabalho de pesquisa (Pós-Doutoramento) cujo objetivo é desenvolver os estudos e coordenar os trabalhos necessários para sugerir as condições e requisitos a serem exigidos dos veículos comerciais, de seus motoristas e da pista para a descida segura da serra. No final do estudo os resultados serão apresentados à ARTESP visando oferecer subsídios para a avaliação, por esta

instituição, da possibilidade da liberação do tráfego de veículos comerciais pela referida pista.

Assim, estabeleceu-se a necessidade de realizar um estudo integral incluindo veículos, motoristas, modelo operacional da rodovia e inspeção técnica veicular por serem a ação do motorista, a manutenção do veículo, e as condições operacionais e gerais da pista fatores relevantes no desempenho durante a frenagem. Motoristas mal treinados (não qualificados), pista com baixa aderência e veículo com problemas de manutenção causam queda do desempenho em frenagens de emergência e no controle da velocidade de descida, diminuindo consideravelmente a segurança veicular.

Pelos motivos expressos acima, a liberação da pista descendente da Rodovia dos Imigrantes para os veículos comerciais só seria possível, com estudos técnicos apoiados na teoria e em testes de pista, tanto no balanço térmico durante a descida da serra quanto em frenagens de emergência. Isso torna imprescindível a participação também dos fabricantes de veículos e de autopeças, da universidade, da concessionária e das instituições governamentais envolvidas no processo. Também se apresentam como necessários os estudos e ações práticas direcionadas ao monitoramento das ações do motorista, ao controle das condições técnicas do veículo para a prevenção de acidentes e à adoção de um modelo operacional da pista adequado ao trânsito de veículos comerciais. Com este enfoque é que será necessário desenvolver o trabalho, que consta dos capítulos relacionados a seguir.

No Capítulo 1 são abordadas as características gerais do Sistema Anchieta Imigrantes e as características particulares da Pista Descendente (Pista Sul) da Rodovia dos Imigrantes, com ênfase nas especificidades do Trecho da Serra do Mar e do estado atual da frota brasileira de caminhões. São descritos também aspectos relevantes do modelo operacional e dos sistemas de segurança, controle operacional e informação aos usuários.

No Capítulo 2 é apresentada uma revisão bibliográfica sobre as normas de frenagem vigentes objetivando dar um suporte para o desenvolvimento da pesquisa e a execução dos objetivos propostos. Primeiramente é realizada uma revisão da literatura sobre desempenho na frenagem durante a descida de serra (balanço energético) e durante frenagens de emergência. Inclui-se aqui uma revisão sobre

dispositivos auxiliares de freios (freio motor e retardadores). Também é apresentada uma revisão dos fatores envolvidos na segurança nos túneis.

No Capítulo 3 é apresentada a metodologia aplicada no estudo, tanto no caso do veículo, como no caso do motorista e das condições da pista. Uma breve descrição da modelagem matemática e do programa de simulação aplicados no estudo teórico é realizada. São apresentadas as propostas de normas elaboradas e a metodologia dos testes práticos realizados. É descrito o trabalho do grupo de pesquisa organizado para a execução dos testes e as características técnicas de todos os veículos testados. Explica-se a metodologia seguida para a elaboração de um manual para motoristas de veículos comerciais e para o controle dos veículos e motoristas antes da descida. Também se inclui uma metodologia para avaliação da segurança em rodovias com túneis.

Os resultados da pesquisa são apresentados no Capítulo 4. São declaradas as categorias veiculares definidas para o estudo e expostos os principais resultados obtidos na simulação teórica em computador e nos testes de pista. São mostrados os resultados do trabalho realizado visando à preparação e certificação dos motoristas e, também, a inspeção e triagem dos veículos antes da descida. São abordadas ainda as modificações previstas do modelo operacional para a liberação da pista ao trânsito de veículos comerciais e uma avaliação sobre a segurança nos túneis.

Uma análise dos resultados obtidos é efetuada no Capítulo 5. Nele são mostradas as Minutas de Regulamentação aprovadas pelo grupo de estudo para cada categoria veicular. São analisados também, de uma maneira integral, os resultados obtidos para poder chegar às conclusões sobre a possibilidade da liberação do trânsito de veículos comerciais pela pista sul da Rodovia dos Imigrantes.

O Capítulo 6 revela as conclusões e recomendações do estudo. Aqui são sugeridos os requisitos que deverão apresentar as diferentes configurações veiculares para que a descida possa ser realizada com segurança, os requisitos operacionais da pista e a preparação mínima imprescindível que deverão ter os motoristas. Por último é indicado um conjunto abrangente de sugestões e recomendações.

Vários Anexos e Apêndices são apresentados mostrando documentação relevante relacionada com o trabalho desenvolvido além de um glossário com algumas definições técnicas.

## **1 - O SISTEMA ANCHIETA - IMIGRANTES**

### IMPORTÂNCIA E CARATERIZAÇÃO

O Sistema Anchieta Imigrantes (SAI) é a ligação entre a região metropolitana da capital do Estado de São Paulo com o Porto de Santos (o maior da América Latina), o Pólo Petroquímico de Cubatão, as indústrias e fábricas do ABCD e a Baixada Santista.

Este sistema rodoviário, com um movimento anual superior a 30 milhões de veículos, é de vital importância para a economia Brasileira. Ele é o principal corredor de exportação da América Latina e a sua importância vem crescendo na medida em que aumentam as exportações do país.

Assim temos que em setembro de 2004 foram movimentadas no Porto de Santos 6.100.288 toneladas de carga, 12,86 % a mais do que em setembro do ano passado. O total acumulado no ano, de 51.507.139 toneladas, significa um índice de crescimento de 15,86 % em relação a igual período do ano 2003. Em razão disso, o resultado supera o recorde anterior no total verificado até setembro. Mais uma vez as exportações impulsionaram este resultado, representando 70% do movimento do porto paulista. De fato, este porto responde por 28,3 % do comércio exterior do Brasil, com destaque para os aumentos das exportações de produtos como açúcar, soja em grão e álcool, resultado do desenvolvimento acelerado da agroindústria no país (CAMPOS 2004).

O total de cargas movimentadas pelo Porto de Santos em 2003 foi de 60.077.073 toneladas. A previsão para 2004 é chegar perto das 70.000.000 toneladas segundo Campos (2004). Estas cifras indicam conseqüentemente um significativo aumento do fluxo de cargas e de veículos pelo SAI, tendência que deverá se manter nos próximos meses e anos. Daí a importância de que o sistema tenha a capacidade de absorver este aumento do trânsito de cargas com a maior segurança.

Além disto, nos finais de semana e nos feriados prolongados, a Rodovia dos Imigrantes e a Anchieta são para centenas de milhares de pessoas o caminho para o lazer e para as praias do litoral paulista. Garantir esse enorme fluxo de veículos junto ao fluxo do transporte de cargas com alto nível de segurança é um grande desafio.

O Sistema Anchieta Imigrantes (ver Figura 1) tem hoje 206 km de extensão. É formado pelas rodovias Anchieta (SP 150), dos Imigrantes (SP 160 - contando com a Pista Descendente inaugurada em dezembro de 2002), Padre Manoel da Nóbrega (SP 055 - antiga Pedro Taques), Cônego Domenico Rangoni (SP 248/55 - antiga Piaçaguera-Guarujá) e duas interligações entre a Anchieta e a Imigrantes, uma no Planalto (SP 041) e outra na Baixada (SP 059).



FIGURA 1 - Malha viária do Sistema Anchieta – Imigrantes (Cortesia Ecovias).

A concessão para operação, administração, conservação e manutenção do SAI foi dada à Concessionária ECOVIAS DOS IMIGRANTES S/A através de Contrato firmado com o Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo (DER/SP). A “ECOVIAS” é uma empresa do holding ECORODOVIAS, que foi criada em maio de 1998 e assumiu, entre outros, os seguintes compromissos principais:

- Manter e aprimorar os procedimentos operacionais e os serviços prestados no SAI.
- Investir, nos primeiros 5 anos da concessão, na construção da Segunda Pista (Pista Descendente) da Rodovia dos Imigrantes.
- Investir, ao longo dos 20 anos da concessão, na operação, conservação, manutenção e ampliação do SAI.

A ECOVIAS construiu a Pista Descendente da Rodovia dos Imigrantes, que foi inaugurada em 17 de dezembro de 2002, antes do prazo previsto. Na verdade foi um prolongamento da rodovia, que já estava construída desde 1976 até o km 41 na região do Planalto. Dali até o início da descida da serra são 4,99 quilômetros. Para vencer os 730 metros de declive da Serra do Mar, são outros 11,48 quilômetros, mais 2,11 quilômetros de viadutos na Baixada Santista, com 1,65 quilômetros de alças e acessos. Um complemento de 3 quilômetros de duplicação, que inclui uma ponte sobre o rio Laranjeiras e termina no Viaduto Estaiado, foi assumido posteriormente pela ECOVIAS e concluído em apenas nove meses.

A obra foi executada pelo Consórcio Imigrantes (formado pelas construtoras CR Almeida e Impregilo), com um investimento de US\$ 300 milhões. A nova pista, que têm sido a maior obra rodoviária da América Latina neste início de século, aumentou a capacidade de tráfego do SAI de 8.500 veículos/hora para 14.000 veículos/hora.

Realmente a Ecovias é uma empresa modelo no setor de concessão rodoviária no Brasil. A Pista Descendente (ou Pista Sul) da Rodovia dos Imigrantes impressiona não apenas pelas arrojadas e inéditas soluções tecnológicas, mas também pelas sofisticadas práticas de gestão ambiental. Os projetistas da obra optaram pela execução de dois terços do trajeto na área da Serra do Mar em túneis, e apenas o

terço restante em viadutos, aprofundando a nova pista no maciço da serra, visando garantir mais segurança e reduzir o impacto ambiental. Com isto, foi possível reduzir, em apenas sete pontos, a interferência com a floresta (ECOVIAS, 2004).

## CARACTERÍSTICAS GERAIS DA RODOVIA E DO SEU MODELO OPERACIONAL

### CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS E FÍSICAS.

A rodovia dos Imigrantes, nas pistas ascendente e descendente, enquadra-se na Classe 0 - Via Expressa da classificação preconizada pelo DNER. O projeto da pista descendente teve como base os seguintes parâmetros (ECOVIAS, 2002):

- Velocidade diretriz de projeto = 110 km/h;
- Raio mínimo de curvatura horizontal = 400 m;
- Máxima declividade longitudinal = 6,5%;
- Declividade transversal nos trechos em tangente = 2%;
- Declividade transversal máxima nos trechos em curva = 6%;
- Declividade transversal máxima resultante = 8,48%;
- Comprimento mínimo da curva de transição para  $R_{min} = 107$  m.

As características físicas da pista descendente nos trechos Planalto e Serra (ver descrição dos trechos mais adiante no texto) são as seguintes:

- Largura da faixa de rolamento = 3,50 m;
- Número de faixas de rolamento = 3;
- Largura do acostamento em terraplenagem e nos viadutos = 3,00 m;
- Largura do acostamento nos túneis = 0,60 m;
- Largura da faixa de segurança em terraplenagem e nos viadutos = 1,00m;
- Largura da faixa de segurança nos túneis= 0,20 m.

No trecho da Baixada as características físicas são:

- Largura da faixa de rolamento = 3,75 m;
- Número de faixas de rolamento = 2;



- Largura do acostamento = 3,00 m;
- Largura da faixa de segurança = 1,00 m.

Na pista descendente da rodovia usou-se o pavimento rígido de concreto, de maior resistência ao desgaste em relação ao pavimento flexível asfáltico. Isto reduz a necessidade de manutenção e, conseqüentemente, de obras de conservação que prejudicam o tráfego. Este é um material que apresenta maior aderência, não é combustível e, portanto, aumenta a segurança operacional principalmente nos túneis. A sua cor mais clara auxilia ainda o motorista no interior dos túneis (ECOVIAS, 2004).

#### LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS TRECHOS

##### Trecho Planalto

O trecho Planalto da pista descendente da Rodovia dos Imigrantes insere-se, administrativamente, no município de S. Bernardo do Campo, no topo da encosta da Serra do Mar, no planalto Paulista. O seu traçado desenvolve-se paralelamente ao da pista ascendente. O trecho se inicia no km 41 no trevo da SP-160 com a SP-041 rodovia de interligação das rodovias Imigrantes e Anchieta no planalto e termina no encontro do VD-01, no km 45+957, definido como início do trecho Serra.

##### Trecho Serra

O trecho Serra insere-se, administrativamente, nos municípios de São Bernardo do Campo e Cubatão, inicia-se no topo da encosta da Serra do Mar, terminando na Baixada Santista, atravessando o Parque Estadual da Serra do Mar. O seu traçado desenvolve-se, em muitos trechos, paralelamente ao da Pista Ascendente, em outros se afastando para garantir um traçado inserido no contexto de melhor escolha para o tipo de terreno, melhor cobertura para os túneis, minimização das interferências com a pista ascendente, manutenção e máximo aproveitamento da Estrada de Serviço existente e por fim, minimizar as interferências com o meio

ambiente, no tocante à preservação dos rios abastecedores da Baixada, à manutenção das encostas e da fauna e flora.

Este trecho se inicia no km 45+955 próximo ao viaduto VA-1-2 da Pista Ascendente da Rodovia dos Imigrantes e termina no encontro do VD-07, no km 57+476, definido como início do trecho Baixada, na região da Balança e do VA-20, da Pista Ascendente.

Trecho da baixada.

O trecho da baixada insere-se, administrativamente, no município de Cubatão. Inicia-se no pé da encosta da Serra do Mar, terminando na Baixada Santista. Este trecho se inicia no quilômetro definido pela igualdade km 57+476 (final do trecho Serra) = km 10+293 (início do trecho da Baixada), próximo ao viaduto VA20 da pista ascendente, e termina no final dos ramos de acesso à Praia Grande - Mongaguá e ao Guarujá, junto à rodovia Padre Manuel da Nóbrega. O traçado se desenvolve considerando o contexto da melhor escolha para o tipo de terreno, minimização das interferências com a pista ascendente e minimização das interferências quanto ao meio ambiente.

A extensão da pista descendente da Rodovia dos Imigrantes é de 20,23 km, sendo:

- 4,99 km no trecho planalto;
- 11,48 km no trecho serra;
- 3,76 km no trecho baixada

#### TÚNEIS E VIADUTOS

Três túneis foram projetados, totalizando 8,23 quilômetros:

- Túnel Descendente 1 (TD 1), com 3.146 m;
- TD 2, com 2.080 m;
- TD 3, com 3.005 m.

O TD 1, com 3.146 metros de comprimento, é o maior túnel rodoviário do Brasil. Cada um dos túneis tem três faixas de rolamento, com uma faixa de segurança para o trânsito dos veículos de serviço e socorro. Têm 11 metros de altura, em média, e são providos de baias de emergência, com 60 metros de comprimento, para receber veículos em pane, sem que prejudiquem o fluxo do tráfego. São oito baias, uma a cada quilômetro aproximadamente.

A Pista Descendente tem 5,19 quilômetros de viadutos, seis deles no trecho de serra e cinco na baixada. Os viadutos no trecho de serra têm três faixas de rolamento e acostamento; os restantes têm duas faixas de rolamento e acostamento.

#### OPERAÇÕES RODOVIÁRIAS NO SAI

Estão concebidos os seguintes tipos principais de operações rodoviárias:

- Operação normal 5 x 5.
- Operação descida 7 x 3.
- Operação subida 2 x 8.
- Operação comboio.
- Operação de transporte de cargas especiais.
- Operações especiais de conservação da rodovia

A Operação Normal 5 x 5 caracteriza-se pela utilização de 05 faixas de rolamento para a subida da Serra, sendo 02 faixas da Rodovia Anchieta (SP-150) Pista Norte e 03 faixas da Rodovia dos Imigrantes (SP-160) Pista Norte. Para a descida da Serra, serão utilizadas 02 faixas da Rodovia Anchieta (SP-150) Pista Sul e 03 faixas da Rodovia dos Imigrantes (SP-160) Pista Sul que irá atender 98% da capacidade da rodovia na Operação Descida e Subida nos próximos anos. É o esquema Operacional Normal do dia a dia.

A Operação Descida 7 x 3 caracteriza-se pela utilização de 07 faixas de rolamento para a descida da Serra, sendo 04 faixas da Rodovia Anchieta Pistas Sul e Norte e 03 faixas da Rodovia dos Imigrantes Pista Sul. Para a subida da Serra, serão utilizadas 03 faixas da Rodovia dos Imigrantes Pista Norte.

A Operação Subida 2 X 8 caracteriza-se pela utilização de 02 faixas de rolamento para a descida da Serra, sendo 02 faixas da Rodovia Anchieta Pista Sul. Para a subida da Serra serão utilizadas 06 faixas da Rodovia dos Imigrantes Pistas Sul e Norte e 02 faixas da Rodovia Anchieta Pista Norte.

A Operação Comboio é executada pela Concessionária nas situações de falta de visibilidade (visibilidade inferior a 100 metros), devido à presença de neblina intensa, normalmente no trecho da interligação planalto (SP041) e planalto da Via Anchieta (SP150). Isto acontece frequentemente no SAI, interferindo nas condições de segurança da rodovia. As condições adversas do clima no sistema Anchieta/Imigrantes geravam um número expressivo de acidentes devido à falta de visibilidade, ocasionando colisões traseiras e choque contra veículos parados na pista.

A operação comboio é iniciada nas praças de cobrança de pedágio localizadas na SP150 (Pedágio Riacho Grande – km 31+106m) e SP160 (Pedágio Piratininga – km 32 + 381m) com a interrupção do tráfego dos veículos e a concentração deles para serem liberados em conjunto e comboiados por viaturas da Polícia Militar Rodoviária e por equipes de operação da Concessionária. O comboio, escoltado por equipe da Concessionária, garante o tráfego dos veículos em velocidade reduzida e com segurança, respeitando as limitações impostas pelas condições muito adversas do clima.

Da análise de outras operações possíveis com a configuração do SAI, descartaram-se as operações de descidas 6 X 4 e 3 X 7, devido à necessidade do transporte de produtos perigosos se utilizar somente da Rodovia Anchieta para a descida, enquanto não esteja liberado o seu trânsito pela pista sul da Imigrantes (ECOVIAS, 2002).

A operação de transporte de cargas especiais será planejada e executada pelas equipes de operação da Concessionária em coordenação com a Polícia Militar Rodoviária, considerando as especificidades de cada carga em particular.

Para as operações especiais de conservação (manutenção das vias, manutenção elétrica, operação das praças de pedágios, etc.) se tem diversas opções de operação rodoviária por parte da Concessionária. A mais adequada é escolhida dependendo de cada caso particular.

O limite de velocidade adotado na pista descendente da rodovia dos Imigrantes é de 80 km/h. No momento existe uma Regra Particular de Circulação que proíbe a descida de veículos comerciais (Portaria 11 de seis de Dezembro de 2002 da ARTESP). Como Regras Gerais de Circulação são adotadas as estabelecidas pelo Código de Trânsito Brasileiro.

## SISTEMAS DE SEGURANÇA E APOIO OPERACIONAL DA PISTA DESCENDENTE

### Sistema de monitoramento e controle de tráfego.

Existe um Centro de Controle Operacional (CCO) que é o responsável por coordenar todas as funções operacionais e o controle de gestão de todos os sistemas que se concentram ao longo do sistema Anchieta - Imigrantes, comunicando-se com todos os equipamentos e instalações através de um sistema de comunicação digital por fibra-óptica.

Está instalado um Circuito Fechado de Televisão com câmeras de TV instaladas ao longo do Sistema Anchieta – Imigrantes, inclusive no interior dos túneis, que são controladas pelo CCO, permitindo o monitoramento do tráfego e dos eventos ocorridos nas Rodovias (ver vista do CCO na Figura 2).

Também existe um Sistema de Análise de Tráfego que tem como finalidade fornecer informações sobre o fluxo de veículos na rodovia, permitindo avaliar mais precisamente o tráfego a partir de dados como: intensidade de tráfego, classificação de veículos e velocidade, fila, distância entre veículos e velocidade média. Para isto conta-se com o apoio de um Sistema de Radares que permite a medição da velocidade dos veículos em pontos estratégicos ao longo das rodovias e túneis. Estes equipamentos são fixos e móveis e permitem controlar as disposições do Código Nacional de Trânsito e as específicas sobre o trânsito pela Rodovia dos Imigrantes.

Um Sistema de Controle Ambiental, que consiste num conjunto de estações meteorológicas instaladas ao longo do Sistema Anchieta – Imigrantes, permite o monitoramento das condições do tempo, tais como: temperatura, velocidade do vento, direção do vento, intensidade da chuva, visibilidade, etc.

Por último se tem um Sistema de Rádio Comunicação que permite a comunicação (via sinais de radiofrequência em UHF e VHF) com viaturas e postos fixos instalados ao longo da rodovia, auxiliando na operação de tráfego, arrecadação do pedágio, manutenção e conservação rodoviária (ECOVIAS, 2002).



FIGURA 2 – Centro de Controle Operacional (CCO) do SAI.

#### Sistema de comunicação com os usuários.

O sistema de apoio e comunicação com os usuários é composto por:

- Sinalização fixa (horizontal e vertical);
- Sinalização variável: Semáforos, Painéis de Mensagens Variáveis, Balizadores de Faixa; etc.;
- Sinalização específica;
- Telefones de Emergência / Botões de SOS.

Os painéis de mensagens variáveis permitem manter os usuários da rodovia informados das condições de trânsito assegurando melhores condições de viagem. Para isto usam-se mensagens e símbolos.

Os balizadores de faixa são equipamentos de sinalização com o objetivo de informar ao usuário dos túneis quais pistas em seu interior estão disponíveis ou com melhores condições de tráfego, e quais devem ser evitadas para uma melhor fluidez.

A sinalização específica é uma sinalização adicional comumente utilizada para informar aos usuários quanto aos dispositivos e procedimentos relacionados com a segurança do fluxo num determinado trecho da rodovia. Constitui-se dos seguintes avisos:

- Trecho sob controle rígido de velocidade e distância de segurança entre veículos;
- Proibição de veículos transportando produtos perigosos;
- Fiscalização de todos os veículos comerciais adiante;
- Tráfego com os faróis acesos;
- Pare somente fora da pista;
- Mantenha distância entre os veículos se o tráfego parar nos túneis;
- Desligue o motor se o tráfego parar nos túneis;
- Atenção: cancela fechada (em caso de interrupção de tráfego nos túneis);
- Informar declividade e extensão do declive;
- Verificar os freios;
- Informar distância até a próxima baía de estacionamento nos túneis;
- Informar a extensão de cada túnel.

Existem também os Painéis Triedros que são painéis mecânicos de mensagem variável que possuem 03 mensagens pré-definidas e que podem ser alternadas a partir do acionamento dos mesmos desde o Centro de Controle Operacional. Estes painéis encontram-se instalados em locais de desvios operacionais.

Os Telefones de Emergência e Botoeiras SOS encontram-se instalados ao longo do Sistema Anchieta – Imigrantes. São postes SOS que permitem que o usuário, através de acionamento de um botão, entre em contato com o CCO para solicitar ajuda ou pedir informações. No interior dos túneis estão disponíveis, a cada 55 m, as botoeiras de emergência que devem ser acionadas pelos usuários em casos de emergência (ECOVIAS, 2002).

Sistemas de segurança nos túneis e viadutos.

- Baias de estacionamento ou refúgios – locais de parada de emergência nos túneis:

São espaços laterais situados sempre no lado direito da pista (sentido do tráfego São Paulo – Santos), com largura de 3,00 m e comprimento total de 60,00 m, destinados à parada do veículo em casos de emergência.

Localização das baias:

- Túnel TD-01: 3 baias, sendo uma delas posicionada junto ao encontro com o túnel janela e as outras duas espaçadas a cada 800 m. aproximadamente;
- Túnel TD-02: 2 baias espaçadas a cada 650 m. aproximadamente;
- Túnel TD-03: 3 baias espaçadas a cada 1.000 m. aproximadamente.

- Faixa exclusiva para o tráfego de veículos de primeiro atendimento:

Nas condições de emergência no interior dos túneis a calçada e parte da faixa 1 é reservada para a passagem de Veículos de Emergência nos casos em que a pista possa estar obstruída pela parada dos veículos sobre as faixas (1-2-3) de rolamento ou bloqueio total da pista.

- Cancelas:

Equipamentos destinados a bloquear os emboques dos túneis, em caso de acidentes ocorridos no interior do mesmo, para não permitir a entrada de veículos até o total controle da situação e posterior liberação do tráfego.

- Rotas de emergência:

São ligações viárias entre a pista sul da Rodovia dos Imigrantes e a estrada de serviço, com acessos posicionados junto a todos os emboques dos túneis.

- Sistema para recolhimento de líquidos derramados na pista:

O recolhimento de líquidos derramados nos viadutos e interior dos túneis é feito através de dispositivos de coleta de líquidos instalados na lateral direita dos túneis e viadutos e armazenados em reservatórios especiais, sem que haja prejuízo ao meio ambiente.

- Sistema de detecção e combate a incêndios no interior dos túneis:



No interior dos túneis encontram-se instalados, a cada 55 m, hidrantes e caixas contendo extintores e mangotinhos com bico regulável e comprimento de 30 m, possibilitando um primeiro combate em casos de emergência.

Também se encontram instalados detectores de incêndio que são destinados a informar ao CCO todo e qualquer incidente que venha a ocorrer.

O objetivo dos equipamentos anteriores é o de prover os túneis de um controle específico que permita detectar qualquer princípio de incêndio que venha a ocorrer no interior dos mesmos, acionando um sistema de alarme monitorado pelo CCO.

Existem também sensores de Monóxido de Carbono (CO) e Opacímetros, que são destinados ao controle de CO e visibilidade no interior dos túneis, sendo monitorados através do CCO. Quando os sensores detectam níveis diferentes aos níveis de segurança estabelecidos, o sistema de ventilação é acionado automaticamente. O sistema de ventilação é formado por jatos-ventiladores com fluxo de ar bidirecional cuja finalidade é a extração da fumaça no interior dos túneis. Este sistema atua automaticamente na retirada de CO e fumaça ou em casos de incêndios.

Juntamente com os jatos-ventiladores, se tem um equipamento de controle que permite controlar o sistema de ventilação, de forma a garantir a melhor funcionalidade com a menor probabilidade de falhas, e com características que permitam o monitoramento e atuações a partir do CCO.

Por último existe um Sistema de Sinalização de Evacuação de Emergência, através de painéis de sinalização luminosos, que se encontram instalados próximos ao solo e ao lado direito, no sentido do tráfego, informando aos usuários em caso de emergência, o sentido do emboque ou saída de emergência mais próxima para a evacuação do túnel (ECOVIAS, 2002).

## O LONGO DECLIVE DA PISTA DESCENDENTE E O ESTADO DA FROTA BRASILEIRA DE CAMINHÕES.

A Pista Descendente da Rodovia dos Imigrantes (Pista Sul) tem características especiais: comprimento de aproximadamente 15 quilômetros com declive médio de 6,5 % e baixa sinuosidade; três túneis tecnologicamente equipados para garantir a segurança do tráfego; um grande número de viadutos totalizando 4,27 km; três trechos nitidamente distintos, tendo 4,99 km no trecho do planalto, 3,76 km no trecho da baixada e 11,48 km no trecho de serra (destes últimos 8,23 km pelo interior dos túneis).

Estas características permitem maior desenvolvimento da velocidade dos veículos que trafegarem pela rodovia. Mas isto significa também maiores exigências sobre o controle de velocidade e, conseqüentemente, sobre o sistema de freios e a ação de retardo do motor do veículo.

Se durante a descida o controle da velocidade do veículo é efetuado primariamente com a ação do sistema de freio de serviço, este aquecerá e levará a um aumento excessivo da temperatura dos seus principais componentes. Isto resultará na queda acentuada do desempenho do sistema de freio de serviço (efeito “fading”), que poderá levar à perda do controle da velocidade de descida ou à incapacidade de se realizar uma frenagem de emergência pelo condutor. Nestes dois casos será inevitável o acidente, que muitas vezes terá graves conseqüências. Daí a importância de se controlar a velocidade do veículo com a ação de retardo do motor e de seus sistemas auxiliares (se houver) e/ou retardadores, normalmente instalados no trem de força do veículo. O condutor deve escolher a marcha engrenada adequada para reter o veículo na velocidade desejada ou indicada, usando os freios de serviço só para pequenas correções da velocidade no trânsito.

O controle da velocidade de descida exige também determinadas habilidades e conhecimentos do motorista. A prática da “banguela” (trafegar em ponto morto em declives) é um convite para o acidente. O motorista deve conduzir o veículo em descidas sempre com a marcha adequada engatada. Infelizmente muitos motoristas apresentam falta de treinamento para dirigir acertadamente o veículo nas condições de descida de Serra. Segundo pesquisa da Confederação Nacional do Transporte

(CNT) 67% dos caminhoneiros não fizeram nenhum tipo de curso especial (direção defensiva, por exemplo) para exercer a profissão (OS DESAFIOS..., 2003).

Outro aspecto muito importante a ser considerado é a distância mínima necessária com relação ao veículo que vai à frente. No caso desta pista é recomendada uma distância de 50 metros, o que é muito adequado considerando que um veículo trafegando a 80 km/h (velocidade máxima permitida na pista) percorre aproximadamente 22 metros em um segundo. O tempo de reação de um motorista, entre a identificação de uma situação de risco e o ato de frear, é de aproximadamente um segundo. Depois, para efetivar a ação, ele precisará de mais um segundo. Assim, no total, ele terá percorrido 44 metros, restando 6 metros como margem de segurança.

O limite de velocidade de 80 Km/h para automóveis se justifica no trecho da serra por ser um longo declive dentro de túneis onde se exige um nível maior de segurança. Ainda nos túneis, com três faixas de rolamento, as faixas da direita e da esquerda estão próximas às paredes o que, psicologicamente, são elementos inibidores, dos quais os motoristas tendem a se afastar. Em velocidades altas isto poderia acarretar gravíssimos acidentes (ECOVIAS, 2003).

O problema da eficiência da frenagem assume importância ainda maior quando se trata de veículos pesados, como caminhões simples ou compostos; isto porque a carga atua como indutor do aumento da velocidade nos declives. Se considerarmos também que mais de 50% da frota de caminhões apresenta o sistema de frenagem em condições abaixo das satisfatórias – conforme estudo técnico realizado pela Associação Nacional de Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea) citado em ECOVIAS (2003) – o tráfego de veículos pesados pela pista com longo declive pode ser muito perigoso.

Segundo especialistas de tráfego da ECOVIAS, o número de caminhões que perdem os freios (termo utilizado pelos motoristas) na descida da serra pela Via Anchieta chega a 160 por ano, ou seja, registra-se uma ocorrência a cada dois dias, em média. A queda do desempenho do freio durante a descida ocorre normalmente por falta de manutenção adequada do veículo e/ou por uma condução incorreta estabelecida pelo próprio condutor (marcha engrenada errada e/ou velocidade de descida excessiva). Foi devido a essa falta de confiabilidade em relação às condições

dos veículos e dos condutores que a ECOVIAS decidiu investir na construção de uma área de escape, no km 42,7 da Via Anchieta, e na instalação de outras baias de emergência. Só neste lugar registrava-se mais de uma ocorrência por semana. Esta situação observada pelos especialistas na Via Anchieta deve ser considerada na elaboração dos requisitos necessários para os veículos e para os seus condutores, quando estes vierem a trafegar pela rodovia dos Imigrantes Sul no trecho da serra, principalmente dentro dos túneis.

Outro fato que deve ser considerado pelos especialistas na elaboração dos requisitos necessários para os veículos trafegarem pela rodovia dos Imigrantes Sul é a **idade média de 18 anos da frota Brasileira (VIANNA, 2003)**. Muitos veículos, que ainda trafegam pelas nossas rodovias, foram fabricados antes de 23 de dezembro de 1996, data estabelecida pela resolução número 808/95 do Contran para a entrada em vigor dos requisitos do sistema de freios e ação de retardo do motor e seus auxiliares indicados na Resolução 777/93.

Outro fato a se considerar é que no SAI trafegam em torno de 400 caminhões por hora (segundo dados da ECOVIAS (2002)), que transportam cargas de diferentes tipos, incluindo produtos considerados perigosos por ser inflamáveis ou tóxicos, cargas especiais, etc. Estes veículos, com estas cargas, são potencialmente perigosos trafegando dentro dos túneis.

Observa-se no SAI que muitos veículos antigos e com má manutenção pararam em pontos aleatórios da rodovia por defeitos técnicos não respeitando as baias de emergência construídas para este fim. A parada de veículos longos e pesados em qualquer ponto da rodovia, principalmente no trecho da serra e no interior dos túneis, pode provocar acidentes graves e com conseqüências imensuráveis (ECOVIAS, 2003).

Desta forma surgiu a necessidade de se desenvolver um trabalho de pesquisa que pudesse sugerir e contribuir na determinação das condições e requisitos necessários dos veículos comerciais, de seus condutores e do modelo operacional da rodovia para a descida segura no trecho da Serra do Mar da Pista Descendente da Rodovia dos Imigrantes.

Visando garantir a segurança, a Concessionária prevê também para o futuro a inspeção dos sistemas de freios dos veículos comerciais antes da descida como

requisito para se utilizar a pista descendente. Deste modo, só seriam liberados aqueles veículos que tivessem seu sistema de freios em bom estado técnico e de acordo com as normas vigentes. Para isto prevê-se também pela ECOVIAS a construção de um Pátio de Triagem com o intuito de vistoriar os veículos comerciais.

Analisando-se preliminarmente os problemas e os motivos que levaram à proibição do uso da rodovia pelos veículos comerciais, fica evidente que a solução deles, de uma forma mais geral, precisará de uma vigorosa renovação e modernização da frota dos veículos comerciais e pela implantação da inspeção técnica de segurança veicular, com a retirada de circulação dos veículos muito antigos e/ou com deficiências de manutenção. O setor automobilístico Brasileiro dispõe de tecnologia capaz de garantir segurança aos veículos e compatibilizá-los com declives longos e acentuados. Esse arsenal inclui avanços já corriqueiros na Europa, como freios a disco, sistemas ABS, sistema ASR (sistema de regulação antideslizamento), EBS (sistema de freio eletrônico) e retardadores de alta eficiência, obrigatórios já em muitos países Europeus e nos EUA.

A Pista Descendente da Rodovia dos Imigrantes é uma estrada comparável com as dos países do primeiro mundo, e segue tendências internacionais na construção de rodovias em regiões montanhosas e com longos declives, mas a frota brasileira de veículos comerciais está tecnologicamente em descompasso.

A legislação Brasileira sobre freios e as normas correspondentes devem ser revistas e complementadas seguindo a tendência mundial.

## 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E DAS NORMAS VIGENTES SOBRE FRENAGEM NA DESCIDA DE SERRA.

### REVISÃO DA LITERATURA

#### FORÇAS QUE ATUAM NUM VEÍCULO DESACELERADO EM UM DECLIVE.

Mostra-se na Figura 3 as forças que atuam em um veículo que está sendo desacelerado em um declive.

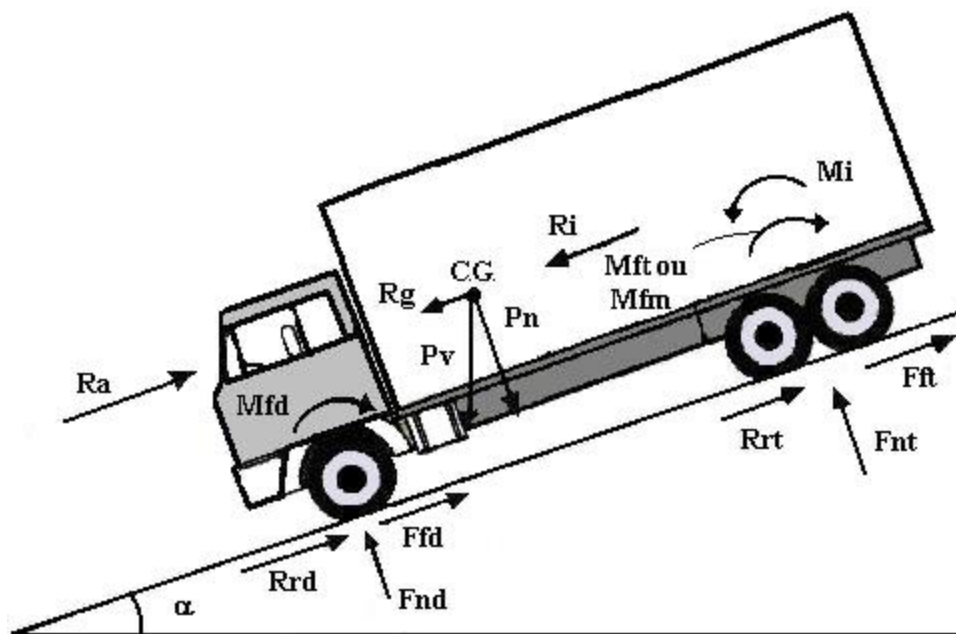


FIGURA 3 – Forças que atuam num veículo desacelerado em um declive.

As forças e torques atuantes são:

- Forças de frenagem nas rodas ( $F_{fd}$  e  $F_{ft}$ ) geradas no atrito entre as guarnições (lonas/pastilhas) e os tambores/discos do sistema de freio de serviço e da existência de aderência na superfície de contato pneumático x pavimento.
- Força de resistência ao rolamento nos pneumáticos de cada eixo ( $R_{rd}$  e  $R_{rt}$ ), que depende principalmente das deformações dos pneus e da via na área comum de contato, pressão do ar no interior dos pneus, da velocidade e do peso do veículo. A força total de resistência ao rolamento ( $R_r$ ) é calculada como:  $R_r = f \cdot P_v$ , onde  $f$  é o coeficiente de resistência ao rolamento (considerado aqui igual a 0,01 para veículos comerciais) e  $P_v$  é o peso do veículo.
- Força de resistência aerodinâmica ( $R_a$ ) que depende principalmente da velocidade, da área frontal e da forma do veículo. Nos estudos da frenagem de emergência em veículos comerciais, a força de resistência do ar geralmente tem uma influência secundária, podendo ser desprezada. As características desta força e dos fatores dos quais ela depende podem ser vistas, de maneira mais abrangente, em HUCHO (1987).
- Força peso do veículo ( $P_v$ ) que em uma rampa tem duas componentes, uma no eixo X ( $P_v \cdot \sin \alpha$ ) e outra no eixo Y ( $P_v \cdot \cos \alpha$ , também chamada de força normal ( $P_n$ ) ao plano de movimento do veículo).
- Força devido à inclinação da pista ( $R_g$ ), que é igual à componente da força peso ( $P_v$ ) na direção do movimento. É a força que empurra o veículo declive abaixo e que deve ser contraposta pelas forças de retardo do motor, de seus sistemas auxiliares e dos retardadores, quando existirem. A força  $R_g = P_v \cdot \sin \alpha$ , onde  $\alpha$  é o ângulo de inclinação da pista observado na Figura 3.
- Forças normais (ou de reação do pavimento) nas rodas ( $F_{nd}$  e  $F_{nt}$ ). A soma destas duas forças é igual à componente  $P_n$  do peso do veículo.
- Força de inércia da massa em translação desacelerada ( $R_i$ ), aplicada no centro de massa do veículo.
- Torque de inércia das partes rotativas do veículo nos eixos ( $M_{if}$  e  $M_{ir}$ ).
- Torque de frenagem ( $M_{fd}$  e  $M_{ft}$ ) gerados nos mecanismos de freio do eixo dianteiro e traseiro do veículo.

- Torque de frenagem obtido pela ação do freio motor ou de outros dispositivos retardadores (Mfm). A ação do freio motor nas rodas depende da marcha engrenada e da velocidade em cada instante do veículo (ver Figura 5).

As expressões para o cálculo destas forças e torques podem ser obtidas em CANALE (1989), FERNANDES (1994) e LUCAS (2004). Nestas mesmas referências podem ser encontradas outras expressões matemáticas para o cálculo da distância e do tempo de parada e de outros parâmetros de desempenho na frenagem.

A velocidade de equilíbrio em um declive será aquela em que o esforço trator dado pela massa do veículo e pela projeção do campo gravitacional na direção do movimento é igual à soma das forças que resistem ao movimento. Num declive, este equilíbrio é o que permite a descida controlada em uma velocidade praticamente constante do veículo. A velocidade de equilíbrio aqui depende, como se verá mais adiante no texto, da temperatura de saturação térmica do mecanismo do freio. A determinação deste valor de temperatura permitirá escolher a marcha e velocidade de descida segura sem a perda do desempenho do sistema de freio. O trabalho recente de LUCAS (2004) mostra as velocidades seguras de descidas de veículos comerciais tendo como base os requisitos exigidos na norma NBR 10967.

De outra forma, a determinação das condições para uma descida segura dos veículos passa pelo balanço energético da energia gerada pelo declive e as energias dissipadas principalmente no motor, nos pneumáticos e nos retardadores (CANALE 1989, pág. 96).

#### ENERGIA E POTÊNCIA DURANTE O DECLIVE E A FRENAGEM.

Um veículo descendo um declive em uma determinada velocidade é um exemplo típico de processo de geração e de dissipação controlada de energia. Neste caso, a energia de potencial associada ao veículo em movimento no declive deverá ser transformada em energia térmica e dissipada para o meio ambiente principalmente através do sistema de arrefecimento do motor, do sistema de arrefecimento do retardador e do sistema de freio do veículo. Isto deve acontecer sem



que as temperaturas resultantes nos componentes dos próprios sistemas ultrapassem limites que provoquem a queda do seu desempenho.

Mostra-se conveniente realizar primeiramente a análise da transformação de energia durante a frenagem de um veículo em movimento numa superfície horizontal. Segundo LIMPert (1992) e CANALE(1989), para este caso, a energia de frenagem pode ser calculada por:

$$E_f = (m/2) * (V_1^2 - V_2^2) + (\sum I/2) * (\omega_1^2 - \omega_2^2) \quad [N*m] \quad (1)$$

Onde: m – massa do veículo, kg;

V<sub>1</sub> – velocidade no início da frenagem, m/s;

V<sub>2</sub> – velocidade no final da frenagem, m/s;

$\sum I$  – momento de inércia dos elementos em rotação, Kg<sup>m</sup>²;

$\omega_1$  – velocidade angular do eixo no início da frenagem, 1/s;

$\omega_2$  – velocidade angular do eixo no final da frenagem, 1/s.

Se o veículo chegar a se deter, V<sub>2</sub> será igual a  $\omega_2$  que é igual à zero. Assim, a equação 1 será:

$$E_f = m * V_1^2/2 + \sum I * \omega_1^2/2 \quad [N*m] \quad (2)$$

Quando todas as inércias dos elementos em rotação são levadas aos eixos das rodas utilizando-se da relação de transmissão  $\zeta$  e somadas com as inércias das rodas e, sendo ainda,  $V = r * \omega$ , a equação 2 torna-se:

$$E_f = (m/2) * V_1^2 * [1 + (\sum I * \zeta^2 / (r^2 * m))] = (m/2) * V_1^2 * k \quad [N*m] \quad (3)$$

Onde: r – raio do pneumático, m;

k – fator de correção das massas em rotação ( $k = 1 + 1/m * (\sum I * \zeta^2) / r^2$ ).

Observação: Aqui a expressão para o cálculo do fator k, definido por LIMPert (1992), foi completada com a inclusão da relação  $\zeta$  proposta por CANALE (1989). A

relação  $\zeta$  é a redução entre o elemento e o eixo da roda. CANALE (1989) define um fator semelhante ao fator  $k$  que é chamado de  $\gamma_b$ .

A potência da frenagem pode ser calculada como sendo a variação da energia durante o tempo da frenagem:

$$N_f = dE_f / dt \quad [N \cdot m/s] \quad (4)$$

Se a desaceleração é constante, a velocidade  $V(t)$  pode ser obtida como:

$$V(t) = V_1 - b \cdot t, \quad [m/s] \quad (5)$$

Onde:  $b =$  desaceleração,  $m/s^2$ ;

$t =$  tempo, s.

Manipulando as equações 3 e 5 obtém-se:

$$N_f = k \cdot m \cdot b \cdot (V_1 - b \cdot t), \quad [N \cdot m/s] \quad (6)$$

Analisando-se a equação 6 fica evidente que a potência de frenagem não é constante durante o processo de frenagem. No início da frenagem, quando  $t$  é zero, a potência da frenagem é máxima, decrescendo até zero, quando o veículo se imobiliza.

O tempo de parada do veículo pode ser calculado por:

$$t_f = V_1/b, \quad [s]. \quad (7)$$

A potência de frenagem média durante o tempo da frenagem para um veículo que chega a parar completamente é:

$$N_f = k \cdot m \cdot b \cdot V_1/2, \quad [N \cdot m/s] \quad (8)$$

No caso de um veículo que está sendo freado em um declive (ver Figura 4), os freios terão que absorver energia cinética e potencial.

### Analise térmica dos freios

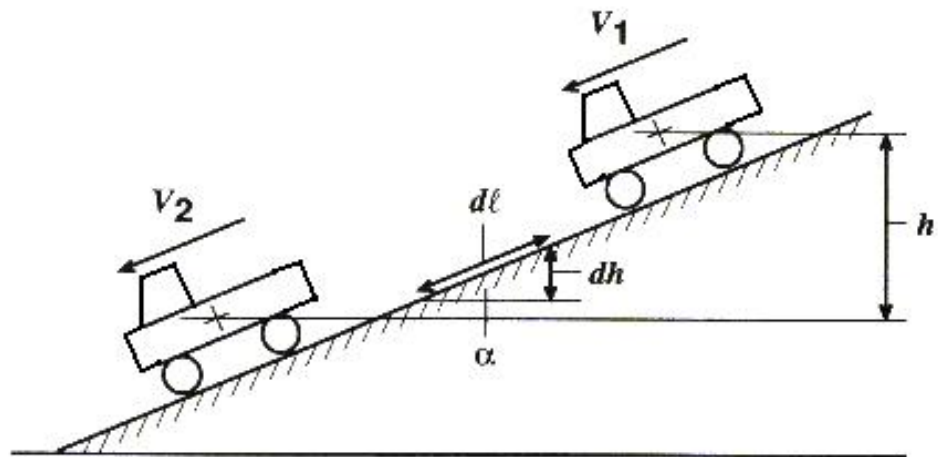


FIGURA 4 – Energia potencial e cinética num declive

Aplicando-se o balanço de energia segundo LIMPert (1992), pode-se calcular a energia de frenagem por:

$$E_f = P_v \cdot h + (k \cdot m / 2)(V_1^2 - V_2^2); \quad [N \cdot m] \quad (9)$$

Onde:  $P_v$  – Peso do veículo, N;

$h$  – variação da altura (queda) da massa do veículo, m.

No caso de uma frenagem contínua, com velocidade constante, ou seja,  $V_1 = V_2$ , a equação 9 torna-se:

$$E_f = P_v \cdot h; \quad [N \cdot m] \quad (10)$$

A potência de frenagem durante uma frenagem contínua poderá ser obtida através da diferenciação da energia com respeito ao tempo:

$$Nf = dEf/dt = (dEf/dh) (dh/dt), \quad [N*m/s] \quad (11)$$

Expressando-se a inclinação da pista através do ângulo  $\alpha$  e a distância real percorrida por  $\ell$ , a variação da altura e da distância percorrida pode ser descrita por  $\sin \alpha = dh/d\ell$  e a equação 11 torna-se:

$$Nf = P_v * V * \sin \alpha, \quad [N*m/s] \quad (12)$$

Para se fazer a análise de temperatura no freio é conveniente expressar a potência de frenagem média para o veículo desacelerando até a parada total conforme CANALE (1989):

$$N_{fm} = (P_v * (V_1/2)) * (k * b) / 745, \quad [HP] \quad (13)$$

Onde:  $b$  – desaceleração, (em unidades  $g$ );

$k$  – fator de correção que considera a influência das massas em rotação;

$V_1$  – velocidade inicial do veículo, [m/s];

$P_v$  – peso do veículo, [N];

Para o caso geral de desaceleração num declive, a equação 13 deverá ser modificada conforme CANALE (1989):

$$N_{fm} = (P_v * (V_1/2)) * (k * b + G/100) / 745 \quad [HP]; \quad (14)$$

Onde:  $G$  – declive da pista, calculada por  $(100 * \tan \alpha)$ .

Se for ainda considerada a força de resistência ao rolamento dos pneumáticos, a equação 14 torna-se:

$$N_{fm} = (P_v * (V_1/2)) * (k * b + G/100 - f) / 745 \quad [HP] \quad (15)$$

Onde:  $f$  – coeficiente de resistência ao rolamento dos pneumáticos.

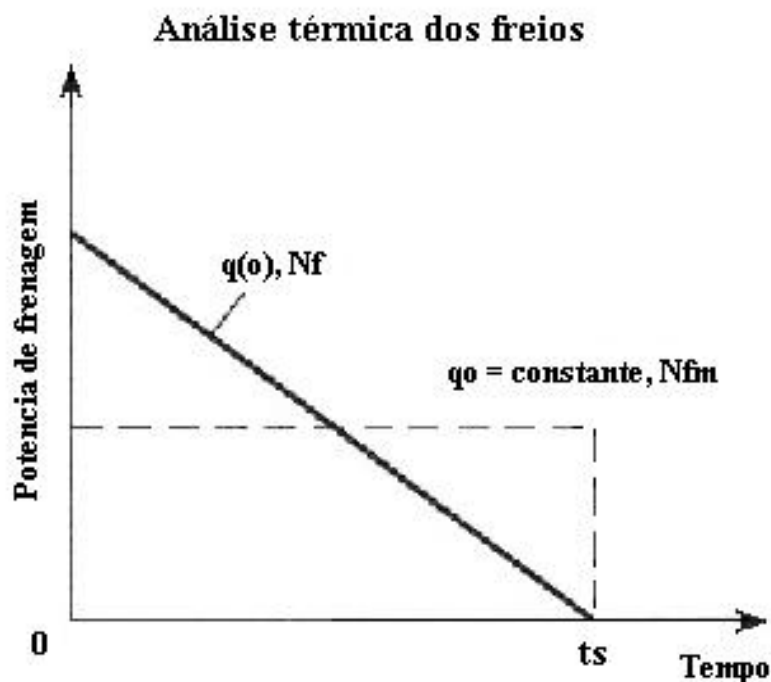


FIGURA 5 – Variação da potência de frenagem com o tempo.

NECESSIDADE DO CONTROLE DA VELOCIDADE E DE GARANTIR FRENAGENS DE EMERGÊNCIA EFICIENTES EM DECLIVES.

O condutor deve ter o controle da velocidade do veículo durante toda a descida em declive íngreme de longo comprimento. A perda do controle da velocidade na descida leva invariavelmente a situações de extremo risco e frequentemente em acidentes de graves conseqüências.

A energia gerada, quando o veículo desce uma rampa, deve ser transformada em calor no motor (ação de retardo do motor), nos retardadores e eventualmente no freio de serviço, como já foi exposto anteriormente. A potência instantânea gerada é a variação da energia potencial no tempo, que depende da velocidade de descida. Esta energia, se dissipada integralmente nos freios, poderá levar estes a uma saturação térmica com a perda de desempenho (efeito “fading”) (CANALE, 1989).

Dependendo principalmente da velocidade, da marcha engrenada escolhida pelo condutor e da ação insuficiente de retardo do motor (freio motor) na descida da serra, a temperatura resultante nos freios poderá ser excessiva com a sua freqüente aplicação. A temperatura elevada provoca a queda do coeficiente de atrito entre as

guarnições (pastilhas/lonas) e os discos/tambores do sistema de freio de serviço diminuindo severamente o seu desempenho e acentuando fortemente o desgaste destes componentes. Esta queda no coeficiente de atrito faz com que o motorista tenha que pressionar ainda mais o pedal do freio para manter a velocidade sob controle. Se com o deslocamento máximo do pedal do freio o motorista não conseguir mais controlar a velocidade, o sistema entrará numa situação de instabilidade. O aumento conseqüente da velocidade de descida gerará mais energia a ser dissipada no freio e isto aumentará a temperatura que reduzirá ainda mais o coeficiente de atrito. Nesta situação a velocidade aumentará indefinidamente sem o controle do condutor colocando o veículo em uma situação iminente de acidente.

Para se evitar esta situação perigosa de instabilidade, o motorista deve escolher uma marcha adequada a ser engrenada e uma velocidade de descida compatível com o desempenho dos sistemas instalados no veículo, para que este possa descer a rampa com segurança. Isto manterá as temperaturas dos freios dentro de valores permitidos e com uma margem de segurança para se garantir ainda uma possível frenagem de emergência, sem a perda significativa de eficiência.

Existem outros dispositivos que podem ser utilizados no veículo para o auxílio no controle da velocidade em declives longos. Alguns destes dispositivos atuam no próprio motor ou no circuito de escape, aumentando a perda de carga no fluxo de saída dos gases. Isto aumenta a ação de retardo do motor. Outros dispositivos geram torque de frenagem através de campos eletromagnéticos ou através da viscosidade de fluídos, como o óleo. A função básica de todos estes dispositivos é dissipar parte da energia gerada, quando o veículo desce a rampa, aliviando o trabalho do freio de serviço, deixando-o em temperaturas menores aumentando assim a segurança na descida (FITCH, 1994).

Veículos com carga acima do peso total máximo indicado pelo fabricante terão certamente problemas com a eficiência do sistema de freios na frenagem de emergência e na descida de serra. Um dos principais fatores no projeto do sistema de freios de um veículo é o seu peso total máximo permitido. Violações do peso total máximo implicam em responsabilidade civil e criminal, da empresa proprietária do veículo e do engenheiro responsável, em possíveis acidentes que venham a ocorrer.

O sobrepeso do veículo aumenta muito a taxa de deterioração da pista, destruindo normalmente um bem público, caracterizando ato irresponsável e anti-social.

Os freios a disco apresentam uma menor variação no seu desempenho pelos efeitos térmicos comparados com os freios a tambor. Os freios a disco proporcionam também uma estabilidade maior na geração das forças de frenagem o que se traduz em melhor estabilidade e dirigibilidade durante a frenagem (LIMPERT, 1992). Estudos estão sendo realizados no momento pelas montadoras de veículos comerciais no Brasil para a troca do sistema de freios a tambor para o a disco

Mostra-se na Figura 6 (CANALE, 1989) que o torque de frenagem (retardo) aplicado no veículo proveniente do motor, quando este último é usado como “freio motor”, depende da marcha engrenada e da velocidade do veículo.

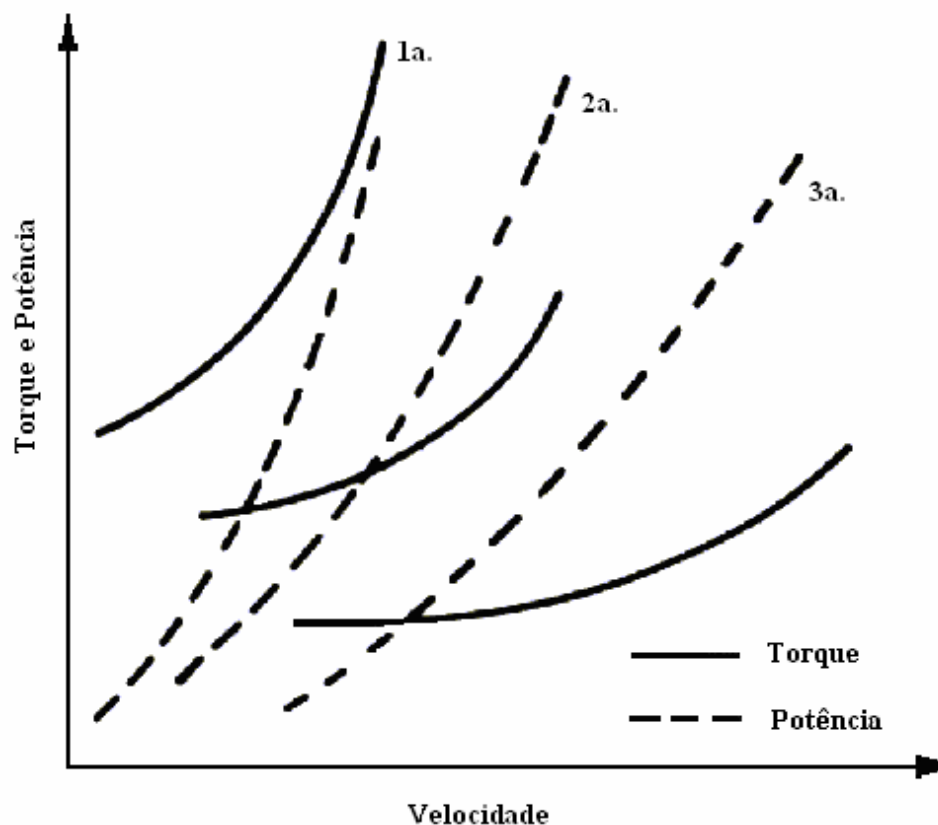


FIGURA 6 – Gráfico típico do torque de frenagem e da potência dissipada no freio motor de um veículo como uma função da sua velocidade e da marcha engrenada.

A Figura 6 mostra ainda a potência que o motor dissipa para o meio ambiente, principalmente através do seu sistema de arrefecimento, dependendo da velocidade

do veículo e da marcha engrenada. Marchas reduzidas ampliam o torque de retardo do motor no eixo motriz, mas reduz a velocidade de descida.

A Figura 7 mostra um gráfico típico da potência que o sistema de freio de um veículo dissipa para o meio ambiente em forma de calor como uma função da velocidade do veículo e da temperatura de regime.

A eficiência do sistema de freio na dissipação de calor para o meio ambiente depende, em muito, da forma aerodinâmica do veículo, da posição e da eficiência dos condutos de ar que coletam e direcionam o ar frio para refrigerar os freios. A convecção forçada é a principal maneira que o freio perde calor para o meio ambiente. A Figura 7 mostra as curvas de nível à temperatura constante relacionando a capacidade de um sistema de freio de dissipar energia para o meio ambiente como uma função da velocidade do veículo. Este gráfico é normalmente obtido testando-se o freio em túnel de vento e em pista de teste.

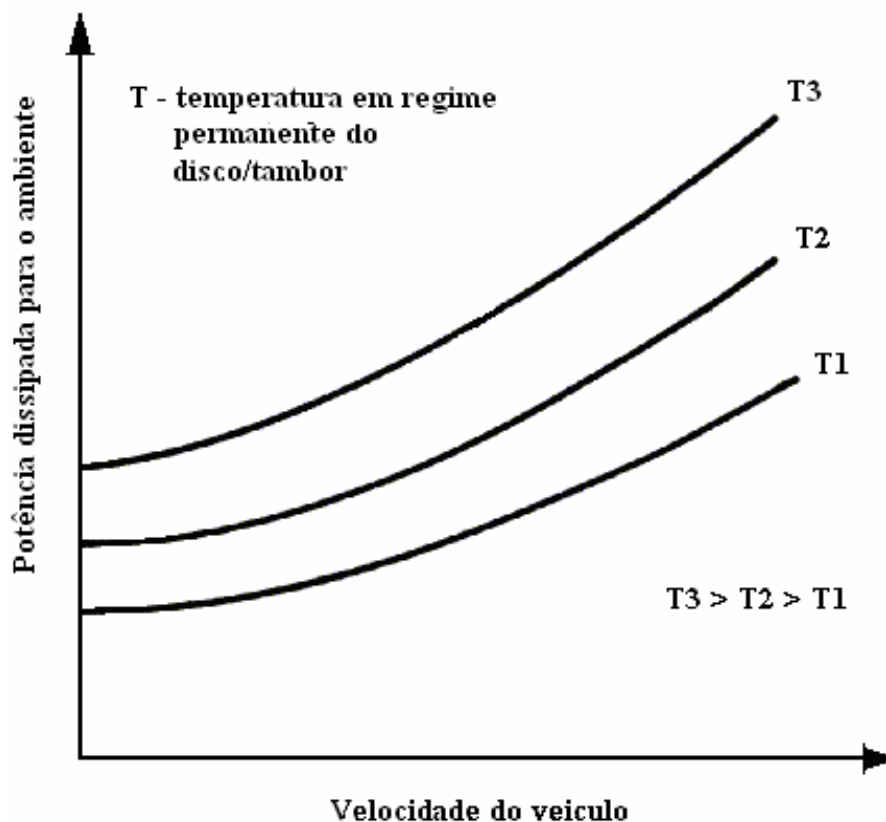


FIGURA 7 – Eficiência térmica típica de um sistema de freio de um veículo.



A Figura 8 mostra o balanceamento energético de um veículo descendo uma rampa longa considerando o freio motor, a energia máxima dissipada para o meio ambiente do sistema de freio e a energia gerada com o veículo descendo a rampa numa determinada velocidade.

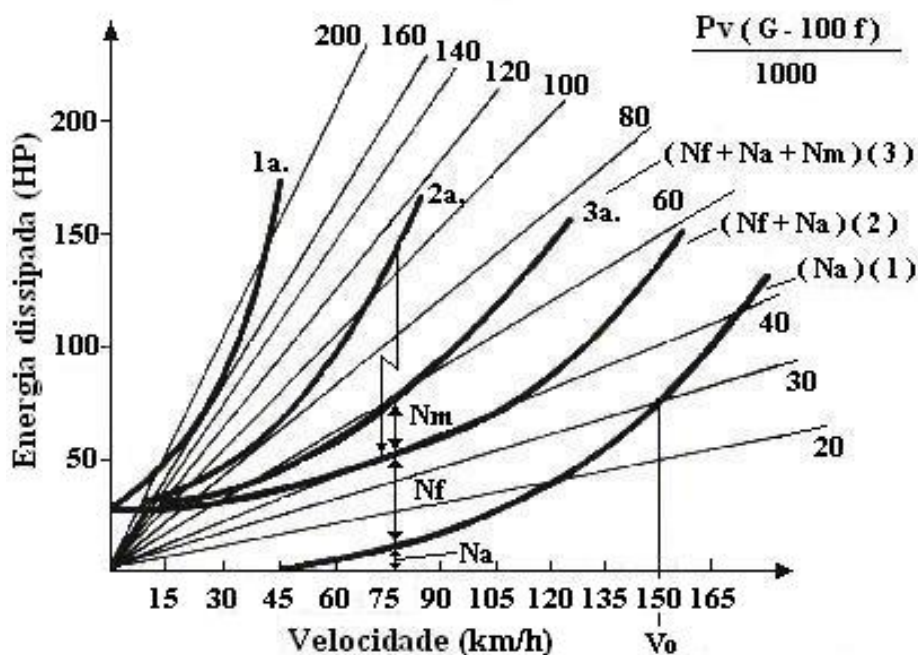


FIGURA 8 – Balanceamento térmico típico dos sistemas de controle de velocidade em pista descendente de um veículo.

As retas da Figura 8 mostram a energia gerada que depende da declividade e do peso do veículo. As curvas indicam a energia dissipada em primeira ( $1^a$ ), segunda e terceira marchas engrenadas ( $N_m$ ), a dissipada no freio ( $N_f$ ) e a dissipada na resistência do ar ( $N_a$ ). O motorista deve então escolher uma velocidade de descida e uma marcha engrenada cuja capacidade de dissipar calor seja maior do que a gerada na descida.

Do gráfico da Figura 8 pode-se obter as condições de carga e de operação possíveis com o veículo descendo uma rampa inclinada de longo comprimento. Em algumas condições de carga e de operação, principalmente de veículos comerciais pesados e super-pesados, a ação de retardo do motor é insuficiente. Nestas condições é necessário o uso de sistemas auxiliares conhecidos genericamente como retardadores. Os retardadores elétricos são comuns gerando um torque de frenagem

através do giro de um rotor metálico dentro de um campo magnético. O calor gerado no rotor é dissipado para o meio ambiente através da convecção forçada do ar ambiente. Os retardadores hidráulicos são muito utilizados nos veículos superpesados. Neles o óleo é forçado a fluir através de condutos ou cavernas gerando calor e um conseqüente torque de retardo. A energia térmica resultante é dissipada no radiador do próprio veículo. O gráfico da Figura 8 pode ser refeito com a inclusão da ação do retardador.

O desenvolvimento matemático das equações de equilíbrio térmico (equações de conversão de energia) do sistema de freio, segundo CANALE (1989), é mostrado a seguir:

$$N_f + N_m = (V/745) \cdot (R_g - R_r - R_a), \quad [\text{HP}] \quad (16)$$

Onde:  $N_f$  – potência dissipada no freio (ver Figura 6), [HP];

$N_m$  - potência dissipada pelo motor, [HP];

$R_g$  – Força originada pela inclinação da pista, [N];

$R_r$  – Força de resistência ao rolamento, [N];

$R_a$  – Força de resistência aerodinâmica, [N];

$V$  – velocidade do veículo, [m/s].

Da equação 16 pode-se escrever:

$$N_f + N_m = (V/745) \cdot (P_v \cdot \sin \alpha - P_v \cdot f - (1/2 \cdot \rho \cdot A \cdot C_a \cdot V_r^2)), \quad (17)$$

Onde:  $f$  - coeficiente de resistência ao rolamento;

$\rho$  – densidade do ar [kg/m<sup>3</sup>];

$A$ - área frontal do veículo [m];

$C_a$ - coeficiente adimensional de resistência do ar;

$V_r$  - velocidade do veículo com relação ao ar, [m/s].

Assumindo  $V_r = V$  e usando  $\sin \alpha \approx \tan \alpha = G / 100$ , onde  $G$  é o declive da pista em porcentagem, tem-se:

$$Nf + Nm = (Pv \cdot V \cdot G / 74500) - (Pv \cdot V \cdot f / 745) - [(1/2 \cdot \rho \cdot A \cdot Ca) / 745] \cdot V^3, \text{ ou:}$$

$$Nf + Nm = (Pv \cdot V / 74500) \cdot (G - 100 \cdot f) - [(V^3 \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot A \cdot Ca) / 745] \quad (18)$$

ou ainda

$$Nf + Nm = (V / 74,5) \cdot [Pv \cdot (G - 100 \cdot f)] / 1000 - [(V^3 \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot A \cdot Ca) / 745] \quad (19)$$

A equação final obtida (equação 19 ou equação 5.65 da pág. 95 de CANALE (1989)), é utilizada na elaboração do gráfico da Figura 8.

O balanço energético da Figura 8 pode ser verificado com o veículo realizando um teste real, descendo a pista inclinada. O veículo deve ser devidamente instrumentado e os dados obtidos podem ser usados na verificação do balanço energético descendo a pista em regime permanente.

Os efeitos transitórios e a estabilidade direcional do veículo descendo a pista inclinada são difíceis de ser avaliados em testes de pista. Faz se então necessário desenvolver um programa computacional que permita a simulação do veículo descendo a pista inclinada.

## RETARDADORES

O Retardador é um dispositivo auxiliar no controle da velocidade em tráfego e na descida de longos declives. Ele não substitui o freio de serviço, pois não consegue imobilizar o veículo (FITCH, 1994).

Na atualidade, a aerodinâmica dos caminhões, a alta eficiência da transmissão, a menor resistência ao rolamento dos pneumáticos e uma menor ação de retardo do motor, principalmente os do ciclo Diesel, têm provocado a redução da potência gasta em vencer a natural resistência ao movimento do veículo, dando lugar a uma maior demanda do freio de serviço. O vazio no coletor de escapamento não é requerido no ciclo Diesel, mas é muito necessário no motor a gasolina. A falta de vazio no ciclo Diesel permite ao motor “rolar livremente” no lugar de atuar como retardador. Por isto, é necessária a instalação, principalmente nos veículos pesados, de um dispositivo auxiliar dos freios, que proporcione a potência de retardo adicional

exigida para um melhor controle do veículo em qualquer situação em que seja necessária a redução da velocidade.

Vários tipos de dispositivos retardadores estão disponíveis para serem utilizados nos veículos comerciais. Eles podem ser agrupados em três tipos fundamentais:

- 1) Freio motor.
- 2) Retardadores hidráulicos.
- 3) Retardadores elétricos.

#### 1) Freio Motor.

O motor já proporciona normalmente uma ação de retardo quando impulsionado pelo movimento do veículo. Uma válvula colocada no sistema de escape dos gases de combustão aumenta a ação de retardo do motor. Este sistema é conhecido, por muitos, como “freio motor”, o que causa certa confusão de nomenclatura.

O “freio motor” no conduto de escapamento é desenhado para aplicações em serviços de média e pesada responsabilidade, onde a potência retardadora adicional é diretamente proporcional à pressão no escapamento. Com o acréscimo da pressão dos gases no sistema de escape, aumenta-se a ação de retardo do motor, sem perdas parasitas de operação. O fluxo dos gases no sistema de escapamento é restringido normalmente por uma válvula de regulação de ação corredeira. Isto faz aumentar a pressão no coletor de escape, convertendo o motor num compressor de ar de baixa pressão, que possibilita aumentar a ação de retardo no veículo.

O “freio motor”, no conduto de escapamento, geralmente proporciona uma potência total de retardo dinâmico equivalente à potência do motor. Isto indica que a capacidade retardadora é suficiente para manter o controle do veículo durante uma descida equivalente à mesma velocidade com que é realizada a subida. Este “freio motor” também ajuda a manter constante a temperatura do motor durante a descida e amortece e estabiliza a pressão no escapamento. O “freio motor” é acionado com a ajuda do circuito de abastecimento de ar do veículo e é controlado por uma válvula solenóide. O sistema apresenta um baixo peso, baixo custo de fabricação e de manutenção.

Existem outros dispositivos conhecidos também por “freio motor” que atuam automaticamente nas válvulas do motor e/ou comprimem ar na câmara de combustão aumentando o efeito de retardo do motor FITCH (1994).

Algumas das vantagens apresentadas por estes dispositivos retardadores são:

- Controle eficiente da velocidade durante a descida nos declives.
- Retardação suave do veículo em pavimento molhado.
- Manutenção da temperatura de operação do motor em declives prolongados eliminando as falhas de lubrificação e/ou engrupimento do pistão.
- Menor consumo de combustível e maior duração das guarnições (lonas/pastilhas) e dos tambores do sistema de freio, (entre duas a cinco vezes maior que a duração sem utilizar o “freio motor”).
- Dispositivo de freio totalmente independente do sistema de freio de serviço.

O “freio motor” de compressão permite absorver suficiente energia para manter um veículo de 34 toneladas sob controle sem usar o freio de serviço, mantendo-se uma velocidade de descida de 30 km/h num declive de 10% (FITCH, 1994). Outro “freio motor” de compressão similar é o “Freio C da Cummins”. Nele as válvulas de exaustão abrem justamente no ponto exato em que a compressão alcança seu poder máximo de retardação. O “freio motor” é acionado mediante um botão na cabina do veículo e é capaz de gerar uma potência de retardação alta. Uma vantagem do “Freio C da Cummins” é que pode duplicar a vida útil do freio de serviço e proporcionar um controle da velocidade mais eficiente em grandes declives. Ele ainda ajuda a prevenir o travamento das rodas e a reduzir o desgaste dos pneus. Existe também o chamado “Pacbrake”, que é a utilização tanto do “freio motor” de compressão conseguido por dispositivos dentro do motor como do “freio motor” no conduto de escapamento para se conseguir grande potência de retardo no veículo. Este dispositivo fornece entre 50 e 90 % da potencia nominal do motor.

## 2) Retardadores hidráulicos (hidro-retardadores).

Um fluido hidráulico circula entre um rotor e um estator criando um alto nível de turbulência, o que gera muito calor. Este calor é praticamente igual à quantidade

de energia mecânica absorvida pelo hidro-retardador. O fluido hidráulico é arrefecido em um sistema “trocador de calor” pela água do sistema de arrefecimento do motor.

Este dispositivo entra em funcionamento quando ativado pelo motorista ou controlado por um sistema automático monitorado pelo condutor. Seu funcionamento depende do próprio movimento do veículo e a ação dele não é suficiente para imobilizar o veículo. O hidro-retardador auxilia no controle da velocidade de descida e contribui na redução da temperatura do freio de serviço em longos declives. O sistema de arrefecimento do veículo deve dissipar o calor gerado na ação de retardo do motor e do hidro-retardador sem apresentar superaquecimento que possa comprometer a eficiência de todo o sistema. Durante a descida a rotação do motor não deve ultrapassar os limites indicados pelo seu fabricante, o que pode trazer danos severos ao próprio motor. Este tipo de retardador ajuda a manter a temperatura constante do motor durante longos declives e a diminuir significativamente o desgaste do freio de serviço.

Um exemplo de carta de retardação é mostrado na Figura 9.

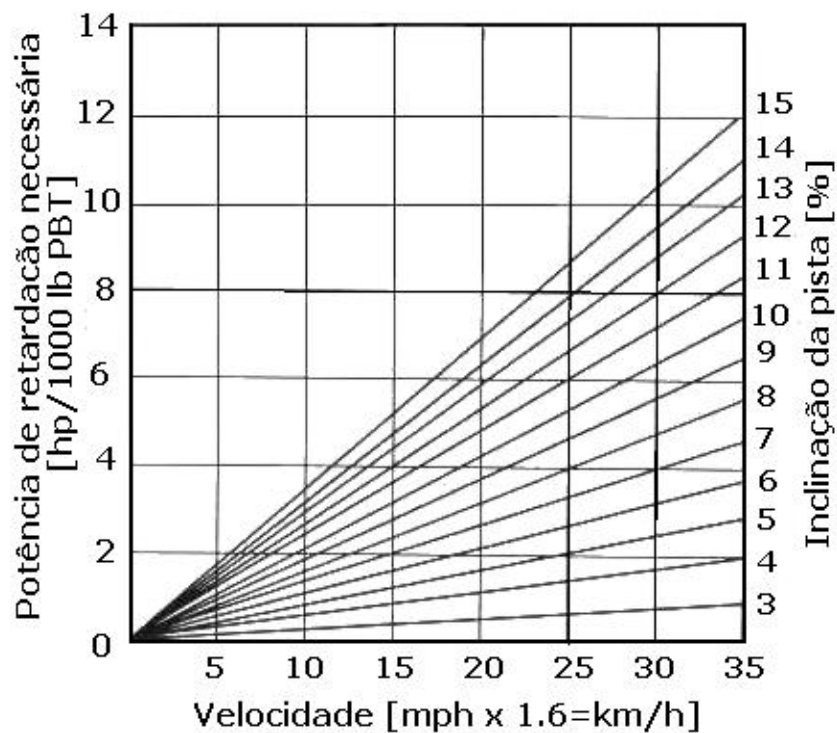


FIGURA 9 – Exemplo de Carta de Retardação.

Aqui podemos ver a demanda de potência retardadora dependendo da velocidade do veículo e da inclinação da pista. A potência de retardação (Nr) obtida é calculada por:

$$Nr = \frac{PBT \cdot (G - R) \cdot V}{K} ; \quad [HP]$$

Onde: PBT – peso bruto total do veículo (lbs);

G – declive (%);

V – velocidade (mph);

R – resistência ao rolamento em % (aqui = 1,5 %);

K = 37500 - constante.

Um exemplo típico de hidro-retardador é o de “Allison”, que faz parte do conjunto da transmissão. Ele é capaz de absorver elevada potência e é ativado por uma válvula de controle que monitora a introdução de óleo sob pressão no interior do dispositivo formado pelo rotor e estator. O aumento da pressão provoca um aumento na potência de retardo. Este “preservador do freio” oferece um excelente retardo durante as descidas em comparação com outros tipos de retardadores, como pode ser observado na Figura 10, e são utilizados geralmente em veículos pesados por oferecerem elevadas potências de retardo.

Existem basicamente dois tipos de retardadores Allison: os de entrada e os de saída. O retardador de entrada localiza-se entre o conversor de torque e o motor. O retardador de saída é montado na parte posterior da transmissão e atua diretamente no trem de força. O retardador de entrada é destinado para todas as operações rodoviárias e é o melhor para manter a velocidade no declive. O retardador de saída tem as características do retardador de entrada mais uma melhor retardação em velocidades baixas do veículo.

Ambos os tipos de hidro-retardadores geram alta potência de retardo, maior que a do motor e do “freio motor” no coletor de escapamento (ver Figuras 10 e 11). No caso do retardador de entrada, a força retardadora é multiplicada pela redução da

marcha engrenada (relação de transmissão). Marchas mais reduzida proporcionam maiores capacidades de retardo no veículo.

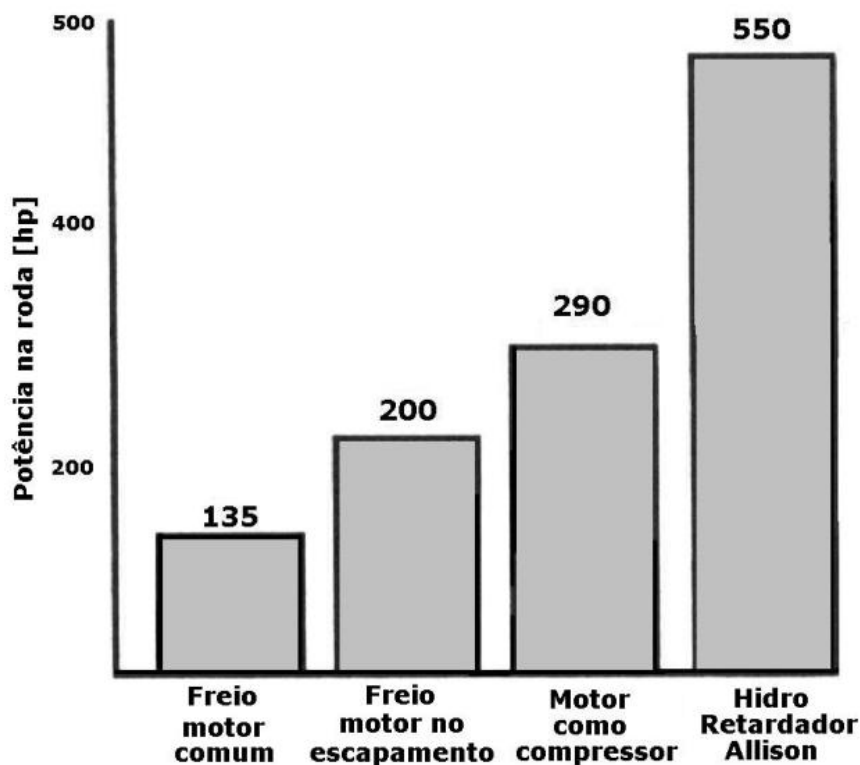


FIGURA 10 – Potência de frenagem de diferentes tipos de retardadores

Tem-se também o “Salvador de Freio Caterpillar”. Este é um hidro-retardador que é instalado na carcaça do motor e é acoplado ao virabrequim do motor. Quando o “Salvador do Freio” é ativado, o óleo do motor é bombeado para o interior do retardador, criando o acoplamento hidráulico. O óleo passa através do rotor e do estator da mesma forma que os outros exemplos mostrados.

Este “Salvador de Freio” pode operar manualmente ou automaticamente. No modo manual, a válvula de controle do hidro-retardador é acionada pelo condutor para modular a frenagem. No modo automático, o motorista consegue a completa potência de retardação mediante a liberação do acelerador e o simultâneo acoplamento da embreagem. Isto permite que o condutor mantenha as duas mãos na direção e a atenção na rodovia.

As vantagens indicadas para este retardador incluem: excepcional capacidade de retardação – superior a 133 % da potência nominal do motor medida nas rodas



trativas; acoplamento suave e gradual que permite o controle nas mais adversas condições climáticas; operação silenciosa adequada para o conforto do motorista e uma excelente modulação que permite ao motorista controlar com precisão a potência de retardação.

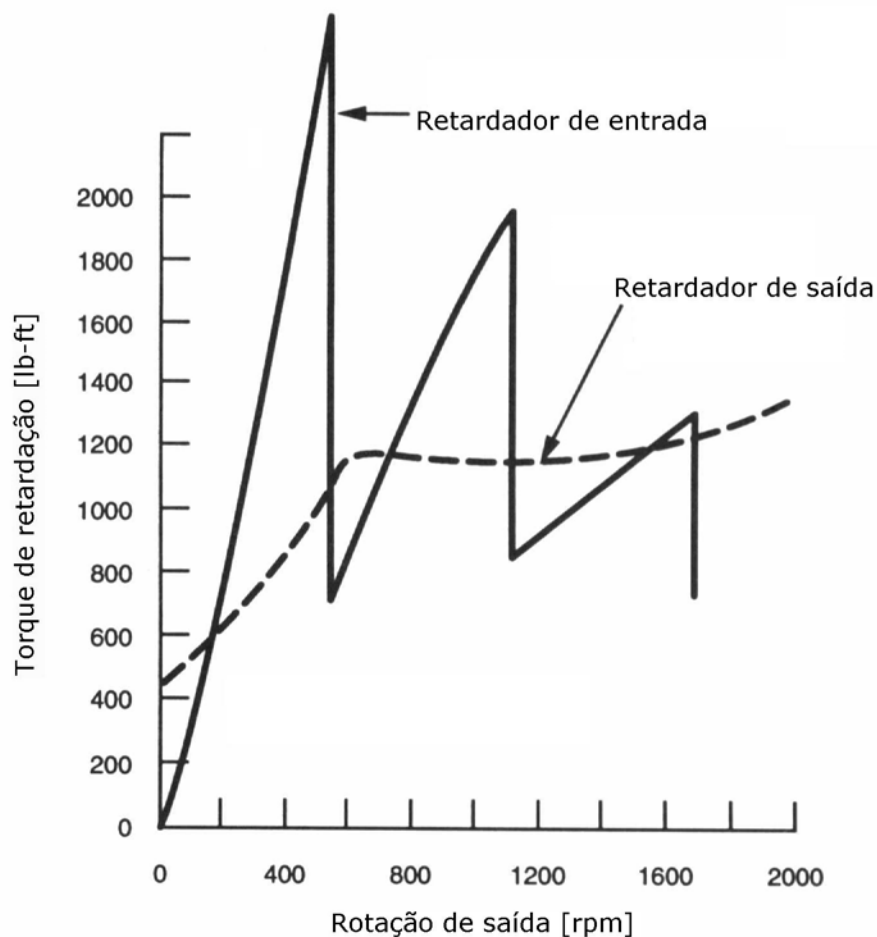


FIGURA 11 – Desempenho dos retardadores de entrada e de saída.

O hidro-retardador Voith, (Figuras 12 e 13), é um retardador de saída conectado ao eixo “cardan”. Quando o eixo de entrada gira o rotor, o óleo circula entre o rotor e o estator sob monitoramento da válvula de controle (ver Figura 12).

O fluxo turbulento do fluido hidráulico entre o rotor e o estator gera calor, que é praticamente a energia mecânica absorvida pelo retardador. O calor gerado no retardador é dissipado no trocador de calor do sistema de arrefecimento do motor (radiador) como mostrado na Figura 13. O calor gerado pode também ser usado para aquecer a cabina do motorista. Uma unidade eletrônica de comando faz a

monitoração da temperatura para impedir que o retardador cause um superaquecimento no sistema de arrefecimento.

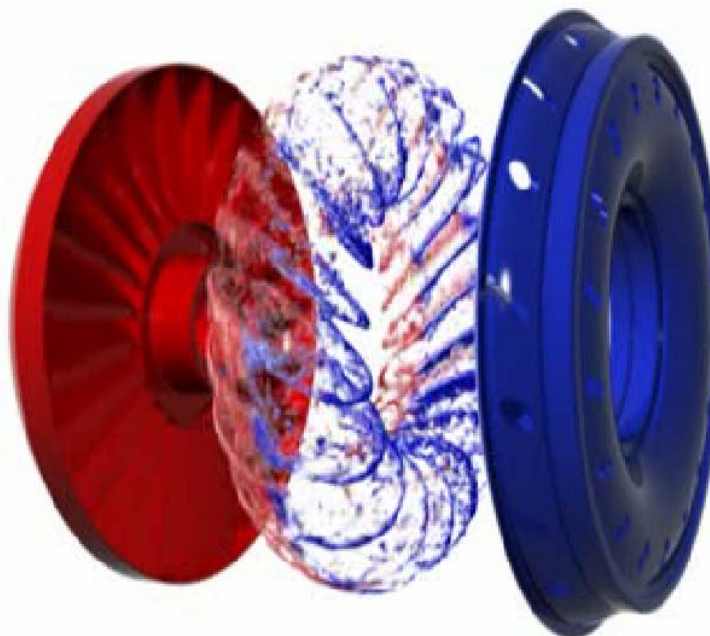
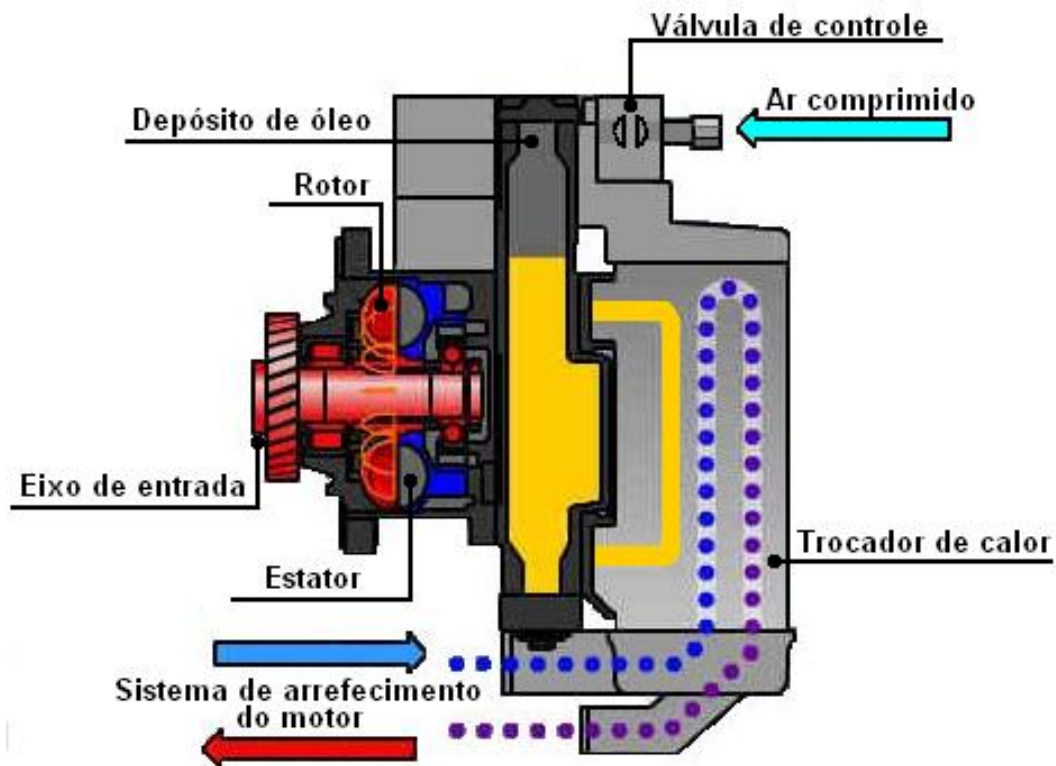


FIGURA 12 – Retardador Hidráulico da Voith e fluxo turbulento do fluido hidráulico entre o rotor e o estator.

(Cortesia da Voith. Simulação disponível no site:

[http://www.voithturbo.com/vt\\_en\\_paa\\_road\\_retarder\\_hydrprin.htm](http://www.voithturbo.com/vt_en_paa_road_retarder_hydrprin.htm)).

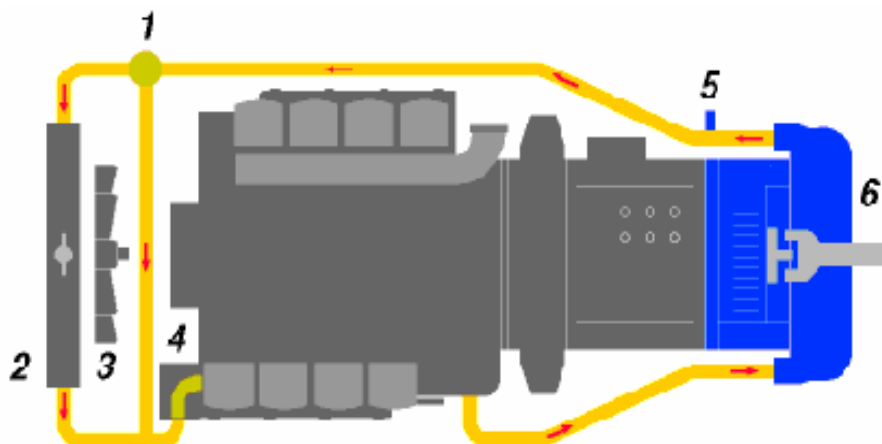


FIGURA 13 – Dissipação de calor no retardador Voith

(Vê-se: 1- válvula termostática, 2 – radiador do veículo, 3 – ventilador, 4 – bomba de água de arrefecimento, 5 – sensor de temperatura, 6 – retardador e trocador de calor)

O retardador é ativado por um interruptor de pressão de ar na cabina. A unidade apresenta um controle eletrônico que proporciona seis fases diferentes de frenagem controladas eletronicamente mediante uma alavanca próxima do volante do sistema de esterçamento do veículo (opcionalmente, pode-se comandar o retardador através do pedal do freio). O motorista seleciona um dos seis níveis de retardo na alavanca e o controle eletrônico modula a retardação correspondentemente. O retardador pode também ser programado para o movimento lento do caminhão em uma determinada velocidade descendo um declive longo. Quando a retardação não é necessária, o óleo é drenado do retardador para o depósito de óleo, minimizando assim a resistência à rotação do trem de força.

O retardador Voith pode ser instalado em combinação com qualquer transmissão manual ou automática. Ele é ideal para caminhões e ônibus rodoviários que necessitem transitar por regiões onde os declives são comuns. O aumento da segurança proporcionado pelos retardadores é muito importante para os veículos comerciais que trafegam em rodovias que apresentam longos declives e que transportam cargas perigosas.

Mais de 90 % das ações de frenagem podem ser executadas com o retardador. O peso próprio do dispositivo está em torno dos 110 a 115 kg. O retardador Voith é

fabricado na Alemanha e tem tido sucesso na Europa durante muitos anos (FITCH, 1994).

Vários hidro-retardadores foram citados neste texto com o objetivo de exemplificar este importante componente usado no controle da velocidade em tráfego e em descida de serra e para proporcionar informações básicas ao leitor leigo no assunto.

### 3) Retardadores Elétricos:

O retardador elétrico gera, com a ajuda de um potente magneto, intensas forças magnéticas para conseguir o efeito retardador. O calor gerado pelo retardador elétrico é dissipado com a ajuda de um ventilador exposto ao ar ambiente. Vários fabricantes oferecem estes retardadores como a Valeo (Telma) da França, Jacobs dos Estados Unidos, Ilasa da Espanha, etc.

O retardador eletromagnético Telma é capaz de gerar mais de 900 HP de potência de frenagem e proporcionar mais de 85 % das necessidades de retardo dos caminhões ultra-pesados. O sistema é praticamente sem atrito e silencioso. Ele tem seu próprio sistema de resfriamento (independente do circuito de arrefecimento do motor). O retardador gera torque de frenagem em baixa velocidade; aproximadamente 90 % do torque máximo está disponível a uma velocidade de 20 km/h. Na Figura 14 pode-se ver um retardador deste tipo, com um esquema de funcionamento simples.

A unidade é também compatível com sistemas de freios com ABS e ATS. Os retardadores Telma têm uma alavanca de controle manual na coluna da direção ou no painel de instrumentos, ou um controle automático que acopla o retardador sem ter que acionar o pedal do freio. A retardação completa ocorre antes do acionamento do freio de serviço. Quando o pedal do freio é acionado, cada posição do retardador é ativada sucessivamente.

O dispositivo é montado geralmente no trem de força. A corrente elétrica requerida (100 a 250 A) é suprida pelo sistema elétrico do veículo. É necessário para isto um alternador de alta capacidade ou uma bateria adicional.

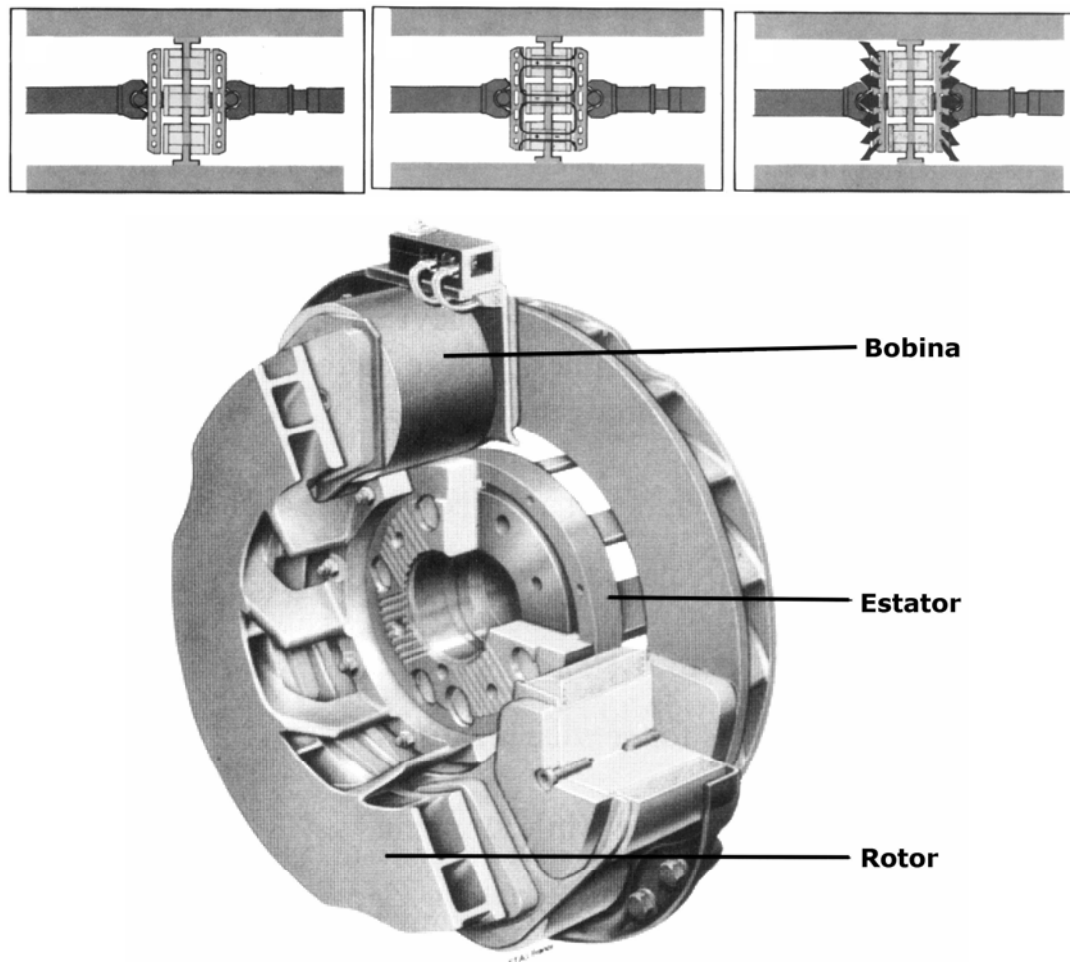


FIGURA 14 – Retardador elétrico Telma (Cortesia da Telma do Brasil).

O Ilasa é um retardador eletromagnético que opera baseado no princípio de corrente de “eddy” (corrente de Foucault) e é montado nos eixos dos reboques. É refrigerado a ar e tem uma proteção contra o sobre-aquecimento. Quando a temperatura sobe muito, o sistema de proteção aumenta a abertura para a passagem do ar entre o volante e as bobinas, aumentando conseqüentemente a dissipação de calor para o meio ambiente e reduzindo o calor gerado.

Ilasa apresenta uma vantagem relacionada à segurança que é a localização do retardador no extremo traseiro da combinação veicular. Isto minimiza a possibilidade do acotovelamento (“jackknife”). Outra vantagem é que a potência pode ser absorvida sem redução da vida útil do trem de força, isto porque os componentes do trem de força não estão no caminho do torque de retardação.

A seleção do retardador correto deve considerar as características de operação do veículo. Um retardador para cidade ou para operações “stop-and-go” poderá ser de pequena capacidade (potência), enquanto que operações que necessitam de uso contínuo, como as que ocorrem em declives acentuados e longos, o retardador deverá ser de grande capacidade de retardação.

Devido à tendência da redução da resistência ao rolamento, do arrasto aerodinâmico e da necessidade de se aumentar às velocidades de operações para se economizar tempo, presume-se que no futuro próximo serão necessárias altas potências de retardação, superiores em 50% as atuais. O aperfeiçoamento dos dispositivos turbos compressores e dos retardadores deverá suprir estas necessidades futuras.

O retardador é um dispositivo que aumenta significativamente a segurança veicular. As autoridades deveriam considerar a possibilidade de se acrescentar o peso próprio do retardador aos limites máximos de peso dos eixos do veículo como uma forma de incentivar o seu uso.

## REVISÃO DAS NORMAS VIGENTES.

Resume-se a seguir a norma Européia ECE-R13 e as normas Brasileiras sobre desempenho na frenagem e controle da velocidade em descidas de longos declives.

### RESUMO DO ESTABELECIDO NA ECE R-13:

A ECE-R13 estabelece, para o caso de ensaios de desempenho na frenagem durante descidas de rampas longas, os testes de Tipo II (ou II-A) e de Tipo 0 como mostrado a seguir:

*Tipo II (comportamento do veículo em rampas longas, categorias  $M_3$  e  $N_3$ ):*

- 1 - Os veículos automotores sob carga devem ser testados de modo que a absorção de energia seja equivalente à que se produzir no mesmo tempo em um veículo carregado circulando a uma velocidade média de 30 km/h em declive de 6%, em uma distância de 6 km, com a marcha apropriada engrenada e utilizando o

retardador, se disponível no veículo. A relação de transmissão engrenada (marcha) deve ser tal que a velocidade de rotação do motor ( $\text{min}^{-1}$ ) não exceda o valor máximo prescrito pelo fabricante.

- 2 - Nos veículos nos quais a energia é absorvida pela ação exclusiva de frenagem (retardo) do motor, admite-se uma tolerância de  $\pm 5$  km/h na velocidade média, engatando-se a relação de transmissão que permita obter a estabilização da velocidade no valor mais próximo de 30 km/h no declive de 6%. Se a determinação da eficiência da ação única de frenagem do motor for feita medindo-se a desaceleração, será suficiente que a desaceleração média medida seja igual ou superior a  $0,5 \text{ m/s}^2$ .

*Teste de Tipo II A categorias M<sub>3</sub> e N<sub>3</sub>:*

Os ônibus interurbanos e os ônibus de turismo de longa distância da categoria M3 devem passar no teste do Tipo II-A, no lugar do teste do Tipo II, como é estabelecido a seguir:

- 1 – É disposto na norma que o teste tipo II A seja aplicado aos seguintes tipos de veículos:
  - a) Ônibus interurbanos e ônibus de turismo de viagens longas da categoria M3.
  - b) Veículos da categoria N3 autorizados a tracionar reboque da categoria 04. Se a massa máxima exceder 26000 kg, a massa de teste limitar-se-á a 26000 kg; ou se a massa do veículo vazio exceder 26000 kg será determinada por cálculo.
  - c) Veículos autorizados a tracionar reboque da categoria 04 com ABS da categoria 1 conforme anexo 13. Reboques da categoria 04 com ABS da categoria A conforme anexo 13.
  - d) Veículos com retardadores integrados ao freio de serviço indicados no anexo 5.
- 2 - Os veículos sob carga serão testados de modo que a absorção de energia seja equivalente à que se produzir no mesmo tempo em um veículo carregado circulando a uma velocidade média de 30 km/h em declive de 7% e numa distância de 6 km. Durante o teste, os sistemas de freio de serviço, secundário e de estacionamento não devem ser utilizados. A relação de transmissão engrenada deve ser tal que a velocidade de rotação do motor não exceda o valor máximo

prescrito pelo fabricante. Pode ser utilizado um retardador integrado, desde que esteja convenientemente defasado de forma que não se possa aplicar os freios de serviço; para se verificar essa condição, deve-se assegurar que os freios de serviço permaneçam frios (ver definição de freio frio no Glossário deste trabalho).

- 3 - Nos veículos nos quais a energia é absorvida apenas pela ação de frenagem do motor, admite-se uma tolerância de  $\pm 5$  km/h na velocidade média, engatando-se a relação de transmissão que permita obter-se a estabilização da velocidade no valor mais próximo a 30 km/h sobre uma rampa de 7%. Se a determinação da ação de frenagem do motor for feita apenas medindo-se a desaceleração, será suficiente que a desaceleração média medida seja igual ou superior a  $0,6 \text{ m/s}^2$ .

*Tipo 0 (teste de freio residual):*

- 1 - Ao final do ensaio tipo II será medida a eficiência a quente do dispositivo de frenagem de serviço, nas condições do teste do tipo 0 com o motor em condição de retração (porém em condições de temperatura que podem ser diferentes). Esse teste de eficiência a quente deve resultar numa distância de parada que não seja superior aos valores indicados abaixo para as categorias de veículos M3 e N3, por exemplo (ver nota abaixo), e numa desaceleração média estabilizada que não seja inferior aos valores também indicados abaixo. A força exercida sobre o pedal de controle não deverá ser superior a 70 daN.

Nota: A definição das categorias veiculares pode ser vista no capítulo de Resultados deste trabalho.

Categoria M3:  $0,15 v + (1,33 v^2/130)$  (o segundo elemento corresponde a uma desaceleração média estabilizada  $(dm) = 3,75 \text{ m/s}^2$ ).

Categoria N3:  $0,15 v + (1,33 v^2/115)$  (o segundo elemento corresponde a uma desaceleração média estabilizada  $(dm) = 3,30 \text{ m/s}^2$ ).

Estabelece-se ainda nesta norma os casos nos quais não é necessário realizar os ensaios tipo II e II-A:



*Casos nos quais NÃO é necessário efetuar os testes dos tipos I e/ou II (ou II-A):*

- 1 - Não será necessário efetuar o teste dos tipos I e/ou II (ou do tipo II – A, também chamado de tipo III) no veículo apresentado para certificação, nos casos a seguir:
  - 1.1 - Veículo automotor ou reboque que, com relação aos pneus, à energia de frenagem absorvida por cada eixo, e ao modo de instalação dos pneus e dos freios, seja idêntico, do ponto de vista da frenagem, a um veículo automotor, o reboque que:
    - 1.1.1 - Tenha passado no teste dos tipos I e/ou II (ou do tipo IIA ou tipo III).
    - 1.1.2 - Tenha sido certificado, com relação à energia de frenagem absorvida, para massas por eixo superiores ou iguais às do veículo apresentado para certificação.
  - 1.2 - No caso de veículo automotor ou reboque cujo eixo ou eixos sejam, com relação aos pneus, à energia de frenagem absorvida por cada eixo e ao modo de instalação dos pneus e dos freios, idênticos do ponto de vista da frenagem, a algum eixo ou que tenham passado nos testes dos tipos I e/ou II (ou do tipo II A ou tipo III) para massas por cada eixo superiores ou iguais às do veículo em teste, com a condição de que a energia de frenagem absorvida por cada eixo não seja superior à energia absorvida por cada eixo no teste ou testes de referência.
  - 1.3 - Em caso de veículo equipado com retardador, que não seja o freio motor, idêntico a outro retardador que tenha sido testado nas condições a seguir:
    - 1.3.1 - No teste conduzido em declive de 6% no mínimo (teste do Tipo II) ou de 7% no mínimo (teste do Tipo II-A), no qual o retardador tenha, por si só, estabilizado um veículo cuja massa máxima no teste seja no mínimo igual à massa máxima do veículo apresentado para certificação.
    - 1.3.2 - No teste anterior deve-se verificar se a velocidade de rotação das partes giratórias do retardador é tal que, quando o veículo objeto de certificação alcançar a velocidade de 30 km/h, o torque de retardo seja pelo menos igual ao que corresponde ao teste mencionado no item 1.3.1.

Um resumo da norma ECE-R13 com relação ao estabelecido para ensaios de desempenho na frenagem é mostrado no Anexo D.

A seguir apresentam-se algumas definições importantes estabelecidas nesta norma:

1 – Como categorias veiculares estabelecem-se três grandes grupos:

- Categoria M - veículos de passageiros.
- Categoria N - veículos comerciais que transportam carga.
- Categoria O – reboques.

2 – O sistema de freio completo pode ser dividido em:

- Sistema de freio de serviço.
- Sistema de freio secundário (emergência).
- Sistema de freio de estacionamento.
- Sistema de freio de inércia (over-run).
- Sistema de freio automático.
- Sistema de freio adicional (retardador).
- Sistema de freio residual (de serviço).

3 – Os principais testes de frenagem são divididos em:

- Teste Tipo 0 (ensaio de desempenho com freio frio).
- Teste Tipo I (ensaio de “fading”).
- Teste Tipo II (comportamento durante a descida). Aqui se prevê a realização de um ensaio tipo 0 após a descida, chamado ensaio de freio residual.

4 – Como tipos de retardadores estabelecem-se:

- Retardador Independente: retardador cujo dispositivo de controle é separado dos dispositivos de controle do sistema de serviço ou dos de outros sistemas de freio.
- Retardador Integrado: retardador cujo dispositivo de controle é integrado ao dispositivo de controle do sistema de freio de serviço de maneira que tanto o retardador como o sistema de freio de serviço sejam aplicados simultaneamente ou entrem em operação em seqüência apropriada através da ação de um dispositivo de controle combinado.

- Retardador Combinado: retardador integrado que tem também um dispositivo de desconexão que permite o controle combinado da aplicação do sistema de freios de serviço autônomo.

A definição de retardador dada na norma é a seguinte:

Retardador: Sistema de freio adicional que tem a capacidade de prover e manter o efeito da frenagem durante um longo período de tempo sem uma redução significativa do desempenho. Aqui o termo "retardador" abrange o sistema completo, incluindo os dispositivos de controle.

Neste trabalho adotaremos estas definições da norma ECE – R13.

NORMAS BRASILEIRAS (NBR 10967):

Os ensaios para a verificação do desempenho do sistema de freio para veículos rodoviários são estabelecidos no Brasil pela norma NBR 10967 (anterior MB-3160) da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Os métodos para ensaio descritos são referentes aos freios de serviço, de emergência e de estacionamento para veículos rodoviários automotores, rebocados e combinados, definidos na TB – 152.

A norma, que é baseada no regulamento ECE R-13, estabelece os procedimentos para os testes tipo 0, I, II e III (o ensaio tipo III corresponde aqui ao ensaio tipo II-A da ECE R-13) de desempenho na frenagem. No caso do ensaio tipo II (ensaio funcional em declive) o procedimento estabelecido é o seguinte:

- 1 - Veículos carregados devem ser ensaiados de tal maneira que a absorção de energia seja equivalente àquela registrada no mesmo período de tempo com o veículo carregado a uma velocidade média de 30 km/h sobre uma pista em declive de 6%, para uma distância de 6 km, com a transmissão acoplada ao motor apropriadamente (se o veículo for do tipo automotor). Se o veículo estiver equipado com o retardador, este deve ser utilizado com a transmissão acoplada de tal modo que a velocidade angular do motor não exceda o valor máximo prescrito pelo fabricante.

- 2 - Para veículos nos quais a energia é absorvida pela ação da frenagem do motor isoladamente, os afastamentos de  $\pm 5$  km/h sobre a velocidade média podem ser permitidos, possibilitando que a velocidade seja estabilizada a um valor próximo a 30 km/h numa pista em declive de 6%. Se o desempenho da ação de frenagem do motor isolado é determinado pela medida da desaceleração, ele deve ser suficiente se a média medida for no mínimo de  $0,5 \text{ m/s}^2$ .
- 3 - No fim do ensaio, o desempenho residual do freio de serviço deve ser medido nas mesmas condições que para o ensaio do tipo 0 com o motor desacoplado da transmissão (as condições de temperatura podem ser diferentes). Para veículos acionados mecanicamente, este desempenho residual não deve ser menor que 75% daquele prescrito para o ensaio do tipo 0 com o motor desacoplado da transmissão (as condições de temperatura podem ser diferentes). Entretanto, no caso de rebocados da categoria O4, a força residual do freio na periferia dos pneus, quando ensaiado a 60 km/h, não deve ser menor que 33% do peso máximo suportado pelas rodas quando o veículo está estacionado.
- 4 - Com exceção do ônibus urbano, os veículos de passageiros com mais de oito lugares, excluindo o lugar do condutor e tendo um peso total máximo acima de 10 toneladas deve atender o ensaio tipo III.  
O ensaio do tipo III (prescrito em lugar do ensaio do tipo II para determinados veículos de categoria M3) estabelece:
- 5 - O veículo carregado deve ser ensaiado de tal modo que a energia absorvida seja equivalente àquela registrada, no mesmo intervalo de tempo, com o veículo carregado, transitando a uma velocidade média de 30 km/h em declive de 7% num percurso de 6 km. Durante o ensaio, os freios de serviço, emergência e estacionamento não devem ser acionados. A marcha utilizada deve ser tal que a velocidade angular do motor não exceda a máxima prescrita pelo fabricante do veículo.
- 6 - Para veículos cuja energia absorvida depende unicamente da ação do freio-motor, podem-se admitir afastamentos de  $\pm 5$  km/h na velocidade média, e a marcha utilizada deve ser tal que permita a estabilização da velocidade em valor tão próximo quanto possível de 30 km/h em declive de 7 %.

Também foram revisadas aqui, de maneira geral, as regulamentações sobre freios do chamado “livro Amarelo”. Entre elas temos:

- ECE (Economic Commission for Europe), Regulation No. 13 (R.13; já antes referenciada neste texto).
- EEC (European Economic Community) Directive 71/320.
- ISO Standards of measurement of the breaking performance (normas sobre medição do desempenho na frenagem).
- FMVSS - Federal Motor Vehicle Safety Standards (USA).
- UK DOT/VCA (type approval handbook brake test procedure).

Pode-se concluir que as sucessivas emendas e adaptações às normas ECE R.13 e D 71/320 deram como resultado que as diferenças entre elas na atualidade são insignificantes.

## SEGURANÇA NOS TÚNEIS

Os veículos comerciais devem se utilizar da via mais segura para o transporte das cargas. É atualmente aceito que, no caso do trânsito por regiões montanhosas, se escolha a rodovia com túnel quando houver outra rodovia que margeie a serra (MI COCHE, 2004). Proibir o transporte de cargas pelos túneis pode trazer um custo econômico injustificado e também maiores riscos globais, quando são utilizadas outras rotas de maior perigo como, por exemplo, estradas em serras estreitas, sinuosas e com grandes declives. É o caso, por exemplo, do túnel de Mont Blanc na Europa, onde atravessar o túnel demora apenas 15 minutos, enquanto que fazer o percurso pela estrada de serra demora aproximadamente 7 horas por uma estrada perigosa.

O avanço tecnológico na construção de rodovias nas últimas décadas tem permitido aumentar o número e o comprimento dos túneis da rede viária mundial. Tem-se aumentado o tráfego de mercadorias comuns e perigosas através dos túneis e conseqüentemente o número de incidentes e acidentes no interior dos mesmos. Este faz aumentar o risco de acidentes graves, caso não sejam tomadas todas as medidas de segurança necessárias.

Diariamente acontecem acidentes nos túneis de todo o mundo, a maioria sem conseqüências muito graves. Segundo as estatísticas, a mortalidade nos trechos subterrâneos das estradas é similar à produzida nos trechos a céu aberto (MONTENEGRO, 2001). A maioria destes incidentes ou acidentes cotidianos não termina em tragédia, mas quando se produz um acidente grave, as suas conseqüências são mais dramáticas dentro de um túnel. Vias de escape reduzidas ou inexistentes, visibilidade menor, concentração de fumaça e gases tóxicos (monóxido de carbono) e, no caso de incêndio, a combinação de fumaça, calor, pânico podem provocar dezenas de mortes. Um exemplo disto foi o acidente acontecido no túnel de Mont Blanc entre a França e a Itália em 24 de março de 1999, onde um caminhão que transportava farinha e margarina se incendiou por causas ainda não totalmente esclarecidas. Neste acidente morreram 38 pessoas em apenas 14 minutos e o fogo só foi extinto 53 horas depois de começado (SECONDS..., 2003), causando grandes danos. Atingiu-se no interior do túnel a incrível temperatura de 1000 °C. Uma combinação de fatores foram os responsáveis pela dimensão inimaginável do acidente acontecido (formação de fumaça muito tóxica (gás cianeto), rápida propagação da fumaça, inadequada manipulação da ventilação, condições climáticas adversas e pouco freqüentes nesse dia, falta de treinamento das equipes de resgate (um só treinamento com a participação de bombeiros em 34 anos de operação), problemas com a comunicação e o entendimento dos centros de operação francês e italiano nos extremos do túnel, etc.). Aqui é digno de destaque também o fato de que, de acordo com a legislação vigente nesses países, a margarina não era considerada uma mercadoria perigosa, apesar de ser uma substância facilmente e altamente inflamável.

Disto se conclui que as medidas de segurança nos túneis não são um assunto secundário e exigem uma abordagem ampla e coordenada. As perdas de vidas humanas, os danos ao meio ambiente e aos túneis e os custos pela interrupção do tráfego determinam a necessidade de que os túneis atuais estejam dotados de vários dispositivos de segurança, tais como:

- Pontos de comunicação e auxílio,
- Iluminação,
- Circuito fechado de televisão,

- Sinalização variável,
- Detecção de fumaça, incêndio e perda de visibilidade,
- Ventilação,
- Abastecimento elétrico,
- Extintores,
- Saídas de emergência.

Na Figura 15 mostra-se alguns dos sistemas de segurança que equipam os mais modernos túneis do mundo.

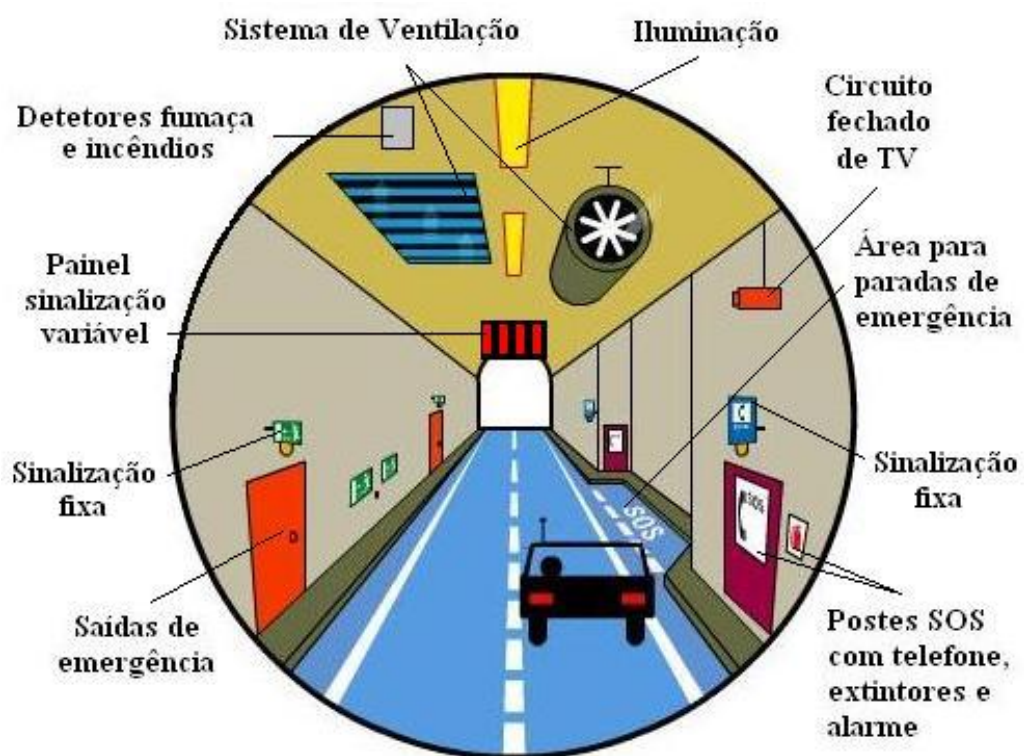


FIGURA 15 – Sistemas de segurança no interior do túnel.

De acordo com o volume ou o tipo de tráfego que circula, os diferentes comportamentos dos ventos, o traçado e o terreno, etc., será necessário definir quais os sistemas de segurança mais adequados para cada túnel e os procedimentos de atuação perante qualquer tipo de emergência (incêndios, falhas de eletricidade, aumento do CO no ar, um veículo circulando em sentido contrário, animal na via, etc.) (MONTENEGRO, 2001).

Em geral é sabido que, em caso de incêndio (o incidente mais grave que pode ocorrer dentro do um túnel), a ventilação deve assegurar uma zona de segurança de dois metros de altura, para permitir a evacuação das pessoas afetadas. Para isto, dependendo do ponto do túnel onde se tenha produzido o incêndio, funcionarão diferentes ventiladores com a intensidade adequada para cada caso. Os túneis devem ter sensores de controle do ar e da luz que deverá aumentar a intensidade da ventilação ao se detectar concentrações de CO e/ou opacidade do ar.

Quando ocorre um incêndio em um túnel rodoviário, os estudos indicam que a melhor seqüência de atuação é a seguinte:

- Avisar ao Centro de Controle Operacional (CCO);
- Aumentar o nível de iluminação;
- Colocar sinalizações de fechamento do túnel para evitar que prossigam entrando veículos;
- Determinar o tipo de veículo incendiado e o ponto onde se encontra para ativar a ventilação mais adequada;
- Avisar aos bombeiros, à defesa civil, aos serviços médicos de emergência, etc.;
- Montar rotas alternativas e rotas de fuga;
- Atuar de imediato para apagar o incêndio;

A rapidez e a sistematização com que se tomem estas decisões podem marcar a diferença entre uma tragédia e um simples incidente. Os procedimentos de emergência sistematizados são normais e obrigatórios em indústrias, centrais elétricas nucleares, ferrovias, aeroportos, etc. No caso dos túneis deverá se proceder da mesma forma.

Outro fator a se considerar é como conduzir e como se comportar dentro dos túneis. O condutor do veículo deverá estar ciente de que circula por um trecho com poucas possibilidades de escape e deverá respeitar mais do que nunca o limite de velocidade, as mensagens e a sinalização. Manter a distância de segurança entre veículos é importantíssimo para, em caso de emergência, contar com mais tempo de reação. Tem-se que entrar nos túneis com precaução, pois os olhos tardam alguns segundos para se adaptarem à mudança da intensidade da luz. O problema é maior quando o túnel começa em uma curva. Também na saída do túnel deve-se conduzir com cautela, pois em áreas montanhosas as condições climáticas podem mudar



significativamente. Dever-se manter a atenção e observar sempre as instruções que podem vir do CCO. No caso do veículo ser detido no interior do túnel, o condutor deve desligar o motor e manter acesas as luzes indicadoras de parada de emergência (de avaria). Deve-se também seguir recomendações básicas que permitam melhorar a segurança nestes trechos, tais como: ligar a luz baixa dos faróis na entrada do túnel, prestar atenção contínua às mensagens nos painéis de sinalização variável, ligar a recirculação de ar no interior do veículo para que os gases de escape dos outros veículos não entre no seu, etc.

Todas as medidas de segurança adotadas nos túneis deverão ser suficientes para controlar as emergências de pequena ou mediana envergadura. Por razões tanto técnicas como econômicas é impossível se projetar equipamentos e dispor de meios de autoproteção capazes de afrontar grandes catástrofes de forma imediata. É o risco que a sociedade tem que assumir. Por isto é preciso trabalhar constantemente na prevenção (LEO FERRANDO, 2000).

A prevenção começa nas fases de projeto e construção, onde são determinadas as medidas de proteção passiva que facilitem a utilização, evacuação em caso de acidente, etc. É difícil fazer modificações na infra-estrutura após a fase de construção, tanto por motivos técnicos (dificuldades na execução), como econômicos (custo da obra) e sociais (fechamento da via ao tráfego).

Os principais fatores que afetam a segurança no projeto e na construção dos túneis, segundo LEO FERRANDO (2000), são:

- 1.- Traçado em planta e vertical.
- 2.- Seção transversal. Tipo de pavimento ou de plataforma.
- 3.- Intensidade, composição do tráfego e tipo de circulação.
- 4.- Tipo de revestimento.
- 5.- Abastecimento de energia elétrica.
- 6.- Iluminação.
- 7.- Ventilação (natural, longitudinal, transversal, semi-transversal).
- 8.- Elementos de segurança (nichos de segurança, nichos contra incêndios, refúgios, galerias de retorno, galerias de evacuação).
- 9.- Sinalização horizontal e vertical (semáforos, painéis de sinalização variável, barreiras).

- 10.- Comunicações (telefonia, radiocomunicações, megafonia).
- 11.- Circuito fechado de televisão (CFTV) e detecção automática de incidentes.
- 12.- Equipamentos básicos (rede de água contra incêndios, condutos de ar e pressão, sistema de coleta de resíduos poluentes, detectores de incêndios, detectores de CO, opacímetros, luminancímetros, controladores do fluxo de veículos, controladores da altura dos veículos, estação meteorológica).
- 13.- Equipamentos complementares (serviço contra incêndios, serviço sanitário, guindaste, heliporto).

Todas as instalações e os elementos de segurança deverão ser supervisionados por um centro de controle instalado nas imediações das entradas e com comunicação direta com os serviços exteriores de emergência (polícia, bombeiros, serviços médicos) e com a defesa civil.

Deverá existir um Plano de Atuação Perante Situações de Emergência. Este Plano deverá estar em permanente revisão e ampliação, desde a fase de projeto da infra-estrutura, e deverá incluir pelo menos o seguinte:

- Descrição detalhada da atividade e do meio físico no qual se desenvolve.
- O tipo de tráfego no túnel e a situação dos acessos (condicionam de forma importante tanto os riscos potenciais como a estrutura necessária para preveni-los e dar resposta a um acidente).
- Inventário, análise e avaliação de riscos.

É necessário analisar todos aqueles riscos que podem originar transtornos às pessoas, ao tráfego ou à infra-estrutura. Além dos riscos associados à complexidade das instalações (eletricidade, etc.) e à própria infra-estrutura (fissuras, infiltrações, desprendimentos do revestimento, etc.), é necessário analisar aqueles outros inerentes à atividade desenvolvida ou derivados de condições externas. Assim, é necessário considerar, em geral: inundações; sismo; acidentes de mercadorias perigosas; acidentes de circulação; incêndio; explosão; falha nos sistemas de abastecimento (água, eletricidade, telefonia); sabotagem; desordens públicas; situações adversas nas entradas dos túneis ou nas proximidades delas (incêndio

florestal, fenômenos meteorológicos adversos, avalanchas, etc.) (LEO FERRANDO, 2000).

Não existem na atualidade métodos universalmente aceitos para avaliar os riscos em túneis. Uma metodologia de avaliação de segurança em túneis pode ser vista em SEGURIDAD VIAL (2003), aplicada pelo RACE (Clube Automobilístico Espanhol) dentro do Programa Eurotest, para um estudo de segurança em vários túneis Europeus no ano 2003. Uma outra metodologia, bastante parecida com a anterior, foi aplicada em 2004 pelo ADAC (Clube Automotivo Alemão) dentro do mesmo programa Eurotest (ver mais detalhes a respeito no capítulo de metodologia deste trabalho).

A revisão, diagnóstico, e manutenção das instalações também são fundamentais na hora de se diminuir o risco derivado da existência das próprias instalações. É necessário cumprir de forma precisa as exigências de segurança incluídas nos regulamentos e normas.

É imprescindível também que as pessoas envolvidas no Plano de Atuação Perante Situações de Emergência sejam capazes de reagir na forma prevista em caso de incidente. Para isto, tem-se que trabalhar de forma contínua na formação dos agentes implicados e na realização de simulações. Deve-se considerar ainda a realização de simulações com a intervenção dos serviços exteriores alheios à infraestrutura, com o objetivo de ajustar a coordenação entre eles.

Assim, no geral, o nível de segurança nos túneis está relacionado sempre com 4 fatores:

- 1) *Infra-estrutura*: ventilação, sinalização, painéis informativos, postos de comando, equipamentos eletromecânicos, saídas de emergência, etc.
- 2) *Funcionamento*: é de responsabilidade da Concessionária do túnel (seja órgão público ou privado), que deve garantir a eficácia do funcionamento de todas as instalações em condições normais e adaptá-las para as necessidades em caso de incidente.
- 3) *Veículos*: deverão estar devidamente equipados para garantir a segurança dentro do túnel e cumprir a legislação vigente.

- 4) *Preparação e Informação aos usuários dos túneis*: implica uma melhor preparação dos condutores e na eficiente informação destinada a eles para adequar o comportamento durante a condução nos túneis, especialmente em caso de avaria, retenção ou acidente.

Por último, e como resultado do que foi exposto e estudado, pode-se resumir o seguinte:

Os dados relativos aos acidentes mostram que a circulação pelos túneis é tão segura quanto o trânsito pelas infra-estruturas a céu aberto. Contudo, a sua vulnerabilidade é maior e as conseqüências de um acidente num espaço confinado e isolado do exterior são mais graves. Isto obriga a se refletir sobre as situações de risco que podem levar a um acidente de grandes proporções e a se tomar todas as medidas necessárias para evitá-los, enfrentá-los e diminuir as suas conseqüências se ocorrerem.

Desta forma, é necessário realizar simulações e melhorar a formação e treinamento dos agentes implicados em emergências em túneis. Como a causa principal dos acidentes é o erro humano, devem-se realizar esforços para que os erros cometidos pelos condutores não tenham conseqüências graves.

Também é necessário melhorar a preparação dos condutores no cumprimento das normas de operação (velocidade, distância entre veículos, técnicas específicas para a condução na descida de serra, etc.) e com o comportamento deles em caso de acidente nos túneis.

A preparação de pautas unificadas de atuação para usuários de túneis rodoviários em diferentes situações: avaria, engarrafamento, incêndio e circulação normal é indispensável. Isto deverá se realizar contando também com a participação dos usuários e de associações de automobilistas, principalmente na hora de se projetar e difundir campanhas informativas.

O desenvolvimento de sistemas de navegação para veículos que facilitem uma circulação segura e a construção de veículos com menor perigo de incendiar-se é também uma direção de trabalho imprescindível.

É recomendável a revisão da definição do termo "mercadoria perigosa" quando aplicada aos túneis. Dentro de um túnel, o termo "mercadoria perigosa"

deveria ser aplicada a todo veículo com certo volume de material inflamável ou que puder gerar gases especialmente tóxicos.

O aumento do controle do estado técnico dos principais órgãos mecânicos do veículo, principalmente os pesados, tais como: freio, motor, retardador e outros, antes de entrar nos túneis, para se evitar avarias e acidentes no seu interior, apresenta-se como uma medida muito recomendável.

Devem-se desenvolver sistemas que permitam um melhor controle da velocidade e da distância de segurança entre os veículos e no controle dos condutores no interior dos túneis.

Por último, e como afirmado em MI COCHE ...(2004), pode-se concluir que; num sistema tão complexo como um túnel rodoviário, a gestão de uma crise no seu interior pode significar grandes desafios, que unicamente podem ser enfrentados com garantias de sucesso quando se dispõe dos maiores e melhores meios técnicos e humanos.

### 3 - METODOLOGIA DA PESQUISA

#### INTRODUÇÃO.

Para o estudo integral do tráfego de veículos comerciais pela pista descendente da Rodovia dos Imigrantes, três elementos fundamentais terão que ser considerados: o Veículo, o Motorista e a Rodovia.

No caso do Veículo os estudos serão focados em três direções:

- 1) Balanço energético durante a descida com velocidade controlada;
- 2) Desempenho durante a frenagem;
- 3) Margem de estabilidade na frenagem de emergência (em estreita relação com a aderência entre pneumáticos e pavimento).

Nas primeiras duas direções a abordagem será teórica-prática, com simulações e testes de pista a se executar; na terceira direção a análise será teórica utilizando-se da simulação em computador.

No caso do Motorista, prevê-se a capacitação, preparação e homologação deles para poder descer a rodovia no trecho da serra. Isto inclui a definição de um conteúdo programático mínimo a ser aplicado no treinamento dos motoristas e a certificação a cargo de entidades especializadas. No conteúdo programático prevê-se a capacitação e o treinamento sobre: como se comportar em caso de acidente e o conhecimento das regras operacionais especiais e particulares que deverão ser respeitadas quando se dirigir dentro dos túneis em longo e acentuado declive.

No caso da Rodovia, consideraram-se necessárias adequações do seu modelo operacional atual para abranger o tráfego de veículos comerciais, devido às suas características especiais no trecho da Serra do Mar, sobretudo devido à existência de

três túneis e longo trecho em declive (aproximadamente 6,5 % em média). Neste sentido prevê-se estudar aspectos relacionados a:

- Velocidade de descida.
- Distância entre veículos.
- Pistas pelas quais deverão circular cada uma das categorias de veículos.
- Condições operacionais da rodovia que não sejam aconselháveis à descida dos veículos comerciais.
- Efetividade dos sistemas de proteção contra incêndio.
- Efetividade dos mecanismos previstos para o auxílio em caso de acidentes no interior dos túneis.
- Efetividade do sistema previsto para a evacuação do pessoal de dentro dos túneis, se necessário.
- Efetividade dos sistemas de comunicação e informação aos usuários.
- Efetividade dos sistemas de controle do tráfego dentro do túnel (especificamente o controle de velocidade e distância entre os veículos).
- Modo de controle do estado técnico dos veículos comerciais antes da sua entrada no túnel.
- Modo de controle e verificação da certificação do veículo e do motorista para descer pela rodovia.

Baseado preliminarmente nas definições anteriores têm-se definido 11 objetivos principais para o estudo:

- 1 - Estudo das normas internacionais e normas Brasileiras sobre desempenho e comportamento dos veículos comerciais e rampas longas.
- 2 - Proposta de regulamentação para veículos comerciais de diversas categorias sobre o desempenho na frenagem, durante a descida de longo declive, e para as condições particulares da Rodovia dos Imigrantes.
- 3 - Seleção e elaboração dos modelos matemáticos para o estudo do veículo em condições de descida de serra e durante frenagens de emergência.
- 4 – Adaptação e aplicação de programa de simulação em Matlab – Simulink para a previsão teórica do desempenho dos veículos em descida de serra e durante frenagens de emergência.

- 5 - Realização de simulações em computador para prever o desempenho e a segurança do veículo, antes da realização dos testes na rodovia, e para se ter uma noção inicial sobre a capacidade dos veículos em cumprir as normas propostas.
- 6 - Acompanhamento dos testes dos veículos de várias categorias na pista descendente da Rodovia dos Imigrantes que permitam validar, em condições reais, os resultados obtidos nas simulações e as possibilidades concretas de se cumprir com as normas técnicas propostas.
- 7 - Definição das características e requisitos técnicos que devem cumprir as diferentes categorias veiculares para poder utilizar a pista descendente da Rodovia dos Imigrantes.
- 8 - Elaboração de um Manual para os Condutores de Veículos Comerciais, enfatizando-se os cuidados ao se dirigir nas condições de descida de Serra, dentro dos túneis e nas condições específicas do modelo operacional da Rodovia dos Imigrantes.
- 9 – Assessorar e acompanhar a concepção e preparação de curso para capacitação, treinamento e homologação dos motoristas.
- 10 – Sugerir procedimentos para a triagem e a inspeção técnica dos veículos antes da descida da serra.
- 11 – Sugerir e acompanhar as adequações necessárias ao modelo operacional da rodovia, a serem realizadas pelos especialistas da Concessionária, para se garantir a segurança do tráfego de veículos comerciais.

Sendo o objeto principal deste estudo o veículo, a metodologia abrangerá principalmente os itens de 1 a 7, seguindo o que se mostra na Figura 16.

No caso do motorista, o manual desenvolvido pretende dar subsídios para as entidades que terão a incumbência de capacitar, preparar e homologar os motoristas.

No caso da Rodovia (modelo operacional) o presente estudo pretende oferecer sugestões para serem consideradas no modelo operacional futuro que considere o tráfego de veículos comerciais pelo trecho da serra do Mar.



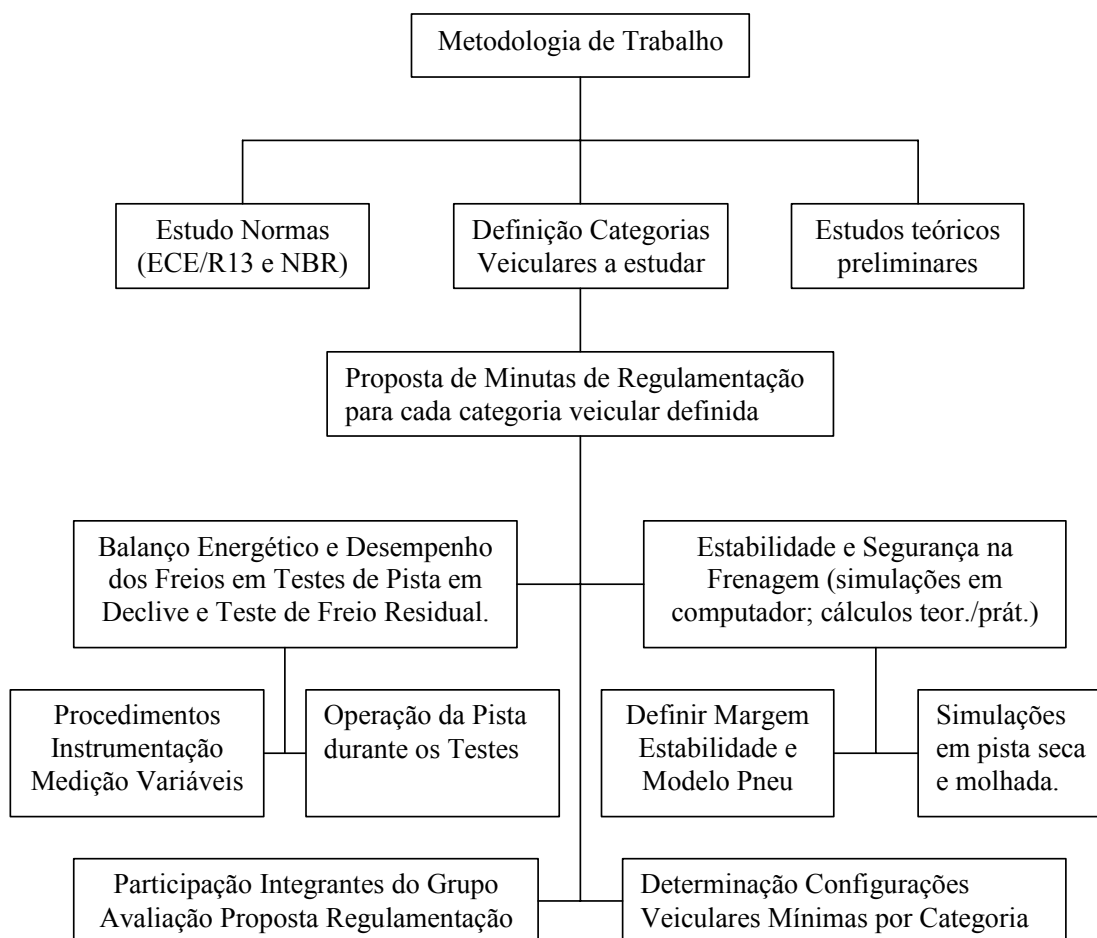


FIGURA 16 – Metodologia de Trabalho Aprovada pelo Grupo de Estudo para o Veículo.

#### COMPOSIÇÃO DO GRUPO DE TRABALHO.

A necessidade de se realizar um estudo integral incluindo os veículos, os motoristas, o modelo operacional da rodovia e a inspeção técnica veicular mostra ser imprescindível à participação dos Fabricantes dos Veículos, dos Fabricantes de Autopeças, de Institutos de Pesquisa, da Universidade, da Concessionária da Rodovia, de Instituições Governamentais e de outras interessadas no tema que tenham possibilidade de colaborar.

Para isto, criou-se um Grupo de Estudo amplo para colaborar na definição de toda a metodologia e participar da execução das tarefas programadas (ver no Anexo

C, Carta-Convite enviada às distintas Entidades e Instituições, convidando-as a participar do Grupo de Estudo).

O Grupo de Estudo foi constituído em fevereiro de 2003. Como coordenadores do grupo foi indicado o Prof. Dr. Antônio Carlos Canale da EESC-USP – FIPAI e o Engenheiro Fábio Ortega da Concessionária “ECOVIAS”. Este Grupo Técnico foi chamado pelos participantes como Grupo de Estudos “ECOVIAS”.

O Grupo reunia-se freqüentemente na sede da empresa ECOVIAS para discutir coletivamente o trabalho que estava sendo desenvolvido na EESC-USP – FIPAI e na Concessionária. É importante destacar aqui que o Grupo continuou ampliando-se na medida em que se fazia necessária à participação de outras Entidades e especialistas. Assim, teve-se no ano 2003 a entrada de transportadoras como a Transserrano e a Copersucar e outras entidades como a Breda. No ano de 2004 o SEST/SENAT entrou no Grupo para participar da capacitação e preparo dos motoristas através do oferecimento de curso. Um resumo das atividades desenvolvidas pelo Grupo de Estudo pode ser visto no Anexo C.

A composição do Grupo de Estudo “ECOVIAS” é mostrada na tabela 1.

TABELA 1 – Composição do Grupo de Estudo “ECOVIAS”

<b><u>Instituições</u></b>	<b><u>Empresas/Campus</u></b>	<b><u>Representantes</u></b>
USP - FIPAI	Escola de Engenharia de São Carlos (EESC)	Prof. Dr. Antônio Carlos Canale
		Dr. Juan Carlos Horta Gutiérrez
CONCESSIONÁRIA DA RODOVIA	ECOVIAS	Sérgio Romani
		Radames Casseb
		Sidnei Torres
		Luiz Shida
		Fábio Ortega
		Douglas Carvalho
ARTESP	ARTESP	Aldo Ceconelo
		Paulo da Silva

ANFAVEA	Scania	Aurélio Gimenez
		Vanderlei Santos
	Volkswagen	Fabio Bassam
		Marcos Tabuti
		Antonio Oliveira
	Ford	Fernando Andrade
		Silvia Iombriller
	Iveco	Alessandro Depetris
		Bernardino Garcia
	Volvo	Claudemir Rudek
	DaimlerChrysler.	Fabio Silva
	Fiat	Marcus V. Aguiar
		Márcio C. Rocha
Agrale	Pedro Picchi	
Renault	Acácio M. Braz	
FABRICANTES DE AUTOPEÇAS E DE IMPLEMENTOS RODOVIÁRIOS	Haldex	Vicente Kiss
		Valdemir Lodo
		Fábio Regiani
	Telma	Herve J. H. Grandgérard
		Marcelo P. Sumares
	Random	Ari Nardello
	Guerra	Arnaldo S. Lopes
Rosetti	Daniel A. Rossetti	
TRANSPORTADORAS	Transervice	Luiz W. Marques
		Luis A. C. Jábali
	Copersucar	Marcelo Pierossi
		Edson E. Moraes
	Transerrano	Carlos J. Serrano
OUTRAS ENTIDADES	KnorrBremse; Allison Transmission; Breda; Oppencad.	

## CRONOGRAMA DE TRABALHO.

O cronograma de trabalho é mostrado no Anexo E.

O Projeto de Pesquisa conveniado entre a Concessionária Ecovias e a FIPAI pode ser visto no Anexo B.

## PROPOSTA DE REGULAMENTAÇÃO SOBRE DESEMPENHO NA FRENAGEM DURANTE A DESCIDA.

Partindo da Revisão Bibliográfica e do Estudo das Normas de Frenagem vigentes foi elaborada uma proposta de regulamentação de desempenho na frenagem específica para as condições da descida nesta rodovia para ser cumprida por veículos de diferentes categorias (de acordo com a classificação da ECE-R13 e NBR 10966). Esta proposta foi discutida amplamente e aprovada pelo Grupo de Estudo. A finalidade da proposta era estabelecer os tipos de ensaio e o desempenho mínimo na frenagem de veículos comerciais no trecho de descida da serra da Rodovia dos Imigrantes.

A seguir mostram-se estas propostas de regulamentações, que foram a base para o desenvolvimento das simulações, dos testes de pista e das Minutas de Regulamentação finais.

## **PROPOSTA DE REGULAMENTAÇÃO TÉCNICA PARA VEÍCULOS DA CATEGORIA M2 E M3 (ÔNIBUS):**

A viabilidade técnica e econômica desta proposta de regulamentação será avaliada após os resultados dos ensaios propostos a seguir e que se realizarão com esta finalidade na rodovia.

**Ensaio tipo II (ECOVIAS):** Para veículos de passageiros, com mais de oito lugares, excluindo o lugar do motorista, e com peso bruto total menor ou igual a

5 toneladas (veículos da categoria M2, geralmente mini e microônibus, ou ônibus desenvolvidos a partir de furgões (“vans”)).

Os veículos carregados com o peso bruto total (pbt) devem ser ensaiados de tal maneira que a absorção de energia seja equivalente àquela registrada no mesmo período de tempo, com o veículo carregado, a uma velocidade média de 60km/h, sobre uma pista em declive de 6,5%, para uma distância de 12 km, com a transmissão acoplada ao motor apropriadamente.

Se o veículo estiver equipado com retardador, este deve ser utilizado com a transmissão acoplada de tal modo que a velocidade angular do motor não exceda o valor máximo prescrito pelo fabricante.

Para veículos nos quais a energia é absorvida pela ação de frenagem do motor isoladamente, os afastamentos de  $\pm 5$  km/h sobre a velocidade média podem ser permitidos, possibilitando que a velocidade seja estabilizada a um valor próximo a 60 km/h numa pista em declive de 6,5%. Se o desempenho da ação de frenagem do motor isolado é determinado pela medida da desaceleração, esse desempenho considera-se suficiente se a desaceleração média estabilizada for no mínimo de 0,55 m/s<sup>2</sup>.

Observação: Na norma ECE - Regulamento 13 não é exigido o ensaio funcional em declive para os veículos da categoria M2. Apesar disto, o Grupo de Estudo propôs a inclusão desta categoria, considerando a NBR 10967, as características especiais da Rodovia dos Imigrantes, as condições do uso destes veículos no Brasil e a portaria da ARTESP, que exigiu que fossem realizados testes funcionais em declive dos veículos comerciais.

**Ensaio Tipo II-A (ECOVIAS):** Para veículos de passageiros, com mais de oito lugares, excluindo o lugar do motorista, e com peso bruto total acima de 5 toneladas (veículos da categoria M3, geralmente ônibus e microônibus). Considera-se aqui que ônibus urbanos não se utilizarão deste trecho da rodovia.

Os veículos carregados com o peso bruto total (pbt) devem ser ensaiados de tal modo que a energia absorvida seja equivalente àquela registrada, no mesmo intervalo de tempo, com o veículo carregado, transitando a uma velocidade

média de 60 km/h, em declive de 6,5%, num percurso de 12 km. Durante o ensaio, os freios de serviço, emergência e estacionamento não devem ser acionados. A marcha utilizada deve ser tal que a velocidade angular do motor não exceda a máxima prescrita pelo fabricante do veículo.

Se o veículo estiver equipado com retardador, este deve ser utilizado com a transmissão acoplada de tal modo que a velocidade angular do motor não exceda o valor máximo prescrito pelo fabricante.

Para veículos cuja energia absorvida depende unicamente da ação do freio-motor, podem-se admitir afastamentos de  $\pm 5$  km/h na velocidade média, e a marcha utilizada deve ser tal que permita a estabilização da velocidade em valor tão próximo quanto possível de 60 km/h em declive de 6,5%. Se o desempenho da ação de frenagem do motor isolado é determinado pela medida da desaceleração, esse desempenho considera-se suficiente se a desaceleração média estabilizada for no mínimo de 0,65 m/s<sup>2</sup>.

**Ensaio tipo 0 (ECOVIAS):** No fim do ensaio tipo II e Tipo II-A<sup>1</sup> (após a descida), o desempenho residual do freio de serviço, com o motor desacoplado da transmissão, deve ser medido nas mesmas condições do ensaio tipo 0 (teste regular da eficiência com o freio frio), mas considerando-se que, neste caso, as condições de temperatura podem ser diferentes às do ensaio mencionado, ou seja, pode não estar o freio “frio”. Considera-se um freio como “frio” quando a temperatura medida no disco ou no exterior do tambor é inferior a 100 °C.

Para veículos acionados mecanicamente o desempenho residual do freio após a descida não deve ser menor do que 75% daquele prescrito para o ensaio do tipo 0 durante o teste regular de eficiência com freio frio

Os valores da velocidade inicial de frenagem e do esforço no pedal do freio serão os mesmos valores estabelecidos para o teste regular tipo 0 com o motor desacoplado.

---

<sup>1</sup> Foram incluídos os veículos que vão realizar o teste tipo II-A atendendo ao texto da portaria da ARTESP, que exige que testes de frenagem sejam realizados nos veículos comerciais.

Obs.: Considerando o conteúdo da portaria da ARTESP, mesmo os ônibus da categoria M3 devem realizar os testes de frenagem do tipo 0 no final do percurso. Mostra-se na Tabela 2 os valores da eficiência mínima de frenagem, para o ensaio do tipo 0, durante o teste regular de eficiência com freio frio e com o motor desacoplado da transmissão. Estes valores servem como referência para avaliar o desempenho residual do freio após a descida, que não deve ser menor que 75% do prescrito para o ensaio tipo 0 regular com freio frio.

TABELA 2 - Eficiência mínima de frenagem para o ensaio tipo 0 (teste regular de eficiência com o freio frio e com o motor desacoplado da transmissão) para ônibus.

<u>Grandezas a serem consideradas:</u>	Veículos da Categoria M <sub>3</sub>
Velocidade inicial de frenagem – km/h	60
Distância de parada – m	$\leq 0,15 V + V^2 / 130$ (45,8 m)*
Desaceleração média estabilizada – m/s <sup>2</sup>	$\geq 5,0$ (3,75)*

(\*) – O valor 45,8 m já é o 75% do valor obtido pela expressão  $0,15 V + (V^2 / 130)$ . O mesmo é válido para o valor 3,75 m/s<sup>2</sup> da desaceleração média estabilizada.

### **PROPOSTA DE REGULAMENTAÇÃO TÉCNICA PARA VEÍCULOS DA CATEGORIA N2 E N3 (CAMINHÕES E FURGÕES (“VANS”)):**

A viabilidade técnica e econômica desta proposta de regulamentação será avaliada após os resultados dos ensaios propostos a seguir e que se realizarão com esta finalidade na rodovia.

**Ensaio tipo II (ECOVIAS):** Para veículos comerciais (de transporte de cargas) com peso bruto total (pbt) entre 3,5 e 12 toneladas (veículos da categoria N2) e com pbt maior de 12 toneladas (veículos da categoria N3).

Os veículos carregados com o peso bruto total (pbt) devem ser ensaiados de tal maneira que a absorção de energia seja equivalente àquela registrada no mesmo período de tempo, com o veículo carregado, a uma velocidade média de 40 km/h, sobre uma pista em declive de 6,5%, para uma distância de 12 km, com a transmissão acoplada ao motor apropriadamente.

Se o veículo estiver equipado com retardador, este deve ser utilizado com a transmissão acoplada de tal modo que a velocidade angular do motor não exceda o valor máximo prescrito pelo fabricante.

Para veículos nos quais a energia é absorvida pela ação de frenagem do motor isoladamente, os afastamentos de  $\pm 5$  km/h sobre a velocidade média podem ser permitidos, possibilitando que a velocidade seja estabilizada a um valor próximo a 40 km/h numa pista em declive de 6,5%. Se o desempenho da ação de frenagem do motor isolado é determinado pela medida da desaceleração, esse desempenho considera-se suficiente se a desaceleração média estabilizada for no mínimo de 0,55 m/s<sup>2</sup>.

Observação: Na norma ECE - Regulamento 13 não é exigido o ensaio funcional em declive para os veículos da categoria N2. Apesar disto, o Grupo de Estudo propôs a inclusão desta categoria, considerando a NBR 10967, as características especiais da Rodovia dos Imigrantes, as condições de uso destes veículos no Brasil e a portaria da ARTESP, que exigiu que fossem realizados testes funcionais em declive dos veículos comerciais.

**Ensaio tipo 0 (ECOVIAS):** No fim do ensaio tipo II (após a descida), o desempenho residual do freio de serviço, com o motor desacoplado da transmissão, deve ser medido nas mesmas condições do ensaio tipo 0 (teste regular da eficiência com o freio frio), mas considerando-se que, neste caso, as condições de temperatura podem ser diferentes às do ensaio mencionado, ou seja, pode não estar o freio “frio”. Considera-se um freio como “frio” quando a temperatura medida no disco ou no exterior do tambor é inferior a 100 °C.

O ensaio de eficiência após a descida deve resultar numa distância de parada menor que:

$$0,15 V + (1,33 * V^2 / 115) - \text{para veículos da categoria N2 e N3,}$$

onde V é a velocidade do veículo (em Km/h) no início da frenagem.

A desaceleração média estabilizada neste mesmo tipo de ensaio deverá ser maior que:

$$3,3 \text{ m/s}^2 - \text{para veículos da categoria N2 e N3.}$$



Os valores da velocidade inicial de frenagem e do esforço no pedal de freio serão os mesmos valores estabelecidos para o teste regular tipo 0 com o motor desacoplado.

A seguir mostra-se, na Tabela 3, os valores da eficiência mínima de frenagem exigida para o ensaio do tipo 0 durante o teste regular de eficiência com freio frio e com o motor desacoplado da transmissão.

TABELA 3 - Eficiência mínima de frenagem para o ensaio tipo 0 (teste regular de eficiência com freio frio e com o motor desacoplado da transmissão) para caminhões.

<u>Grandezas a serem consideradas:</u>	<u>Veículos da Categoria N<sub>2</sub> e N<sub>3</sub></u>
Velocidade inicial de frenagem – km/h	60
Distância de parada – m	$\leq 0,15 V + (V^2 / 130)$ (50,63 m) *
Desaceleração média estabilizada – m/s <sup>2</sup>	$\geq 5,0$ (3,3) *

(\*) – Entre parênteses estão dados os valores da distância de parada máxima e da desaceleração média estabilizada mínima permitidas para o caso de avaliar o desempenho residual do freio após a descida para veículos das categorias N2 e N3 acionados mecanicamente.

#### **PROPOSTA DE REGULAMENTAÇÃO TÉCNICA PARA VEÍCULOS DA CATEGORIA O3 E O4 (TRACIONADOS POR VEÍCULOS DA CATEGORIA N3 FORMANDO CVC'S):**

A viabilidade técnica e econômica desta proposta de regulamentação será avaliada após os resultados dos ensaios propostos a seguir e que se realizarão com esta finalidade na rodovia.

**Ensaio tipo II (ECOVIAS):** Para veículos combinados com peso bruto total (pbt) entre 3,5 e 10 toneladas (veículos da categoria O3) e com pbt maior de 10 toneladas (veículos da categoria O4).

Os veículos carregados com o peso bruto total (pbt) devem ser ensaiados de tal maneira que a absorção de energia seja equivalente àquela registrada no mesmo período de tempo, com o veículo carregado, a uma velocidade média de 40 km/h, sobre uma pista em declive de 6,5%, para uma distância de 12 km.

Observação: Na norma ECE - Regulamento 13 não é exigido o ensaio funcional em declive para os veículos da categoria O3 e O4. Apesar disto, o Grupo de Estudo propôs a inclusão da categoria O3 no ensaio funcional em declive considerando a NBR 10967, as características especiais da Rodovia dos Imigrantes, das condições do uso destes veículos no Brasil e da portaria da ARTESP, que proibiu o tráfego de veículos comerciais.

**Ensaio tipo 0 (ECOVIAS):** No fim do ensaio Tipo II (ECOVIAS), após a descida, o desempenho residual do freio de serviço, deve ser medido nas mesmas condições definidas no ensaio tipo 0 (teste regular da eficiência com o freio frio), mas considerando-se que, neste caso, as condições de temperatura podem ser diferentes das do ensaio mencionado, ou seja, pode não estar o freio “frio”. Considera-se freio “frio”, quando a temperatura medida no disco ou no exterior do tambor, é inferior a 100 °C. No caso de veículos rebocados das categorias O<sub>3</sub> e O<sub>4</sub> a força residual do freio na periferia dos pneus, quando ensaiado a 40 Km/h, não deve ser menor que 33% do peso máximo suportado pelas rodas quando o veículo está estacionado.

## DESCRIÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO E PROGRAMA DE SIMULAÇÃO

Os modelos matemáticos elaborados estão baseados nas equações do balanço energético e na dependência do torque de frenagem e da potência dissipada no freio motor pela velocidade do veículo, mostrados em CANALE [1989]. O torque de frenagem no veículo proveniente do motor usado como “freio motor” é uma função, conseqüentemente, da marcha engrenada e da velocidade do veículo. Assim, o motorista deve escolher a marcha para descer a rampa numa velocidade adequada ao desempenho térmico do motor, de seu sistema de arrefecimento e do sistema de freio de serviço instalado.

Em algumas condições de carga e de operação, principalmente de veículos comerciais pesados e combinados, a ação de retardo do motor é insuficiente. Nestas

condições é necessário o uso de sistemas auxiliares conhecidos como retardadores e, às vezes, também o uso de sistemas antitravamento dos freios (sistemas ABS) para evitar a perda da estabilidade durante a frenagem. Tudo isto é considerado no modelo e no programa de simulação, o que permite realmente a simulação do desempenho de um veículo completo em qualquer condição operacional.

Os efeitos transitórios e a estabilidade direcional do veículo descendo a pista inclinada são difíceis de ser avaliados nos testes de pista. Isto reforça a necessidade de se utilizar um programa computacional que permita a simulação do veículo descendo a pista inclinada e que considere as condições da aderência entre o pneumático e o pavimento. Isto é importante, sobretudo no caso de veículos combinados pesados e foi uma necessidade declarada por vários fabricantes de veículos nas análises prévias realizadas nas reuniões do Grupo de Estudo.

Para atender a estas necessidades, um programa computacional de simulação, desenvolvido pelo Prof. Dr. Antônio Carlos Canale na plataforma MatLab Simulink, durante pós-doutorado realizado na Universidade de Tennessee nos Estados Unidos em 2001, foi adaptado e completado e será utilizado no estudo. A Figura 17 mostra a tela inicial do programa de simulação, o qual considera os seguintes fatores:

- Modelo completo do sistema de freios, desde a válvula pedal até a força de frenagem gerada em cada roda em contato com o pavimento;
- Sistema antitravamento das rodas (ABS);
- Modelo matemático não linear dos pneus;
- Massa suspensa e não suspensa;
- Molas e amortecedores não lineares;
- Geometria lateral e longitudinal da suspensão;
- Ação de retardo do motor;
- Torque de frenagem proveniente de retardadores elétricos ou hidráulicos.
- Geometria da suspensão.

O programa computacional permite simular a descida do veículo com a ação de retardo do motor e de retardadores disponíveis. O balanço energético pode ser verificado, bem como alguns aspectos da estabilidade direcional do veículo através do nível de aderência utilizado entre pneus e pavimento dos eixos de tração.

A Figura 17 mostra algumas das variáveis da simulação que podem ser observadas diretamente na tela inicial durante a simulação; dentre elas: forças verticais nas rodas, ângulos e velocidades angulares da massa suspensa e não suspensa, ângulo de escorregamento lateral e escorregamento percentual longitudinal dos pneus, aderência utilizada, espaço percorrido, velocidade de translação, desaceleração, etc.

As variáveis necessárias para a análise dinâmica de um veículo com dois eixos são:

- Momento de inércia do veículo com relação ao eixo x.
- Momento de inércia do eixo dianteiro com relação ao eixo x.
- Momento de inércia do eixo traseiro com relação ao eixo x.
- Momento de inércia do veículo com relação ao eixo y.
- Momento de inércia do veículo com relação ao eixo z.
- Distância do centro de gravidade ao eixo dianteiro.
- Distância do centro de gravidade ao eixo traseiro.
- Valor da massa suspensa.
- Valor da massa do eixo dianteiro (massa não suspensa do eixo dianteiro).
- Valor da massa do eixo traseiro (massa não suspensa do eixo traseiro).
- Raio dinâmico do pneumático (considerados todos iguais no modelo).
- Distância do centro de gravidade do veículo às rodas do lado esquerdo.
- Distância do centro de gravidade do veículo às rodas do lado direito.
- Constante de tempo do sistema de freios (considerada igual para todos os eixos).
- Velocidade inicial da simulação.
- Densidade do ar no local da simulação.
- Velocidade do ar no local da simulação na direção de x (positiva de trás para frente).
- Área frontal do veículo.
- Braço da barra de torção no eixo dianteiro.
- Braço da barra de torção no eixo traseiro.
- Coeficiente de rigidez da barra de torção do eixo dianteiro.
- Coeficiente de rigidez da barra de torção do eixo traseiro.

- Coeficiente de amortecimento dos amortecedores dianteiros.
- Coeficiente de amortecimento dos amortecedores traseiros.
- Coeficiente de resistência do ar.
- Coeficiente de amortecimento dos pneus dianteiros na direção do eixo z.
- Coeficiente de amortecimento dos pneus traseiros na direção do eixo z.
- Coeficiente para controle da velocidade de rotação das rodas na frenagem.
- Coeficientes “fo” para o cálculo da resistência ao rolamento das rodas (CANALE 1989)
- Coeficientes “fs” para o cálculo da resistência ao rolamento (CANALE 1989).
- Altura do centro de gravidade (c.g.) do veículo com relação ao solo.
- Altura do c.g. da massa suspensa com relação ao pavimento.
- Altura do c.g. da massa não suspensa no eixo dianteiro com relação ao pavimento.
- Altura do c.g. da massa não suspensa no eixo traseiro com relação ao pavimento.
- Altura do “pitch center” da suspensão do veículo.
- Altura do “roll center” da suspensão do veículo.
- Coeficiente de rigidez da mola do eixo dianteiro.
- Coeficiente de rigidez da mola do eixo traseiro.
- Coeficiente de rigidez dos pneus dianteiros na direção do eixo z.
- Coeficiente de rigidez dos pneus traseiros na direção do eixo z.
- Coeficiente de adesão máximo dos pneus na longitudinal (direção eixo x).
- Coeficiente de adesão máximo dos pneus na lateral (direção eixo y).
- Distância entre as molas no eixo dianteiro.
- Distância entre as molas no eixo traseiro.
- Curva do escorregamento longitudinal do pneu versus aderência lateral.
- Curva do escorregamento lateral do pneu versus aderência lateral.
- Temperatura ambiente no local da simulação.
- Curvas do freio motor (torque versus rotação).
- Relação de transmissão do diferencial.
- Eficiência do diferencial.
- Curvas do retardador ou outro dispositivo auxiliar.

- Relações de transmissão da caixa de mudança de velocidades.
- Características do tambor e a lona (para frenagem do tipo O - frenagem total com alta aceleração):
  - Espessura do tambor (eixo dianteiro e traseiro),
  - Largura da lona,
  - Material do tambor.
- Curvas da válvula sensora à carga (se houver).
- Área dos cilindros ou das câmaras dos freios das rodas frontais e traseiras.
- Eficiência do sistema de freio frontal e traseiro.
- Raio médio dos discos (ou raio dos tambores) frontais e traseiros.
- Fator de ganho mecânico do freio.

Aqui deverá ser usado um sistema de coordenadas retangular ortogonal fixo no c.g. do veículo conforme normas da SAE. (eixo x longitudinal, eixo y lateral e eixo z na direção e sentido do vetor da gravidade g). Um sistema de coordenadas semelhante deverá ser usado na massa suspensa. Deverá utilizar-se o Sistema Internacional de Unidades de Medição (SI).

A Figura 18 mostra um fluxograma resumido do programa de simulação em MatLab Simulink.

O programa de simulação será utilizado conforme as necessidades que se tenham para uma melhor análise dos veículos a serem testados.

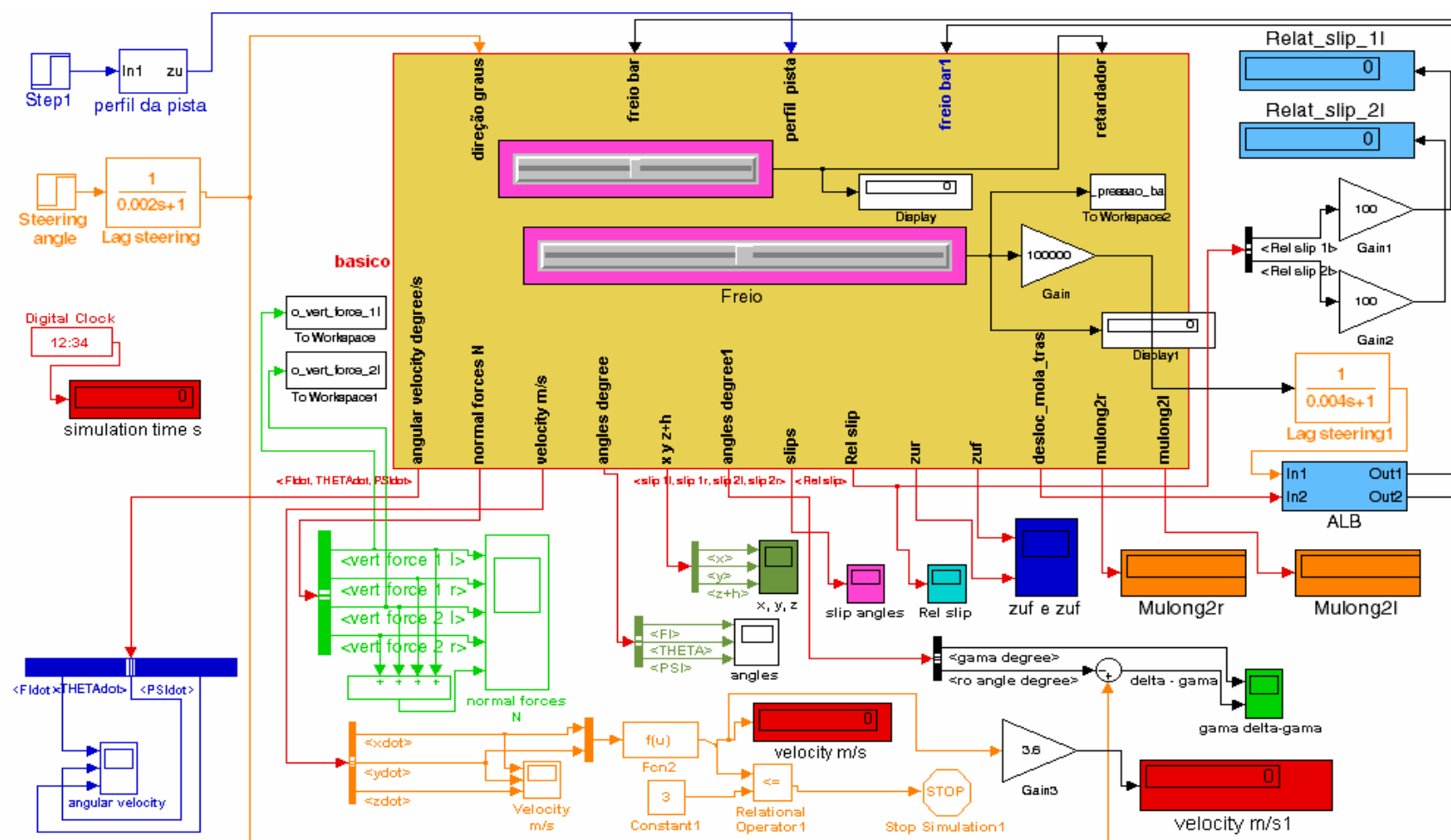


FIGURA 17 – Tela inicial do programa de simulação em Matlab Simulink

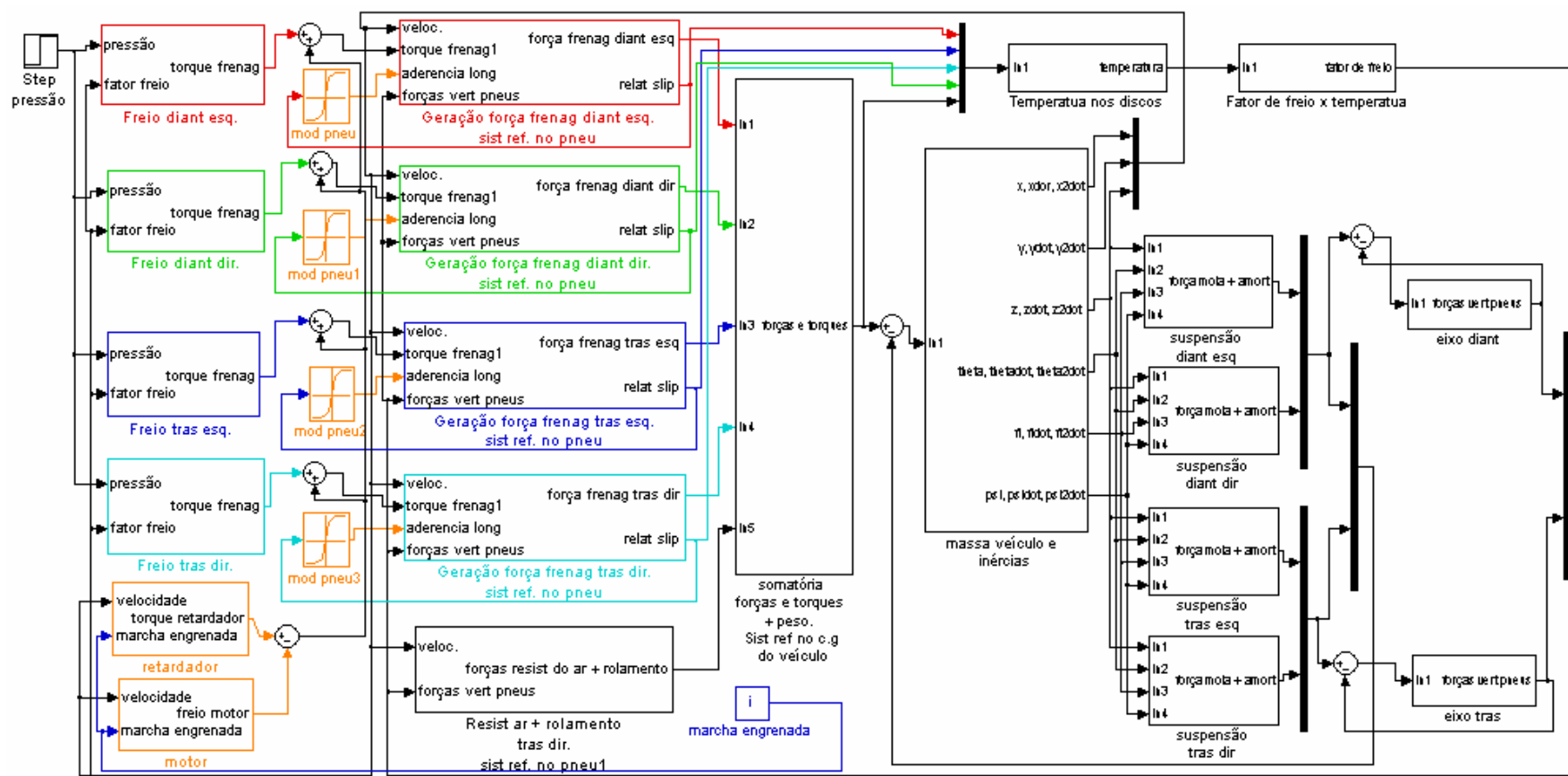


FIGURA 18 – Fluxograma do Programa de Simulação



## METODOLOGIA PARA OS TESTES DE PISTA (TESTE NA RODOVIA DOS IMIGRANTES SUL – DESCIDA DA SERRA DO MAR)

Os ensaios serão realizados de acordo com o estabelecido pela norma NBR 10967 (anterior MB-3160) “Sistema de freio para veículos rodoviários – Ensaio de desempenho – Método de ensaio” da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) baseada no regulamento ECE R-13, e a Resolução CONTRAN nº. 777 de 17/12/1993, alterada pela Resolução nº. 808 de 14/11/1995, cujas prescrições estabelecem o desempenho mínimo da frenagem em trecho descendente com rampa de 6 e 7 % para os veículos comerciais e as propostas de normas estabelecidas pelo Grupo de Estudo, mostradas anteriormente neste texto.

A norma NBR 10967 estabelece os procedimentos para os testes tipo 0, I, II e III (II-A segundo a ECE R-13) de desempenho na frenagem. O indicado pela norma será adaptado às condições reais da pista de descida onde serão efetuados os testes.

- Especificidades dos ensaios para as condições concretas da pista de descida onde serão efetuados os testes:

Conforme o acordado em reuniões técnicas do Grupo de Estudo “ECOVIAS”, que convergiram para elaboração de um procedimento único e específico de testes a serem desenvolvidos, os ensaios a realizar serão os seguintes:

1. Ensaios Tipo II e II-A dependendo da categoria do veículo: para velocidades de 40 Km/h (N2 e N3), 60 Km/h (M2 e M3) e velocidades variáveis se necessário. O trecho de descida terá um comprimento de 14 km com o declive médio de 6,5%. O ensaio será realizado no trecho delimitado entre o km 44 e o km 58 da Pista Sul (descendente) da Rodovia dos Imigrantes (sempre nos pontos marcados pela existência de “callboxes”).
2. Ensaio tipo 0 (desempenho residual do freio de serviço): será realizado a partir do km 58 da pista descendente em local plano, logo após o término da descida, em pista de asfalto tendo como velocidade inicial 60 km/h.

- Preparação dos veículos para os testes:

Cada fabricante selecionará o(s) veículo(s) a ser(em) ensaiado(s) de acordo com seus próprios critérios, sendo responsabilidade dele(s) a preparação do veículo para o ensaio nos aspectos de instrumentação, segurança e seleção do motorista.

- Preparação do cenário dos ensaios:

A preparação do trecho da pista onde serão efetuados os testes será responsabilidade da ECOVIAS, assim como todos os trabalhos de logística, organização, planejamento e coordenação necessária para se garantir o sucesso e correta realização dos testes no tempo previsto. Para isto, a ECOVIAS contará também com o apoio do pessoal do Grupo de Estudo.

- Organização da descida para os ensaios:

Em cada data marcada para os testes, o Grupo de Estudo, através de um acordo interno, indicará as categorias, o número, a ordem e a organização geral dos veículos a serem testados no declive. A pista será fechada ao trânsito normal de veículos pela ECOVIAS durante o tempo de realização dos testes. O horário para os ensaios será de 11:00 pm (hora de fechamento da rodovia) até as 4:45 am (último horário disponível para a descida de veículos sob teste). O retorno dos veículos para o ponto de partida será realizado subindo a pista ascendente (pista norte) da Rodovia dos Imigrantes. Foi estabelecido que cada veículo deverá descer por três vezes. Um esquema geral do cenário dos ensaios pode ser visto no Anexo F. Pode-se ver no Apêndice 2 as Atas das reuniões efetuadas e os resultados de todo o trabalho de organização dos testes desenvolvido pelo Grupo de Estudo “Ecovias”.

- Variáveis a serem medidas nos testes de pista:

As variáveis principais a serem medidas nos testes de pista são:

a) Teste Tipo II (Descida de Serra). Teste de controle de velocidade de descida.

- Monitoramento e armazenamento das temperaturas dos principais componentes do sistema de freio de serviço;
- Monitoramento e armazenamento da velocidade do veículo.
- Monitoramento e armazenamento da velocidade de rotação do motor.
- Monitoramento e armazenamento da desaceleração do veículo.
- Marcha engrenada.
- Temperatura da entrada e saída da água do sistema de arrefecimento do motor, temperatura do óleo do motor, do diferencial e do retardador eletromagnético, se necessárias para a avaliação de desempenho do veículo.

Obs.: O monitoramento das variáveis citadas acima garantem a segurança durante o teste.

b) Teste tipo O para desempenho residual. Teste de frenagem de emergência.

- Distância de frenagem.
- Velocidade do veículo.
- Desaceleração média (MFDD).
- Temperatura inicial do freio de serviço.

Quando houver sistemas auxiliares de retardo no veículo, deverão ser medidas todas as variáveis necessárias para caracterização do seu desempenho. Exemplificando: no caso do veículo utilizando retardador hidráulico (refrigerado com a água do radiador) deverão ser medidas:

- Todas as variáveis indicadas anteriormente.
- Temperatura do óleo do câmbio.
- Rotação no retardador.
- Vazão de água no radiador.
- Temperatura da água na entrada do radiador.
- Temperatura da água na saída do radiador.
- Outras, se necessário, de acordo com o tipo do sistema auxiliar.

- Dados necessários sobre o veículo a ser testado:

1. Peso.
2. Dados dimensionais do veículo (altura, largura e comprimento).
3. Raio dinâmico dos pneus.
4. Relações de marcha da caixa de cambio, do diferencial, e outras se houver.
5. Outras variáveis se forem realizadas simulações em computador (de acordo com a relação de variáveis já mostradas neste texto).

- Processamento dos resultados:

Cada fabricante processará os resultados dos testes de seus veículos e fornecerá um relatório conclusivo sobre a viabilidade técnica da descida dos veículos comerciais testados, para uso na rodovia em questão e seguindo as propostas de normas elaboradas.

O presente estudo pretende resumir as conclusões de todos os testes realizados e, junto com o Grupo de Estudo, propor minutas de normas, sugestões e material de pesquisa com o objetivo de auxiliar as autoridades competentes na elaboração de ações para a descida segura pela rodovia dos Imigrantes Sul pelos veículos comerciais.

Durante a realização dos testes e na apresentação dos resultados serão tomados os cuidados necessários para se garantir o sigilo, já que as empresas participantes são concorrentes no mercado Brasileiro.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PRINCIPAIS DOS VEÍCULOS REPRESENTATIVOS  
A ENSAIAR E SIMULAR

**AGRALE S.A.**

Foram selecionados para o teste os veículos Volare A6 e Volare W8. Ambos os veículos são representativos de toda a linha de veículos produzidos pela Agrale S.A. As duas famílias de veículos atualmente fabricadas possuem as mesmas características de freio e PBT ou seja: o Volare A6 representa o Caminhão 6000 e o Furgovan 6000; o Volare W8 representa o Volare A8, o MA 8.0 e o Caminhão 8500. As características técnicas principais destes modelos são mostradas na Tabela 4.

TABELA 4 - Características técnicas dos Microônibus **Volare A6 e Volare W8**.

CARACTERÍSTICAS	MODELO	
	VOLARE A6	VOLARE W8
Potência (kW)	96,30	106,60
Distância entre eixos (mm)	3350	4200
Altura (mm)	2700	2990
Largura (mm)	2040	2200
Comprimento total (mm)	6460	7900
Peso Bruto Total (kg)	6010	8150
Peso dianteiro (kg)	2370	3040
Peso traseiro (kg)	3640	5110
Freio dianteiro	Disco	Tambor
Freio Traseiro	Tambor	Tambor
Acionamento do sistema de freio	Hidráulico	Pneumático
Sistema de freio auxiliar	Não	Freio de Escape
Diâmetro freio dianteiro (mm)	305 x 30	325 x 100
Diâmetro do freio traseiro (mm)	89 x 330	325 x 100
Relação de Câmbio	1ª - 6,634:1; 2ª-3,322:1,	1ª -5,762:1, 2ª- 2,640:1,

	3ª-2,135:1, 4ª-1,407:1, 5ª- 1,00:1.	3ª 1,528:1, 4ª -1,000:1, 5ª-0,770:1.
Relação eixo traseiro	4,10:1	4,63:1
Tipo de Pneumáticos	7.00 -16 G22	215R17,5 MC45
Raio dinâmico dos Pneumáticos	0,375 m	0,375 m



FIGURA 19- Microônibus Agrale Volare A6



FIGURA 20 – Microônibus Agrale Volare W8

**DaimlerChrysler.**

A DaimlerChrysler testou um ônibus mas não forneceu os dados do veículo nem os resultados dos testes.

**FIAT.**

Ensaiei uma van com as características mostradas na tabela a seguir.

TABELA 5 - Características técnicas do veículo misto (van) **Fiat Ducato**.

<b>Motor</b>	
Modelo	Diesel 2.8 turbo com injeção direta, transversal em linha.
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	4 cilindros/2800
Potência líquida máxima – CV /rpm)	103,3 / 3600
Torque líq. Máximo – kgfm (Nm)/rpm(*)	24,5 (246) / 1900
<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	Manual de 5 marchas
Nº. de marchas	5 à frente (sincronizadas), 1 à ré
Relações:	?
Relação do diferencial	?
Tração	4 x 2, dianteira
<b>Rodas e Pneus</b>	
Rodas	6 x 15 H2 em aço estampado
Pneus	205/70 R15
<b>Freios</b>	
Freio de serviço	Hidráulico, com servo freio de 11”
Tipo	Dianteiro de disco ventilado com pinça flutuante e dos cilindros de comando para cada roda. Traseiro de disco rígido com dispositivo de “drum in hat”.
Circuito	Duplo circuito diagonal
Sistema ABS	Bosch 5.3 com quatro canais
Freio de estacionamento	mecânico



Atuação	rodas traseiras
<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT)	
Peso em ordem de marcha	2000
Carga útil	
<b>Desempenho</b>	
Velocidade máxima, km/h	146
<b>Distância entre eixos (mm)</b>	3200



FIGURA 21 – Veículo Misto Fiat Ducato

**FORD**

Foram escolhidos para o teste 4 veículos cujos dados técnicos podem ser vistos nas tabelas a seguir:

TABELA 6 - Características técnicas do **Caminhão Ford Cargo 1317 CTE-68.**

<b>Motor</b>	
Modelo	Cummins - B 5.9 160 CIV-O Diesel turbo after cooler
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	6 em linha / 5880
Potência líquida máxima – CV (kW)/rpm	162(119)/2600
Torque líq. máximo – kgfm (Nm)/rpm	58(568)/1500
<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	FS-4205-A
Nº. de marchas	5 à frente, 1 à ré
Relações:	1º - 8,05:1; 2º - 4,35:1; 3º - 2,45:1; 4º - 1,48:1; 5º - 1,00:1; Ré - 8,05:1
Tração	4 x 2
<b>Rodas e pneus</b>	
Aros das Rodas	Em aço estampado, 7x20, 7,5x22,5
Pneus	Pirelli LS97 -9.00 R20 (raio din. 509 mm)
<b>Freios</b>	
Freio de serviço	Pneumáticos
Tipo	“S cam”, com tambor nas rodas
Circuito	duplo, independente,
Área efetiva de frenagem (cm <sup>2</sup> )	3636
Freio de estacionamento	a ar, câmara de mola acumuladora
Atuação	rodas traseiras
Acionamento	no painel
Freio-motor	válvula tipo borboleta no escapamento

Acionamento do freio motor	eletro-pneumático
Diâmetro furos borboleta do freio motor	1 furo - D=10.5mm
Contra Pressão do freio motor	65 psi a 2.600 rpm
<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT) - Homologado	13000 (12800 no teste)
Distribuição carga eixo dianteiro	4100
Distribuição carga eixo traseiro	8700
Cap. Máx. de Tração (CMT) red. simples	23000
Capacidade de Carga Útil + Carroceria	8776
<b>Desempenho</b>	
Relação de redução do eixo traseiro	4.56/6.36:1
Velocidade máxima (km/h)	75 (com PBT)
Capacidade de rampa (%)	34
<b>Distância entre eixos (mm)</b>	4800



FIGURA 22 - Caminhão Ford Cargo 1317 CTE-68

TABELA 7 - Características técnicas do **Cavalo Ford Cargo 4331 CTE-83.**

<b>Motor</b>	
Modelo	Cummins - C 8.3 300 CIV-O Diesel turbo after cooler
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	6 em linha / 8270
Potência líquida máxima – CV (kW)/rpm	303/2200
Torque líq. máximo – kgfm (Nm)/rpm	122/1500

<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	RTLO-12913-AA
Nº. de marchas	12 à frente, 2 à ré
Relações:	1º - 8,64:1; 2º - 6,11:1; 3º - 4,43:1; 4º - 3,23:1; 5º - 2,29:1; 6º - 1,95:1; 7º - 1,62:1; 8º - 1,38:1; 9º - 1,17:1; 10º - 1,00:1; 11º - 0,86:1; 12º - 0,73:1; Ré: 3,50 / 13,22:1
Tração	4 x 2
<b>Rodas e pneus</b>	
Aros das Rodas	Em aço estampado, 7,50x22,5
Pneus	Michelin X -275/80 R22.5
<b>Freios</b>	
Freio de serviço	Pneumáticos
Tipo	“S cam”, com tambor nas rodas
Circuito	duplo, independente,
Área efetiva de frenagem (cm2)	4075
Freio de estacionamento	a ar, câmara de mola acumuladora
Atuação	rodas traseiras
Acionamento	no painel
Freio-motor	válvula tipo borboleta no escapamento
Acionamento do freio motor	eletro-pneumático
Diâmetro furos borboleta do freio motor	1 furo - D=10 mm
Acionamento freio semi-reboque	Triplo comando pneumático no painel (Manetim)
<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT) - Homologado	15300 (16800 no teste)
Distribuição carga eixo dianteiro	6000
Distribuição carga eixo traseiro	10800
Cap. Máx. de Tração (CMT) red. simples	43000
Capacidade de Carga Útil + Carroceria	36990

PBTC	43000
<b>Desempenho</b>	
Relação de redução do eixo traseiro	5.38:1
Velocidade máxima (km/h)	118 (em PBT)
Capacidade de rampa (%)	33 (em PBT)
Partida em rampa em PBTC (%)	16
Relação PBTC/potência (kg/CV)	142
<b>Distância entre eixos (mm)</b>	3560
<b>Reboque</b>	Semi-reboque com três eixos



FIGURA 23 - Cavalo Ford Cargo 4331 CTE-83

TABELA 8 - Características técnicas do **Caminhão Ford Cargo 815 CTE-115**

<b>Motor</b>	
Modelo	Cummins - B 3.9L150 CIV-O Diesel turbo after cooler
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	4 em linha / 3920
Potência líquida máxima – CV (kW)/rpm	152(112)/2700
Torque líq. máximo – kgfm (Nm)/rpm	51(500)/1500
<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	FS-4305-C
Nº. de marchas	5 à frente, 1 à ré

Relações:	1° - 5,76:1; 2° - 2,64:1; 3° - 1,53:1; 4° - 1,00:1; 5° - 0,77:1; Ré - 5,24:1
Tração	4 x 2
<b>Rodas e pneus</b>	
Aros das Rodas	Em aço estampado, 6x17,5
Pneus	Pirelli - 215/75 R17.5
<b>Freios</b>	
Freio de serviço	Pneumáticos
Tipo	“S cam”, com tambor nas rodas
Circuito	duplo, independente,
Área efetiva de frenagem (cm <sup>2</sup> )	1823
Freio de estacionamento	a ar, câmara de mola acumuladora
Atuação	rodas traseiras
Acionamento	no painel
Freio-motor	válvula tipo borboleta no escapamento
Acionamento do freio motor	eletro-pneumático
Diâmetro furos borboleta do freio motor	4 furos - D=4.0mm
Contra Pressão do freio motor	65 psi @ 2.700 rpm
<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT) - Homologado	7700
Distribuição carga eixo dianteiro	2600
Distribuição carga eixo traseiro	5100
Cap. Máx. de Tração (CMT) red. simples	10100
Capacidade de Carga Útil + Carroceria	4680
<b>Desempenho</b>	
Relação de redução do eixo traseiro	4.63:1
Velocidade máxima (km/h)	107 (com PBT)
Capacidade de rampa (%)	45
<b>Distância entre eixos (mm)</b>	2800



FIGURA 24 - Caminhão Ford Cargo 815 CTE-115

TABELA 9 - Características técnicas do Caminhão leve Ford F 4000 F4-11

<b>Motor</b>	
Modelo	Cummins - B 3.9L140 CIV-1 Diesel turbo after cooler
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	4 em linha / 3920
Potência líquida máxima – CV (kW)/rpm	141/2700
Torque líq. máximo – kgfm (Nm)/rpm	51(500)/1500
<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	ZF- S5-420
Nº. de marchas	5 à frente, 1 à ré
Relações:	1º - 5,08:1; 2º - 2,60:1; 3º - 1,53:1; 4º - 1,00:1; 5º - 0,77:1; Ré - 4,66:1
Tração	4 x 2
<b>Rodas e pneus</b>	
Aros das Rodas	Em aço estampado, 5,5x16
Pneus	Goodyear - 7.50 R16
<b>Freios</b>	
Freio de serviço	hidráulico
Tipo	disco nas dianteiras e tambor nas traseiras
Circuito	duplo, independente,

Freio-motor	válvula tipo borboleta no escapamento
Acionamento do freio motor	eletro-pneumático
Diâmetro furos borboleta do freio motor	1 furo - D=5.0mm
Contra Pressão do freio motor	70 psi
<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT) - Homologado	6800
Distribuição carga eixo dianteiro	2100
Distribuição carga eixo traseiro	4700
Cap. Máx. de Tração (CMT) red. simples	10400
Capacidade de Carga Útil + Carroceria	3980
<b>Desempenho</b>	
Relação de redução do eixo traseiro	4.63:1
Velocidade máxima (km/h)	121 (com PBT)
Capacidade de rampa (%)	42
<b>Distância entre eixos (mm)</b>	4181



FIGURA 25 - Caminhão leve Ford F 4000 F4-11



## IVECO

Foram selecionados para o teste 6 veículos cuja configuração é mostrada a seguir:

TABELA 10 – Características técnicas do Microônibus **Iveco Daily Scudato 59.12.**

<b>Motor</b>	
Modelo	Iveco 8140.43 Diesel, turbocooler
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	4 em linha / 2800
Potência líquida máxima– CV (kW)/rpm	122 (90)/ 3600
Torque líq. Máximo – kgfm (Nm)/rpm(*)	29,0 (285)/1800
<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	Iveco 2826.5
Nº. de marchas	5 à frente (sincronizadas), 1 à ré
Relações:	6,195: 1 / 3,895: 1 / 2,260: 1 / 1,428: 1 / 1,000: 1 / Ré: 5,692: 1
Tração	4 x 2
<b>Rodas e pneus</b>	
Aros das Rodas	6,0” x 16”
Pneus	225/75-R16.
<b>Freios</b>	
Freio de serviço	hidráulico servo-assistido
Tipo	disco (dianteiros) e tambor (traseiros)
Circuito	duplo
Freio de estacionamento	mecânico
Atuação	rodas traseiras
Válvula reguladora da pressão	rodas traseiras
<b>Carroçaria</b>	
	Refam Attuale
<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT) - Homologado	6200
Peso do veículo sem carga, kg	1530 (diant); 2070 (trás); 3610 (total)

Peso do veículo com carga, kg	2140 (diante); 4020 (trás); 6160 (total)
Cap. Máx. de Tração (CMT)	9500
Capacidade de Carga Útil + Carroceria	4700 (técnica); 4250 (legal)
<b>Desempenho</b>	
Relação de redução do eixo traseiro	4,30:1
Velocidade máxima (km/h)	120
Capacidade de rampa (%)	31
Distância entre eixos, mm	3.600



FIGURA 26 – Chassi para Microônibus Iveco Daily Scudato 59.12

TABELA 11 – Características técnicas do Cavallo **Iveco Eurotech 450 E 37 T**.

<b>Motor</b>	
Modelo	Iveco 8210.42 K Diesel, turbocooler
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	6 em linha / 13798
Potência líquida máxima–CV (kW)/rpm	370 (272)/ 1900
Torque líq. máximo – kgfm (Nm)/rpm(*)	175 (1720)/1100
<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	ZF 16 S 1650 OD
Nº. de marchas	16 à frente (sincronizadas), 2 à ré
Relações:	com Over Drive. Rel. 15,39 / 13,09 / 10,57 / 9,00 / 6,96 / 5,92 / 4,58 / 3,90 / 3,36 / 2,86 / 2,31 / 1,96 / 1,52 / 1,29 /

	1,00 / 0,85; Ré 12,44 / 10,59
Tração	4 x 2
<b>Rodas e pneus</b>	
Aros das Rodas	roda a disco 8,25" x 22,5", 10 furos
Pneus	radiais 295/80 R 22,5" sem câmara
<b>Freios</b>	
Freio de serviço	pneumáticos de ação direta
Tipo	disco - dianteiros e tambor - traseiros
Circuito	duplo, independentes para o freio diant., trás., reboque e de emergência.
ABS+ASR	opcional
Freio-motor	acionado pneumaticamente
Válvula reguladora da pressão	rodas traseiras
<b>Suspensão</b>	
Dianteira	molas semi-elípticas
Traseira	pneumática
<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT) - técnico	20000
PBTC	45000 (real no teste 43240)
Peso do veículo com carga, kg	Grupo 1- 6.350; Grupo 2 - 10.170; Grupo 3 - 26.720.
Cap. Máx. de Tração (CMT)	60000
<b>Desempenho</b>	
Relação de redução do eixo traseiro	3,42:1.
Velocidade máxima (km/h)	125
Capacidade de rampa (%)	33,6
Distancia entre eixos, mm	3.800 (suspensão pneumática)
<b>Reboque</b>	Semi-reboque de três eixos



FIGURA 27 – Cavalo Iveco Eurotech 450 E 37 T

TABELA 12 - Características técnicas do Caminhão **Iveco Eurocargo Tector 170 E 22** (4 x 2 ou 6 x 2 (com 3ro eixo)).

<b>Motor</b>	
Modelo	Iveco F4AE 0681 D
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm3)	6 em linha / 5880
Potência líquida máxima– CV (kW)/rpm	210 (154)/ 2700
Torque líq. máximo – kgfm (Nm)/rpm(*)	69 (680)/1200-2100
<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	EATON FS - 5306 A
Nº. de marchas	6 à frente (sincronizadas), 1 à ré
Relações:	9,01 / 5,27 / 3,22 / 2,04 / 1,36 / 1,00; Ré 8,63.
Tração	4 x 2 ou 6 x 2 (com 3ro. eixo)
<b>Rodas e pneus</b>	
Aros das Rodas	a disco 8,25" x 22,5", 10 furos
Pneus	radiais 275/80 R 22,5" sem câmaras
<b>Freios</b>	
Freio de serviço	tipo S-CAM
Tipo	tambor em todas as rodas

Atuação	pneumática
Circuito	de duplo circuito, independentes para os eixos dianteiro e traseiro.
Freio estacionamento	Câmara de mola acumuladora
Freio-motor	tipo "borboleta", 3 opções de acionamento
<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT)	17000; 23000 (3ro eixo adaptado)
Peso do veículo com carga em teste, kg	Diant. 4670; trás. 17470; total 22140.
Cap. Máx. de Tração (CMT)	33000
<b>Desempenho</b>	
Relação de redução do eixo traseiro	Simplex redução com dupla velocidade: alta 4,56: 1; baixa 6,21: 1
Velocidade máxima (km/h)	115
Capacidade de rampa (%)	31
Distancia entre eixos, mm	4815



FIGURA 28 – Caminhão Iveco Eurocargo Tector 170 E 22

TABELA 13 – Características técnicas do Caminhão semi-leve **Iveco Daily**  
**Cabinato 60.12 - Euro III.**

<b>Motor</b>	
Modelo	Sofim 8140.43.SS diesel turbocooler
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	4 em linha / 2800
Potência líquida máxima– CV (kW)/rpm	122 (90)/ 3600
Torque líq. máximo – kgfm (Nm)/rpm(*)	29,0 (285)/1800
<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	Iveco 2826.5
Nº. de marchas	5 à frente (sincronizadas), 1 à ré
Relações:	6,195: 1 / 3,895: 1 / 2,260: 1 / 1,428: 1 / 1,000: 1 / Ré: 5,692: 1
Tração	4 x 2
Pneus	225/75 R16C 118/116N.
<b>Freios</b>	
Freio de serviço	hidráulico servo-assistido
Tipo	disco nas dianteiras e tambor nas traseiras
Circuito	duplo
Freio de estacionamento	mecânico
Atuação	rodas traseiras
Válvula reguladora da pressão	rodas traseiras
<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT) - Homologado	6290
Peso do veículo com carga, kg	6290 (2050 dianteiro; 4240 traseiro)
Peso do veículo sem caçamba, kg	2200 (1380 dianteiro; 820 traseiro)
Capacidade de Carga Útil	4010
<b>Desempenho</b>	
Relação de redução do eixo traseiro	4,30:1
Velocidade máxima (km/h)	120

Capacidade de rampa (%)	31
Distancia entre eixos, mm	3600



FIGURA 29 – Caminhão semi-leve Iveco Daily Cabinato 60.12

TABELA 14 – Características técnicas do Caminhão semi-leve **Iveco Daily 70.12**

**Cabinato.**

<b>Motor</b>	
Modelo	Sofim 8140.43.3734 Diesel turbo intercooler
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	4 em linha / 2800
Potência líquida máxima – CV (kW)/rpm	122 (90)/ 3600
Torque líq. máximo – kgfm (Nm)/rpm(*)	29,0 (285)/1800
<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	Iveco 2826.5
Nº. de marchas	5 à frente (sincronizadas), 1 à ré
Relações:	6,195: 1 / 3,895: 1 / 2,260: 1 / 1,428: 1 / 1,000: 1 / Ré: 5,692: 1
Tração	4 x 2

Pneus	215/75 R17,5
<b>Freios</b>	
Freio de serviço	hidráulico servo-assistido
Tipo	disco nas dianteiras e tambor nas traseiras
Circuito	duplo
Freio de estacionamento	mecânico
Atuação	rodas traseiras
Válvula reguladora da pressão	rodas traseiras
<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT) - Homologado	6700
Peso do veículo sem carga, kg	3010 (1480 dianteiro; 1530 traseiro)
Peso do veículo sem caçamba, kg	2200 (1380 dianteiro; 820 traseiro)
Capacidade de Carga Útil	4460
<b>Desempenho</b>	
Relação de redução do eixo traseiro	4,30:1
Velocidade máxima (km/h)	120
Capacidade de rampa (%)	31
Distancia entre eixos, mm	4180



FIGURA 30 – Caminhão semi-leve Iveco Daily 70.12 Cabinato



TABELA 15 – Características técnicas do Cavallo 6x2 Iveco Eurotech 440E42TZ/P.

<b>Motor</b>	
Modelo	IVECO S.p.A. 8210
Cilindrada (L)	42
Potência líquida máxima –kW/rpm	309/1900
Torque líq. máximo –Nm/rpm	1900 / 1100
<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	ZF, Modelo 16S 221
Nº. de marchas	16 à frente (sincronizadas), 2 à ré
Relações:	1ª 16,47: 1, 2ª 13,79: 1, 3ª 11,32: 1, 4ª 9,48: 1, 5ª 7,79: 1, 6ª 6,52: 1, 7ª 5,48:1, 8ª 4,58:1, 9ª 3,59:1, 10ª 3,01:1, 11ª 2,47:1, 12ª 2,08:1, 13ª 1,70:1, 14ª 1,42:1, 15ª 1,20:1, 16ª 1,00:1, 1ª Ré 15,42:1, 2ª Ré 12,91:1
Tração	6 x 2
<b>Rodas e pneus</b>	
Aros das Rodas	a disco 8,25" x 22,5", 10 furos
Pneus	radiais 275/80 R 22,5" sem câmaras
<b>Freios</b>	
Freio de serviço	Wedge (cunha)
Tipo	tambor em todas as rodas
Atuação	pneumática
Circuito	com três circuitos independentes
Freio estacionamento	Pneumático, com comando manual, atuando nas rodas traseiras
Freio-motor	pneumático com comando no assoalho ao lado do pedal de embreagem
<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT), kg	técnico: 25.000; legal: 23.000

PBTC (do teste), kg	75000
Cap. Máx. de Tração (CMT)	80000
<b>Desempenho</b>	
Relação de redução do eixo traseiro	3,909
Velocidade máxima (km/h)	115
Capacidade de rampa (%)	31
Distancia entre eixos, mm	4815
<b>Reboque</b>	
Rodotrem Transserrano/Guerra	9 eixos e freios com ABS



FIGURA 31 – Cavalo Iveco Eurotech 440E42 TZ / P

O objetivo dos testes com estes veículos foi monitorar as temperaturas do freio e mangueiras superior e inferior do radiador na Pista Descendente da Imigrantes, na velocidade de 60 km/h.

**RENAULT**TABELA 16 - Características técnicas do **Minibus Renault Master**

<b>Motor</b>	
Modelo	Diesel 2.8 com injeção mecânica direta, transversal em linha.
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	4 cilindros/2799
Potência líquida máxima – CV /rpm)	114,3 / 3600
Torque líq. Máximo – kgfm (Nm)/rpm(*)	26,5 (266) / 1800
<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	Manual de 5 marchas
Nº. de marchas	5 à frente (sincronizadas), 1 à ré
Relações:	1 <sup>a</sup> - 4,63:1; 2 <sup>a</sup> - 2:47:1; 3 <sup>a</sup> -1,52:1; 4 <sup>a</sup> - 1,10:1; 5 <sup>a</sup> - 0,87:1; Ré -4,30:1.
Relação do diferencial	4,86:1
Tração	4 x 2, dianteira
<b>Rodas e Pneus</b>	
Rodas	Aço estampado 16"
Pneus	205/75 R16
<b>Freios</b>	
Freio de serviço	A disco com servo freio otimizado
Tipo	Disco ventilado nas rodas dianteiras e disco sólido nas rodas traseiras.
Circuito	Simplex IH
Freio de estacionamento	mecânico
Atuação	rodas traseiras
<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT)	3500
Peso em ordem de marcha	1935
Carga útil	1565
<b>Desempenho</b>	
Velocidade máxima, km/h	144

0 a 100 Km/h, s	15,6
<b>Distância entre eixos (mm)</b>	3578



**SCANIA**

Foram testadas duas CVC's e três ônibus com as seguintes características:

TABELA 17 – Características técnicas da **CVC: Cavallo Scania R124 GA 6X4 420 + Rodotrem Copersucar/Random.**

<b>Motor</b>	
Modelo	DSC 12 05 Diesel, turbocooler com injeção eletrônica.
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	6 em linha / 11800
Potência líquida máxima – CV (kW)/rpm)	420 (309)/1700-1800
Torque líq. máximo – kgfm (Nm)/rpm(*)	199 (1952)/1050-1450
<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	GRS900R acionada a ar comprimido e com lubrificação sob pressão.
Nº. de marchas	14 à frente: 12 sincr.e 2 "crawler" (superlenta) não-sincr., combinadas em seção principal de 3 marchas, um conjunto de engrenagens "spliter" (marchas reduzidas e altas) e uma planetária de 2 velocidades (caixa alta e baixa).
Relações:	Cr L: 16.38, 1ª L: 11.27, 2ª L: 7.17, 3ª L: 4.62, 4ª L: 3.01, 5ª L: 1.91, 6ª L: 1.23. Cr H: 13.28, 1ª H: 9.14, 2ª H: 5.81, 3ª H: 3.75, 4ª H 2.44, 5ª H: 1.55, 6ª H: 1.00
Tração	6 x 4
<b>Rodas e pneus</b>	
	Roda de aço com pneu R295/80x22,5
<b>Freios</b>	
Freio de serviço	Pneumáticos, com ABS
Tipo	tambor
Freio de estacionamento	dianteiro

Freio auxiliar	retardador Scania
Freio reboque	alavanca de comando do freio reboque
<b>Suspensão</b>	
Dianteira	molas trapezoidais
Traseira	molas trapezoidais
<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT)	
PBTC	75000 (real no teste 75750)
Peso do veículo com carga, kg	
Cap. Máx. de Tração (CMT)	78000
<b>Desempenho</b>	
Relação de redução do eixo traseiro	RB660 – relação 3.42
Velocidade máxima (km/h)	
Capacidade de rampa (%)	
Distancia entre eixos (mm)	3.100
<b>Reboque</b>	
Rodotrem Copersucar/Random	9 eixos e freios com ABS



FIGURA 32 - CVC: Cavallo Scania R124 GA 6X4 420 + Rodotrem Copersucar/Random.

TABELA 18 - Características técnicas da CVC : Cavalos Scania R164 GA 6X4 480  
+ Rodotrem Transserano/Guerra

<b>Motor</b>	
Modelo	DC1602 Diesel turbocooler, injeç. eletr.
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	6 em linha / 15600
Potência líquida máxima-cv (kW)/rpm)	480 (353)/1900
Torque líq. máximo – kgfm (Nm)/rpm(*)	234 (2300)/1100-1300
<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT) - técnico	
PBTC	75000 (real no teste 74320)
Peso do veículo com carga, kg	
Cap. Máx. de Tração (CMT)	78000
<b>Desempenho</b>	
Relação de redução do eixo traseiro	RB660 – relação 3.42
Velocidade máxima (km/h)	
Capacidade de rampa (%)	
Distancia entre eixos (mm)	3.100
<b>Reboque</b>	
Rodotrem Transserano/Guerra	9 eixos e freios com ABS

Nota: Transmissão, rodas, pneus, freios e suspensão iguais aos do cavalo Scania R124 GA 6X4 420.



FIGURA 33 - Cavalos Scania R164 GA 6X4 480 + Rodotrem Transserano/Guerra

As CVC's serão ensaiadas carregadas, com PBTC conforme permitido pela legislação para cada veículo, (PBTC permitido conforme lei da balança). A velocidade média do ensaio será de 40km/h, com afastamento máximo de  $\pm 5$ km/h. Durante o ensaio, os freios de serviço, emergência e estacionamento serão utilizados somente para o caso de abortar o teste. Os ensaios para avaliar o desempenho do freio de serviço, ensaio Tipo 0, conforme ABNT 10967 serão realizados dentro do túnel 1, em trecho com declive médio de 4,8%, e também no final do trecho de descida, onde a distância de parada máxima permitida será de 24.5m.

As variáveis a serem monitoradas são: temperatura da lona no eixo dianteiro, temperatura da lona no eixo traseiro, velocidade angular do motor, velocidade do veículo, marcha utilizada e distância de parada (ensaio tipo 0).

Os dados técnicos dos ônibus a serem testados são apresentados nas Tabelas a seguir.

TABELA 19 - Características técnicas do **Ônibus Scania K124 IB 6X2 NB 360.**

<b>Motor</b>	
Modelo	DSC 12 02 Diesel, turbocooler.
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	6 em linha / 12000
Potência líquida máxima – CV (kW)/rpm	360 (265)/1600-1900
Torque líq. máximo – kgfm (Nm)/rpm(*)	170 (1665)/1300-1500
<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	GRS801RCS (c/retardador)
Nº. de marchas	7 à frente e 1 à ré
Relações:	1 <sup>a</sup> - 9.15, 2 <sup>a</sup> - 6.30, 3 <sup>a</sup> - 3.75, 4 <sup>a</sup> - 2.44, 5 <sup>a</sup> - 1.68, 6 <sup>a</sup> - 1.25, 7 <sup>a</sup> - 1.00.
Tração	6 x 2
Rodas	Rodas de aço 8,25 x 22,5
<b>Freios</b>	
Freio de serviço	Pneumáticos de ação direta
Tipo	tambor (com ajuste automático de folga)
Circuitos	independentes para freios traseiros, dianteiros e de estacionamento.



Freio auxiliar	Freio motor automático e retardador
<b>Suspensão</b>	
Dianteira	pneumática
Traseira	pneumática
<b>Carroçaria</b>	Irizar – Century
<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT)	20090
Peso no eixo dianteiro	6350
Peso nos eixos traseiros	13740
Cap. Máx. de Tração (CMT)	
<b>Desempenho</b>	
Relação de redução do eixo traseiro	R660 – relação 3.07:1
Velocidade máxima (km/h)	
Capacidade de rampa (%)	
Distancia entre eixos (mm)	3650 (medida até o centro do “boggie”)



FIGURA 34 - Ônibus Scania K124 IB 6X2 NB 360

TABELA 20 - Características técnicas do **Ônibus Scania K124 IB 8X2 NB 420**

<b>Motor</b>	
Modelo	DSC 12 05 Diesel, turbocooler, eletrônico
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	6 em linha / 12000
Potência líquida máxima – CV (kW)/rpm)	420 (309)/1700-1800
Torque líq. máximo – kgfm (Nm)/rpm(*)	199 (1952)/1050-1450
<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	GR801RCS (optcruiser)
Nº. de marchas	8 à frente e 1 à ré
Relações:	1ª - 9.15, 2ª - 6.30, 3ª - 4.69, 4ª - 3.75, 5ª - 2.44, 6ª - 1.68, 7ª - 1.25, 8ª - 1.00.
Tração	8 x 2
Rodas	Rodas de aço 8,25 x 22,5
<b>Freios</b>	
Freio de serviço	Pneumáticos de ação direta
Tipo	tambor (com ajuste automático de folga)
Circuitos	independentes para freios traseiros, dianteiros e de estacionamento.
Freio auxiliar	Freio motor
<b>Suspensão</b>	
Dianteira	pneumática
Traseira	pneumática
<b>Carroçaria</b>	
	Marcopolo Paradiso 1800DD
<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT) (para o teste)	26590
Peso nos eixos dianteiros (para o teste)	12490
Peso nos eixos traseiros (para o teste)	14100
Cap. Máx. de Tração (CMT)	
<b>Desempenho</b>	

Relação de redução do eixo traseiro	R660 – relação 2.92:1
Velocidade máxima (km/h)	
Capacidade de rampa (%)	
Distancia entre eixos, mm	4200 (medida entre os centros dos “boggies” dianteiro e traseiro)



FIGURA 35 - Ônibus Scania K124 IB 8X2 NB 420 com carroçaria Marcopolo Paradiso 1800DD

TABELA 21 - Características técnicas do **Ônibus Scania K124 IB 4X2 NB 360.**

<b>Motor</b>	
Modelo	DSC 12 02 Diesel, turbocooler.
<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	GRS801RCS (c/retardador)
Tração	4 x 2
<b>Peso (kg)</b>	

Peso bruto total (PBT)	16800
Peso no eixo dianteiro	6400
Peso nos eixos traseiros	10400
Distancia entre eixos (mm)	3000

Nota: Os dados sobre o motor, transmissão, rodas e pneus, freios e suspensão são os mesmos do ônibus Scania K124 IB 6X2 NB 360.



FIGURA 36 - Ônibus Scania K124 IB 4X2 NB 360

A Scania ensaiará todos os seus ônibus carregados, com PBT conforme permitido pela legislação para cada veículo, nas velocidades de 60 e 80 Km/h, constantes, com afastamento tolerável máximo de  $\pm 5$ km/h. Durante o ensaio, os freios de serviço, emergência e estacionamento deverão se utilizar somente para o caso de abortar o teste. No final da descida será feito o ensaio de desempenho do freio de serviço, ensaio tipo O, com o veículo carregado conforme a ABNT 10967, com velocidade de 60km/h, e distância de parada máxima de 45.8m.

Durante os ensaios as variáveis a monitorar pela Scania são: temperatura da lona do eixo dianteiro, temperatura da lona do eixo de tração, temperatura da lona do eixo de apoio, velocidade do motor, velocidade do veículo, marcha utilizada e distância de parada.

## VOLKSWAGEN (AUTOMÓVEIS)

Foram ensaiados dois veículos: a Kombi T-II e o Caravelle T-4, ambos furgões (“vans”). A configuração destes veículos é mostrada a seguir:

TABELA 22 - Características técnicas da “Van” VW Kombi T-II.

<b>Motor</b>	
Modelo	Gasolina, ciclo Otto. Injeção eletrônica multipoint com distribuidor. Montado longitudinalmente na traseira do veículo.
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	4 cilindros opostos (tipo boxer)/1584
Potência líquida máxima – CV (kW)/rpm)	58 (43)/ 4200
Torque líq. Máximo – kgfm (Nm)/rpm(*)	11,3 (111,4)/2600
<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	Manual de 4 marchas
Nº. de marchas	4 à frente (sincronizadas), 1 à ré
Relações:	3,8:1 / 2,06:1 / 1,32:1 / 0,88:1 / Ré: 3,88.
Tração	4 x 2, traseira
<b>Rodas e pneus</b>	
Aros das Rodas	51/2J x 14
Pneus	185/80-R14 C (Goodyear GPS2).
<b>Freios</b>	
Freio de serviço	hidráulico servo-assistido
Tipo	disco (dianteiros) e tambor (traseiros)
Circuito	Duplo (eixo dianteiro e eixo traseiro)
Freio de estacionamento	mecânico
Atuação	rodas traseiras
Válvula reguladora da pressão	rodas traseiras
<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT) - Homologado	2250

Peso do veículo sem carga, kg	535 (diant); 712 (trás); 1247 (total)
Peso do veículo com carga, kg	950 (diant); 1300 (trás); 2250 (total)
Carga útil	1000
<b>Desempenho</b>	
Relação de redução do eixo traseiro	5,143:1
Velocidade máxima (km/h)	120
Distância entre eixos, mm	2400



FIGURA 37 - “Van” VW Kombi T-II.

TABELA 23 - Características técnicas da “Van” VW Caravelle T-4.

<b>Motor</b>	
Modelo	Diesel montado transversalmente no eixo dianteiro.
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	5 cilindros/2461
Potência líquida máxima – CV (kW)/rpm	101 (75)/3500
Torque líq. Máximo – kgfm (Nm)/rpm(*)	24,9 (250)/2300
<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	Manual de 5 marchas
Nº. de marchas	5 à frente (sincronizadas), 1 à ré
Relações:	3,778:1 / 2,118:1 / 1,36:1 / 1,029:1 / 0,783:1.

Tração	4 x 2, dianteira
<b>Pneus</b>	205/65-R15 T (Continental).
<b>Freios</b>	
Freio de serviço	hidráulico servo-assistido
Tipo	disco
Circuito	duplo em diagonal
Freio de estacionamento	mecânico
Atuação	rodas traseiras
Válvula reguladora da pressão	rodas traseiras
<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT) - Homologado	2800
Peso do veículo sem carga, kg	1225 (diant); 750 (trás); 1975 (total)
Peso do veículo com carga, kg	1510 (diant); 1490 (trás); 2800 (total)
Carga útil	825
<b>Desempenho</b>	
Velocidade máxima (km/h)	157



FIGURA 38 - “Van” VW Caravelle T-4.

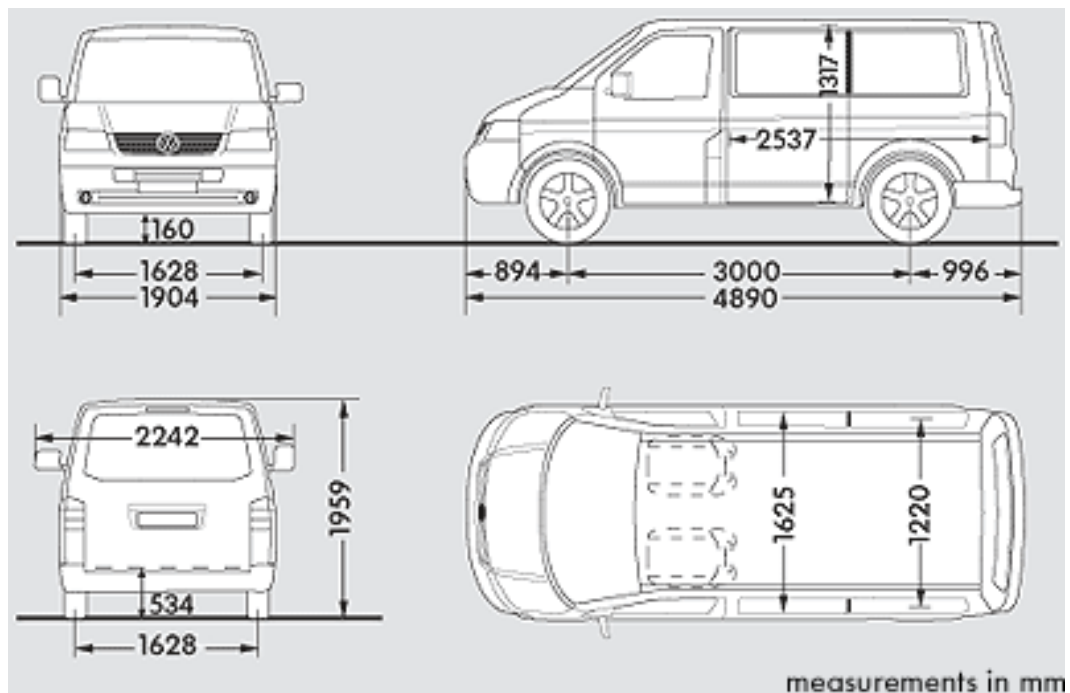


FIGURA 39 – Dimensões principais da “Van” VW Caravelle T-4.

Os veículos serão testados com o PBT e às velocidades de descida de 40, 60 e 80 Km/h. No final da descida será realizado o ensaio tipo 0 de freio residual. Será registrada a temperatura nos freios, no óleo do motor e no líquido de arrefecimento.; também outras grandezas necessárias como espaço de frenagem, desaceleração, etc. Os veículos serão equipados com o sistema de aquisição de dados, sensores e instrumentação necessária.



## VOLKSWAGEN (CAMINHÕES E ÔNIBUS)

Foram escolhidos para o teste 2 caminhões e 4 ônibus com as seguintes características:

TABELA 24 – Características técnicas do **Cavalo Titan Trator VW 18-310 OT**

<b>Motor</b>	
Modelo	Cummins 6CTAA Turbo e Intercooler
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	8270
Potência líquida máxima – CV (kW)/rpm	218 (160)/2200
Torque líq. máximo. – kgfm (Nm)/rpm	88 (863)/1600
<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	Eaton FS-6306-A
Nº. de marchas	6ª frente, 1 à ré
Relações: 1ª	1ª 9,01:1
Relações: 2ª	2ª 5,27:1
Relações: 3ª	3ª 3,22:1
Relações: 4ª	4ª 2,04:1
Relações: 5ª	5ª 1,36:1
Relações: 6ª	6ª 1,00:1
Relações: Ré	ré 8,63:1
Tração	4 x 2
<b>Rodas e pneus</b>	
Aros das Rodas	7.5" x 20.0"; 7.5" x 22.5"
Pneus	10 x 20-16 PR; 10R20; 11R22.5; 275/80R22.5
<b>Freios</b>	
Freio de serviço	a ar, "S" came
Tipo	tambor nas rodas dianteiras e traseiras
Circuito	duplo, independente, reservatório triplo de ar

Freio de estacionamento	câmara de mola acumuladora
Atuação	rodas traseiras
Acionamento	válvula moduladora no painel
Freio-motor	válvula borboleta no escapamento
Acionamento	eletro-pneumático, tecla no painel e comando no acelerador/pedal da embreagem
<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT) - Homologado	16000
PBTC	27000 simples; 35000 dupla
Cap. Máx. de Tração (CMT) red. simples	27000
Capacidade de Carga Útil + Carroceria	10880; 10760; 10710; 10410
<b>Desempenho</b>	
Relação de redução do eixo traseiro	4,10:1 4,88:1 4,10/5,59:1 4,56/6,21:1
Velocidade máxima (km/h)	101; 90; 101; 94
Capacidade de rampa (%)	39; 45; 51; 57
Partida em rampa (%)	28 32 36 40
Relação PBT / Potência (kg/CV)	74,5
<b>Reboque</b>	Semi-reboque de três eixos



FIGURA 40 - Cavalo Titan Trator VW 18-310 OT

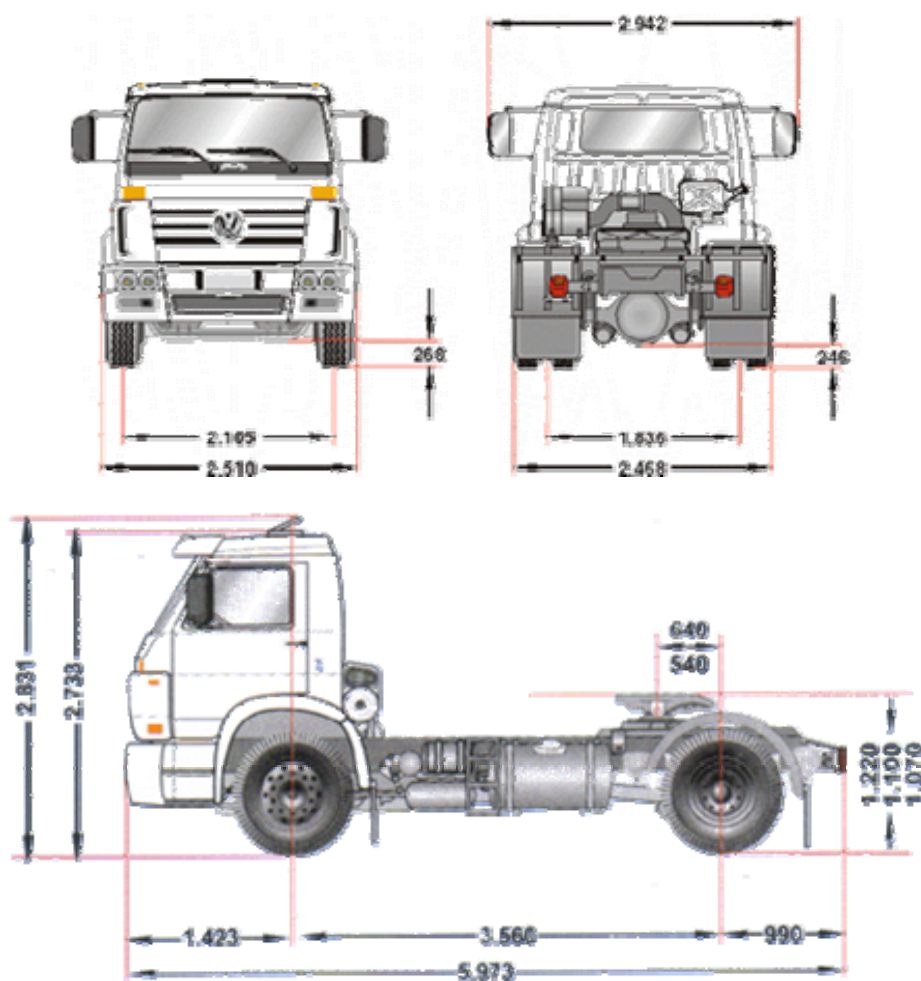


FIGURA 41 - Dimensões principais do Cavalo Titan Trator VW 18-310 OT

TABELA 25 – Características técnicas do Caminhão VW 23-250E.

<b>Motor</b>	
Modelo	Cummins 250 CV, turbo e intercooler
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	6 em linha / 5900
Potência líquida máxima – CV (kW)/rpm	250 (184)/2500
Torque líq. máximo – kgfm (Nm)/rpm(*)	97,0 (950)/1200 - 1700
<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	Eaton FS-6306-A
Nº. de marchas	6 à frente, 1 à ré
Relações: 1 <sup>a</sup>	8,03:1
Relações: 2 <sup>a</sup>	5,06:1
Relações: 3 <sup>a</sup>	3,09:1

Relações: 4 <sup>a</sup>	1,96:1
Relações: 5 <sup>a</sup>	1,31:1
Relações: 6 <sup>a</sup>	1,00:1
Relações: Ré	7,7:1
Tração	6 x 2
<b>Rodas e pneus</b>	
Aros das Rodas	7.50" x 20.0"; 7.50" x 22.5"
Pneus	10 x 20 – 16PR; 10R20; 11R22.5; 275/80R22.5
<b>Freios</b>	
Freio de serviço	Pneumático
Tipo	tambor nas rodas dianteiras e traseiras
Circuito	duplo, indep., três reservatórios de ar
Área efetiva de frenagem (cm <sup>2</sup> )	6660,98
Freio de estacionamento	câmara de mola acumuladora
Atuação	rodas traseiras
Acionamento	válvula moduladora no painel
Freio-motor	Válvula borboleta no escapamento
Acionamento	eletro-pneumático, comando no painel e no acelerador/pedal da embreagem
<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT) - Homologado	23000
PBTC	34000
Cap. Máx. de Tração (CMT) red. simples	34000
Capacidade de Carga Útil + Carroceria	16530; 16400; 16350; 16060
<b>Desempenho</b>	
Relação de redução do eixo traseiro	4,56/6,21:1    4,88/6,65:1    6,14/8,38:1
Velocidade máxima (km/h)	104
Capacidade de rampa (%)	32    34    43
Partida em rampa (%)	29    31    40
Relação PBT / Potência (kg/CV)	107,5



FIGURA 42 - Caminhão VW 23-250E

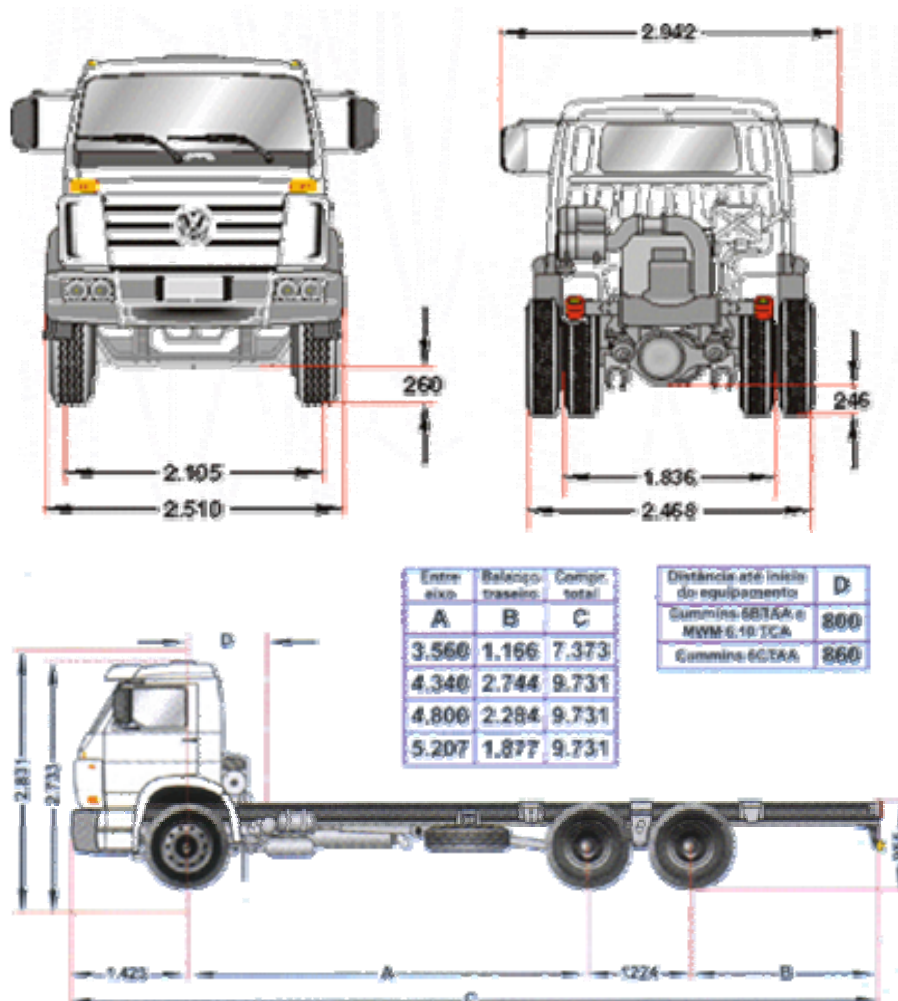


FIGURA 43 - Dimensões do Caminhão VW 23-250E

TABELA 26 – Características técnicas do **Ônibus VW 8-150 OD** (com retardador)

<b>Motor</b>	
Modelo	MWM 4.10 Turbo e Intercooler
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	4 em linha / 4300
Potência líquida máxima – CV (kW)/rpm	145 (107) / 2600
Torque líq. máximo – kgfm (Nm)/rpm(*)	51 (500) / 1600
<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	ZF S5-420
Nº. de marchas	5 à frente (sincronizadas), 1 à ré
Relações: 1 <sup>a</sup>	5,71:1
Relações: 2 <sup>a</sup>	2,73:1
Relações: 3 <sup>a</sup>	1,61:1
Relações: 4 <sup>a</sup>	1,00:1
Relações: 5 <sup>a</sup>	0,76:1
Relações: Ré	5,24:1
Tração	4 x 2
<b>Rodas e pneus</b>	
Aros das Rodas	6,0" x 17,5"
Pneus	215/75R 17.5
<b>Freios</b>	
Freio de serviço	a ar, "S" came
Tipo	tambor nas rodas dianteiras e traseiras
Circuito	duplo, indep., reservatório triplo de ar
Área efetiva de frenagem (cm <sup>2</sup> )	1823
Freio de estacionamento	câmara de mola acumuladora
Atuação	rodas traseiras
Acionamento	válvula moduladora no painel
Freio-motor	borboleta no escapamento (opcional)
Acionamento	eletro-pneumático, comando no painel e no acelerador/pedal da embreagem

<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT) - Homologado	8.150
PBTC	11.000
Cap. Máx. de Tração (CMT) red. simples	11.000
Capacidade de Carga Útil + Carroceria	5.600
<b>Desempenho</b>	
Relação de redução do eixo traseiro	4,63:1
Velocidade máxima (km/h)	103
Capacidade de rampa (%)	40
Partida em rampa (%)	27
Relação PBT / Potência (kg/CV)	56

TABELA 27 – Características técnicas do **Ônibus VW 8-150E OD** (com retardador)

<b>Motor</b>	
Modelo	MWM 4.12 TCAE - Euro III Turbo e Intercooler
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	4 em linha / 4730
Potência líquida máxima – CV (kW)/rpm	110 (150) / 2200
Torque líq. máximo – kgfm (Nm)/rpm	56 (550) / 1300 a 1700
<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT) - Homologado	8600
PBTC	11.000
<b>Desempenho</b>	
Relação de redução do eixo traseiro	4,30:1; 4,63:1
Velocidade máxima (km/h)	108; 103
Capacidade de rampa (%)	41; 44
Partida em rampa (%)	33; 36
Relação PBT / Potência (kg/CV)	54

Nota: Os restantes dados técnicos deste veículo são iguais aos do modelo VW 8-150 OD. Existe um outro modelo com motor eletrônico Cummins Interact 4.0 - EURO III turbo e intercooler com 4 cilindros em linha e cilindrada de 3900 cm<sup>3</sup> que apresenta praticamente as mesmas características técnicas que o VW 8-150E OD.



FIGURA 44 - Ônibus VW 8-150 OD

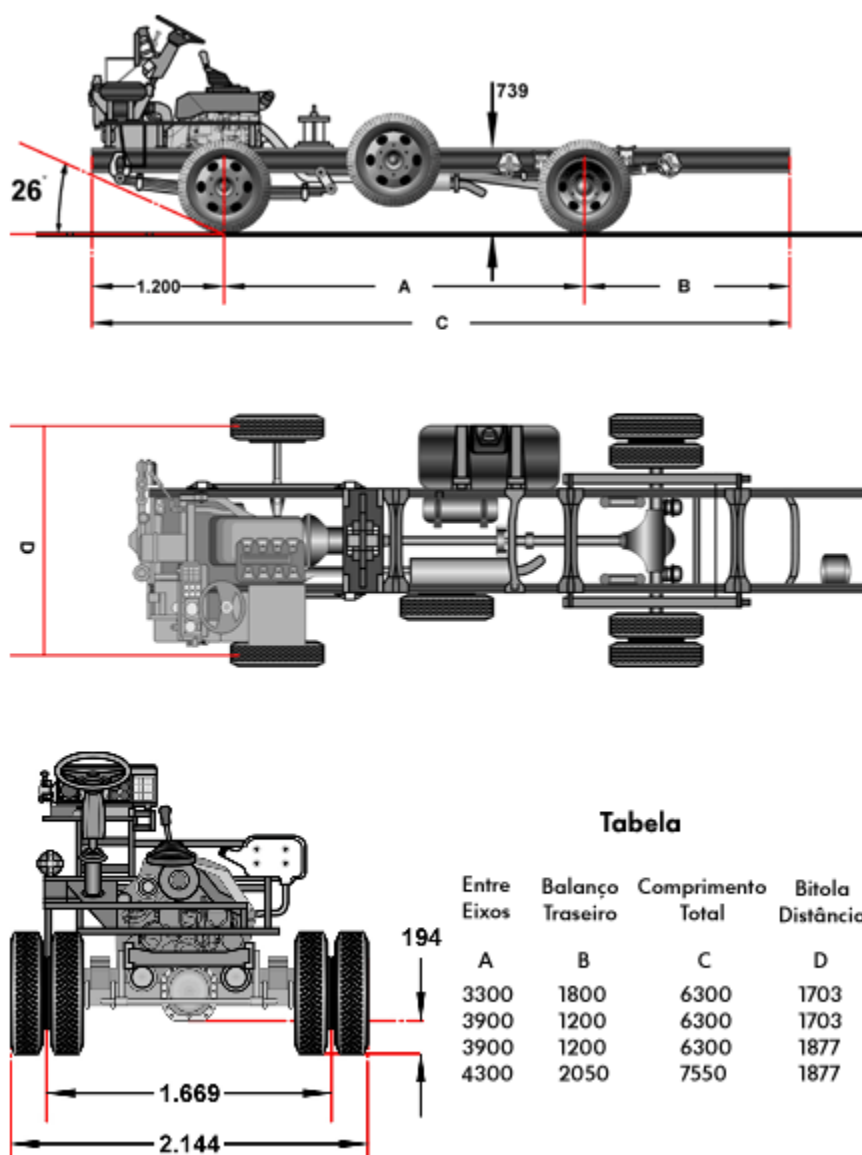


FIGURA 45 - Dimensões do Ônibus VW 8-150 OD



TABELA 28 – Características técnicas do **Ônibus VW 18-310 OT** com transmissão mecânica e freio motor, e com transmissão automática e retardador.

<b>Motor</b>		
Modelo	Cummins 6CTAA Turbo e Intercooler	
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	6 em linha / 8270	
Potência líquida máxima – CV (kW)/rpm	303 (223) / 2200	
Torque líq. máximo – kgfm (Nm)/rpm(*)	122 (1192) / 1500	
<b>Transmissão</b>		
Caixa de mudanças	FSO-8406A (mecânica)	5HP590 (automática)
Nº. de marchas	6 à frente, 1 à ré	5 à frente, 1 à ré
Relações: 1 <sup>a</sup>	7,05:1	3,43:1
Relações: 2 <sup>a</sup>	4,13:1	2,01:1
Relações: 3 <sup>a</sup>	2,52:1	1,42:1
Relações: 4 <sup>a</sup>	1,60:1	1,00:1
Relações: 5 <sup>a</sup>	1,00:1	0,83:1
Relações: 6 <sup>a</sup>	0,78:1	---
Relações: Ré	6,75:1	4,84:1
Tração	4 x 2	
<b>Rodas e pneus</b>		
Aros das Rodas	22,5" x 9,00" (alumínio)	
Pneus	295/80R 22,5 (radial sem câmara)	
<b>Freios</b>		
Freio de serviço	a ar, "S" came	
Tipo	tambor nas rodas dianteiras e traseiras	
Circuito	duplo, independente, totalmente a ar	
Área efetiva de frenagem (cm <sup>2</sup> )	4232	
Freio de estacionamento	câmara de mola acumuladora	
Atuação	rodas traseiras	
Acionamento	válvula moduladora no painel	

Freio-motor	válvula borboleta no escapamento	
Acionamento	eletro-pneumático, comando no painel e no acelerador / pedal da embreagem	
<b>Peso (kg)</b>		
Peso bruto total (PBT) - Homologado	16000	
PBTC	29000	
<b>Desempenho</b>		
Relação de redução do eixo traseiro	4,56:1 (mecânica)	4,10:1 (automática)
Velocidade máxima (km/h)	119	129
Capacidade de rampa (%)	41,9	43,1
Partida em rampa (%)	22,5	23,7
Relação PBT / Potência (kg/CV)	52,8	

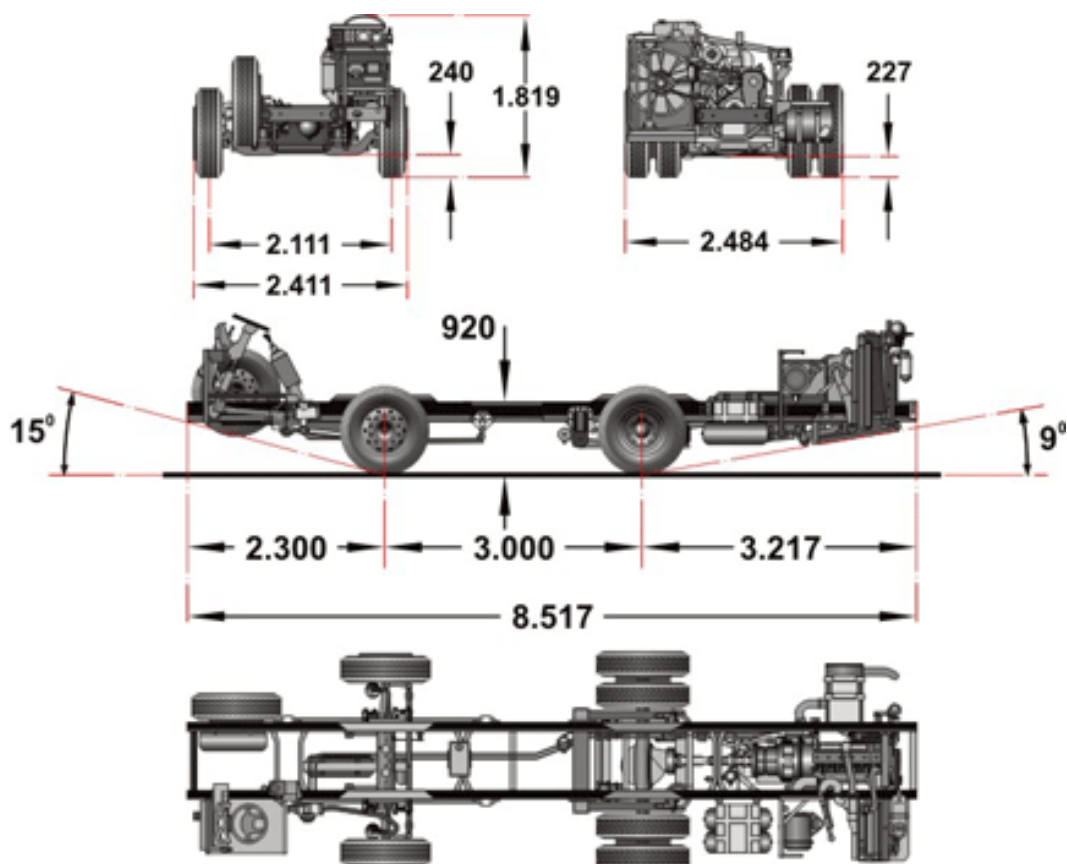


FIGURA 46 - Dimensões do Ônibus VW 18-310 OT mecânico e automático.



FIGURA 47 - Ônibus com chassis VW Titan 18-310 OT

A Volkswagen (caminhões e ônibus) realizará os ensaios com PBT conforme permitido pela legislação para cada veículo, nas velocidades de 40, 60 e 80 Km/h, constantes, com afastamento tolerável máximo de  $\pm 5$ km/h, sem utilização dos freios de serviço (deverão se utilizar somente para o caso de abortar o teste).

No final da descida será feito o ensaio de desempenho do freio de serviço, ensaio tipo O, com o veículo carregado conforme a ABNT 10967, com velocidade de 60km/h, e distância de parada máxima de 45.8m.

Durante os ensaios as variáveis a monitorar são: temperatura da lona do eixo dianteiro, temperatura da lona do eixo de tração, temperatura da lona do eixo de apoio, velocidade do motor, velocidade do veículo, marcha utilizada e distância de parada.

**VOLVO**

Foram selecionados para os ensaios os seguintes veículos:

**TABELA 29 - Características técnicas das CVC's: Cavallo Volvo FH 12 6X4 420 + Rodotrem "Transserano/Guerra" ou + Bitrem**

<b>Motor</b>	
Modelo	D 12 D 420, Diesel, turbo, intercooler, injeção direta eletrônica digital,
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm3)	6 em linha / 12000
Potência líquida máxima – CV (kW)/rpm)	420 (309)/1500-1800
Torque líq. máximo – kgfm (Nm)/rpm(*)	204 (2000)/1050-1450
<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	Volvo VT2214B
Nº. de marchas	14 à frente: 12 sincr.e 2 "crawler"
Relações:	Cr L: 16.86, 1ª L: 11.13, 2ª L: 7.16, 3ª L: 4.68, 4ª L: 2.97, 5ª L: 1.91, 6ª L: 1.25. Cr H: 13.51, 1ª H: 8.92, 2ª H: 5.74, 3ª H: 3.75, 4ª H 2.38, 5ª H: 1.53, 6ª H: 1.00
Tração	6 x 4
<b>Rodas e pneus</b>	
Rodas	Roda de aço, 8,25 x 22,5
Pneus	295/80R22,5
<b>Freios</b>	
Freio de serviço	Pneumáticos, duplo circuito , com ABS
Tipo	Tambor, com ajuste automático das lonas tipo non asbestos
Freio de estacionamento	Por molas acumuladoras
Freio auxiliar	Freio motor volvo VEB 390 que conjuga o freio motor convencional e um dispositivo interno de controle de

	contrapressão no tempo de compressão.
Freio reboque	alavanca de comando do freio reboque
<b>Suspensão</b>	
Dianteira	molas trapezoidais
Traseira	molas trapezoidais
<b>Peso (kg)</b>	
Peso do chassi	9280
PBTC	75000 (com rodotrem), 57000 (com bitrem)
Cap. Susp. Diant/Tras	7100 / 26000
Cap. Máx. de Tração (CMT)	
<b>Desempenho</b>	
Relação de redução do eixo traseiro	3,40
Velocidade máxima (km/h)	
Capacidade de rampa (%)	
Distancia entre eixos, mm	3.885
<b>Reboque</b>	
Rodotrem	Transserrano (9 eixos); freios ABS
Ou Bitrem	(7 eixos), freios ABS

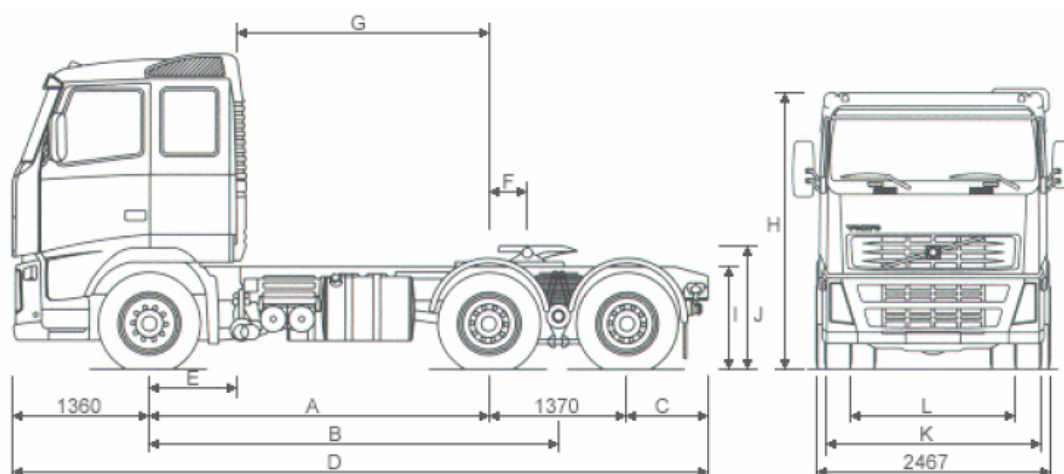


FIGURA 48 – Dimensões do Cavalo Volvo FH 12 6X4 420



FIGURA 49 - Cavalo Volvo FH 12 6X4 420 com Bitrem

TABELA 30 – Característica técnicas do **Ônibus Volvo B 12 R 6x2**

<b>Motor</b>	
Modelo	D 12D vertical, traseiro, totalmente eletrônico, turbo-alimentado e intercooler
Nº. de cilindros / Cilindrada (cm <sup>3</sup> )	6 em linha / 12000
Potência líquida máxima–cv(kW)/rpm)	380 (279)/1700-1800
Torque líq. máximo – kgfm (Nm)/rpm(*)	189 (1850)/1100-1300
<b>Transmissão</b>	
Caixa de mudanças	Volvo G8-EGS, mecânica, acionamento eletro-pneumático.
Nº. de marchas	8 marchas, totalmente sincronizadas
Relações:	
Tração	6 x 2
<b>Rodas e pneus</b>	
Rodas	8,25x22,5
Pneus	295/80R22,5
<b>Freios</b>	
Freio de serviço	Pneumáticos, com três circuitos independentes: eixo dianteiro, traseiro e

	freio de estacionamento; válvula de proteção de 4 vias e ajuste automático das lonas de freio.
Tipo	tambor
Freio motor	Freio VEB, pneumático, composto pelo Freio de Compressão Volvo (VCB) e Regulador de Pressão de Exaustão (EPG). Potência máxima de frenagem 390 CV.
Freio adicional	Hidrodinâmico VOITH - opcional
Sistema ABS	Opcional
<b>Suspensão</b>	
Tipo	Pneumática, com câmaras de ar tipo fole controladas por válvulas de nível. Suspensão independente no terceiro eixo.
Dianteira	Dois foles de ar
Traseira	Quatro foles de ar
<b>Carroçaria</b>	
<b>Peso (kg)</b>	
Peso bruto total (PBT) - técnico	23200
Peso do Chassi	6719
Cap. técnica de carga eixo dianteiro	7200
Cap. técnica de carga eixo traseiro	10700
Cap. técnica de carga terceiro eixo	5300
<b>Desempenho</b>	
Relação de redução do eixo traseiro	3.10:1
Velocidade máxima (km/h)	
Capacidade de rampa (%)	
Distancia entre eixos (até eixo tração) mm	3.000

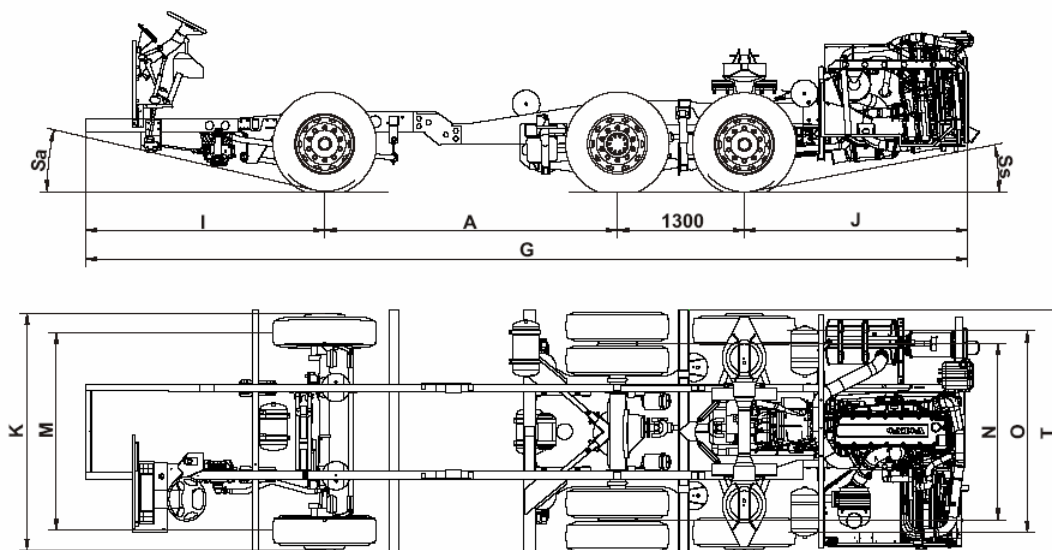


FIGURA 50 – Dimensões principais do Ônibus Volvo B 12 R 6x2.



FIGURA 51 - Ônibus Volvo B 12 R 6x2.

**Nota Final:** Os dados das tabelas com as características técnicas dos veículos foram oferecidos, em geral, pelos seus fabricantes, que participam das atividades do grupo de estudo da ECOVIAS. Contudo, alguns dados e a maioria das figuras foram obtidas das páginas “web” (“sites” na internet) dos próprios fabricantes.



## METODOLOGIA PARA UMA CONTRIBUIÇÃO NA PREPARAÇÃO DOS MOTORISTAS.

O Grupo de Estudo concluiu que para uma contribuição efetiva na preparação dos motoristas duas ações principais seriam necessárias:

- a) Preparação de Manual de Condução específico para as condições da rodovia.
- b) Preparação de Curso para a capacitação e certificação dos motoristas.

O presente trabalho pretende desenvolver e colaborar na produção de um Manual de Condução com informações gerais e também específicas para a rodovia em questão.

Para a preparação do Manual de Condução será realizada uma pesquisa bibliográfica e um levantamento sobre os documentos deste tipo utilizados em outros países. Será também considerada e incluída uma caracterização geral da rodovia e do seu modelo operacional atual e o estabelecido na legislação Brasileira, principalmente do Código Nacional de Trânsito (CNT).

Para a preparação e oferecimento do curso será selecionada uma instituição com experiência nesta atividade. Também deverá ser uma instituição autorizada e reconhecida para fins de certificação de motoristas.

Considera-se necessário para o efetivo desenvolvimento do curso a abordagem dos seguintes temas:

- Características gerais da rodovia e do seu modelo operacional;
- Características dos Túneis Rodoviários;
- Condução do veículo na estrada e em descidas, em especial pelo interior de túneis longos. Procedimentos perante emergências;
- Direção Defensiva;
- Conhecimentos gerais sobre dispositivos retardadores e freios ABS no veículo;
- Procedimentos gerais de Inspeção Técnica e Manutenção;
- Conhecimentos sobre Legislação vigente e Proteção do Meio Ambiente.

## METODOLOGIA PARA A INSPEÇÃO TÉCNICA E TRIAGEM ANTES DA DESCIDA

O Grupo de Estudo mostrou grande preocupação com o estado atual de manutenção dos veículos comerciais. Enquanto não houver a inspeção veicular obrigatória no Brasil, o estado técnico da frota será sempre um grande problema de segurança. Este é um problema que deve ser resolvido a nível nacional e algumas sugestões serão dadas, sobre este assunto, ao longo deste trabalho e na conclusão final.

Em função da utilização da Pista Descendente por veículos comerciais, se faz necessário a criação de um Pátio de Triagem, antes da descida, visando o controle do tráfego, das condições exigidas do veículo e do condutor e de algumas condições técnicas do veículo que possam ser controladas neste local. Isto com o objetivo de aumentar a segurança na descida (exemplo: verificação através de um portal de controle que detecte fontes de calor anormais no veículo). Para isto, deverá se considerar, segundo ECOVIAS (2002), o seguinte:

- Código de Trânsito Brasileiro.
- Legislação sobre Transporte Terrestre e Manuseio de Produtos Perigosos (classes 1 a 9).
- Legislação sobre Transporte de Cargas Especiais.
- Legislação do Meio Ambiente.
- Legislação Penal.

A Concessionária definirá o modo da execução da triagem e o modelo de gestão operacional do pátio, com o auxílio do Grupo de Estudo, se necessário. No pátio de triagem será comprovada a validade da documentação sobre o estado técnico do veículo, da certificação do condutor e do próprio veículo. Deve-se definir ainda quem teria a atribuição de competência para o controle do estado técnico e a habilitação do veículo e do motorista. Presume-se que a competência seja do DPRF.

Por outro lado, e de acordo com a experiência em túneis no exterior (ver SECONDS...(2003)), é recomendada a utilização de algum sistema que possa detectar fontes de calor e aquecimentos anormais, principalmente do sistema de

freios, antes do veículo iniciar a descida da serra. Considera-se necessário o desenvolvimento de um sistema deste tipo no Brasil.

#### SUGESTÃO DE METODOLOGIA PARA A AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SEGURANÇA EM RODOVIAS COM TÚNEIS (OBTIDA ATRAVÉS DA REVISÃO DA LITERATURA SOBRE O ASSUNTO).

Neste caso, um dos principais aspectos a se considerar é a segurança nos três túneis da pista sul (descendente) da Rodovia dos Imigrantes, no trecho da Serra do Mar. Estes túneis foram construídos atendendo às exigências atuais de segurança, já explicadas anteriormente neste trabalho. Contudo, uma avaliação da adequação da estrutura física e do modelo operacional dos túneis aos riscos provenientes do trânsito de veículos comerciais deverá ser realizada, seja através de uma metodologia de avaliação própria da empresa, ou através da aplicação de outras metodologias de avaliação de riscos aplicadas na Europa, por exemplo.

Uma metodologia de avaliação de segurança em túneis pode ser vista em SEGURIDA VIAL (2003), aplicada pelo RACE (Clube automobilístico espanhol) dentro do programa internacional denominado Eurotest, onde participam também clubes e associações de automobilistas de países como: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Eslovênia, Finlândia, França, Grã Bretanha, Holanda, Itália, Noruega, Portugal e Suíça. O programa Eurotest sobre segurança viária tem o patrocínio da Aliança Internacional de Turismo (AIT) e da Federação Internacional do Automóvel (FIA). A coordenação deste estudo sobre túneis rodoviários é do Clube Alemão ADAC e os resultados são publicados simultaneamente em todos os países participantes no estudo.

A metodologia do estudo, aplicada pelo RACE no ano 2003 para um estudo de segurança em vários túneis Europeus, tem duas fases de coleta de dados:

Fase A - Questionário a preencher pela entidade que tem a concessão do túnel (dados técnicos, etc.) e pedido de autorização para visita de especialistas no túnel.

Fase B - Visita às instalações para coleta de outros dados necessários, de material gráfico e para a realização de simulação de emergência, para conferir o funcionamento do equipamento do túnel e a atuação das equipes de resgate.

Uma lista de parâmetros relacionados com a segurança nos túneis é estudada, revisada e avaliada. Estes parâmetros são divididos em oito categorias:

1. Configuração geral do túnel (10 % do total de pontos).

- Número de túneis.
- Largura das faixas e calçadas de emergência.
- Existência de faixas de emergência e áreas de estacionamento.

2. Estado geral do túnel (9 %).

- Iluminação.
- Sinalização.
- Pavimento e a sua sinalização horizontal.

3. Nível e controle do trânsito (19 %).

- Trânsito unidirecional ou bidirecional.
- Retenções.
- Controle de veículos de transporte de mercadorias perigosas.
- Medidas especiais para os veículos pesados.
- Controle de distância de segurança e velocidade.
- Limite de velocidade.
- Centro de controle operacional.
- Controle do trânsito (semáforos, sinalização variável, sinais, etc.).
- Câmeras de Vídeo.
- Detecção automática de parada do veículo.
- Detecção automática de veículos de transporte de mercadorias perigosas.
- Barreiras mecânicas para o fechamento do túnel.
- Controle do peso do veículo.

- Informação sobre rotas alternativas e áreas de estacionamento no caso de fechamento do túnel.

#### 4. Comunicações (10 %).

- Alto-falantes, rádio.
- Idiomas.
- Telefones de emergência (sinalização, distância, proteção contra o ruído).

#### 5. Rotas de evacuação (3 %).

- Distância entre saídas de emergência.
- Sinalização e iluminação das vias de escape.
- Proteção contra o fogo e a fumaça.
- Resistência ao fogo / ventilação.
- Medidas especiais.
- Acessibilidade do exterior para as equipes de resgate.

#### 6. Incêndio (21 %).

- Proteção da estrutura do túnel e da instalação elétrica.
- Sistemas de alarme.
- Extintores (distribuição no interior do túnel, sinalização, manutenção).
- Sistema de drenagem no interior do túnel.
- Distância e tempo necessário para os bombeiros chegarem ao túnel.
- Equipamento e treinamento das equipes de bombeiros.

#### 7. Ventilação contra incêndios (10 %).

- Programas de funcionamento especiais em caso de incêndio.
- Fluxo de ar longitudinal e a sua influência no controle da ventilação.
- Controle preventivo da temperatura do equipamento e instalações.
- Controle do correto funcionamento do sistema de ventilação mediante simulações e medições dos fluxos de ar.
- Ventilação longitudinal: Fluxo de ar.
- Comprimento dos diferentes setores de ventilação.

- Ventiladores reversíveis.
- Ventilação transversal ou semi-transversal: Volume do fluxo de extração.
- Capacidade de controle do fluxo longitudinal.
- Controle da abertura e fechamento das saídas de ar.

#### 8. Gestão de emergências (8 %).

- Planos de atuação no caso de emergências.
- Ativação automática dos mecanismos de proteção.
- Simulações freqüentes.
- Inspeções periódicas do equipamento.

Os aspectos correspondentes a "incêndio" e "ventilação em caso de incêndio" representam um terço da pontuação total disponível. A configuração, as vias de escape e o sistema de comunicação no interior do túnel representam outro terço da pontuação. Os aspectos restantes completam o terço restante.

Além de avaliar o nível de segurança oferecido pelos túneis, o estudo também analisa o nível de risco mediante a análise dos seguintes parâmetros:

- Trânsito. Quanto maior o trânsito, maior a probabilidade de um sinistro / incêndio.
- Porcentagem de veículos pesados. Quanto mais veículo pesados no túnel, maior a probabilidade de que se produza um incêndio de grandes proporções.
- Controle de veículos com mercadorias perigosas. Incêndios com materiais especialmente perigosos podem produzir um desastre devido às altas temperaturas e aos gases tóxicos.
- O tipo do trânsito (unidirecional ou bidirecional) e as condições (lento / retenções), que influem nas possibilidades de escape ou resgate e na escolha do tipo de ventilação adequada. Se o trânsito é unidirecional e não acontecem retenções, a ventilação longitudinal permite aos veículos se afastarem com segurança de uma possível zona de incêndio e sair do túnel. Os veículos que ficam imobilizados por ter o incêndio a sua frente, podem ser protegidos extraíndo a fumaça numa única direção. No caso de trânsito bidirecional ou unidirecional com retenções, os veículos podem ficar retidos sem poder escapar

da área. Nestes casos o sistema de ventilação é vital (extração de fumaça adequada), assim como o planejamento das rotas de escape. Além disto, tem que se ter em consideração o maior risco de colisões frontais nos túneis bidirecionais, como aconteceu nos acidentes do ano 2001 nos túneis de Gleinalm e Amberg na Áustria.

- O declive longitudinal de um túnel, que influi em como se propaga a fumaça. Quanto maior o declive maior é o fluxo de ar quente ascendente. Além disto, nos túneis compridos com grandes declives acontecem mais avarias e o motor e o sistema de freio de serviço sofrem um maior aquecimento, especialmente no caso de veículos pesados, o que aumenta a probabilidade de uma avaria com incêndio.

A periculosidade aqui calculada destaca não só a probabilidade de que se produzam incidentes, mas também a possibilidade de que sejam envolvidos outros veículos. Ou seja, reflete o risco de se produzir um sinistro e a gravidade das suas conseqüências.

A metodologia prevê que a segurança e o risco potencial sejam considerados juntos na avaliação global final do túnel. A segurança potencial máxima corresponderá a uma pontuação total de 100%. Este resultado é modificado posteriormente para se considerar também os fatores relacionados com o risco potencial do túnel.

A avaliação final do túnel é realizada de acordo com o mostrado a seguir:

- Muito Bom - Pontuação final acima de 90%.
- Bom - entre 80 e 90%.
- Aceitável - entre 70 e 80%.
- Ruim - entre 60 e 70%.
- Muito ruim – abaixo de 60%.

Uma outra metodologia, bastante parecida com a anterior, foi aplicada em 2004 pelo ADAC (Clube Automotivo Alemão) para avaliar os riscos e a segurança em túneis. A seguir mostramos os aspectos mais importantes considerados nessa metodologia.

A metodologia aplicada pelo ADAC estabelece que para a análise da segurança e do risco em túneis é necessário atuar em duas direções: a avaliação das infra-estruturas e a conscientização dos usuários

Para a avaliação global da segurança dos túneis consideram-se os potenciais de segurança e risco.

O potencial de segurança contempla oito aspectos fundamentais:

- Sistema do túnel;
- Iluminação;
- Abastecimento energético;
- Tráfego e o seu controle;
- Comunicação;
- Vias de escape e salvamento;
- Proteção contra incêndios;
- Gestão de emergências.

O potencial de risco avalia o risco que existe de acontecer um acidente dentro do túnel e a gravidade das suas conseqüências. Para isto, considera-se o seguinte:

- Volume anual de tráfego;
- Número de caminhões de grande tonelagem por dia;
- Número de túneis;
- Tipo de circulação (mão única ou dupla);
- Volume de tráfego (veículos por hora e faixa);
- Transporte de materiais perigosos;
- Declive longitudinal máximo do túnel;
- Riscos adicionais (entradas e saídas, cruzamentos,...etc.).

Como já foi dito no capítulo de revisão bibliográfica deste trabalho, na atualidade não existem métodos universalmente aceitos para avaliar os riscos em túneis, mas existem metodologias que podem ser aplicadas com aceitável nível de confiabilidade nos resultados e que permitem a comparação com a situação em outros túneis existentes no mundo.



## 4 - RESULTADOS:

### DEFINIÇÃO DAS CATEGORIAS VEICULARES A ESTUDAR

A categorização dos veículos foi realizada de acordo com o estabelecido na norma brasileira NBR 10966 (anterior MB 1253) e considerando também o estabelecido na ECE-R13.

Assim ficaram definidas as categorias e subcategorias de veículos comerciais a se considerar e que são mostradas na Tabela 31.

TABELA 31 – Categorias e Subcategorias de veículos comerciais a serem consideradas no estudo.

Categorias	Subcategorias
M - Veículo rodoviário automotor de passageiros e uso misto, com pelo menos quatro rodas, ou três rodas, e com peso máximo total maior do que 9,8 kN (1tf).	M2 - Veículo tendo mais de 8 lugares, além do lugar do condutor, e com peso total máximo menor ou igual a 49 kN (5,0 tf). Geralmente Microônibus e Vans.
	M3 - Veículo tendo mais de 8 lugares, além do lugar do condutor, e com peso total máximo maior do que 49 kN (5,0 tf). Geralmente ônibus.
N - Veículo rodoviário automotor de transporte de carga, com pelo menos quatro rodas, ou três rodas, e com peso máximo total maior do que 9,8 kN (1tf).	N2 - Veículo tendo peso total máximo maior do que 34,3 kN (3,5 tf) e menor ou igual a 117,7 kN (12 tf).
	N3 - Veículo tendo peso total máximo maior do que 117,7 kN (12 tf).

O - Veículo rodoviário rebocado.	O3 - Veículo com peso total máximo maior do que 34,3 kN (3,5 tf) e menor ou igual a 98 kN (10tf).
	O4 - Veículo com peso total máximo maior do que 98 kN (10tf).

## RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES EM COMPUTADOR.

Foram executadas simulações da descida de diferentes configurações veiculares com o objetivo de se prever, antes dos testes reais, o comportamento provável dos veículos. As simulações foram também realizadas porque alguns efeitos transitórios e a estabilidade direcional, avaliada pelo nível de aderência utilizada nos pneumáticos durante a descida, são difíceis de serem avaliadas nos testes de pista, como indicado na Figura 16.

Através da simulação é também possível se tomar algumas decisões prévias relacionadas com o equipamento e a instrumentação necessárias para os testes com os veículos na rodovia.

Uma dificuldade adicional, para se realizar a simulação, adveio do fato de que as Montadoras não tinham disponíveis as curvas da potência de retardo do motor no(s) eixo(s) motriz(es) do veículo (Nm, representado simbolicamente na Figura 6). Estas curvas são obtidas normalmente em testes laboratoriais com dinamômetro, em um processo oneroso e demorado. Não havia também disponível as curvas de nível da potência dissipada para o meio ambiente com a temperatura pelos freios, dependendo da velocidade do veículo (Nf, representado simbolicamente na Figura 7). Sem estas duas informações (curvas) não é possível simular totalmente o veículo em movimento no declive, fazendo-se o balanço energético da equação 16, representado graficamente na Figura 5. Este fato norteou a metodologia utilizada nas simulações que foram realizadas e que serão mostradas a seguir neste texto em dois blocos, deixando-se praticamente o estudo do balanço energético para ser realizado durante os testes na rodovia, conforme o mostrado na Figura 16.

Simulações foram realizadas com os veículos atendendo aos requisitos da ECE R13 (tipo II-A) e NBR 10967 para o ensaio funcional em declive tipo III (segundo bloco de resultados).

A seguir serão mostrados os resultados obtidos nas simulações com várias categorias de veículos. As simulações foram divididas em dois blocos, como já dito anteriormente, definidos a seguir: resultados das simulações de aderência utilizada e resultados das simulações com a introdução dos requisitos exigidos no ensaio funcional em declive das normas ECE R13 (tipo II-A) e NBR 10967 (tipo III). Mostram-se em geral gráficos da aderência utilizada no eixo de tração, forças verticais nas rodas, potência dissipada no freio motor e retardador, velocidade e espaço em função do tempo e potência dissipada pelas forças de resistência ao rolamento. O tempo adotado no primeiro bloco foi de 10 ou 5 segundos para a simulação e de 1 minuto no segundo bloco, iniciando já com o veículo descendo em regime permanente, com as variáveis de movimento estabilizadas. Este processo se repete continuamente ao longo do tempo de descida, estimada entre 12 a 18 minutos (para 12 km de extensão), dependendo da velocidade do veículo.

#### RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DE ADERÊNCIA UTILIZADA (BLOCO 1).

##### Simulação de um veículo médio.

##### **Micro ônibus de 6 Toneladas (VOLARE A6):**

O veículo desce a rampa de 6,5 % com velocidade constante de 60 km/h com a ação de retardo do motor necessária para estabilizar a velocidade do veículo (ver Figura 52).

Na Figura 53 pode-se ver as forças verticais na rodas do lado esquerdo do veículo, eixo dianteiro e traseiro respectivamente. A soma das forças verticais nas rodas mostra que o veículo está em peso total máximo (58.898 N = 6.003 kg). Estes valores estão próximos dos observados na pesagem do Volares A6 (6.010 kg).

Para a simulação foram utilizados:

Coefficiente de resistência ao rolamento de 0,01.

Força de resistência ao rolamento calculada por  $R_r = f \cdot P_v$ .

Força de resistência do ar desprezada.

Eficiência da transmissão de 0,9.

Massa suspensa de 5.510 kg.

Massa suspensa do eixo dianteiro de 200 kg.

Massa suspensa do eixo traseiro de 300 kg.

Demais valores na tabela do veículo.

A Figura 54 mostra a rotação do motor obtida na simulação durante a descida do veículo na rampa de 6,5%. O veículo desce a rampa em terceira marcha, com uma rotação do motor observada na pista de 3.680 rpm.

Na Figura 55 mostra-se a potência dissipada no motor quando o veículo desce a rampa de 6,5%. O fator de retenção ou retardo, que é a relação da potência máxima indicada do motor pela potência dissipada na descida no próprio motor, é de 50% aproximadamente (128/64).

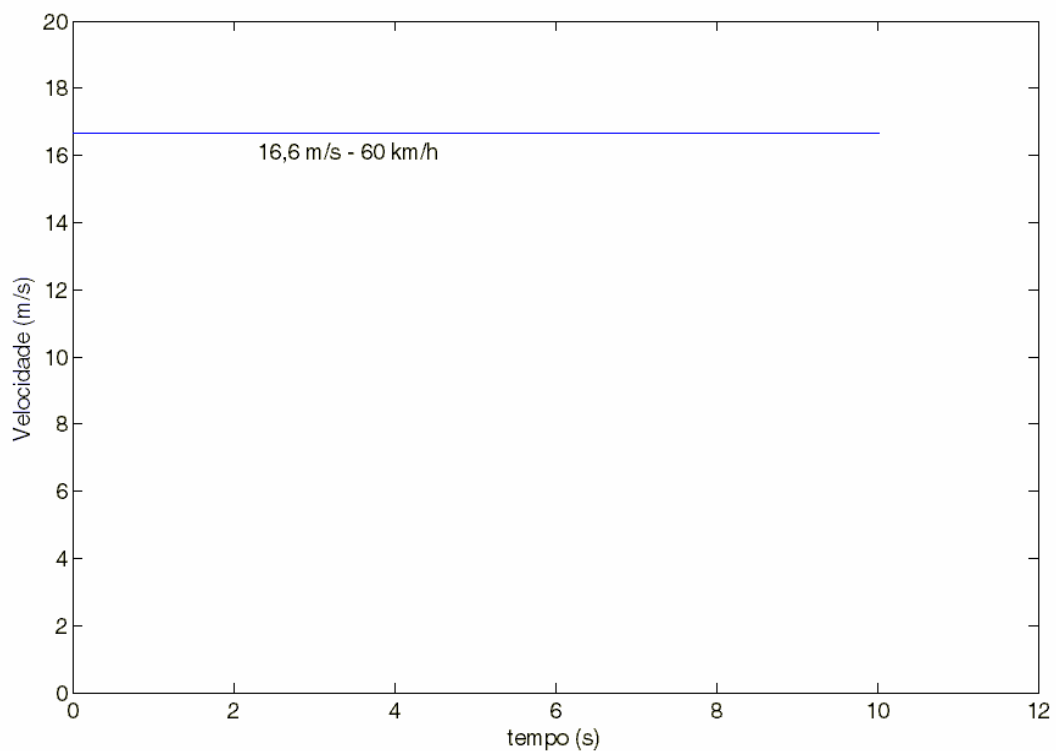


FIGURA 52 – Micro-ônibus descendo a 60 Km/h com a ação de retardo proporcionada pelo freio motor para estabilizar a velocidade de descida.

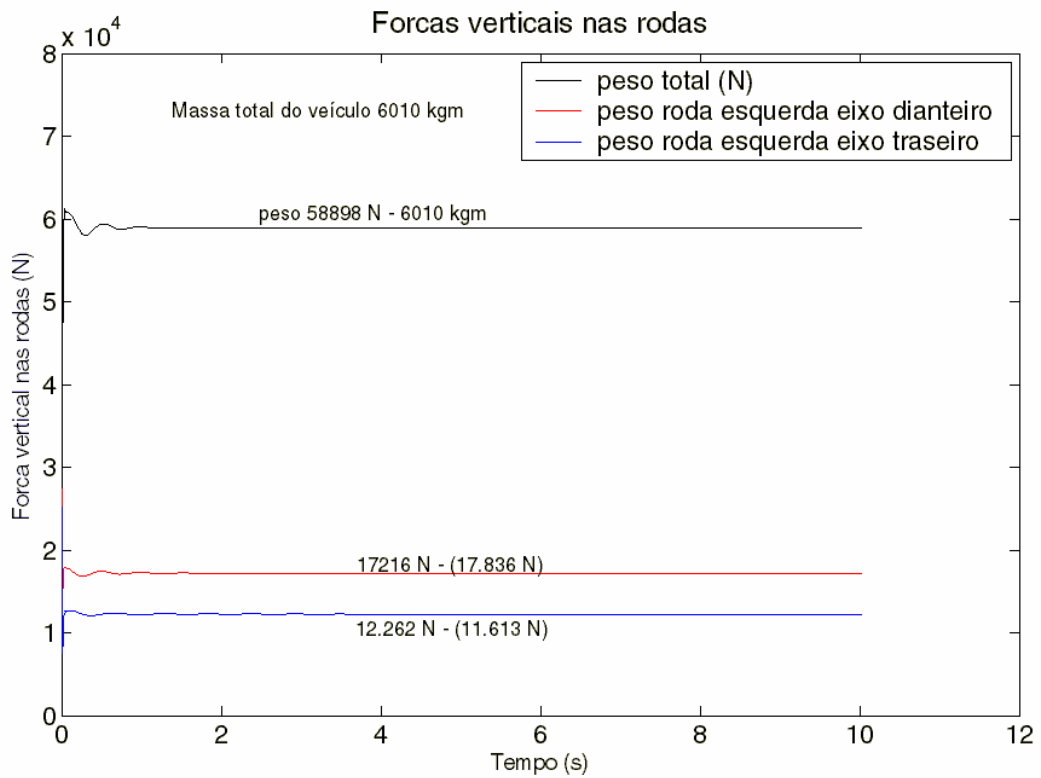


FIGURA 53 – Forças verticais nas rodas do lado esquerdo do Micro-ônibus.

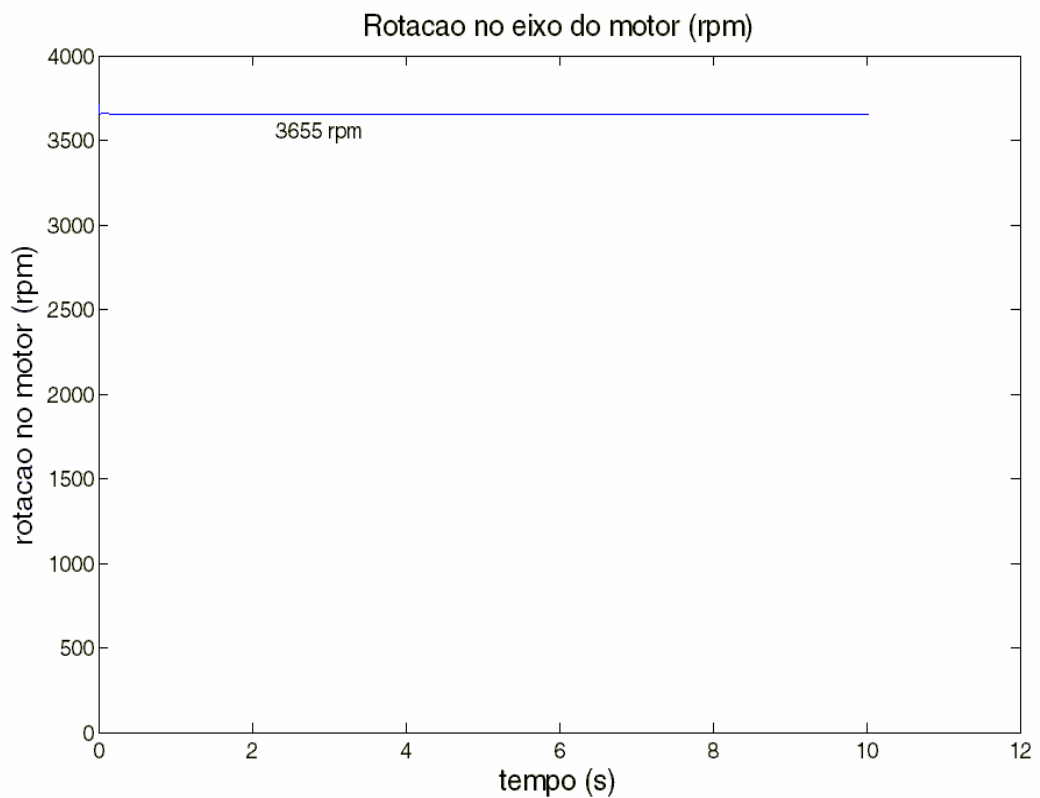


FIGURA 54 – Rotação do motor (descida do Micro-ônibus em terceira marcha).

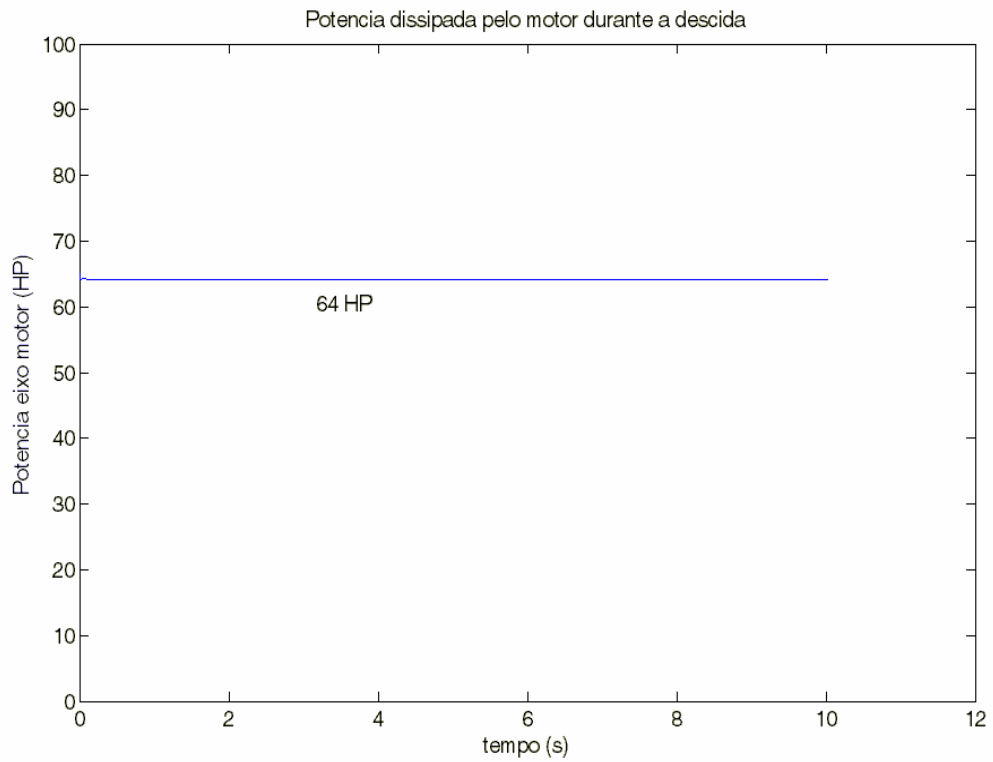


FIGURA 55 – Potência dissipada no motor durante a descida do Micro-ônibus.

Potência dissipada na resistência ao rolamento de aproximadamente 8 HP.

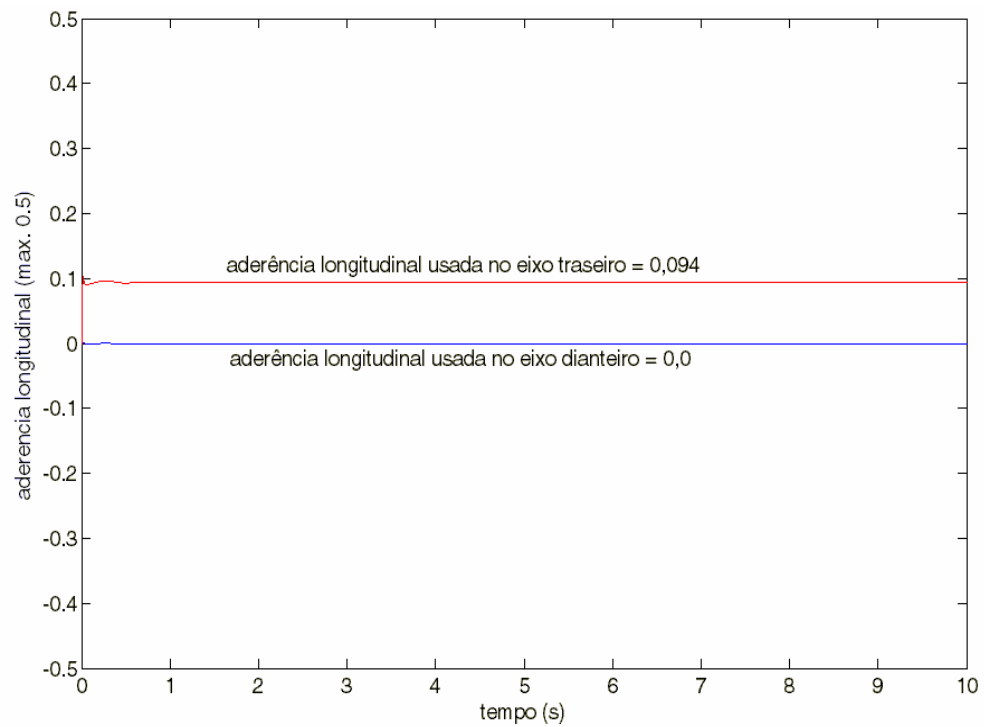


FIGURA 56 – Aderência utilizada no eixo traseiro do Micro-ônibus.

Na Figura 56 pode-se observar que a aderência utilizada no eixo traseiro, que retém o veículo através da ação de retardo do motor, é de (0,094), tendo como limite superior estimado de (0,6), conforme literatura e experiência do Grupo de Estudo. Isto mostra que existe aderência disponível no eixo traseiro para possíveis mudanças de direção ou manobras evasivas, bem como para o controle de velocidade através do freio de serviço no trânsito.

Na Figura 57 mostra-se o escorregamento parcial dos pneus (slip ratio) no eixo traseiro de 1,57%, tendo como valor limite estimado 20%, conforme literatura e experiência do Grupo de Estudo.

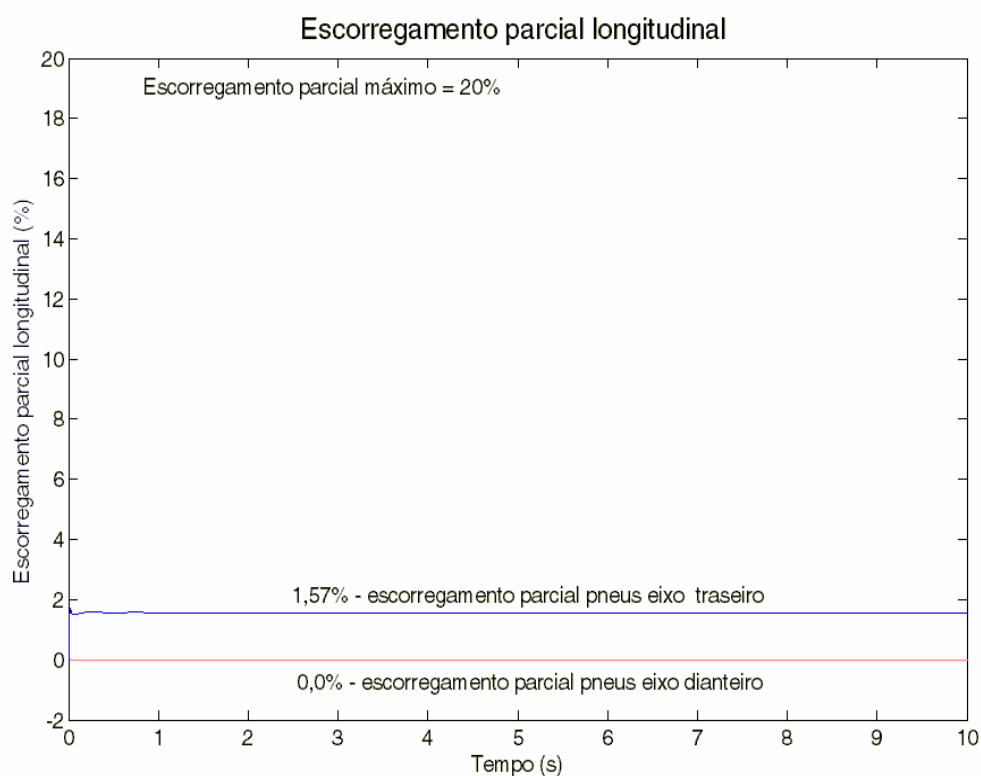


FIGURA 57 - Escorregamento parcial longitudinal dos pneus no eixo traseiro do Micro-ônibus.

Todas as dimensões do veículo e as grandezas físicas que caracterizam os seus sistemas, já citadas anteriormente neste texto e necessárias para a simulação do veículo, foram fornecidas pelo fabricante ou estimadas. As estimadas não interferem significativamente no resultado final da simulação.

#### Simulação de veículo pesado.

**I - Rodotrem com PBTC de 76 Toneladas (cavalo mecânico 6 x 4):**

Pode-se ver na Figura 58 a velocidade do veículo combinado descendo o declive de 6,5% a 40 km/h. A ação de retardo do freio motor foi aplicada com a intensidade necessária para manter a velocidade estabilizada no declive a 40 km/h durante a simulação.

Valores utilizados na simulação:

Massa do rodotrem 76.000 kg (745.560 N).

Peso no cavalo mecânico 225.630 N.

Coefficiente de resistência ao rolamento 0,01.

Resistência do ar desprezada.

Mostra-se na Figura 59 as forças normais nos pneus do cavalo mecânico (com um pequeno efeito de transferência de força do eixo traseiro para o dianteiro devido à distância entre o centro de gravidade e o centro de arfagem da suspensão “pitch center”).

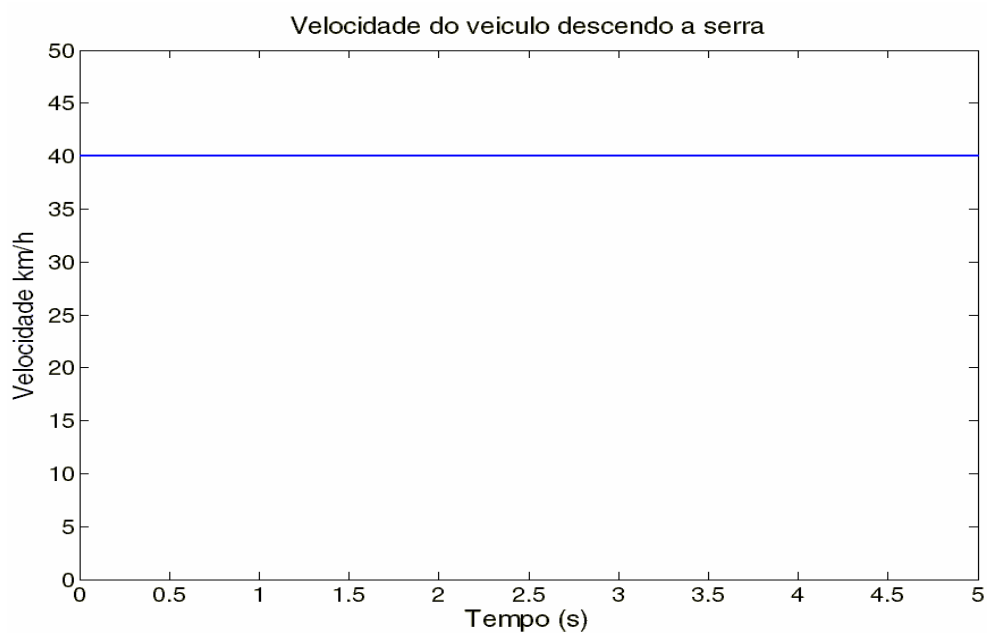


FIGURA 58 - Rodotrem descendo a rampa com velocidade constante de 40 km/h



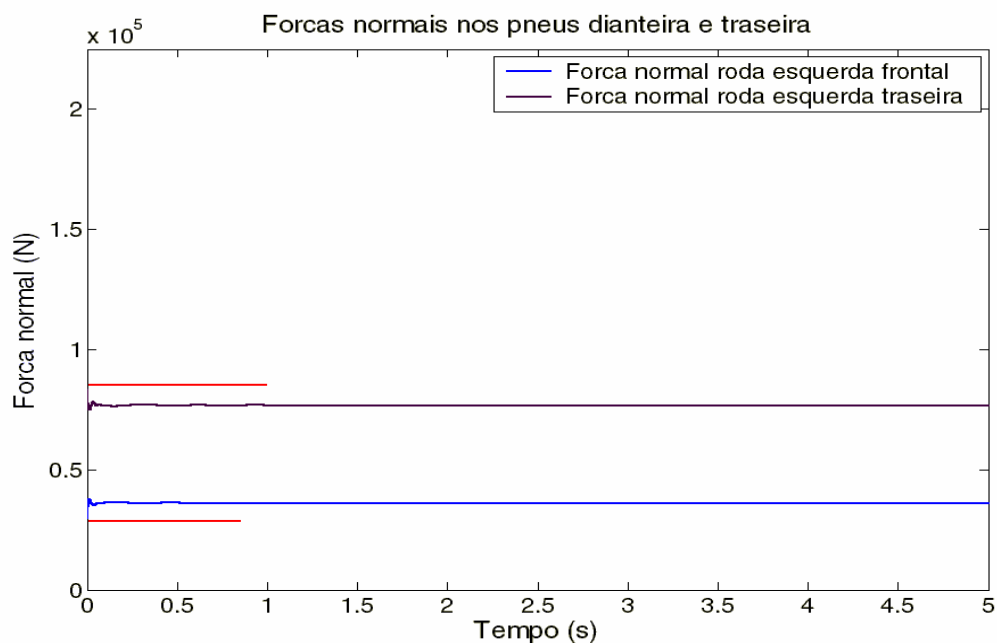


FIGURA 59 – Forças normais nos pneus do Cavallo Mecânico do Rodotrem. A diferença entre as linhas em vermelho e as demais mostra a pequena influência dada pela posição estimada do centro de arfagem.

Pode-se ver na Figura 60 que 0,3 é o coeficiente de aderência aproximado utilizado pelos pneus dos eixos traseiros do cavalo mecânico 6x4. Estima-se entre 0,5 e 0,65 o valor máximo do coeficiente de adesão entre pneu e pavimento (pista de concreto em boas condições de uso), para este tipo de veículo, através da literatura e da experiência do Grupo de Estudo. Adotou-se no gráfico o valor mínimo da faixa (pista molhada).

A potência estimada dissipada no motor e no radiador durante a descida com uma eficiência da transmissão utilizada de 95 % é mostrada na Figura 61.

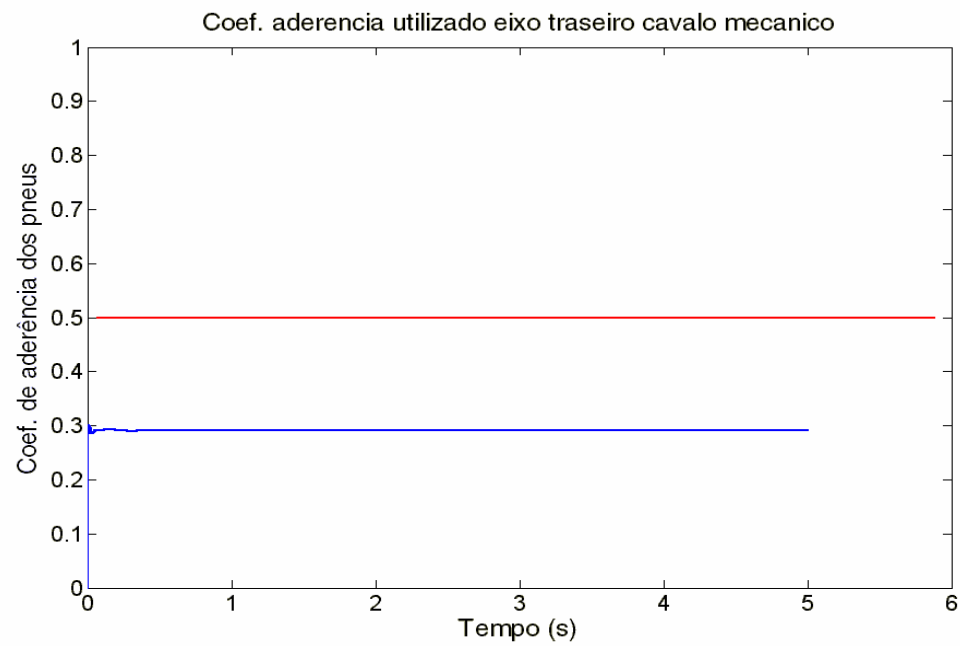


FIGURA 60 – Coeficiente de aderência utilizado pelos pneus dos eixos traseiros do cavalo mecânico do Rodotrem ( $\approx 0,3$ ).

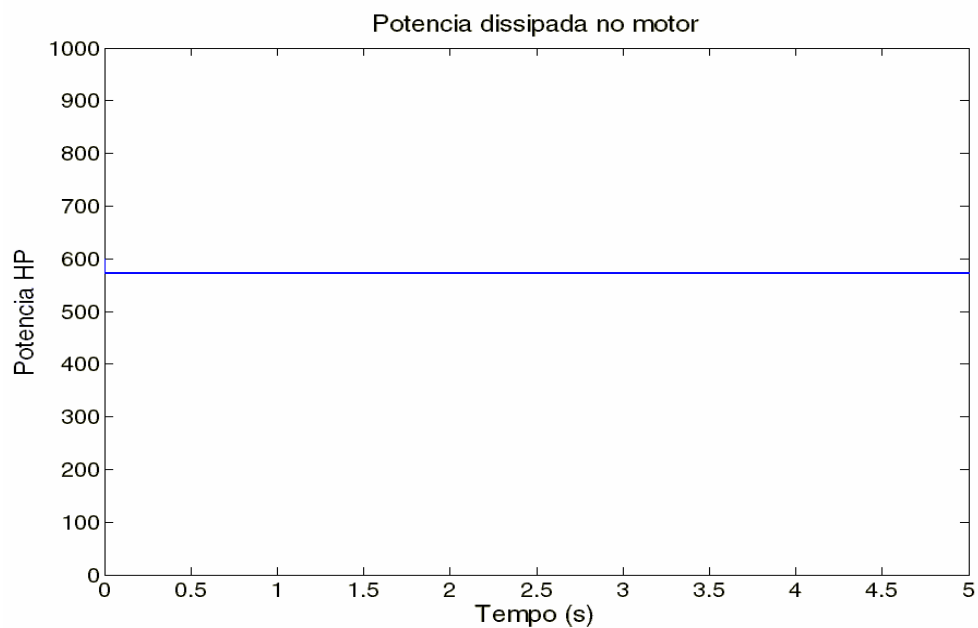


FIGURA 61 - Potência estimada dissipada no motor ( $\approx 580$  HP) e no radiador durante a descida do Rodotrem (para uma eficiência da transmissão utilizada de 95 %).

Nestas condições, com coeficiente de resistência ao rolamento de 0,01 a potência consumida pela força de resistência ao rolamento dos pneumáticos é de aproximadamente 110 HP.

A Figura 61 mostra uma potência elevada. Se o motor e seus acessórios não conseguirem dissipar esta energia no radiador, será necessário o uso de um retardador hidráulico, eletromagnético ou de outro tipo.

II – **Bitrem com PBTC de 57 Toneladas (cavalo mecânico 6 x 4):**

Massa do veículo combinado, 57.000 kg (559.170 N).

Peso no cavalo mecânico 23.000 kgf ou 225.630 N.

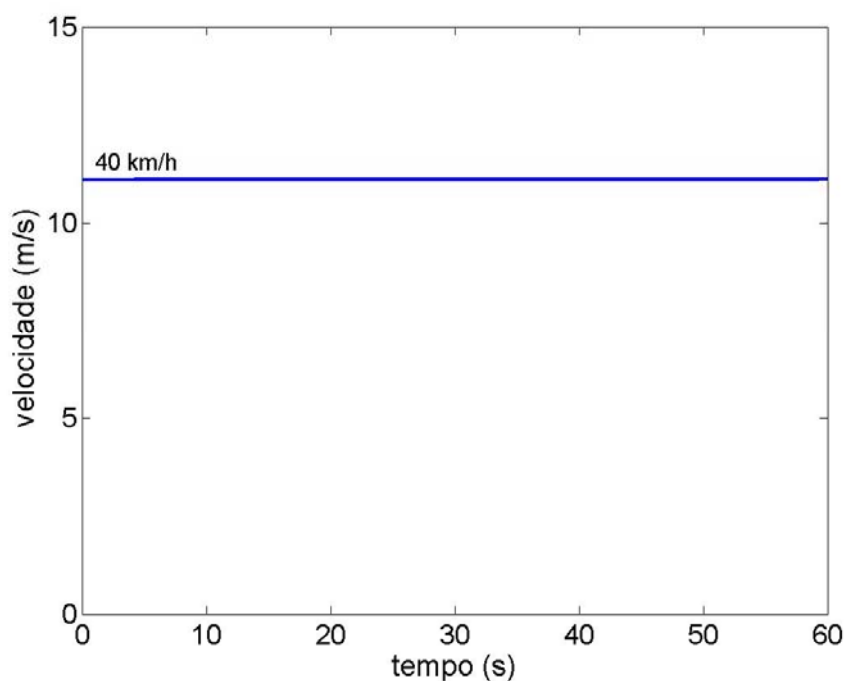


FIGURA 62 – Bitrem descendo com velocidade constante de 40 km/h. Ação de retardo do motor para manter a velocidade constante na descida.

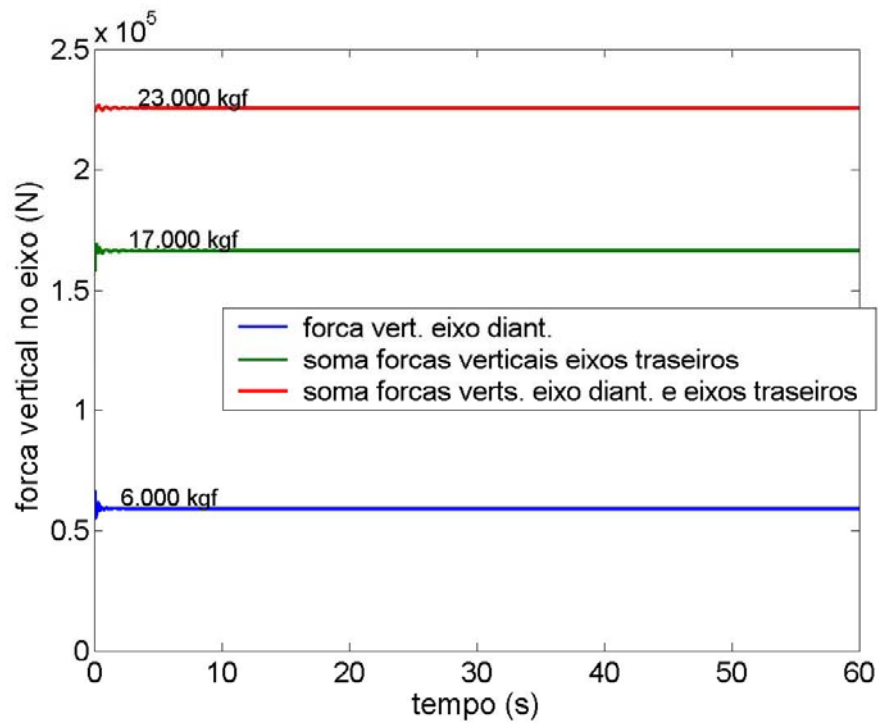


FIGURA 63 - Forças normais nos eixos do bitrem

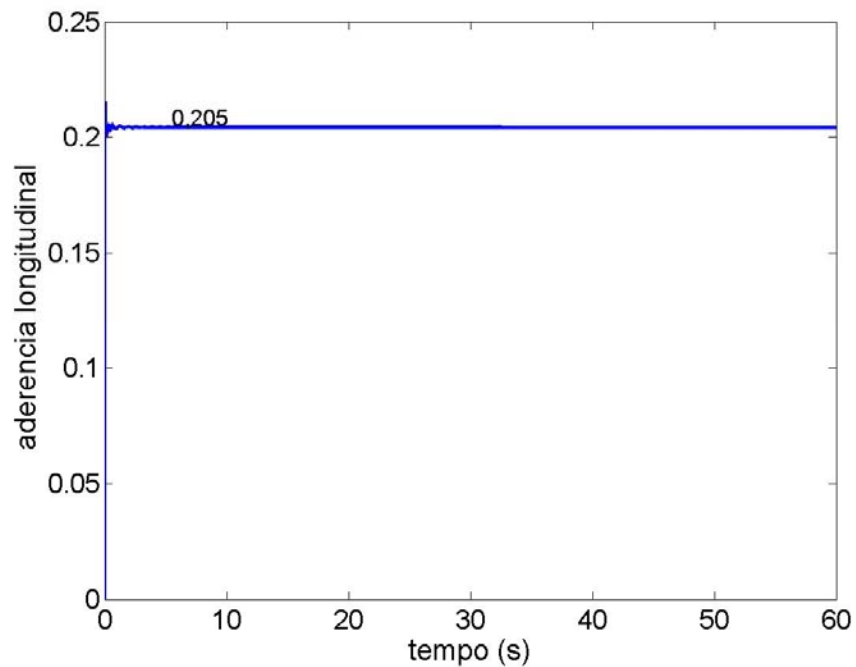


FIGURA 64 - Coeficiente de aderência utilizado nos eixos de tração do cavalo mecânico do bitrem.

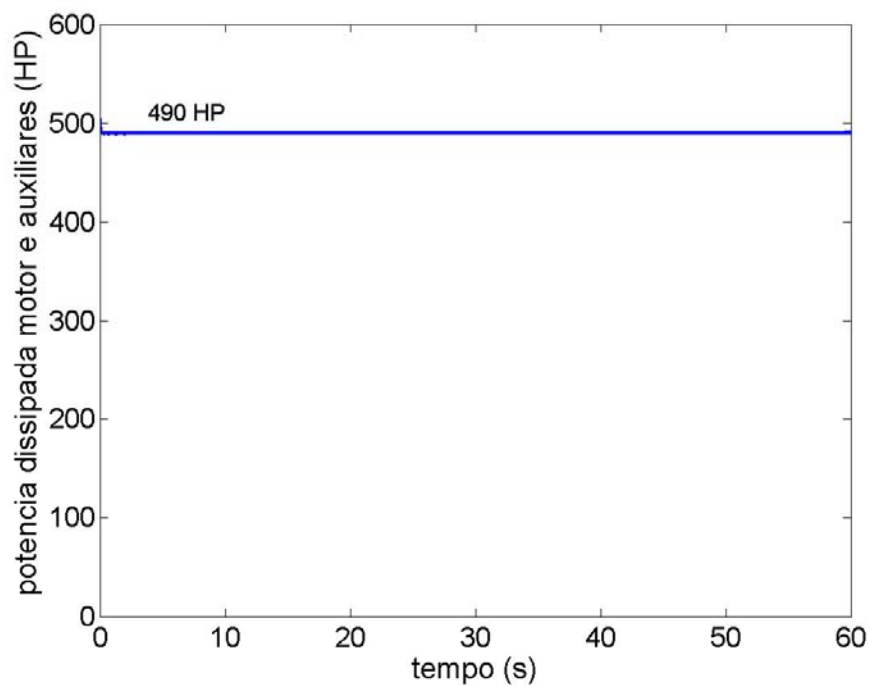


FIGURA 65 - Potência dissipada no motor e nos pneumáticos. Eficiência da transmissão de 90%.

Nestas condições, com coeficiente de resistência ao rolamento de 0,01 a potência consumida pela força de resistência ao rolamento nos pneumáticos é de aproximadamente 84 HP.

III – Ônibus 6 x 2 com PBT de 20090 kg

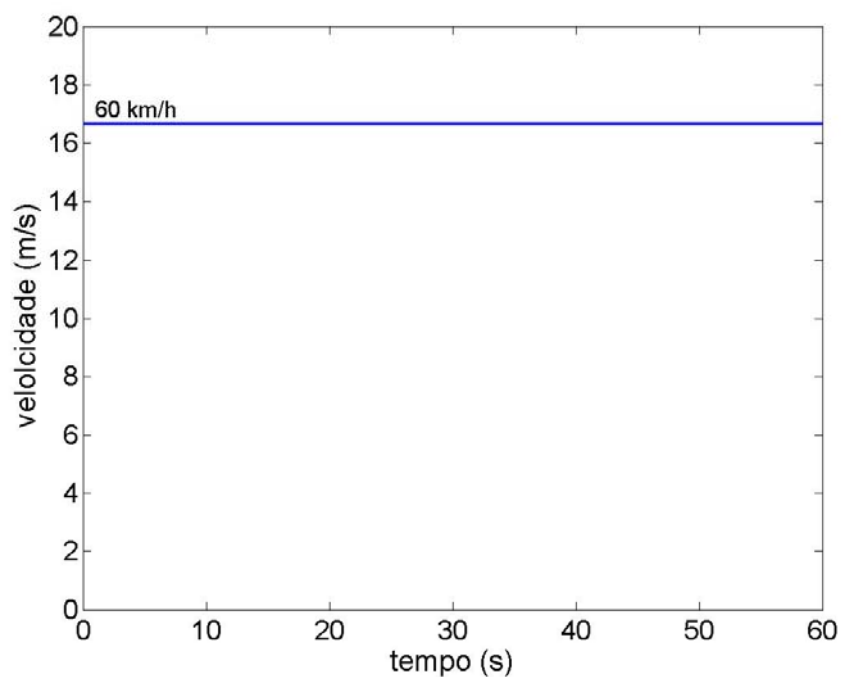


FIGURA 66 – Ônibus descendo com velocidade constante de 60 km/h

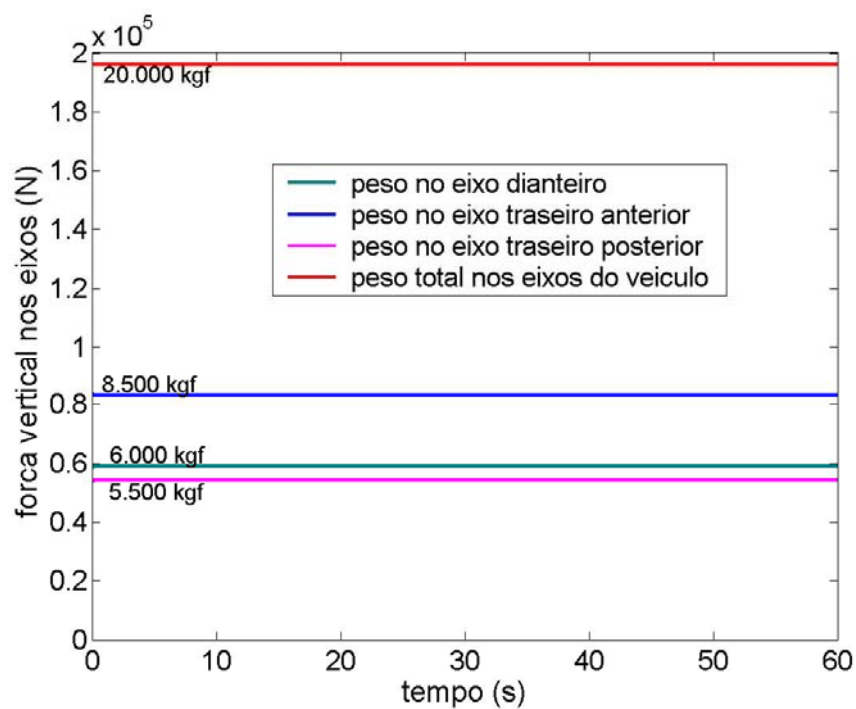


FIGURA 67 - Forças normais nos eixos do ônibus

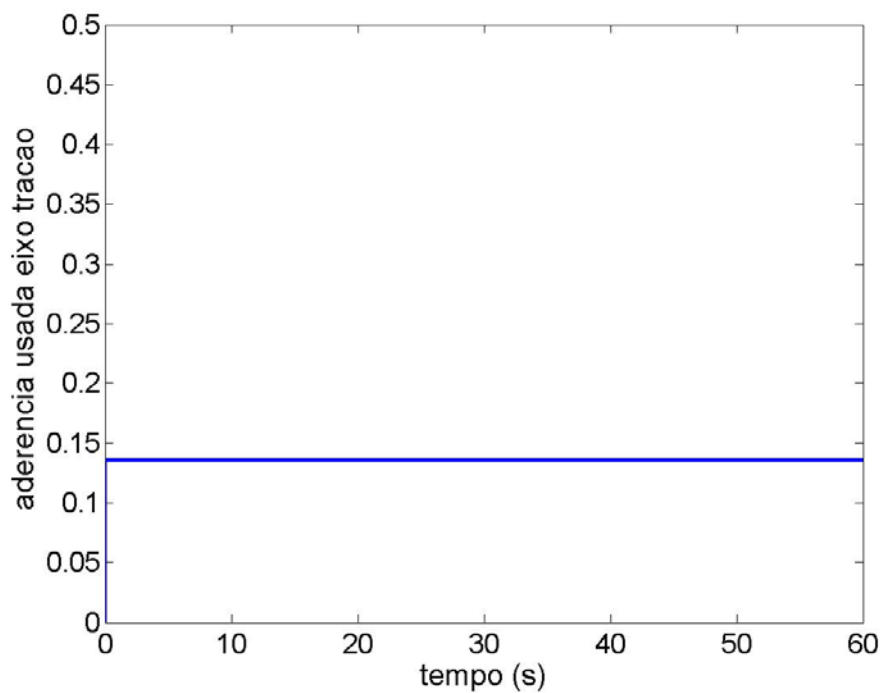
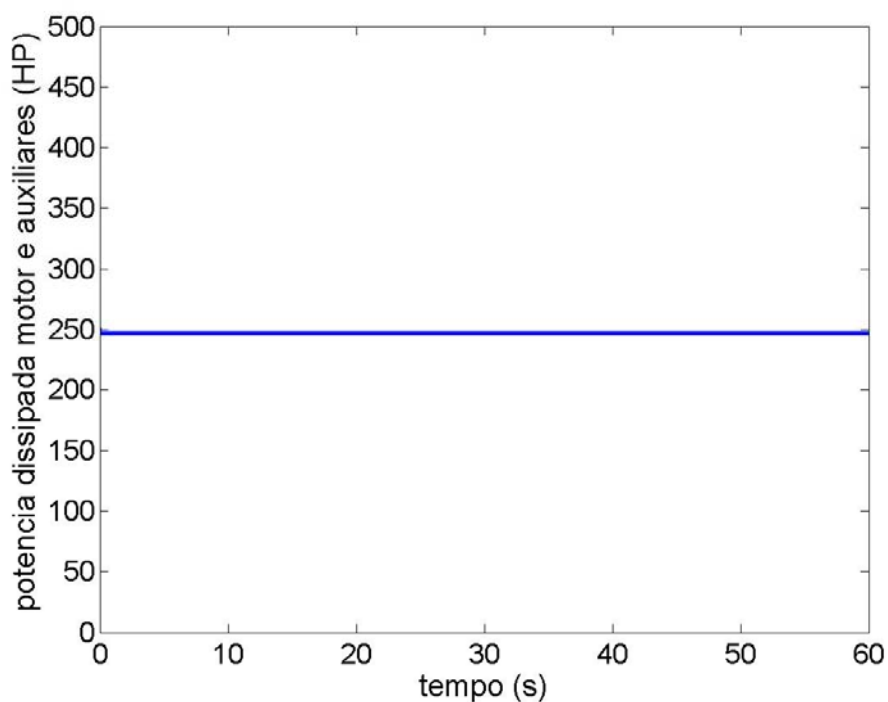


FIGURA 68 - Coeficiente de aderência utilizado (eixo tração do ônibus).

FIGURA 69 - Potência dissipada no motor e auxiliares durante a descida do ônibus.  
Aproximadamente 250 HP. Rendimento da transmissão de 100%.

Nestas condições, com coeficiente de resistência ao rolamento de 0,01 a potência consumida pela força de resistência ao rolamento nos pneumáticos é de aproximadamente 44 HP.

#### RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES COM OS REQUISITOS DA NORMA (BLOCO 2).

Segundo os requisitos da norma proposta, foram simulados três veículos pesados, duas CVC's, compostas por cavalos mecânicos 6 x 4 da categoria N3 e reboques da categoria O4, e um ônibus 6 x 2 da categoria M3. Os resultados obtidos são os seguintes:

##### **I - Rodotrem com PBTC de 75750 Kg.**

Simulou-se o rodotrem, inicialmente a 40 km/h (11,11 m/s), descendo um declive de 6,5%, com a ação de frenagem do motor isolado de  $0,55 \text{ m/s}^2$ .

A ação de retardo no veículo, como resultado da resistência ao rolamento dos pneumáticos, é assumida como sendo igual a  $0,0981 \text{ m/s}^2$ . O coeficiente de resistência ao rolamento correspondente adotado na simulação é de 0,01.

Somando-se a ação de retardo do motor isolado e a ação de retardo devido aos pneumáticos obteríamos uma desaceleração total de  $0,6481 \text{ m/s}^2$ , que é maior que a aceleração que sofre o veículo produto do declive (igual a  $0,636307 \text{ m/s}^2$ ). Desta forma, teremos como resultante, uma desaceleração de  $0,0118 \text{ m/s}^2$ , que permite manter a velocidade de descida do veículo praticamente constante sem utilizar os freios de serviço.

A resistência do ar é desprezada e os atritos nos mecanismos da transmissão são somados à ação de retardo do motor, o que está a favor da segurança.

Nas Figuras 70, 71, 72 e 73 mostram-se os gráficos do comportamento da velocidade e o espaço percorrido em função do tempo, e os gráficos da potência dissipada pelo freio motor no(s) eixo(s) motriz(es) e da potência dissipada pela força de resistência ao rolamento nos pneumáticos.



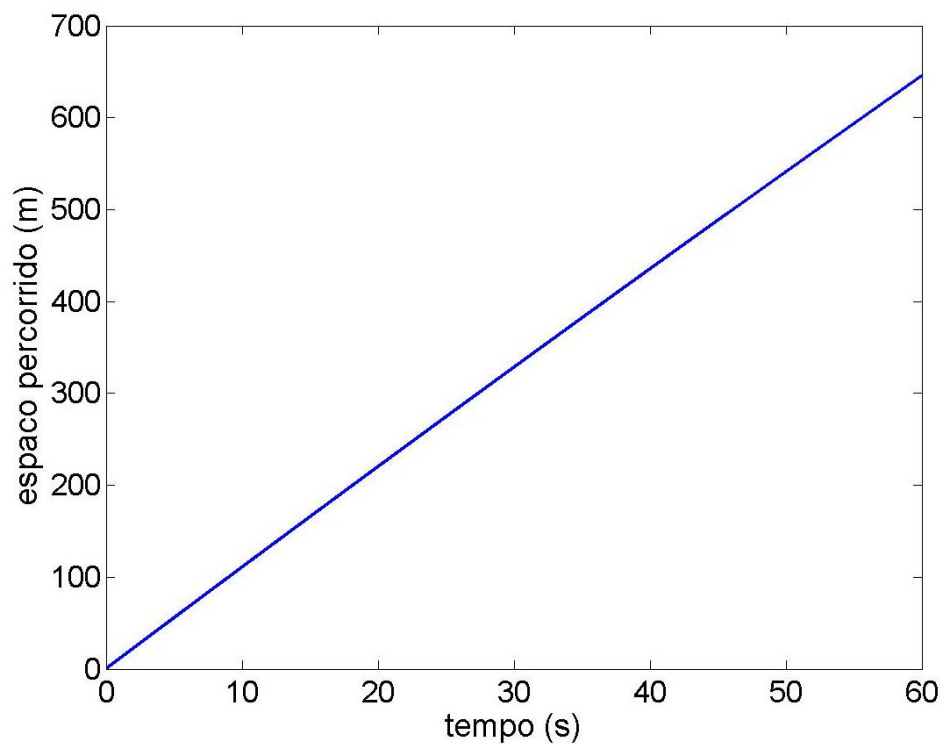


FIGURA 70 – Espaço percorrido pelo Rodotrem em função do tempo

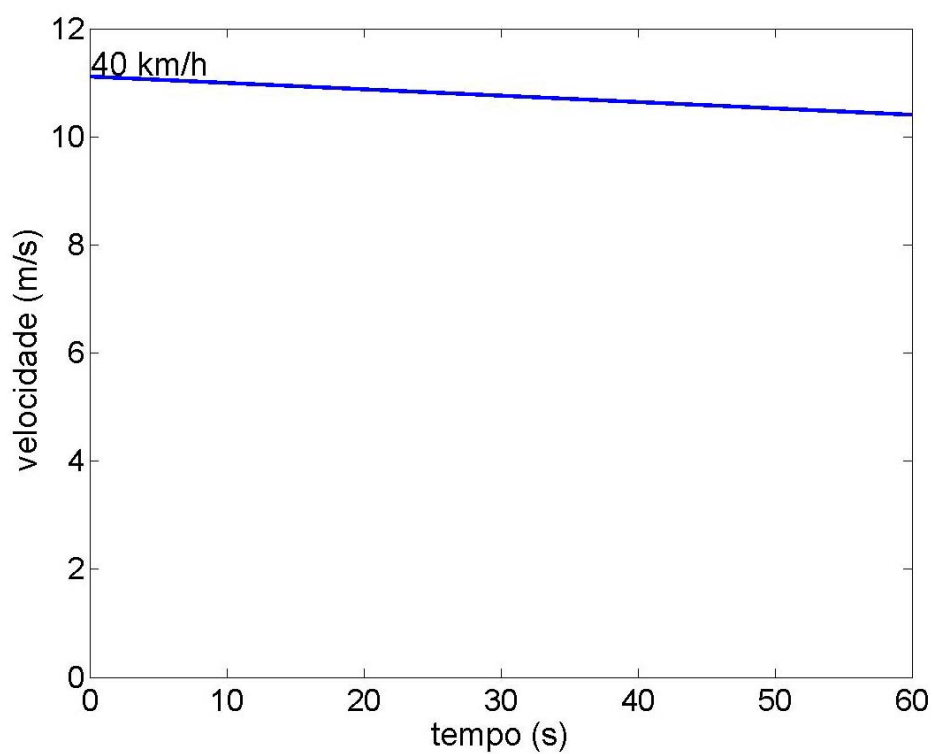


FIGURA 71 – Velocidade de descida do Rodotrem em função do tempo

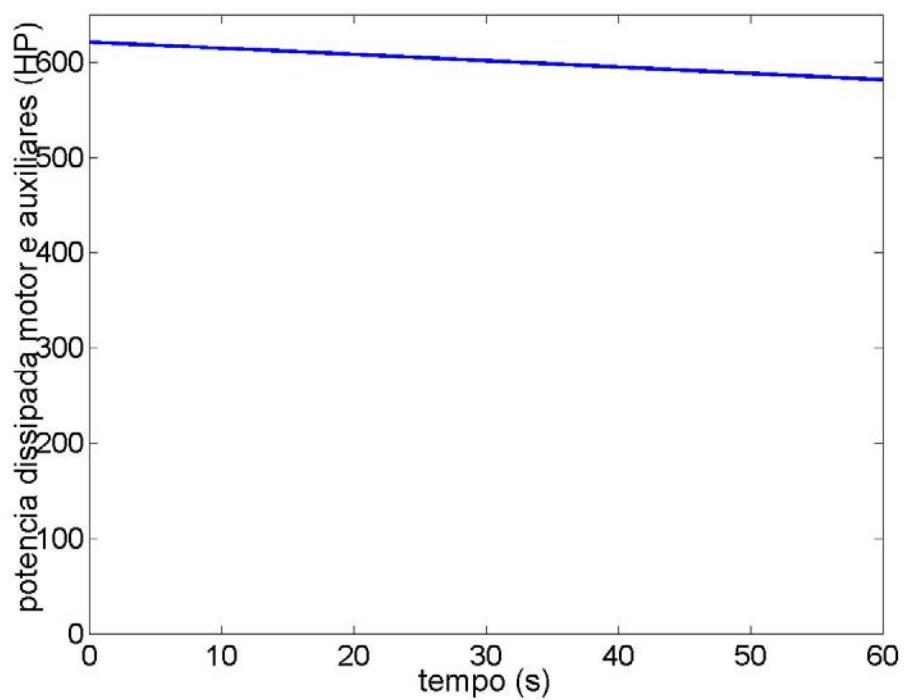


FIGURA 72 – Potência dissipada pelo motor nos eixos motrizes (cavalo 6 x 4).

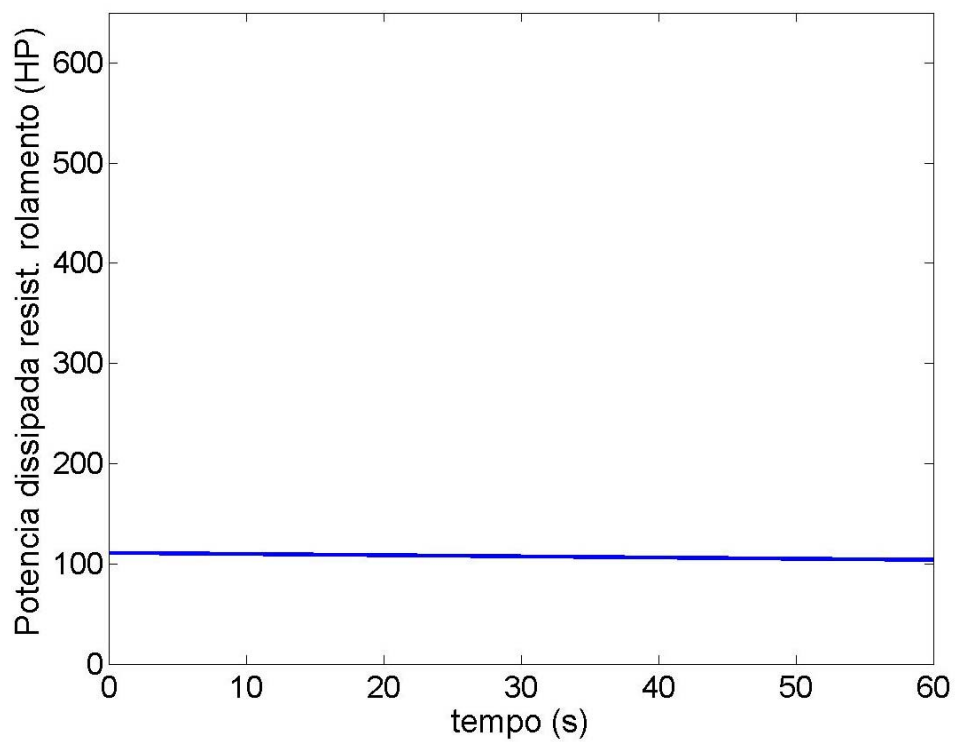


FIGURA 73 – Potência dissipada pelas forças  $R_r$  no Rodotrem x tempo em segundos.

II - Bitrem com PBTC de 57000 kg (com as mesmas considerações feitas para o rodotrem) com os seguintes resultados:

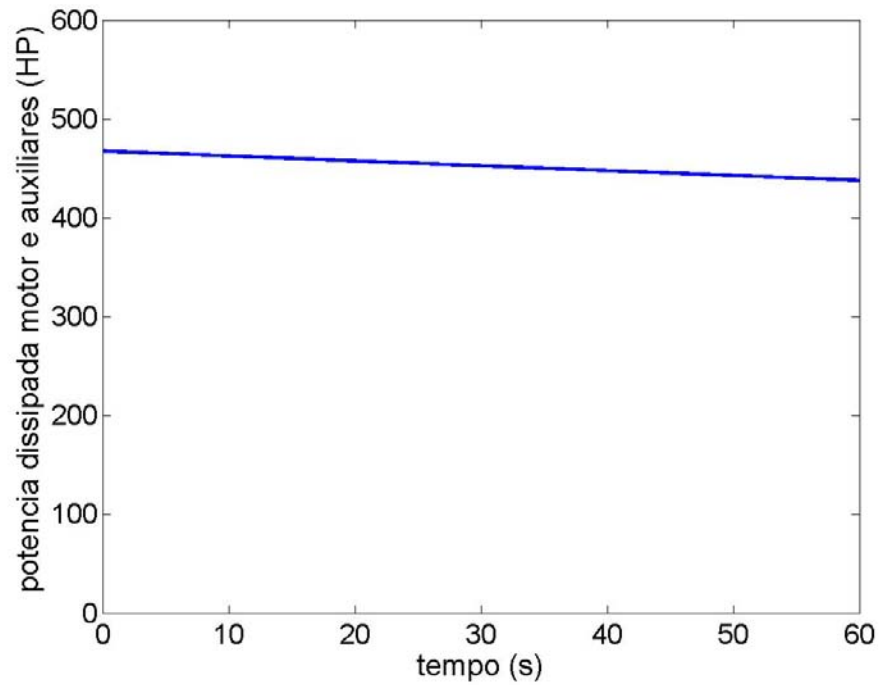


FIGURA 74 - Potência dissipada pelo motor nos eixos motrizes do Bitrem x tempo

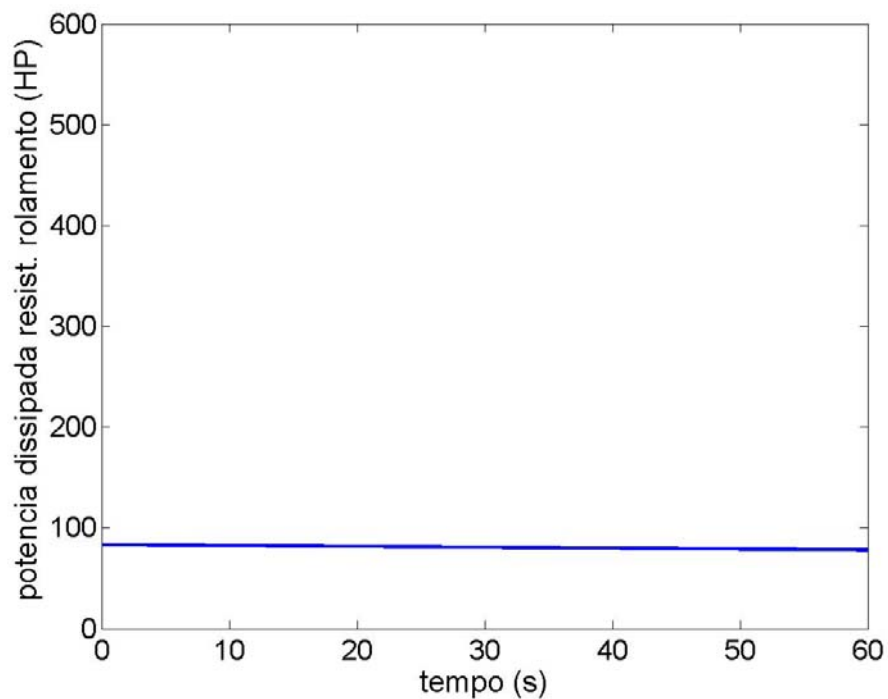


FIGURA 75 - Potência dissipada pelas forças Rr do Bitrem x tempo em segundos.

As Figuras 74 e 75 mostram respectivamente a potência dissipada pelo motor e a potência dissipada pela força total de resistência ao rolamento dos pneumáticos.

Os gráficos do espaço e da velocidade em função do tempo não são apresentados para o caso do bitrem porque são iguais aos gráficos destas mesmas variáveis para o caso do rodotrem (ver Figuras 70 e 71).

### III - Ônibus 6 x 2 com PBT igual a 20090 kg.

Simulou-se o ônibus, inicialmente a 60 km/h (11,11 m/s), descendo um declive de 6,5%, com a ação de frenagem do motor isolado de  $0,60 \text{ m/s}^2$  no eixo motriz.

A ação de retardo no veículo, como resultado da resistência ao rolamento dos pneumáticos, é assumida como sendo igual a  $0,0981 \text{ m/s}^2$ . O coeficiente de resistência ao rolamento correspondente adotado na simulação é de 0,01.

A resistência do ar é desprezada. A soma da ação de retardo isolado do motor no eixo motriz e a ação de retardo da resistência ao rolamento dos pneumáticos é maior que a aceleração proporcionada pelo declive, com um fator de segurança maior que os usados nos caminhões (pneumáticos utilizados em ônibus rodoviários podem ter um coeficiente de resistência ao rolamento menor do que os observados em caminhões).

As Figuras 76, 77, 78 e 79 mostram respectivamente o espaço percorrido, a velocidade, a potência dissipada pelo motor, a potência dissipada pela força total de resistência ao rolamento dos pneumáticos.

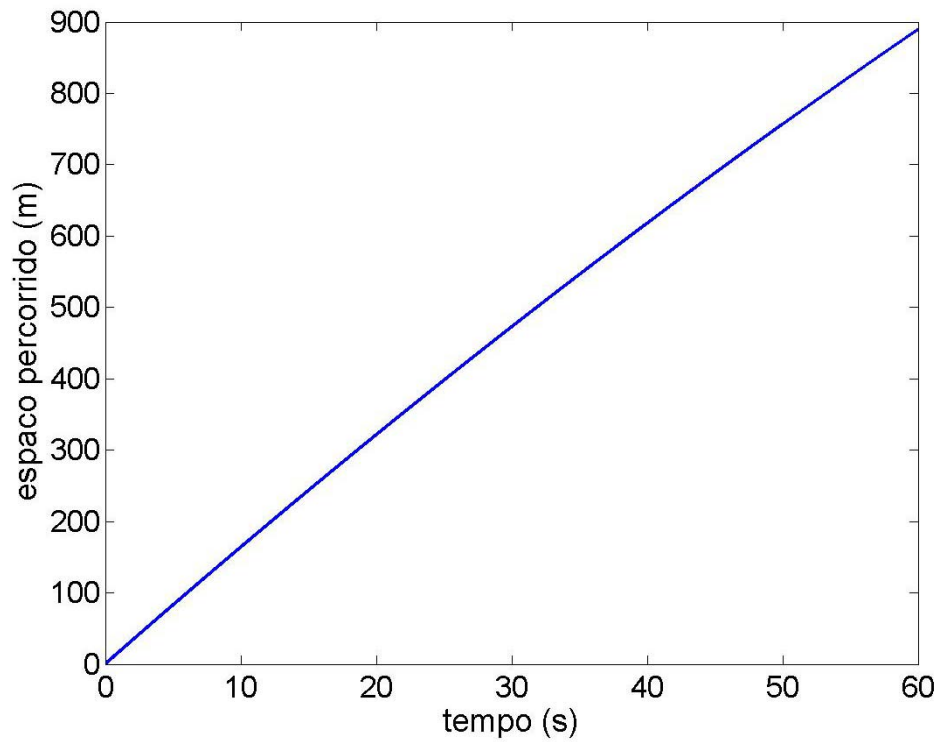


FIGURA 76 - Espaço percorrido pelo Ônibus 6 x 2 em função do tempo

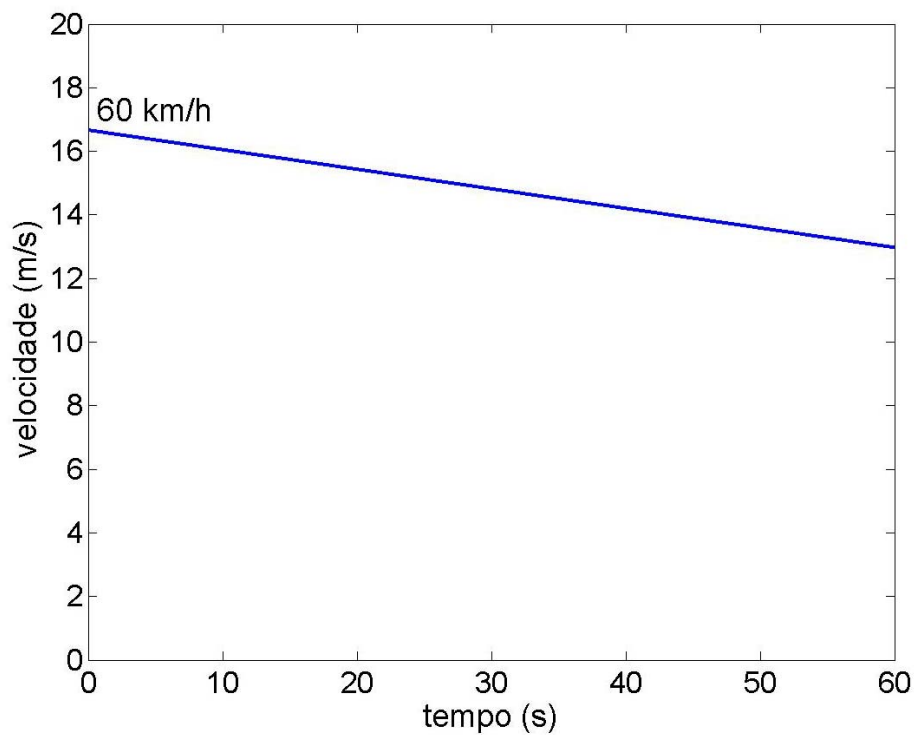


FIGURA 77 - Velocidade de descida do Ônibus 6 x 2 x tempo em segundos.

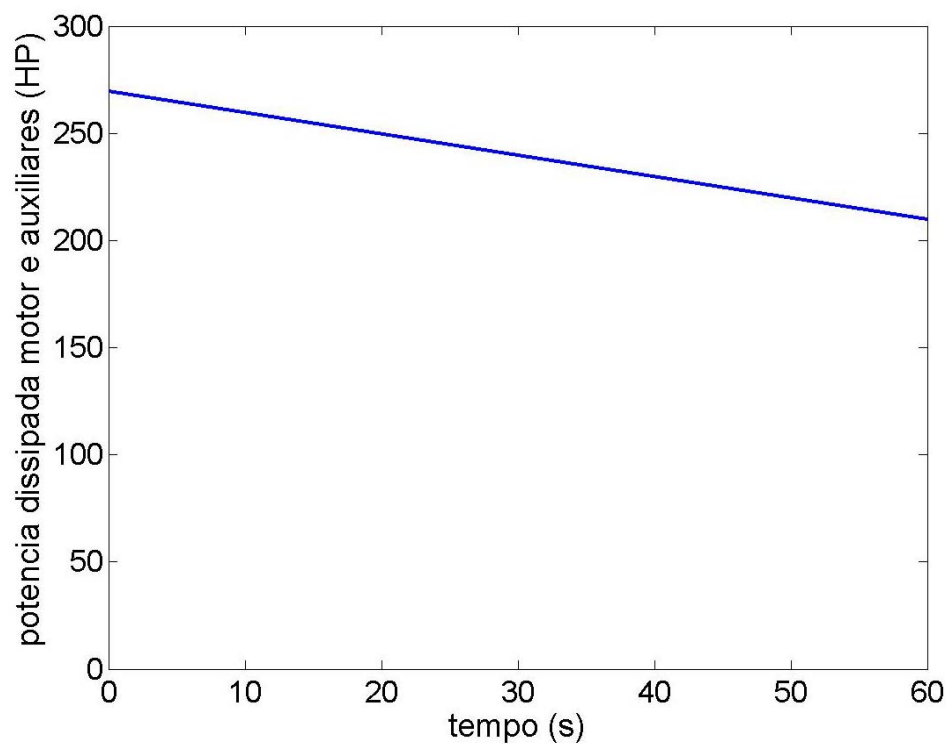


FIGURA 78 - Potencia dissipada pelo motor isolado no eixo motriz x tempo em segundos.

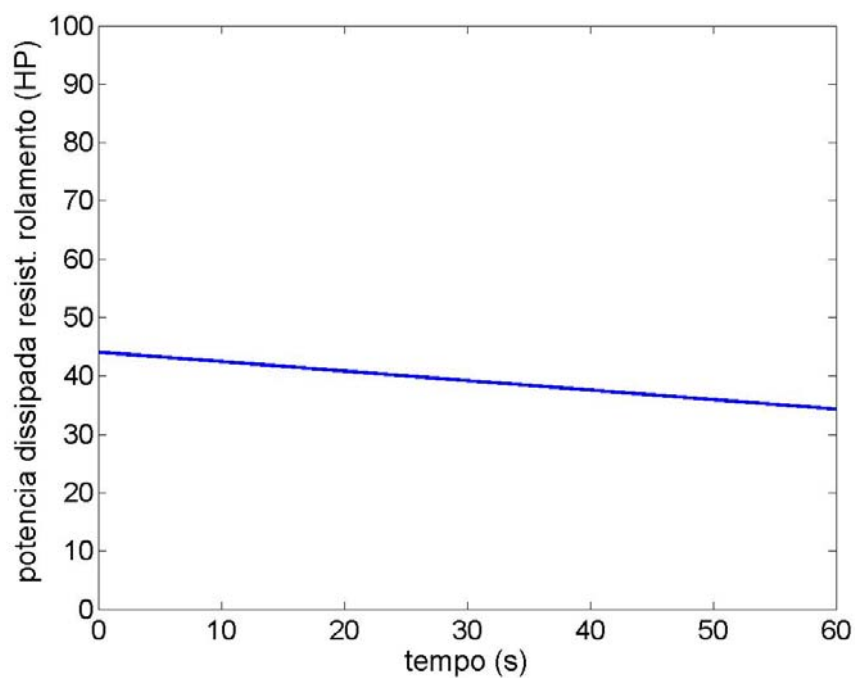


FIGURA 79 - Potência dissipada pelas forças  $R_r$  do Ônibus 6 x 2 x tempo

## RESULTADOS DOS ENSAIOS DE PISTA.

Um significativo número de testes na rodovia foi realizado entre junho e outubro de 2003 (ver TESTES (2003)) com veículos de várias categorias, para se validar os resultados das simulações preliminares e para se verificar a possibilidade de se cumprir os requisitos propostos pelo Grupo de Estudo. Para isto foi desenvolvido todo um trabalho prévio de preparação por parte dos participantes do grupo (ver as ATAS das reuniões do grupo no apêndice 2 deste trabalho). As Montadoras e algumas Transportadoras disponibilizaram os veículos, os quais foram instrumentados e preparados pelas próprias Montadoras e Empresas Fabricantes de Autopeças e Implementos. A concessionária ECOVIAS disponibilizou a pista para os testes e deu todo o apoio logístico. A Fipai/EESC-USP elaborou as metodologias para a execução dos testes e acompanhou e assessorou a sua realização. No total foram realizados 76 testes com a participação de 34 veículos das categorias M, N e O de acordo com a metodologia e procedimentos acordados pelo Grupo de Estudo. Na Tabela 32 são mostrados os tipos dos veículos testados e as datas de realização dos testes.

TABELA 32 - Tipos e número de veículos testados e datas de realização dos testes.

Ensaio realizado em 2003				
Veículos	24 e 25 / 06	26 e 27 / 08	23 e 24 / 09	14 e 15 / 10
Vans	06	02	01	-
Ônibus	05	02	-	-
Caminhões	-	05	05	01
CVC's	-	01	03	03
Total	11	10	09	04

No caso da Agrale S.A. foram testados os veículos Agrale linha MA 6,0 e MA 8,0 Toneladas (ônibus – categoria M3) para conferir se atendiam a proposta de norma técnica para ensaio de frenagem na descida da Serra do Mar na Rodovia dos Imigrantes (Concessão Ecovias). Cada veículo foi pesado na balança pertencente à ECOVIAS localizada no km 19 da Rodovia dos Imigrantes. Cada veículo desceu 03

vezes, sendo a primeira descida de reconhecimento, a segunda à velocidade de 60 Km/h e a terceira à velocidade de 80 Km/h. Ao final de cada descida foi realizado ensaio de frenagem tipo 0 desacoplado, com velocidades iniciais de 60 e 80 Km/h. Para cada descida foram monitorados, via sistema de aquisição de dados, os seguintes parâmetros: temperatura ambiente, temperatura lona/pastilha dianteira direita, temperatura lona traseira direita, pressão do sistema de freio (somente W8), rotação do eixo cardam. Os dados obtidos do Correvit para o Ensaio Tipo 0 foram impressos em etiquetas. O equipamento utilizado constou de: sistema de aquisição de dados, termopares, sensores de rotação e pressão e Correvit.

A DaimlerChrysler testou um ônibus da categoria M3 seguindo a metodologia e condições definidas pelo grupo de estudo.

A Fiat testou um veículo de uso misto da categoria M1.

A Ford testou 4 caminhões (dois da categoria N2 e dois da categoria N3). Um dos caminhões é um cavalo mecânico 4 x 2 que foi testado com um semi-reboque de três eixos (veículo categoria O4). A velocidade dos testes foi de 40 e 60 Km/h.

A Iveco testou 6 veículos (um da categoria M3, dois da N2 e três da N3) utilizando-se de um conjunto de aquisição de dados, termopares e “notebook”. Dois dos veículos da categoria N3 são cavalos mecânicos que foram testados com veículos da categoria O4 (reboques). Realizou-se também um ensaio de frenagem tipo O dentro do túnel TD1 com os CVC’s.

A Renault ensaiou um minibus (categoria M1).

A Scania ensaiou 5 veículos, todos os veículos pesados das categorias M3 e N3. No caso dos veículos N3 foram testados dois cavalos mecânicos 6 x 4 que formavam parte de duas CVC’s de 9 eixos cada uma (rodotrens). A velocidade dos testes foi de 40 e 60 Km/h para caminhões e 60 e 80 Km/h para ônibus. Foi realizado um ensaio de frenagem tipo O dentro do túnel TD1 com CVC’s.

A Volkswagen Automóveis ensaiou duas vans da categoria M1.

A Volkswagen Caminhões e Ônibus testou 6 veículos: quatro ônibus, todos da categoria M3, e dois caminhões da categoria N3, sendo um deles um cavalo mecânico 4 x 2 que foi testado com um semireboque (veículo categoria O4). Para ônibus a velocidade dos testes foi de 60 e 80 Km/h (teve um ônibus testado também a 40 Km/h); para caminhões a velocidade foi de 40 e 60 km/h.



A Volvo testou 3 veículos, um da categoria M3 (6x2) e dois da categoria N3 (cavalos mecânicos 6x4) formando combinações veiculares com dois veículos da categoria O4 (um rodotrem e um bitrem).

Os resultados detalhados dos testes na rodovia estão no Anexo G. Estes resultados têm caráter confidencial pelo acordo de sigilo assinado pelos participantes do Grupo de Estudo “ECOVIAS”. Por isto, versões deste documento podem não apresentar o Anexo G na íntegra.

Por último, deve-se destacar que foi efetuado um teste aberto à imprensa no dia 30 de Outubro de 2003. O interesse no estudo e a importância que ele tem para toda a comunidade da Baixada Santista e para a Sociedade Paulista e Brasileira ficou constatada pela ampla cobertura dada pelos meios de informação (jornais, TV, etc.). Algumas das matérias publicadas podem ser vistas no Anexo G.

## RESULTADOS DAS AÇÕES PARA A PREPARAÇÃO DOS MOTORISTAS.

Foi definido o conteúdo programático mínimo a ser aplicado na capacitação e no treinamento dos motoristas.

Foi elaborado um Manual para os Condutores de Veículos Comerciais contendo procedimentos e cuidados gerais de condução e, em particular, a operação de sistemas auxiliares e/ou adicionais do freio motor (ação de retardo do veículo em declive). Explicações das particularidades da Rodovia, principalmente no trecho da Serra do Mar foram introduzidas e também sugestões a serem seguidas na condução de veículos comerciais dentro de túneis longos em declive acentuado. O Manual contém também explicações sobre parte do Modelo Operacional da Rodovia e indicações sobre o comportamento do Condutor no caso de emergências. Métodos de Auto-Inspeção Veicular a ser realizado pelo Condutor, antes da descida, foi também incluído com ênfase. Este Manual será utilizado como material didático de apoio na preparação dos Motoristas em cursos especializados oferecidos por Entidades Credenciadas.

Para a preparação do Manual de Condução foi realizada uma pesquisa sobre documentos deste tipo utilizados em outros países, obtendo-se como referência principal e valiosa os Manuais para Condutores de Veículos Comerciais de diferentes Estados dos EUA. Por último, considerou-se o estabelecido na Legislação Brasileira sobre o assunto, em particular o Código Nacional de Trânsito (CNT) (Lei Nº. 9.503, de 23 de setembro de 1997).

Junto com o SEST-SENAT (entidade especializada na capacitação e treinamento de motoristas para a sua homologação ou certificação) foi preparado um curso de capacitação para os condutores de veículos comerciais, usuários da Rodovia dos Imigrantes. Também foi definido todo o processo a ser seguido para a certificação dos motoristas.

Várias reuniões foram efetuadas com o SEST-SENAT durante o ano 2004 na sede da ECOVIAS e na própria sede do SEST-SENAT (ver resumo da Atas de Reuniões no Anexo C). Em conjunto com eles, foi proposto um curso com os seguintes temas:

- Túneis Urbanos e Rodoviários;

- Condução do veículo durante a descida;
- Direção Defensiva;
- Retardadores;
- Freios ABS;
- Inspeção Visual;
- Manutenção;
- Legislação e Meio Ambiente

O curso contará com o apoio de todo o Grupo de Estudo “ECOVIAS”, principalmente durante a sua implantação.

O trabalho desenvolvido junto ao SEST-SENAT permitirá se começar em 2005 o curso para a preparação e certificação dos Condutores. Pode-se ver no Anexo I, de maneira ilustrativa, a Ementa do Curso discutida e aprovada.

A Figura 80 mostra a metodologia proposta para a preparação do material didático do curso e a sua posterior implantação.

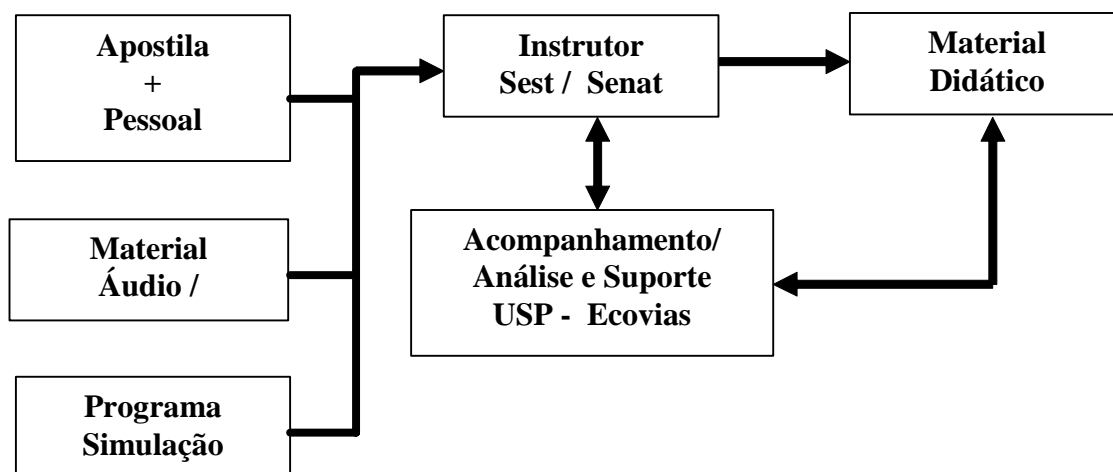


FIGURA 80 – Metodologia proposta para preparação do material didático do Curso para Condutores

## RESULTADOS DAS AÇÕES PARA A INSPEÇÃO TÉCNICA E TRIAGEM ANTES DA DESCIDA.

Tem-se pela empresa ECOVIAS o projeto de criação de um Pátio de Triagem, que terá como finalidade o controle do tráfego dos veículos comerciais no trecho da serra e a fiscalização da certificação dos motoristas e dos veículos. No presente momento já se tem definida a área onde estará localizado o pátio de triagem (próximo ao entroncamento da Imigrantes com a Interligação Planalto), facilitando assim o acesso para a via alternativa (a Anchieta) para aqueles veículos/condutores não autorizados a descerem pela pista Sul da Imigrantes. O modelo de triagem considera a operação do Pátio de Triagem por agentes homologados pela ARTESP. O objetivo é impedir o trânsito dos veículos que não cumpram com os requisitos estabelecidos para descer pela Rodovia dos Imigrantes Sul e desviá-los para a Rodovia Anchieta, como via alternativa para descer até a Baixada Santista. Também impedir a descida de veículos cujos motoristas não estejam homologados. O Projeto do Pátio de Triagem elaborado pela Concessionária pode ser visto em ECOVIAS (2002) ou, nos seus aspectos mais gerais, no Anexo K.

Prevê-se no pátio de triagem a construção de um portal que detecte temperaturas anormais, principalmente do sistema de freios e motor, antes do veículo iniciar a descida da serra. Este sistema já é utilizado em alguns túneis longos rodoviários no mundo.

O Grupo de Estudo considerou importante e absolutamente necessária a Inspeção Técnica Veicular Obrigatória em todos os veículos comerciais, para que se possa obter no Brasil níveis de segurança necessários no tráfego em túneis longos obtidos nos países desenvolvidos, principalmente na Europa. Os veículos deveriam então passar pela Inspeção Técnica Veicular prevista, desde 1997, pelo artigo 104 do Código de Trânsito Brasileiro, mas ainda não implementada.

Sugere-se para a realização da Inspeção Técnica Veicular (ITV) o uso da estrutura que está sendo criada para atender a DELIBERAÇÃO CONTRAN Nº. 35 de 4 de Junho de 2002 que indica a Inspeção Técnica Veicular do MERCOSUL (Resolução MERCOSUL/GMC nº. 75, de 13 de dezembro de 1997), e da RESOLUÇÃO CONTRAN Nº137 - de 28 de Agosto de 2002 que estabelece a

atribuição de competência para a realização da ITV nos veículos utilizados no transporte rodoviário internacional de cargas e passageiros e dá outras providências. Esta competência é atribuída ao Departamento de Polícia Rodoviária Federal (DPRF), o qual poderá realizar a Inspeção diretamente ou através de terceiros (ver a Deliberação e a Resolução no Anexo M). Estabelece também que os veículos inspecionados e aprovados receberão um selo de segurança, aposto no pára-brisa dianteiro, vinculado ao respectivo certificado que será de porte obrigatório. Todo o processo de gestão do certificado e selo a emitir declara-se como sendo competência do DENATRAN.

A ITV MERCOSUL é obrigatória no Brasil desde 01 de Janeiro de 2004 e pode ser realizada, no caso dos veículos brasileiros, em qualquer um dos países do Mercosul, e em empresas devidamente credenciadas. No Brasil, especificamente nos estados das regiões sul e sudeste, já existem empresas credenciadas para realizar a ITV MERCOSUL (ver ASSOCIAÇÃO...2004).

O DPFR tem estabelecido os critérios para o credenciamento e o funcionamento das empresas na execução dos serviços de Inspeção Técnica Veicular (ITV) nos veículos de transporte internacional de cargas através da INSTRUÇÃO NORMATIVA DPRF Nº. 12 - de 20 de Agosto de 2002 (ver um extrato no Anexo M). Estabelece que a ITV, nos veículos comerciais de transporte internacional, deverá ser feita anualmente e as empresas deverão manter sigilo absoluto sobre todas as informações a que tiverem acesso. Proíbe o credenciamento de empresa que tenham vínculo com entidades de fabricação, montagem, importação, encarroçamento ou revenda de veículos automotores, reboques e semi-reboques. Também não poderão se credenciar empresas de fabricação ou revenda de componentes, autopeças ou acessório de veículos, e aquelas dedicadas à reparação de veículos, de transporte de carga ou passageiros, e de locação de veículos.

Os critérios para avaliação da ITV são: condições internas e externas do veículo, o estado geral da carroçaria, a iluminação e a sinalização, o estado geral dos freios, direção, eixos, suspensão, chassi, motor e transmissão (ver estes critérios no Anexo N). Os erros apontados na inspeção são classificados em 3 grupos: leves (DL), graves (DG) e muito graves (DMG).

Assim, pode-se sugerir temporariamente para a ITV dos veículos usuários da Rodovia dos Imigrantes o esquema e a estrutura da ITV para veículos de transporte internacional de cargas ou passageiros (do MERCOSUL), que já está em vigor no país. Isto até que seja implementada a ITV para todos os veículos nacionais prevista desde 1997 pelo artigo 104 do Código de Trânsito Brasileiro. Outros esquemas como, por exemplo, o credenciamento especial de empresas para inspecionar os veículos usuários da Rodovia dos Imigrantes poderão ser utilizados emergencialmente.

## RESULTADOS DO ESTUDO DO MODELO OPERACIONAL DA RODOVIA E DA SEGURANÇA NOS TÚNEIS: SUGESTÕES.

O Modelo Operacional em utilização pela Ecovias dos Imigrantes deverá ser revisto devido às novas exigências que serão introduzidas no caso de ser autorizada a descida dos veículos comerciais. Considerando o que já foi exposto neste trabalho e com a colaboração do Grupo de Estudo e dos técnicos da Ecovias dos Imigrantes pode-se sugerir:

- Velocidade de descida (km/h):
  - Automóveis e motos – 80.
  - Ônibus, microônibus e “vans” – 60.
  - Caminhões e CVC’s – 40.

As velocidades de 60 km/h e 40 km/h são sugeridas para os veículos comerciais visando-se diminuir a diferença entre elas e a velocidade dos automóveis e motos; fato este que aumenta significativamente a segurança, principalmente dentro dos túneis. Por outro lado, os veículos comerciais devem satisfazer requisitos adicionais aos exigidos em normas atuais para que possam trafegar na rodovia dos Imigrantes no trecho da Serra do Mar nestas velocidades. Estes requisitos adicionais são temas deste trabalho.

- Distância entre veículos (m):
  - No mínimo - 50
- Pistas pelas quais deverão circular cada uma das categorias de veículos definidas:
  - Automóveis e motos – preferencialmente a do centro com ultrapassagem pela da esquerda.
  - Ônibus, microônibus e “vans” – preferencialmente faixa da direita com ultrapassagem pela faixa do centro.
  - Caminhões e CVC’s – faixa da direita com ultrapassagens pela faixa do centro quando houver obstáculo na faixa da direita (veículo avariado, acidente, etc.). Vedado o uso da faixa da esquerda.
- Condições operacionais nas quais não seja aconselhável a descida dos veículos comerciais:

- Transporte de mercadorias perigosas (incluindo aqui todos os materiais inflamáveis ou que produzam gases tóxicos). Estes veículos devem se utilizar da rodovia Anchieta.
- Transporte de cargas especiais: fazê-las em horário noturno e em operação rodoviária especial, como já se faz atualmente.
- Operações rodoviárias especiais durante feriados e fins de semana ou em fluxo intenso de veículos.
- Condições climáticas muito adversas (nevoa, chuva muito forte, etc.).
- Quando tenham acontecido incidentes ou acidentes dentro dos túneis, nas pontes ou em qualquer outro lugar da pista descendente.
- Quando se apresentem problemas (técnicos ou não) durante a triagem prévia à descida.
- Efetividade dos sistemas de proteção contra incêndio.
  - Realizar simulações periódicas com a presença de veículos de grande porte do funcionamento dos equipamentos instalados nos túneis e do pessoal de combate, resgate e de apoio.
- Efetividade dos mecanismos previstos para o auxílio em caso de acidentes ou avarias no interior dos túneis.
  - Prevê-se a necessidade de equipamentos especiais para reboque ou movimentação de carga dentro dos túneis (por exemplo: guindaste de maior capacidade para remover veículos pesados avariados ou acidentados).
  - Treinamento e simulação para se reduzir o tempo de auxílio e socorro aos veículos comerciais com problemas técnicos, com vazamento ou queda de carga.
- Efetividade do sistema previsto para a evacuação do pessoal de dentro dos túneis em situação de emergência.
  - Simulações periódicas e treinamento do pessoal envolvido na evacuação, na sinalização e na informação aos usuários que estão dentro dos túneis em situação de emergência, com a presença de veículos comerciais.
- Efetividade dos sistemas de comunicação e informação aos usuários.
  - Estudar a necessidade de outros sistemas de informação (rádio, por exemplo).
- Efetividade dos sistemas de controle do tráfego dentro do túnel



- Controlar rigorosamente a velocidade de descida para cada categoria veicular.
- Controlar rigorosamente a distância entre veículos e as faixas de circulação previstas para cada categoria veicular.
- Modo de controle do estado técnico dos veículos comerciais antes da sua entrada no túnel.
  - Conferir presença e validade do selo e certificado de realização da ITV estabelecida pelo CONTRAN (quando em vigor).
  - Inspeção técnica visual externa realizada pelo condutor no pátio de triagem dos principais componentes do veículo relacionados com a segurança na descida.
  - Detecção de regiões quentes anormais no veículo através de portal térmico no pátio de triagem.
- Modo de controle e verificação da certificação do veículo e o motorista para descer pela rodovia.
  - Através de TAG (etiqueta eletrônica) ou outro sistema eletrônico similar instalado no veículo que permita se obter automaticamente informações sobre a certificação do veículo e do condutor.

Algumas das sugestões citadas acima se basearam em uma ampla pesquisa bibliográfica realizada sobre a segurança nos túneis rodoviários, principalmente os da Europa. A pesquisa bibliográfica permitiu a comparação entre as condições e características dos túneis da pista descendente da Rodovia dos Imigrantes e os túneis Europeus, constatando-se que os túneis da Rodovia dos Imigrantes são tecnologicamente avançados e estão em um alto nível mundial com relação à segurança e às características operacionais e construtivas.

Baseadas ainda na pesquisa bibliográfica, são resumidas e citadas a seguir recomendações para a capacitação e treinamento dos motoristas sob condições normais e de emergência (acidentes, incêndios, etc.) dentro dos túneis.

Em situação normal:

- Conferir, antes de entrar no túnel, se o reservatório tem suficiente combustível, mas levar somente o combustível necessário por medida de segurança.

- Tirar os óculos de sol.
- Ligar o farol baixo.
- Respeitar o limite de velocidade.
- Manter a distância estabelecida dos veículos à sua frente.
- Respeitar a sinalização de trânsito.
- Memorizar as indicações sobre saídas de emergência, áreas de estacionamento, extintores e outros dispositivos de segurança.
- Tomar como ponto de referência sempre a borda direita da pista.
- Não ultrapassar, exceto se for muito necessário.

No caso de engarrafamento:

- Deter-se próximo da borda direita da pista mantendo-se a uma distância razoável do veículo à sua frente (no mínimo 30 metros).
- Se o trânsito estiver parado, desligue o motor e ligue as luzes de emergência.
- Permanecer dentro do veículo caso não existam instruções indicando o contrário.
- Ficar atento às mensagens nos painéis de sinalização.

No caso de avaria mecânica:

- Retirar quanto antes o veículo da pista e deslocá-lo para a área prevista para paradas de emergência. Se isso não for possível, estacionar o mais perto possível do lado direito da pista.
- Desligar o motor e ligar as luzes intermitentes de emergência.
- Andar até o telefone de emergência mais próximo e avisar o Centro de Controle Operacional do túnel. Caso não consiga se comunicar com o CCO, aguarde e permaneça em local seguro. O veículo imobilizado será detectado pelo sistema de câmaras de vídeo e a ajuda não tardará. Medidas de proteção adicionais podem ser ativadas automaticamente pelo sistema de segurança do túnel, tais como: a conexão de uma câmera de vídeo direcionada para o carro avariado, a redução do limite de velocidade no local, o fechamento da faixa em que está o veículo parado, etc.

No caso de acidente:

- Deter-se próximo da borda direita da pista mantendo-se a uma distância razoável do veículo à sua frente (no mínimo 30 metros).
- Ligar as luzes intermitentes de emergência.
- Andar até o telefone de emergência mais próximo e avisar ao Centro de Controle Operacional do túnel. Não utilizar o telefone móvel porque, provavelmente, a situação já tenha sido detectada pelo sistema de câmaras de vídeo e a ajuda já esteja a caminho. Medidas de proteção adicionais já podem ter sido ativadas automaticamente como: a conexão de uma câmera de vídeo direcionada para o carro acidentado, a redução do limite de velocidade, o fechamento do túnel, etc.
- Em caso necessário, prestar os primeiros socorros.

No caso de incêndio:

- Se for um incêndio no próprio veículo tentar continuar em movimento e sair do túnel. Se isto for impossível, estacionar o mais perto possível do lado direito da pista e desligar o motor. Sair do veículo e tentar extinguir o fogo com o próprio extintor ou com os extintores situados nos postes SOS do túnel. Se não conseguir, abandonar a área imediatamente através da saída de emergência mais próxima.
- Em caso de incêndio de outro veículo ou incêndio dentro do túnel aproximar seu veículo o quanto possível do lado direito do túnel mantendo suficiente distância do veículo a sua frente (pelo menos 30 metros). Ligar as luzes de emergência, deixar as chaves no contato e as portas sem as travas de segurança acionadas (já que os serviços de resgate podem precisar mover o veículo). Se possível, pegar a documentação do veículo antes de sair do mesmo para dirigir-se a pé até um lugar seguro. Prestar atenção às informações nos painéis de sinalização. Na presença de fumaça ou fogo, abandonar o lugar rapidamente e procurar a saída de emergência mais próxima. Se possível, ativar o telefone de emergência durante o seu percurso. É necessário seguir os conselhos comuns no caso de incêndio: respirar através de um pano molhado, caminhar abaixado evitando a fumaça que possa começar a se acumular no teto do túnel, etc.

Por último, têm-se também recomendações direcionadas à necessária montagem de todo um sistema de auxílio por parte da empresa ECOVIAS e o

treinamento do pessoal para enfrentar situações de emergência. Isto de fato já existe, trata-se de aperfeiçoar e afinar a resposta das equipes considerando agora a presença dos veículos comerciais. Os procedimentos gerais previstos para estes casos podem ser vistos em ECOVIAS (2002) ou no Anexo L.

## **5 - ANÁLISE DOS RESULTADOS.**

### RESULTADOS DAS AÇÕES DIRECIONADAS AO VEÍCULO (TESTES DE PISTA E SIMULAÇÕES EM COMPUTADOR).

Os resultados obtidos nos testes na rodovia mostraram que, em geral, os veículos conseguiram um bom desempenho durante a descida, sendo capazes de se manter dentro dos limites de velocidade estabelecidos. Isto com uso do freio motor e do retardador, quando instalado, sem ter que se utilizar do sistema de freio de serviço. Logo após a descida, os veículos realizaram, conforme especificação da proposta inicial de norma, o ensaio de freio residual, em um local plano e pista de asfalto. No geral, os veículos testados pararam e mantiveram a estabilidade e o controle durante a frenagem dentro dos limites indicados na proposta original de norma. Foi constatada no teste a conservação da estabilidade e do controle direcional no teste de frenagem dos CVC's com o auxílio da ação dos sistemas ABS (ver TESTES..., (2003)). Em nenhum dos veículos testados foi observado escorregamento do eixo motriz (eixo de retardo), nem mesmo na condição de pavimento molhado. Os veículos testados que não cumpriram totalmente os requisitos das normas de teste propostas ficaram muito próximos disto. Isto indica que com pequenas modificações no sistema de transmissão e/ou a inclusão de algum dispositivo de retardo auxiliar e/ou de repotencialização do motor já existente o problema será resolvido.

Em todas as combinações veiculares de carga (CVCs), que realizaram o teste de desempenho residual de frenagem no final do trecho da descida da serra, foram instalados e utilizados o sistema antibloqueio das rodas ABS, por uma imposição do Grupo de Estudo, para se manter alto nível de segurança. A utilização do ABS em veículos pesados e combinados é uma realidade no mundo desenvolvido e uma forte tendência nos países em desenvolvimento. Com o seu uso cada vez mais intensivo e

com o desenvolvimento tecnológico observado nos últimos anos, o sistema ABS tem mostrado uma relação benefício/custo alta e crescente, com reflexo evidente no aumento da segurança veicular, com redução do número de acidentes, e na diminuição da gravidade destes quando não evitados. O Grupo de Estudo sugere a obrigatoriedade do uso do sistema ABS em veículos combinados comerciais que venham a trafegar no trecho da Serra do Mar.

O teste de desempenho residual com as combinações de veículos de carga é incomum, já que os fabricantes fazem os testes do cavalo mecânico, reboque ou semireboque individualmente. Foi uma boa oportunidade e fato relevante para o Grupo de Estudo ter a possibilidade de ver o comportamento dinâmico de várias composições sob teste de frenagem na rodovia. Várias observações e conclusões puderem ser obtidas pelo Grupo de Estudo e pela equipe de cada entidade participante.

Em todos os veículos testados não se observou a degradação do sistema de controle de velocidade (sistema de retardo) durante a descida, fato este importante, pois o trecho em declive tem aproximadamente 12 km, maior do que o estipulado pelas normas atuais, que é de 6 km. Os sistemas de retardo mantiveram o seu desempenho durante a descida e permitiram ao motorista o controle do veículo com segurança em todo o trecho.

Na maior parte dos veículos testados, o controle de velocidade durante a descida foi realizado pelo condutor sem a necessidade do uso do freio de serviço, o que aumenta consideravelmente a segurança, pois deixa este sistema frio para ser usado em uma situação de emergência.

Foram testados veículos que desceram apenas com a ação de retardo do motor, outros com vários sistemas auxiliares de aumento da ação do freio motor e alguns com retardadores eletromagnéticos e hidráulicos. Esta variedade mostra que existe no mercado Brasileiro vários sistemas diferentes disponíveis, que podem ser usados pelos fabricantes para atender aos requisitos necessários para esta aplicação. Garante-se assim a sadia concorrência entre fabricantes de veículos, sistemas e implementos, o que deve viabilizar e baratear o custo destes veículos e composições.

A Haldex do Brasil, participante do Grupo de Estudo, instalou e calibrou os sistemas ABS utilizados nos veículos rebocados testados.

Os resultados das simulações contidas no bloco 2 mostraram que os veículos simulados com os requisitos de desaceleração média da norma proposta pelo Grupo de Estudo ( $0,55 \text{ m/s}^2$  na ação de retardo do motor isolado no(s) eixo(s) de tração/retardo+  $0,0981 \text{ m/s}^2$  proveniente da resistência ao rolamento dos pneumáticos ( $f = 0,01$ )), descem o declive da Imigrantes no trecho da Serra do Mar sem o uso do freio de serviço. Pode-se ver nos gráficos das Figuras 71 e 77 a velocidade do veículo decrescer com o tempo, indicando que a desaceleração de retardo total é maior que a aceleração proveniente do declive. Isto indica que o motorista deverá acelerar o veículo de tempos em tempos para corrigir a velocidade de descida e o freio de serviço se manterá frio e eficiente para uma situação de emergência. Nestas circunstâncias o efeito “fading” não aparecerá durante a descida, o que eleva o nível de segurança consideravelmente.

Nas Figuras 72, 74 e 78 pode-se ver a potência dissipada pela ação isolada do motor no(s) eixo(s) de tração/retardo. Admite-se aqui uma transmissão com 100% de eficiência. Caso contrário, a potência de retardo no eixo do motor é obtida com a potência de retardo nos eixos de tração/retardo multiplicada pela eficiência da transmissão.

Nas Figuras 73, 75 e 79 pode-se ver a potência dissipada nos pneumáticos devido à força de resistência ao rolamento. Considerou-se o coeficiente de resistência ao rolamento constante de 0,01. Alguns pneumáticos de alto desempenho podem ter o coeficiente de resistência ao rolamento inferior ao usado na simulação, o que diminuirá a ação de retardo total no veículo. Esta potência será dissipada na forma de calor gerado nos pneumáticos e dissipado para o meio ambiente, o que aumentará a temperatura de equilíbrio dos pneumáticos durante a descida.

No bloco 1 de resultados, veículos foram simulados em movimento no declive com velocidade constante, como mostram os gráficos das Figuras 52, 58, 62 e 66. Nestas simulações, forças de retardo do motor foram aplicadas no veículo de tal maneira a estabilizar a velocidade durante a descida. Os gráficos mostram intervalos pequenos de tempo, com os veículos descendo o declive em regime permanente.

Nas Figuras 55, 61, 65 e 69 pode-se ver os valores das potências dissipadas pelos motores dos veículos simulados (ação de retardo dos motores e de seus

acessórios) e pelas forças de resistência ao rolamento, que somadas, para cada veículo, devem ser iguais às geradas pelo movimento dos veículos no declive.

As Figuras 55, 61, 65 e 69 auxiliaram na seleção dos veículos a serem testados na rodovia. Através destes gráficos podem-se ter uma previsão da potência do motor, do retardador, da capacidade de dissipação de calor do radiador, etc., necessários para se garantir o controle efetivo da velocidade e para uma descida segura do veículo, atendendo aos requisitos das normas de teste inicialmente propostas.

Nas Figuras 56, 57, 60, 64 e 68 pode-se ver os resultados das simulações de aderências utilizadas pelos pneumáticos no(s) eixo(s) de tração/retardo. Na maioria dos veículos simulados as aderências utilizadas pelos pneumáticos se mostraram baixas, garantindo-se assim margens de segurança necessárias para frenagens e manobras evasivas de emergência. Para o caso do rodotrem, com PBTC de 76 toneladas (Figura 60), a aderência utilizada pelos dois eixos traseiros do cavalo mecânico (6 x 4) foi de (0,3), o que indica que praticamente metade da aderência disponível entre pneumáticos e pavimento é utilizada apenas para se manter a velocidade constante do veículo no declive. Isto implica que em uma mesma composição que usasse um cavalo mecânico 6 x 2, a aderência utilizada seria o dobro e os pneumáticos do eixo de tração/retardo estariam praticamente no limite da sua capacidade apenas para se manter a velocidade de descida constante. Seria praticamente nula a margem de segurança necessária para uma frenagem ou manobra evasiva de emergência em pista seca.

Mostra-se na Figura 64 que para o Bitrem com PBTC de 57 toneladas, a aderência utilizada pelos pneumáticos do eixo de tração/retardo seria de 0,4 para um cavalo mecânico 6 x 2. Isto implica que esta composição estaria com pequena margem de segurança e baixo desempenho em frenagens ou manobras evasivas de emergência em pista molhada.

A Figura 54 mostra a rotação do eixo do motor durante a descida. É importante se escolher uma marcha conveniente para a descida que dê a força de retardo necessária no(s) eixo(s) de tração/retardo e que ponha a rotação do motor dentro da faixa ideal indicada pelo seu fabricante, preservando-se a integridade e o bom desempenho dele.



Nas Figuras 53, 59, 63 e 67 mostra-se as forças verticais de contato entre os pneumáticos e o pavimento. Estas forças mostram o estado de carregamento dos veículos simulados e interferem na aderência utilizada pelos pneumáticos quando o veículo se movimenta no declive ou é freado.

Considerando-se:

- Os resultados dos testes realizados na rodovia;
- As simulações contidas neste texto;
- Outras que foram realizadas pelo Grupo de Estudo;
- A idade média avançada da frota de veículos comerciais no Brasil;
- A manutenção inadequada dos veículos por motivos técnicos e/ou econômicos;
- A inexistência da Inspeção Técnica Veicular;
- O baixo nível de conhecimento técnico e escolar dos condutores;
- A legislação incompleta relativa ao veículo comparativamente às usadas no mundo desenvolvido;
- A recente aplicação da legislação no Brasil sobre frenagem (1997);

Propõem-se assim, com aval do Grupo de Estudo, Minutas de Regulamentação do tráfego de veículos comerciais neste trecho, com os seguintes objetivos gerais:

- Proporcionar níveis de segurança adequados no trecho de descida da Serra do Mar da Rodovia dos Imigrantes;
- Preservar o meio ambiente e a infra-estrutura construída, que é um patrimônio da sociedade, e que deve ser utilizada por muitos anos;
- Otimizar o fluxo de veículos de várias categorias nos túneis;
- Normalizar os requisitos necessários para os veículos, seus sistemas e subsistemas relativos à operação em descida de serra e, em particular, nesta rodovia.

## MINUTA DE REGULAMENTAÇÃO APROVADA (ÔNIBUS).

PROPOSTA PARA REGULAMENTAÇÃO DE VEÍCULOS COMERCIAIS DA CATEGORIA “M” CONFORME NBR 10966, BASEADA NO REGULAMENTO ECE-R13, PARA DESCIDA NO TRECHO DA SERRA DO MAR NA RODOVIA DOS IMIGRANTES.

### CONCEITOS, DEFINIÇÕES, REQUISITOS E PROCEDIMENTOS DE TESTE

Todos os conceitos, definições, requisitos e procedimentos estão baseados em normas da ABNT introduzidas pela Resolução nº 777, de 17 de dezembro de 1993 pelo Conselho Nacional de Trânsito, válidas a partir de 01 de janeiro de 1994 e prorrogada posteriormente para 23/12/1996 através da Resolução 808 de 1995.

VEÍCULOS DA CATEGORIA “M”: Veículo rodoviário automotor de passageiros e uso misto, com pelo menos quatro rodas, ou três rodas, e com peso máximo total maior do que 9,8 kN ( 1tf). Definição da NBR 10966 (MB 1253).

A categoria “M” é subdividida pela NBR 10966 em:

Categoria M1: Veículo tendo no máximo 8 lugares, além do lugar do condutor. Enquadram-se nesta categoria os carros, automóveis e vans<sup>2</sup>.

*Categoria M1 (a): Veículo com mais de duas portas e com janelas laterais posteriores ao banco do condutor, projetado e construído para o*

---

<sup>2</sup> Vans: Designação normalmente utilizada para veículos leves projetados para o transporte de passageiros e/ou carga (uso misto), que tem carroçaria reforçada e fechada para montar nela os componentes e os sistemas do veículo (furgão). Não é um veículo projetado exclusivamente para o transporte de passageiros.

*transporte de pessoas, mas que pode ser total ou parcialmente adaptado para o transporte de carga, através do escamoteamento ou remoção de alguns bancos, atrás do banco do condutor, cujo peso total máximo seja menor ou igual a 34,3 kN (3,5 tf).*

*Categoria M1 (b): Veículo projetado e construído, primariamente para o transporte de carga, mas que tenha sido adaptado com bancos fixos ou dobráveis, atrás do banco do condutor, para o transporte de pessoas com mais de três lugares, assim como o veículo projetado e equipado com acomodações para moradia móvel, (homecar) e em qualquer dos casos o peso total máximo do veículo carregado é menor ou igual a 34,3 kN ( 3,5 tf).*

Os veículos da categoria M1 já podem trafegar na pista descendente da Rodovia dos Imigrantes desde a sua inauguração.

Categoria M2: Veículo tendo mais de 8 lugares, além do lugar do condutor, e com peso total máximo menor ou igual a 49 kN (5,0 tf). Definição da NBR 10966 (MB 1253). Geralmente enquadram-se nesta categoria os Microônibus<sup>3</sup> e as Vans.

Categoria M3: Veículo tendo mais de 8 lugares, além do lugar do condutor, e com peso total máximo maior do que 49 kN (5,0 tf). Definição da NBR 10966 (MB 1253). Normalmente se enquadram nesta categoria os ônibus<sup>4</sup>.

## DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

---

<sup>3</sup> Micro-ônibus: veículos de uso exclusivo para transporte de passageiros tendo até 20 passageiros.

<sup>4</sup> Ônibus: veículos projetados exclusivamente para o transporte de passageiros com mais de 20 passageiros

Esta proposta de regulamentação tem por finalidade estabelecer os requisitos mínimos na frenagem<sup>5</sup> e no controle de velocidade<sup>6</sup> de veículos rodoviários comerciais durante a descida no trecho da serra da Rodovia dos Imigrantes.

O grupo de Estudo formado por vários membros da Anfavea, Anfir, Ecovias, Artesp e Universidade verificou e constatou a viabilidade técnica dos requisitos e procedimentos aqui propostos através dos resultados obtidos nos testes de 11 ônibus das categorias M2 e M3 e de simulações em computador.

A descida dos veículos comerciais das categorias M2 e M3, no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes, fica submetida às regras e procedimentos estabelecidos nesta proposta de regulamentação, sem prejuízo do disposto em legislação e disciplina peculiar para cada categoria de transporte.

## VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS

Proposta de Regulamentação para veículos da categoria M2 e M3:

*Ensaio Tipo II-A (ECOVIAS):* Para veículos de passageiros ou de uso misto das categorias M2 e M3 com mais de oito lugares.

Os veículos carregados com o peso bruto total (pbt) devem ser ensaiados de tal modo que a energia absorvida seja equivalente àquela registrada, no mesmo intervalo de tempo, com o veículo carregado, transitando a uma velocidade média de 60 km/h, em declive de 6,5%, num percurso de 12 km. *Durante o ensaio, os freios de serviço, emergência e estacionamento não devem ser acionados.* A marcha utilizada deve ser tal que a velocidade angular do motor não exceda a máxima prescrita pelo fabricante do veículo. Se o veículo estiver equipado com retardador, este deve ser utilizado com a transmissão acoplada de tal modo, que a velocidade angular do motor não exceda o valor máximo prescrito pelo fabricante.

Para veículos cuja energia absorvida depende unicamente da ação do freio-motor, pode-se admitir afastamentos de  $\pm 5$  km/h na velocidade média, e a marcha

---

<sup>5</sup> Ensaio tipo 0 (ECOVIAS), definido neste texto.

<sup>6</sup> Ensaio Tipo II-A (ECOVIAS), definido neste texto

utilizada deve ser tal que permita a estabilização da velocidade em valor tão próximo quanto possível de 60 km/h em declive de 6,5%. Se o desempenho da ação de frenagem do motor isolado é determinado pela medida da desaceleração, esse desempenho considera-se suficiente se a desaceleração média estabilizada for no mínimo de 0,60 m/s<sup>2</sup>.

Observações: 1) Nas normas NBR 10967 e ECE-13 não está indicado o ensaio do comportamento do veículo da categoria M2 em rampas longas, mas foi proposto pelo Grupo de Estudo a sua inclusão na minuta de regulamentação (norma) considerando as características especiais da pista descendente da Rodovia dos Imigrantes, as condições particulares do destes veículos no Brasil e o fato de na atualidade estar proibido o trânsito destes veículos por esta rodovia baseado numa portaria da ARTESP.

2) Como o veículo deve descer o declive sem o uso do freio de serviço, a sua temperatura deverá ficar abaixo de 100 °C (freio frio). Isto implica na não necessidade de se fazer um 3) Caso existam sistemas acoplados ao eixo motriz/retardo que elevem a temperatura do sistema de freio de serviço acima de 100 °C durante a descida (retardador acoplado ao eixo, por exemplo), o veículo deverá fazer o ensaio residual Tipo 0, conforme indicado na NBR 10967 (Tipo II), após a descida.

4) Os veículos da categoria M<sub>3</sub> devem ter sistemas antibloqueio das rodas para garantir a estabilidade e dirigibilidade durante frenagens de emergência.

## MINUTA DE REGULAMENTAÇÃO APROVADA (CAMINHÕES)

PROPOSTA PARA REGULAMENTAÇÃO DE VEÍCULOS COMERCIAIS DA CATEGORIA “N” CONFORME NBR 10966, BASEADA NO REGULAMENTO ECE-R13 PARA DESCIDA NO TRECHO DA SERRA DO MAR NA RODOVIA DOS IMIGRANTES

### CONCEITOS, DEFINIÇÕES, REQUISITOS E PROCEDIMENTOS DE TESTE

Todos os conceitos, definições, requisitos e procedimentos estão baseados em normas da ABNT introduzidas pela Resolução nº 777, de 17 de dezembro de 1993 pelo Conselho Nacional de Trânsito, válidas a partir de 01 de janeiro de 1994 e prorrogada posteriormente para 23/12/1996 através da Resolução 808 de 1995.

VEÍCULOS DA CATEGORIA “N”: Veículo rodoviário automotor de transporte de carga, com pelo menos quatro rodas, ou três rodas, e com peso máximo total maior do que 9,8 kN ( 1tf). Definição da NBR 10966 (MB 1253).

A categoria “N” é subdividida pela NBR 10966 em:

Categoria N1: veículo tendo peso total máximo menor ou igual a 34,3 kN (3,5 tf).

Categoria N2: veículo tendo peso total máximo maior do que 34,3 kN (3,5 tf) e menor ou igual a 117,7 kN (12 tf).

Categoria N3: Veículo tendo peso total máximo maior do que 117,7 kN (12 tf)

### DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Esta proposta de regulamentação tem por finalidade estabelecer os requisitos mínimos na frenagem<sup>7</sup> e no controle de velocidade<sup>8</sup> de veículos rodoviários comerciais durante a descida no trecho da serra da Rodovia dos Imigrantes.

O Grupo de estudo formado por vários membros da Anfavea, Anfir, Ecovias, Artesp e Universidade verificou e constatou a viabilidade técnica dos requisitos e procedimentos aqui propostos através dos resultados obtidos nos testes de caminhões das categorias N2 e N3 e de simulações em computador desenvolvidas.

A descida dos veículos comerciais das categorias N2 e N3, no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes, fica submetida às regras e procedimentos estabelecidos nesta proposta de regulamentação, sem prejuízo do disposto em legislação e disciplina peculiar para cada categoria de transporte.

## VEÍCULOS E EQUIPAMENTOS

*Ensaio tipo II A (ECOVIAS):* Para veículo rodoviário automotor de transporte de carga, com pelo menos 4 rodas, ou com 3 rodas, com (pbt) maior do que 34,3 kN (3,5 tf) das categorias N2 e N3.

Os veículos carregados com o peso bruto total (pbt) devem ser ensaiados de tal maneira que a absorção de energia seja equivalente àquela registrada no mesmo período de tempo, com o veículo carregado, a uma velocidade média de 40 km/h, sobre uma pista em declive de 6,5%, para uma distância de 12 km. Durante o ensaio, os freios de serviço, emergência e estacionamento não devem ser acionados. A marcha utilizada deve ser tal que a velocidade angular do motor não exceda a máxima prescrita pelo fabricante do veículo. Se o veículo estiver equipado com retardador, este deve ser utilizado com a transmissão acoplada de tal modo que a velocidade angular do motor não exceda o valor máximo prescrito pelo fabricante.

Para veículos no qual a energia é absorvida pela ação de frenagem do motor isoladamente, os afastamentos de  $\pm 5$  km/h sobre a velocidade média podem ser permitidos, possibilitando que a velocidade seja estabilizada a um valor próximo a 40

---

<sup>7</sup> Ensaio tipo 0 (ECOVIAS), definido neste texto.

<sup>8</sup> Ensaio Tipo II-A (ECOVIAS), definido neste texto

km/h numa pista em declive de 6,5%. Se o desempenho da ação de frenagem do motor isolado é determinado pela medida da desaceleração, esse desempenho considera-se suficiente se a desaceleração média estabilizada for no mínimo de 0,60 m/s<sup>2</sup>.

Observações: 1) Nas normas NBR 10967 e ECE-13 não está indicado o ensaio de descida de rampas longas para os veículos da categoria N2, mas foi proposta pelo Grupo de Estudo a sua inclusão na regulamentação, considerando as características especiais da pista descendente da Rodovia dos Imigrantes.

2) Como o veículo deve descer o declive sem o uso do freio de serviço, a sua temperatura deverá ficar abaixo de 100 °C (freio frio). Isto implica na não necessidade de se fazer um teste residual de eficiência do sistema de freio de serviço após a descida.

3) Caso existam sistemas acoplados ao eixo motriz/retardo que elevem a temperatura do sistema de freio de serviço acima de 100 °C durante a descida (retardador acoplado ao eixo, por exemplo), o veículo deverá fazer o ensaio residual Tipo 0, conforme indicado na NBR 10967 (Tipo II), após a descida.

## REQUISITOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES OBRIGATORIOS

Para veículos da categoria N3, autorizados a rebocar veículos da categoria O (reboques e semi-reboques), será exigido o uso de Sistemas Antibloqueio dos Freios (ABS), de modo a garantir a estabilidade do veículo durante a frenagem. Também se estabelece como requisito construtivo a existência e funcionamento de um Sistema de Ajuste Automático da folga entre a lona (ou pastilha) e o tambor (ou disco) de freio nestes veículos.



**MINUTA DE REGULAMENTAÇÃO APROVADA (VEÍCULOS COMBINADOS (COM REBOQUES OU SEMI-REBOQUES))**

PROPOSTA PARA REGULAMENTAÇÃO DE VEÍCULOS COMERCIAIS DA CATEGORIA “O” CONFORME NBR 10966, BASEADA NO REGULAMENTO ECE-R13 PARA DESCIDA NO TRECHO DA SERRA DO MAR NA RODOVIA DOS IMIGRANTES

CONCEITOS, DEFINIÇÕES, REQUISITOS E PROCEDIMENTOS DE TESTE

Todos os conceitos, definições, requisitos e procedimentos estão baseados em normas da ABNT introduzidas pela Resolução nº 777, de 17 de dezembro de 1993 pelo Conselho Nacional de Trânsito, válidas a partir de 01 de janeiro de 1994 e prorrogada posteriormente para 23/12/1996 através da Resolução 808 de 1995.

VEÍCULOS DA CATEGORIA “O”: Veículo rodoviário rebocado. Definição da NBR 10966 (MB 1253).

A categoria “O” é subdividida pela NBR 10966 em:

Categoria O<sub>1</sub> : veículo com apenas um eixo veicular e peso total máximo menor ou igual a 7,35 kN (0,75 tf), excluídos os semi-reboques.

Categoria O<sub>2</sub> : veículo com peso total máximo menor ou igual a 34,3 kN (3,5 tf), excluídos os da categoria O<sub>1</sub>.

Categoria O<sub>3</sub> : Veículo com peso total máximo maior do que 34,3 kN (3,5 tf) e menor ou igual a 98 kN (10tf).

Categoria O<sub>4</sub> : Veículo com peso total máximo maior do que 98 kN (10tf).

DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Esta proposta de regulamentação tem por finalidade estabelecer os requisitos mínimos na frenagem<sup>9</sup> e no controle de velocidade<sup>10</sup> de veículos rodoviários comerciais durante a descida no trecho da serra da rodovia dos Imigrantes.

O Grupo de Estudos formado por vários membros da Anfavea, Anfir, Ecovias, Artesp e Universidade verificou e constatou a viabilidade técnica dos requisitos e procedimentos aqui propostos através dos resultados obtidos nos testes de veículos rebocados da categoria O<sub>4</sub> e de simulações em computador desenvolvidas.

A descida dos veículos comerciais das categorias O<sub>3</sub> e O<sub>4</sub>, no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes, fica submetida às regras e procedimentos estabelecidos nesta proposta de regulamentação, sem prejuízo do disposto em legislação e disciplina peculiar para cada categoria de transporte.

#### REQUISITOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES OBRIGATÓRIOS

Para o caso dos veículos das Categorias O<sub>3</sub> e O<sub>4</sub> (pbt > 3,5 tf) terão que ter Sistema ABS e Sistema de Ajuste Automático da folga entre a lona (ou pastilha) e o tambor (ou disco) do freio de serviço em todos os eixos.

---

<sup>9</sup> Ensaio tipo 0 (ECOVIAS), definido neste texto.

<sup>10</sup> Ensaio Tipo II-A (ECOVIAS), definido neste texto

## RESULTADOS DAS AÇÕES DIRECIONADAS À PREPARAÇÃO DOS MOTORISTAS, À ITV E AO MODELO OPERACIONAL DA RODOVIA.

No caso da preparação dos motoristas considera-se que, com a elaboração e o conteúdo do Manual do Condutor de Veículos Comerciais – Usuário da Rodovia dos Imigrantes, com a experiência dos profissionais do SEST – SENAT no treinamento dos motoristas e no conteúdo programático do curso proposto, junto com o apoio das Montadoras e Universidade, os motoristas terão instruções necessárias complementadas para esta rodovia o que aumentará a segurança de todo o sistema.

O curso inclui preparação teórica e prática e exposição de conhecimentos sobre as inovações tecnológicas introduzidas nos últimos anos nos veículos comerciais. É dada uma especial ênfase sobre sistemas de retardo e de frenagem. Prevê-se insistir na necessidade de acabar com uma série de práticas e conceitos antigos dos motoristas que conduzem à rejeição de novidades tecnológicas nos veículos e à conseqüente modificação ou desinstalação de dispositivos e componentes auxiliares. Pretende-se desmistificar os tabús e conceitos errados arraigados nos motoristas através de modernas práticas de condução defensiva, da operação correta de sistemas veiculares e da explicação das conseqüências da operação incorreta dos mecanismos e sistemas originais do veículo. Também se pretende conseguir um adequado balanço entre a carga de instrução teórica e de instrução prática.

Com relação à inspeção técnica veicular considera-se que o esquema e a estrutura da ITV MERCOSUL para veículos de transporte internacional de cargas ou passageiros, já em vigor no país, poderia ser utilizado até que seja implementada a ITV para todos os veículos nacionais prevista desde 1997 pelo artigo 104 do Código de Trânsito Brasileiro. Também poderão se utilizar outros esquemas como, por exemplo, o credenciamento especial de empresas para a realização da ITV para os veículos usuários da Rodovia dos Imigrantes.

A construção e operação do Pátio de Triagem é importante para se aumentar a segurança veicular na rodovia e um período de tempo suficiente deve ser dado à Concessionária para que ela possa realizar os investimentos necessários e possa resolver os problemas de procedimentos legais, operacionais, etc.

Com relação ao modelo operacional da rodovia e à segurança nos túneis considera-se que com as sugestões propostas neste trabalho e ações tomadas pela equipe técnica experiente da Concessionária bem como da ARTESP, a segurança no trecho da serra será sensivelmente incrementada, reduzindo-se as possibilidades de acidentes graves.

## **6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.**

### CONCLUSÕES

Pode-se concluir através da revisão da literatura e da pesquisa bibliográfica realizada que a construção de rodovias em regiões montanhosas e descidas de serras utilizando-se de túneis é uma tendência mundial no momento. A rodovia apresenta assim um traçado com curvas abertas permitindo o uso de veículos combinados longos (uma tendência crescente no Brasil), menor agressão ao meio ambiente, redução acentuada nos custos de manutenção da rodovia, menor número de interrupções do tráfego devido aos deslizamentos das encostas, melhor fiscalização e controle do fluxo de veículos em uma região confinada, etc. Estudos realizados principalmente na Europa, citados neste texto, mostram que estes fatores fazem com que a probabilidade de ocorrência de acidentes seja menor em estradas com túneis em regiões montanhosas e serras comparadas com aquelas que margeiam as encostas das montanhas. Embora a probabilidade de acidentes seja menor nas rodovias com túneis, os acidentes que vierem a ocorrer podem ter conseqüências dramáticas, principalmente quando existir incêndio de grandes proporções. Os estudos realizados em túneis da Europa mostraram que:

- com os dispositivos de segurança necessários instalados e em perfeito estado de operação,
- com um controle rigoroso do fluxo dos veículos,
- com comunicação e informação eficiente com o usuário,
- com equipes de operação, manutenção e de emergência bem treinadas,
- com realizações de simulações freqüentes,
- veículos adequados à operação e com manutenção eficiente,

a probabilidade da ocorrência de um acidente de grandes proporções diminui sensivelmente, colocando esta opção de transporte como umas das mais interessantes e eficientes. Neste aspecto, várias sugestões foram dadas neste trabalho, mas que não

esgotam evidentemente o assunto, que deve ser tema de vários outros trabalhos de pesquisa com níveis de mestrado e doutorado.

O trecho da Serra do Mar da Rodovia dos Imigrantes, principalmente dentro dos túneis, tem uma infra-estrutura e dispositivos de segurança, de comunicação e controle no mesmo nível dos melhores túneis existentes no mundo. A Concessionária Ecovias dos Imigrantes, através dos seus sistemas de controle e de operação da rodovia, tem um banco de dados com inúmeras informações sobre eventos diversos que pode ser usado para trabalhos de pesquisa nas Universidades e em Centros de Pesquisa. Estes trabalhos podem contribuir significativamente com os aspectos de segurança e eficiência da operação.

Conclui-se que a preocupação manifestada pelas autoridades competentes na época da inauguração da rodovia, proibindo a descida de veículos comerciais, tinha fundamento, devido à idade avançada da frota nacional, à inexistência da Inspeção Técnica Veicular, à baixa formação técnica e escolar dos condutores, à legislação sobre frenagem aplicada recentemente (a partir de 23 de dezembro de 1996), à manutenção precária dos veículos por problemas técnicos e econômicos, às condições reais da pista diferentes daquelas contidas nas normas vigentes sobre desempenho na frenagem e descida de serra, e a outras já citadas anteriormente neste texto.

O Grupo de Estudo manifestou a sua concordância com as atitudes tomadas na época pelas autoridades competentes e pela Concessionária da Rodovia.

A necessidade de testes com veículos da frota nacional, indicada na Portaria da ARTESP que proibiu a descida de veículos comerciais, se mostrava realmente necessária. Isto para se permitir estudos posteriores que propusessem medidas com o objetivo de aumentar a segurança neste trecho da rodovia, considerando todos os fatores adversos citados acima e também em outras partes deste texto.

Com todos os fatores adversos citados, conclui-se da necessidade de uma operação da rodovia, no trecho da serra, que mantenha um relativo controle sobre os veículos, de seu estado de manutenção e também dos condutores; apesar das dificuldades técnicas, políticas e operacionais esperadas pelo Grupo de Estudo e pela Concessionária para isto.

Desenvolveu-se então o estudo através de cálculos, simulações em computador e testes realizados com os veículos na rodovia, para se oferecer sugestões das condições técnicas necessárias para os veículos se utilizarem da rodovia com segurança.

Através dos testes realizados com veículos de várias categorias constatou-se a existência no mercado Brasileiro de veículos comerciais, a partir de 1997, que atendem às exigências para a descida segura pela Rodovia dos Imigrantes. Existe também no mercado sistemas e componentes adequados para se garantir a segurança da descida, sem a necessidade da utilização do freio de serviço, como é o caso de diferentes tipos de freio motor, retardadores hidráulicos e eletromagnéticos, sistemas ABS e alavancas ajustadoras de folga automáticas.

Com os testes realizados, com as simulações em computador, com a revisão da legislação sobre frenagem e descida de serra e com as discussões técnicas realizadas pelo Grupo de Estudo, foram sugeridas, no capítulo anterior, minutas de normas que contêm os requisitos técnicos julgados necessários para os veículos. Os fabricantes dos veículos devem então certificar os veículos para esta aplicação considerando tais requisitos.

Os requisitos estabelecidos nas Minutas de Regulamentação elaboradas pelo Grupo de Estudo “ECOVIAS” são superiores aos estabelecidos na norma Brasileira vigente (NBR 10967 (anterior MB-3160)). Contudo, com os testes e as simulações em computador realizadas, pode-se concluir que tais requisitos são adequados e atendíveis nas condições atuais. Assim, as Minutas de Regulamentação representam uma proposta normativa, que poderá ser apresentada aos órgãos competentes, para a elaboração da definitiva regulamentação técnica sobre o assunto e que podem servir como base para a análise da liberação, pela ARTESP, da descida dos veículos comerciais pela Rodovia dos Imigrantes.

Com o objetivo de se diminuir o impacto de uma manutenção ineficiente do sistema de freio de serviço na margem de segurança dos veículos, que ainda não são inspecionados regularmente, as minutas de regulamentação sugeridas (apresentadas no capítulo anterior) estabelecem: os veículos das categorias M2, M3, N2, N3 e os veículos das categorias N2 e N3 autorizados a rebocar veículos das categorias O3 e O4, devem ter ação de retardo suficiente para manter a velocidade de descida

constante (estabelecida para cada categoria), sem o uso do sistema de freio de serviço, em um declive de 6,5 % e com comprimento de 12 km. O freio de serviço seria preservado para o controle da velocidade do veículo no trânsito e em situações de emergência. Caso esta exigência não fosse colocada, o freio de serviço seria utilizado também para a manutenção da velocidade durante a descida, o que resultaria no aquecimento dos componentes do freio de serviço. Este aquecimento, associado com problemas advindos da má manutenção do sistema de freio do veículo observada frequentemente na frota, reduziria sensivelmente a margem de segurança na descida e aumentaria a probabilidade da ocorrência de acidentes. Isto é, de fato, a extensão dos requisitos exigidos para ônibus da categoria M3 nas normas vigentes para o resto das categorias veiculares.

Mostra-se na Tabela 33 um resumo dos requisitos técnicos das normas sugeridas.

TABELA 33 – Requisitos técnicos e condições operacionais a serem cumpridas em cada categoria veicular.

<b><u>Categoria veicular</u></b>	<b><u>Requisitos técnicos e condições operacionais a cumprir</u></b>
Categoria M	O controle da velocidade de descida (60 km/h) será realizado com a ação de retardo do motor e retardador, se houver. Durante a descida (6,5%), o freio de serviço, de emergência e de estacionamento não devem ser acionados. A desaceleração média estabilizada de $0,6 \text{ m/s}^2$ deve ser conseguida com a ação isolada do motor. A velocidade angular do motor não deverá exceder a máxima prescrita pelo fabricante do veículo.
Categoria N	O controle da velocidade de descida (40 km/h) será realizado com a ação de retardo do motor e retardador, se houver. Durante a descida (6,5%), o freio de serviço, de emergência e de estacionamento não devem ser acionados. A desaceleração média estabilizada de $0,6 \text{ m/s}^2$ deve ser conseguida com a ação isolada do motor. A velocidade angular do motor não deverá exceder a máxima prescrita pelo fabricante do veículo.



<p>Categoria N e O (veículo combinado)</p>	<p>O controle da velocidade de descida (40 km/h) será realizado com a ação de retardo do motor e retardador, se houver. Durante a descida (6,5%), o freio de serviço, de emergência e de estacionamento não devem ser acionados. A desaceleração média estabilizada de <math>0,6 \text{ m/s}^2</math> deve ser conseguida com a ação isolada do motor. A velocidade angular do motor não deverá exceder a máxima prescrita pelo fabricante do veículo. Os veículos deverão ter Sistema ABS e Sistema de Ajuste Automático da folga entre a lona (ou pastilha) e o tambor (ou disco) em todos os eixos.</p> <p>No caso de CVC com PBTC de 45 toneladas ou mais, deverá ser tracionado por cavalo mecânico com tração 6 x 4.</p>
--	--

No caso do CVC foi sugerido, por consenso, que deverá estar equipado com sistema antitravamento das rodas (ABS) que garanta a estabilidade da composição. O CVC deverá possuir dispositivo de ajuste automático de folga entre o tambor e as lonas em todos os eixos. Este dispositivo de segurança compensa automaticamente o desgaste do material de atrito. É sugerido para veículo com PBTC maior que 45 toneladas a utilização de cavalo mecânico 6 x 4, para se garantir uma margem de segurança adequada para manobras evasivas e frenagens de emergência.

Sugere-se a proibição da elevação dos eixos do veículo baseado nos resultados e conclusões obtidos recentemente em estudo realizado através de convênio entre a EESC-USP/ FIPAI e a ECOVIAS. Este trabalho mostra que há uma diminuição, em muitos casos, da margem de estabilidade direcional e perda da eficiência do freio de serviço com a elevação dos eixos do veículo (ver Apêndice 4).

Por melhor que sejam os veículos, se o condutor não utilizá-los dentro das condições normais de operação, com prudência e correção técnica, a segurança ficará seriamente comprometida principalmente nos declives longos dentro de túneis. Considerou-se então necessária uma melhor preparação dos condutores através de um reforço na informação técnica e de um controle por certificação. Para isto, foi elaborado um Manual Técnico de Condução para o motorista, cujo índice pode ser visto no Anexo H deste texto (o Manual completo está disponível para venda como publicação da EESC-USP ou pode ser visto no Volume 3 da versão em papel do

Relatório Final que está arquivada na USP (ver com os autores)). Também são indicadas no Manual um considerável número de recomendações relacionadas ao comportamento dos motoristas durante a condução nos declives, em túneis e durante situações de emergência. Foi proposto um curso para os condutores, com a colaboração e participação do SEST-SENAT, que considera as inovações tecnológicas introduzidas nos veículos comerciais, em especial nos sistemas de retardo e sistemas auxiliares de frenagem, e também as condições específicas da condução na Rodovia dos Imigrantes.

Foram incluídas neste trabalho de pesquisa recomendações e sugestões para o modelo operacional da rodovia, no trecho da Serrado Mar, com a presença dos veículos comerciais,

Considerando que o incêndio é um dos eventos mais perigosos que podem ocorrer no interior dos túneis, e que o sistema de freio é uma das principais fontes de calor no veículo, o fato de se exigir e estender os requisitos da categoria M3 também para as outras categorias veiculares na descida de longos declives mostra-se como uma forma de se aumentar a segurança. Nestas condições, o freio de serviço não será utilizado para a manutenção da velocidade de descida no declive, reduzindo-se significativamente o calor gerado neles e as temperaturas resultantes de regime.

O Grupo de Estudo considera necessário um período de tempo de avaliação (descida assistida) dentro do qual os veículos comerciais de várias categorias certificados pelos seus fabricantes de acordo com requisitos sugeridos neste trabalho, com condutores treinados e credenciados, se utilizem da rodovia em operação normal mas monitorada. Este período seria utilizado para avaliar o desempenho dos veículos na descida da Serra em tráfego normal, avaliar o modelo operacional da rodovia e a atuação dos condutores.

Finalmente, deve-se destacar que o trabalho desenvolvido não foi meramente técnico e de pesquisa, mas também de coordenação das ações de muitas pessoas e instituições envolvidas para se alcançar os resultados inicialmente propostos. Os testes realizados na rodovia, com a presença conjunta de todas as Montadoras e outras Instituições envolvidas, é um fato raro e provavelmente único no Brasil. O apoio das Montadoras, Fabricantes de Autopeças, Fabricantes de Implementos Rodoviários, de Empresas Transportadoras de Carga, da Concessionária Ecovias dos

Imigrantes, da ARTESP e de outras Instituições antes mencionadas para a realização deste estudo e, em particular, dos testes na rodovia (incluindo o custeio e o fato de se colocar à disposição os veículos, instrumentação e pessoal técnico necessário) e a participação eficiente e entusiástica de todos os membros do Grupo de Estudo, foram fundamentais e decisivos para a obtenção dos resultados e conclusões aqui apresentadas.

## RECOMENDAÇÕES

### Veículos:

Provar durante um período de descida controlada e monitorada (descida assistida) a validade das normativas propostas.

Utilizar o programa de simulação para a análise do desempenho de veículos novos e durante a operação de descida assistida.

A certificação dos veículos deve ser realizada pelos próprios fabricantes ou por entidades credenciadas..

Considera-se muito necessária por parte do governo a implantação em um curto período de tempo de medidas que facilitem e incentivem a renovação da frota Brasileira de caminhões.

Sugere-se que, após a liberação da pista para veículos comerciais, seja obrigatório que os veículos desçam pelo trecho descendente da pista sul com todos os eixos em contato com o pavimento.

### Condutores:

A certificação dos condutores através da realização de cursos que podem ser oferecidos pelo SEST-SENAT que já vem trabalhando neste assunto.

### Túneis:

Revisar ou complementar a legislação Brasileira no que se refere à definição de cargas perigosas dentro de túneis longos. O termo "carga perigosa" deve ser

aplicado a todo o veículo com certo volume de material inflamável (energia) ou que puder gerar gases especialmente tóxicos em um incêndio. Isto é altamente recomendável após os graves acidentes ocorridos, sobretudo na Europa (ver SECONDS..., 2003). Estes incêndios, de grandes proporções, foram inicialmente provocados pela combustão dentro dos túneis de materiais não considerados perigosos pela legislação vigente nesses países na época em que ocorreram os incêndios (ver Relatório em SEGURIDAD VIAL 2003).

#### Modelo operacional:

Realizar a operação de Descida Assistida como critério complementar e necessário para comprovar e aferir o modelo operacional e para se obter conclusões mais abrangentes.

Construir e por em funcionamento o Pátio de Triagem para viabilizar o controle dos veículos e motoristas em condições de descer a pista com segurança.

Sugere-se que o controle da certificação de veículos e dos condutores no pátio de triagem seja realizado pelo DPRF. Para isto, poderá ser utilizado também um sistema tipo “TAG” para a triagem automática dos veículos e motoristas certificados para descer.

#### Inspeção Técnica:

Utilizar-se do portal de detecção de temperaturas anormais no veículo como parte do processo de controle do estado técnico do veículo antes da descida.

Estudar e decidir como e por quem será realizada a inspeção técnica veicular que será aceita para os veículos usuários da rodovia antes da descida.

Insiste-se na necessidade de que seja instituída pelo CONTRAN o mais breve possível a inspeção técnica veicular estabelecida pelo artigo 104 do Código de Trânsito Brasileiro.

## - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R.W. et al. (1990). Field testing and computer simulation analysis of ground vehicle dynamic stability. (*SAE Technical Paper Series*, paper 900127).

ALLEN, R.W.; ROSENTHAL, T.J. (1994). Requiriments for vehicle dynamics simulation models. (*SAE Technical Paper Series*, paper 940175).

ASSOCIAÇÃO brasileira de transportadores internacionais (2004). *Inspeção técnica veicular Mercosul*. Brasil. Portal da ABTI que apresenta informações gerais sobre o transporte internacional de cargas. Disponível em <<http://www.abti.com.br/>>. Acesso em: 15 abr 2004.

BAKKER, E.; NYBORG L.; PACEJKA H.B. (1987). Tyre modelling for use in vehicle dynamics studies. (*Society of Automotive Engineering*, paper No. 870421).

BAKKER, E.; PACEJKA H.B.; LIDNER, L. (1989). A new tire model with an application in vehicle dynamics studies. (*Society of Automotive Engineering*, paper No. 890087).

BORGES, J.A.F. et al. (1994). Dynamic simulation of a heavy articulated truck. In: INTERNATIONAL MODAL ANALISIS CONFERENCE, 12., Honolulu, 1994. *Proceedings*. Honolulu, IMAC, p. 1448-53.

BROSSI, A. (2002). *Estudo do desempenho de frenagem de um ônibus bi-articulado*. São Carlos. 134 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

CAMPOS, M. (2004). Porto de Santos tem movimentação recorde de cargas. *Folha Online*, São Paulo, 28 out. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u90305.shtml>>. Acesso em: 28 out. 2004.

CANALE, A.C. (1989). *Automobilística: dinâmica e desempenho*. São Paulo, Érica. Cap. 5, p.78-99: Dinâmica da Frenagem.

CASSARO, C.F. (1992). *Implantação e perenização de vias de transporte na serra do mar – o uso de cortinas atirantadas*. São Carlos. 114 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ECOVIAS dos Imigrantes (2002). *Modelo Operacional Pista Descendente – Sistema Anchieta Imigrantes*. São Paulo.

ECOVIAS dos Imigrantes (2003). *FREIOS - questão de máxima segurança; Pista Descendente da Rodovia Imigrantes*. Disponível em: <<http://www.ecovias.com.br>>. Acesso em 3 mar.

ECOVIAS dos Imigrantes (2004). São Paulo: Holding ECORODOVIAS. Apresenta informações sobre o Sistema Anchieta Imigrantes. Disponível em: <<http://www.ecovias.com.br>>. Acesso em 25 ago.

EL-GINDY, M. et al. (1991). Evaluation of the dynamic performance of heavy commercial vehicle. In: WINTER ANNUAL MEETING OF THE ASME, Atlanta, 1991. *Proceeding*. New York, ASME, v.40, p. 183-98.

FERNANDES, D.L. (1994). *Estudo da freagem de autoveículos rodoviários articulados pesados*. São Carlos. 153 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

HORTA, J.C. (1999). *Estudo da estabilidade direcional de um veículo combinado cavalo semi-reboque*. São Carlos. 289 p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

LEO FERRANDO, E. (2000). La seguridad en los túneles: una reflexión desde Protección Civil. *Revista de Protección Civil*, Madrid, España, número 4 - junio 2000. Disponível em < [http://www.proteccioncivil.org/revispc4/rpc04\\_13.htm](http://www.proteccioncivil.org/revispc4/rpc04_13.htm) >. Acesso em: 17 dez 2003.

LUCAS, M.J. (2004). *Faixas adicionais para trechos de rodovias com declives longos considerando os aspectos da frenagem de veículos de carga*. São Carlos. 104 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

MI COCHE A PUNTO COM (2004). *Los túneles españoles cada vez más seguros, partes I, II e III*. Madrid, España: Portal da “General de Ediciones Especializadas” que apresenta revista do automóvel. Disponível em < [http://www.micoche.com/articulos/2001/2001\\_23.html](http://www.micoche.com/articulos/2001/2001_23.html) >. Acesso em: 15 dez 2003.

MONTENEGRO, A. (2001). Seguridad vial, La informática creará túneles más seguros. *El Mundo*, Madrid, España, Sábado, 3 de fevereiro de 2001, número 185, [elmundomotor.com](http://www.el-mundo.es/motor/index.html). Disponível em <<http://www.el-mundo.es/motor/index.html>>. Acesso em 15 dez 2003.

OLSON, G.R. (1973). Effects of tire slip on the handling performance of tractor semi-trailer in braking maneuvers. (*SAE Technical Paper Series*, paper 730184).

OOSTEN, J.J.M.; BAKKER, E. (1991). Determination of magic tyre model parameters. In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON TIRE MODEL FOR VEHICLE DYNAMICS ANALYSIS. *Proceeding*, Delft, 1991.

OS DESAFIOS DA ESTRADA, muitos caminhoneiros se enganam pensando ter encontrado uma "Mina de ouro" (2003). *Revista Online "ECOVIA caminho do mar"*, número julho/agosto 2003, matéria de capa. Disponível em <http://www.ecovia.com.br/revista.shtml>.

PACEJKA, H.B.; BAKKER, E. (1991). The magic formula tire model. In: INTERNATIONAL COLLOQUIUM ON TIRE MODEL FOR VEHICLE DYNAMICS ANALYSIS. *Proceeding*, Delft, 1991.

PERSEGUIM, O.T. (1994). *Estudo da distribuição dos pesos dinâmicos nos eixos de um semi-reboque de três eixos durante a freagem.* / Apresentado no Curso de Dinâmica dos Autoveículos, Escola de Engenharia de São Carlos – USP, ministrado pelo Prof. Dr. Antônio Carlos Canale/

POLITO, R.F. et. al. (2004). *Simulação da frenagem de um bi-trem em regime permanente e a influência da suspensão em "tandem" no desempenho.* In: 3º COLLOQUIUM INTERNATIONAL DE SUSPENSÕES E 2º COLOQUIUM DE IMPLMETOS RODOVIARIOS, Caxias do Sul – RS - Brasil. *Anais*, p. 70-75.

SECONDS from disaster: Tunnel Inferno (2003). Produção da National Geographic. Cortesia da Fox Latin America Channels do Brasil. São Paulo, SP, Brasil. 1 videocassete (54 min), VHS, son., color.

SEGURIDAD VIAL (2003). *Informe RACE: Seguridad em túneles de carretera 2003.* Portal do "Real Automóvil Club de Espana" (RACE). Disponível em <[http://www.seguridadvial.org/portada/inf\\_seguridad\\_tuneles/Informe\\_RACE\\_Tuneles\\_2003.pdf](http://www.seguridadvial.org/portada/inf_seguridad_tuneles/Informe_RACE_Tuneles_2003.pdf)>. Acesso em: 16 dez. 2003.



SEGURIDAD VIAL (2004). *Informe ADAC: Seguridad em túneles 2004*. Portal do “Real Automóvil Club de Espana” (RACE). Disponível em <<http://www.seguridadvial.org/portada/tuneles2004/tuneles2004.html>>. Acesso em: 18 out. 2004.

TESTES de frenagem na nova pista da rodovia dos Imigrantes (2003). Produção da Ecovias dos Imigrantes. São Paulo, SP, Brasil. 1 DVD (7 min), son., color.

TROGER, H. (1974). On controllability of a tractor semi-trailer during braking. *Vehicle System Dynamics*, v.3, p.47-52.

TSO, Y.; SWEATMAN, P. (1987). The dynamic stability testing of articulated vehicles. (*Society of Automotive Engineering*, paper 871180).

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola de Engenharia de São Carlos. Serviço de Biblioteca (2002). *Diretrizes para elaboração de dissertações e teses na EESC-USP*. 3.ed. São Carlos.

VEIT, M.; WALGRAVE, S. (1989). Heavy duty truck dynamics and simulations. (*Society of Automotive Engineering*, paper 892508).

VIANNA, G.A. (2003). *Nova Imigrantes: Proibida para caminhões de terceiro mundo*. Associação Nacional do Transporte de Cargas e Logística. Disponível em <http://www.ntcelogistica.org.br/>. Acesso: mar.2003.

## - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ADAS C. A.; FONSECA B. J.; FERNANDES D. F. ; CANALE, A. C. (1995). *A study of the braking performance of heavy trucks using the "static equilibrium" or "centre of gravity range" technique.* In: INTERNATIONAL MOBILITY TECHNOLOGY CONFERENCE AND EXHIBIT, 4., São Paulo, Brasil, SAE. /SAE technical paper series 952215 E ou P/

ADAS, C. A.; FONSECA, B. J.; FERNANDES, D. F.; CANALE, A. C. (1995). *A study of the influence of the brake force distribution on the directional stability of heavy vehicles during the braking process.* In: INTERNATIONAL MOBILITY TECHNOLOGY CONFERENCE AND EXHIBIT, 4, São Paulo, Brasil, SAE. /SAE technical paper series 952213 E ou P/

ALVARENGA, L.S.; CANALE, A.C.; FAGUNDES, S.S.; CESAR, M.O.; GABRIEL, M. *Manutenção dos veículos: ações preventivas para a segurança no trânsito* [Sessão plenária/painéis]. In: SIMEA'2003 - SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA, 12. São Paulo, 12 a 14 de agosto 2003. Anais. São Paulo, AEA, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1990). NBR 10966 (MB 1253) –*Desempenho de sistemas de freio para veículos rodoviários.* Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1990). NBR 10967 (MB 3160) –*Sistema de freios para veículos rodoviários - ensaio de desempenho.* Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1990). *NBR 6067 Veículos rodoviários automotores, seus rebocados e combinados - terminologia*. Rio de Janeiro.

BOSCH GROUP (1993). *Automotive Handbook*. 3.ed. Germany, Closing.

CANALE, A.C. (1989). *Automobilística: dinâmica e desempenho*. São Paulo, Erica.

CANALE, A. C.; RUFINO, R. T. (1993). *Study of the dynamic weight on the axle and wheels of automobile using the static equilibrium or center of gravity range of the vehicle*. In: INTERNATIONAL MOBILITY TECHNOLOGY CONFERENCE AND EXHIBIT, 2., São Paulo, Brasil, SAE. / SAE technical paper series 931648 E ou P/

CANALE, A. C.; RUFINO, T. R. (1993). *A theoretical study of the performance of the brake system of a highway using semi-automatic system*. In: INTERNATIONAL MOBILITY TECHNOLOGY CONFERENCE AND EXHIBIT, 2., São Paulo, Brasil, SAE. /SAE technical paper series 931620 E ou P/

CANALE, A. C.; RUFFINO, R. T. (1992). *Estudo do desempenho de veículos rodoviários utilizando a técnica do balanceamento estático*. In: CONGRESSO IBERO LATINO-AMERICANO SOBRE MÉTODOS COMPUTACIONAIS PARA A ENGENHARIA, 13., Porto Alegre, 1992. Anais. Rio Grande do Sul, CILAMCE. V.2, p. 401-10

CANALE, A. C.; RUFINO, R. T. (1992). *A study of the braking performance of road vehicles using the "static equilibrium" or "centre of gravity range" technique*. In: INTERNATIONAL MOBILITY TECHNOLOGY CONFERENCE AND EXHIBIT, 1., São Paulo, Brasil, SAE. /SAE technical paper series 921438 E ou P/

CANALE, A. C.; NAVARRO, H. A.; D'ELBOUX, J. E.; SARAIVA, J. R.; VALTAS, N. B. (1997). *Resistência ao movimento em veículos comerciais*. In:

CONGRESSO IBERO AMERICANO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 3., Havana, Cuba, 1997. Anais em CD ROM. Havana, CIDIM.

CANALE, A. C.; NAVARRO, H. A.; D'ELBOUX, J. E.; SARAIVA, J. R.; VALTAS, N. B. (1997). *Método computacional para o cálculo da aceleração máxima de veículos comerciais com tração 4 x 4*. In: CONGRESSO IBERO LATINO AMERICANO SOBRE MÉTODOS COMPUTACIONAS PARA A ENGENHARIA, 18., Brasília, Brasil, 1997. Anais. Brasília, CILAMCE. V.3, p.1103-1110

CANALE, A. C.; FERNANDES, D. L. G.; PERSEGUIM, O. T. (1995). *Obtenção das forças que ocorrem nos eixos e na suspensão de um veículo combinado articulado*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 13., & CONGRESSO IBERO AMERICANO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 2., Belo Horizonte, 1995. Anais em CD ROM. Minas Gerais, COBEM & CIDIM, 4.p

CANALE, A. C.; FONSECA, B. J.; ADAS, C. A.; FERNANDES, D. L. G. (1995). *A description of a computer system for the study of brake performance of heavy trucks*. In: INTERNATIONAL MOBILITY TECHNOLOGY CONFERENCE AND EXHIBIT, 4, São Paulo, Brasil, SAE. /SAE technical paper series 952214 E ou P/

CANALE, A. C.; NAVARRO, H. A.; VALTAS, N. B.; SARAIVA, J. R.; D'ELBOUX, J. E. (1997). *Dinâmica de autoveículos comerciais com suspensão do tipo pivotamento oscilante e tração 6 x 4*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 14., Baurú, 1997. Anais, São Paulo, Brasil, COBEM.

CANALE, A. C.; ADAS, C. A. (1997). *Desempenho de veículos pesados na freagem considerando os requisitos da regulamentação ECE-R13*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 14., Baurú, 1997. Anais, São Paulo, Brasil, COBEM.

CANALE, A. C.; HORTA, J. C. *Estudo da estabilidade direcional de um veículo articulado pesado rodoviário*. In: CONGRESO CHILENO DE INGENIERIA MECANICA, 8, Concepcion, Chile, 1998. Anais em CD ROM. Concepcion, CCIM.

CANALE, A. C.; DE MARQUI JR, C.; LEAL, G. G.; ÁVILA, P. U. (1999). *Modelagem matemática e programa computacional para a análise do sistema de arrefecimento de motores Diesel da Mercedes-Benz*. In: INTERNATIONAL MOBILITY TECHNOLOGY CONFERENCE AND EXHIBIT, 8, São Paulo, Brasil, SAE. /SAE technical paper series 1999-01-3024 E ou P/

CANALE, A. C.; FERNANDES, D. L. G.; ADAS, C. A.; HAGE, M. A.; (2000). *Análise da influência do carregamento no desempenho e estabilidade de veículos articulados pesados na frenagem*. In: INTERNATIONAL MOBILITY TECHNOLOGY CONFERENCE AND EXHIBIT, 9, São Paulo, Brasil, SAE. /SAE technical paper series 200-01-3284 P/

CANALE, A. C.; IOMBRILLER, S. F.; ADAS, C. A.; ANDRADE, F. A. P. (1999). *Análise das variáveis do sistema de freios a disco no aspecto térmico*. In: INTERNATIONAL MOBILITY TECHNOLOGY CONFERENCE AND EXHIBIT, 8, São Paulo, Brasil, SAE. /SAE technical paper series 1999-01-3040 E ou P/

CANALE, A. C.; BOTELHO, J. H. (2004). *Simulação da frenagem de um bi-trem em regime permanente e a influência da suspensão em tandem no desempenho*. In: 3º INTERNATIONAL SUSPENSION COLOQUIUM AND ENGINEERING DISPLAY, Caxias, Rio Grande do Sul, Brasil, SAE. 2004, 70-75, 6p

CURY, N. S. M.; LEAL, G. G.; ÁVILA P. U.; CANALE, A. C. *FAC e EESC-USP desenvolvem sistema para testes de pista dos motores nos caminhões da MERCEDES BENZ do BRASIL utilizando SCXI. Instrumentation – Notícias Técnicas da National Instruments – Primeiro trimestre de 2000 – capa e contra capa.*

CURY, N. S. M.; LEAL, G. G.; ÁVILA P. U.; CANALE, A. C. *SCXI-Based system for testing Mercedes Benz truck motors*. Nations Instruments – Automotive Solutions, National Instruments, 2000. Power Trains, contra capa e p. 6-7

DE MARQUI JR, C.; CANALE, A. C.; LEAL, G. G.; ÁVILA, P. U. *Análise de sistemas de arrefecimento de veículos pesados* - In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 10., Águas de Lindóia, 1999. Anais, São Paulo, Brasil, COBEM.

DE MARQUI JR, C.; CANALE, A. C.; LEAL, G. G.; ÁVILA, P. U. (1999). *Análise de sistemas de refrigeração de motores Diesel*. In: CONGRESSO IBERO AMERICANO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 4., Santiago, Chile, 1999, vol 3 Termofluido, 7p. Santiago, Chile. CIDIM.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (1999). *Truck drivers guide to antilock braking system*. Publication No. FHWA-MC-98-001, HMCS-10/04-99(8M). Washington, USA.

FERNANDES, D. L. G.; CANALE, A. C.; ADAS, C.A.; FONSECA, B. J. (1995). *Estudo do desempenho na freagem de veículos pesados usando a técnica do "balanceamento estático" ou "passeio do centro de gravidade"*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 13., & CONGRESSO IBERO AMERICANO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 2., Belo Horizonte, 1995. Anais em CD ROM. Minas Gerais, COBEM & CIDIM, 4p.

FERNANDES, D. L. G.; CANALE, A. C.; ADAS, C. A.; FONSECA, B. J. (1995). *Uma descrição de um sistema computacional para o estudo do desempenho na freagem de veículos pesados*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 13., & CONGRESSO IBERO AMERICANO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 2., Belo Horizonte, 1995. Anais em CD ROM. Minas Gerais, COBEM & CIDIM, 4p

FERNANDES, D. L. G.; CANALE, A. C.; ADAS, C. A. (1997). *Desempenho de veículos pesados na freagem considerando os requisitos da regulamentação ECE - R13 ( Economic Commision for Europe - Regulation nr. 13)*. In: CONGRESSO IBERO AMERICANO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 3., Havana, Cuba, 1997. Anais em CD ROM. Havana, CIDIM.

FERNANDES, D. L. G.; CANALE, A. C.; ADAS, C. A. (1997). *Performance, distribution of braking and compatibility of heavy vehicles during the braking process including ECE-13 requirements*. In: INTERNATIONAL MOBILITY TECHNOLOGY CONFERENCE AND EXHIBIT, 6., São Paulo, Brasil, 1997, SAE. /SAE technical paper series 973045 E ou P/

FERNANDES, D. L. G.; CANALE, A. C.; FONSECA, B. J.; ADAS, C. A. (1997). *Performance and directional stability of combination vehicles during the braking process under any operation condition*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AUTOMOTIVE TECHNOLOGY AND AUTOMATION, 30., Florence, Italy, 1997. Anais. Florence, ISATA.

FERNANDES, D. L. G.; CANALE, A. C.; ADAS, C. A. *Performance charts: A complete analysis of heavy vehicle braking performance*. In: INTERNATIONAL MOBILITY TECHNOLOGY CONFERENCE & EXHIBIT, 7, São Paulo, Brasil, 1998. Technical paper series 982915 E, SAE.

FITCH, J.W. (1994). *Motor Truck Engineering Handbook*. Warrendale, SAE.

GILLESPIE, T.D. (1992). *Fundamentals of vehicle dynamics*. 2.ed. Warrendale, SAE.

GOODSELL, D. (1995). *Dictionary of automotive engineering*. 2.ed. Warrendale, SAE.

HEISLER, H. (1989). *Advanced vehicle technology*. London, UK.

HUCHO, W.H. (1987). Aerodynamics of road vehicles. London, Great Britain, Butterworth. 566 p.

HORTA, J. C.; CANALE, A. C. (1997). *Características dinâmicas de um veículo combinado cavalo semi-reboque*. In: CONGRESSO IBERO AMERICANO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 3., Havana, Cuba, 1997. Anais em CD ROM. Havana, CIDIM.

HORTA, J. C.; CANALE, A. C. *Estudo comparativo da estabilidade direcional de duas combinações veiculares tipo cavalo semi-reboque* In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 10., Águas de Lindóia, 1999. Anais, São Paulo, Brasil, COBEM

HORTA, J. C.; CANALE, A. C.; FERNANDES, D. L. G.; ADAS, C. A. (1999). *Estudo da estabilidade direcional de um veículo combinado tipo cavalo semi-reboque utilizando a técnica de balanceamento estático*. In: CONGRESSO IBERO AMERICANO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 4., Santiago, Chile, 1999, vol 2 Mecânica dos Sólidos, 5p. Santiago, Chile. CIDIM.

IOMBRILLER, S. F.; CANALE, A. C.; (1997). *The effect of the temperature on the emergency braking of road vehicles*. In: INTERNATIONAL MOBILITY TECHNOLOGY CONFERENCE AND EXHIBIT, 6., São Paulo, Brasil, 1997, SAE. /SAE technical paper series 973054 E ou P/

IOMBRILLER, S. F ; CANALE, A. C. (1997). *Estudo termodinâmico do sistema de freios*. In: CONGRESSO IBERO AMERICANO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 3., Havana, Cuba, 1997. Anais em CD ROM. Havana, Cuba. CIDIM.

IOMBRILLER, S. F.; CANALE, A. C. (2001). *Analysis of emergency braking performance with particular consideration of temperature effects on brakes*. Journal of the Brazilian Society Mechanical Sciences, Volume XXIII, No. 1, 2001, 12p.



IOMBRILLER, S. F.; CANALE, A. C.; ADAS, C.; ANDRADE F. A. P. (2001). *Modelagem do sistema de freios a disco considerando o aspecto térmico*. In: 5º COLOQUIUM DE FREIOS E MOSTRA DE ENGENHARIA, Gramado, Rio Grande do Sul, Brasil, SAE. 2001, 59-63, 5p.

IOMBRILLER, S. F.; CANALE, A. C.; DUSI, F. C.; FERREIRA, C. A.; FERNANDES, D. F. G. (2003). *Simulação dinâmica de um veículo em pista, considerando o aspecto térmico*. In: 6º INTERNATIONAL BRAKE COLOQUIUM AND ENGINEERING DISPLAY, Gramado, Rio Grande do Sul, Brasil, SAE. 2003, 81-86, 6p.

LIMPERT, R. (1992). *Brake design and safety*. Warrendale, SAE.

NAVARRO, H. A.; CANALE, A. C.; D'ELBOUX, J. E.; SARAIVA, J. R.; VALTAS, N. B. *Aceleração máxima de veículos comerciais com sistema de tração 6 x 4*. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA, 9., São Paulo, 1997. Anais. São Paulo, SIMEA, 1997. p.11-9.

NAVARRO, H. A.; CANALE, A. C.; D'ELBOUX, J. E.; SARAIVA, J. R.; VALTAS, N. B. (1997). *Driving dynamics of commercial vehicles*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AUTOMOTIVE TECHNOLOGY AND AUTOMATION, 30., Florence, Italy, 1997. Anais. Florence, ISATA

NAVARRO, H. A.; CANALE, A. C.; D'ELBOUX, J. E.; SARAIVA, J. R.; VALTAS, N. B. (1997). *Sistema computacional para o cálculo de parâmetros de desempenho na aceleração de veículos comerciais*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 14., Baurú, 1997. Anais, São Paulo, Brasil, COBEM.

POLITO, R. F.; CANALE, A. C.; BOTELHO, J. H. *Influência da suspensão em Tandem no desempenho da frenagem em regime permanente de um bi-trem*. In: XIII

CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAIS DA TECNOLOGIA DA MOBILIDADE, 2004, São Paulo, SP. SAE TECHNICAL PAPER SERIES. São Paulo, SP: SAE BRASIL, 2004. Technical Paper No. 2004-01-3359. 10p.

PRADO, W. B.; CANALE, A. C. *Simulação do sistema de arrefecimento de veículos comerciais em matlab-simulink*. In: XIII CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAIS DA TECNOLOGIA DA MOBILIDADE, 2004, São Paulo, SP. SAE TECHNICAL PAPER SERIES. São Paulo, SP: SAE BRASIL, 2004. Technical Paper No. 2004-01-3356. 7p.

REIMPELL, J.; STOLL, H. (1996). *The Automotive chassis: engineering principles*. Warrendale, SAE, 410p.

SÃO PAULO (2004). Portaria ARTESP - 21 de 29 de Novembro de 2004. Aprova as Especificações Técnicas de Veículos Automotores de Transporte Coletivo de Passageiros Rodoviário e Urbano Intermunicipal. Diário Oficial Estado de São Paulo, São Paulo, SP, 30 nov, vol. 114, no. 224. Disponível em: <http://www.artesp.sp.gov.br/portarias/portaria021.asp>. Acesso em: 10 jan. 2005.

SCHARFF, R. (1989). *Complete brake system*. Delmar Publisher Inc.

SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. (1976). *SAE J670e – Vehicle dynamics terminology* - issued by the Vehicle Dynamics Committee. Warrendale, USA.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. (1996) Escola de Engenharia de São Carlos. Serviço de Biblioteca. Diretrizes para elaboração de dissertações e teses na EESC-USP. 3.ed. rev. e ampl. São Carlos.

WONG, J.Y. (1989). *Terramechanics and off road vehicles*. Amsterdam, Elsevier.

## GLOSSÁRIO

Alguns dos termos e definições adotados neste trabalho são definidos como:

- Fade – diminuição acentuada do desempenho do sistema de freios pelo aumento excessivo da temperatura dos seus componentes.
- Freio Frio – freio cuja temperatura medida no disco ou no exterior do tambor, é inferior a 100 graus Celsius.
- CVC – combinação veicular de carga (veículo comercial articulado pesado).
- PBTC – peso bruto total combinado (peso bruto total combinado do veículo comercial articulado pesado).
- Dolly – carrinho-plataforma de um ou mais eixos equipado com dispositivo de quinta roda, ligado ao extremo traseiro do semireboque, para possibilitar o engate de um outro semi-reboque numa combinação veicular. De fato o “dolly” converte o semi-reboque num reboque.
- Rodotrem – veículo composto por uma unidade veicular tratora e duas unidades veiculares rebocadas engatadas através de um “dolly” de dois eixos, resultando numa CVC de 9 eixos e PBTC de 74 toneladas.
- Bitrem - veículo composto por uma unidade veicular tratora e duas unidades veiculares rebocadas (a segunda engatada diretamente no extremo traseiro da primeira), com um total de 7 eixos e PBTC de 57 toneladas.
- Tag – Etiqueta eletrônica que permite armazenar dados sobre o veículo e transmiti-los para um receptor (através de um sistema de comunicação telemático por ondas de radiofrequência na faixa de 5,8 GHz) e de este para um computador que processa e armazena informações. È de fato um identificador por radio frequência. Tag é uma palavra em inglês que significa “etiqueta” ou “identificador”.
- Vans - Designação normalmente utilizada para veículos leves projetados para o transporte de passageiros e/ou carga (uso misto), que tem carroceria reforçada e fechada para montar nela os componentes e os sistemas do veículo (furgão). Não é um veículo projetado exclusivamente para o transporte de passageiros.

**ANEXO A – PORTARIA ARTESP – 11 DE 6/12/2002**

# Diário Oficial

Poder Executivo

**Estado de São Paulo**

Seção I

**GOVERNADOR GERALDO ALCKMIN**

**Palácio dos Bandeirantes**

**Av. Morumbi, 4.500 - Morumbi - CEP 05698-900 - Fone: 3745-3344.**

**Volume 112 - Número 234 - São Paulo, sábado, 7 de dezembro de 2002.**

**AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DELEGADOS DE TRANSPORTE  
DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**Portaria ARTESP - 11, de 6-12-2002.**

*Regulamenta o Tráfego de Veículos de Carga (Caminhões, Reboques e Semi-Reboques), Veículos Mistos e Veículos de Transporte de Passageiros (Microônibus e Ônibus) na Pista Descendente da Rodovia dos Imigrantes SP-160.*

**O DIRETOR GERAL DA AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PÚBLICOS  
DELEGADOS DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO,**

**Considerando**, o preceituado pelo § 2o Inciso II do Artigo 1o e pelo Artigo 21o da Lei 9.503 de 23 de setembro de 1997 que instituiu o Código de Trânsito Brasileiro - CTB,

**Considerando**, a Resolução no. 777 de 17 de dezembro de 1993 do CONTRAN - Conselho Nacional de Trânsito, alterada pela Resolução 808 de 14 de novembro de 1995,

**Considerando**, a idade e o nível médio de deterioração da frota circulante,

Considerando ainda, não estar implementada a inspeção veicular, prevista no Artigo 104o do CTB,

**Considerando**, o estudo sobre o efeito Fade, que ocorre em veículos equipados com freios a tambor, desenvolvido pela ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores e suas afiliadas, uma vez que esse é o sistema de freio que equipa os veículos em questão e, tendo em vista que os estudos concluíram, que a circulação dos mesmos pela pista descendente da SP-160, torna-se temerário em virtude de existir significativo risco de perda de eficiência dos freios em virtude de seu aquecimento e, por fim,

**Considerando** que o trecho de serra da pista descendente apresenta-se com extensão de 11 km, com rampa média de 6% e sinuosidade média baixa, resolve:

**Artigo 1º** - Enquanto não se dispuser das avaliações práticas, resultantes de ensaios a serem realizados no trecho de serra da pista descendente, para verificação do desempenho do sistema de freios em veículos representativos da frota nacional, fica proibido a circulação de veículos de carga, compreendendo-se, caminhões, reboques e semi-reboques, veículos mistos e veículos de transporte coletivo de passageiros (microônibus ônibus e Vans com emplacamento comercial), na pista descendente da Rodovia dos Imigrantes SP-160, entre os km 41 e 58.

§ 1o - Esta proibição aplica-se também à pista ascendente, quando estiver, eventualmente, sendo utilizada como pista descendente.

**Artigo 2º** - Cabe a concessionária, com aprovação da Diretoria de Operações da ARTESP, a implantação de sinalização que viabilize a presente regulamentação.

**Artigo 3º** - Esta portaria entrará em vigor na data de sua publicação.

## **ANEXO B - PROJETO DE PESQUISA ECOVIAS-FIPAI-USP.**

Universidade de São Paulo  
Escola de Engenharia de São Carlos  
Departamento de Engenharia de Materiais, Aeronáutica e Automobilística.

### **Projeto de pesquisa.**

**Tema: Estudo sobre a utilização da pista descendente da Imigrantes, no trecho da serra do mar, por veículos comerciais (vans, caminhões e ônibus).**

#### Introdução:

Devido às características particulares do trecho descendente da Imigrantes na serra do mar, recém inaugurado, o tráfego de veículos comerciais (vans, caminhões e ônibus) se encontra proibido. O aumento da velocidade máxima permitida (comparada com a Anchieta) eleva também a velocidade mínima dos veículos comerciais que descem a serra, por questões de segurança. Esta rodovia apresenta um declive de 6,5% em pista praticamente reta com comprimento de 15 km, podendo levar o sistema de freios dos veículos comerciais ao fading (diminuição acentuada do desempenho do sistema de freios pelo aumento excessivo da temperatura dos seus componentes).

A massa do veículo, a velocidade com a qual ele desce a serra e a inclinação da pista determinarão a energia térmica que deverá ser dissipada principalmente no freio motor <sup>11</sup>, em componentes auxiliares<sup>12</sup> e nos componentes que se atritam (lonas x tambores ou pastilhas x discos) do sistema de freios. A energia térmica total

---

<sup>11</sup> Freio motor – torque de frenagem no eixo do motor que multiplicado pelas reduções da caixa de mudança de velocidade (caixa de câmbio) e diferencial provocará um torque de frenagem nas rodas . Este torque multiplicado pela velocidade de rotação das rodas indicará a energia dissipada no “freio motor”.

<sup>12</sup> Componentes auxiliares no sistema de freios – “retarders” – sistemas normalmente hidráulicos que por cisalhamento do óleo provoca um torque adicional de frenagem nas rodas do veículo. Este sistema dissipa parte da energia térmica durante a descida de serra.

dissipada nos pneus, no atrito do sistema de transmissão e na resistência do ar tem normalmente um efeito secundário em veículos comerciais.

Se a marcha engrenada e a velocidade de descida da serra não forem bem controladas pelo motorista, a energia dissipada no sistema de freios pode ser excessiva, fazendo com que as temperaturas ultrapassem os limites operacionais dos materiais que se atrimam. Isto diminui a eficiência dos freios levando a perda de controle do veículo e possíveis acidentes graves.

O parágrafo acima mostra que a ação do motorista é decisiva no controle do veículo durante a descida da serra. Sistema de freios com alto desempenho térmico podem ainda falhar se o motorista não for treinado, cuidadoso e responsável.

Outro fator não menos importante é a manutenção perfeita e responsável do veículo. Veículos com problemas no sistema de freios e acessórios podem ser incapazes de vencer rampas longas descendentes mesmo com a ação correta e responsável do motorista e perfeitas condições da pista.

A ação do motorista, a manutenção do veículo e as condições da pista<sup>13</sup> são fatores relevantes no desempenho durante uma frenagem de emergência. Motoristas mal treinados (não qualificados), pista com baixa aderência e veículo com problemas de manutenção causam queda do desempenho em frenagens de emergência diminuindo consideravelmente a segurança veicular.

Por motivos expressos acima, a liberação da pista descendente da Imigrantes para os veículos comerciais só será possível com estudos técnicos apoiados na teoria e em testes de pista, tanto no balanço térmico durante a descida da serra quanto em frenagens de emergência. Isto deve ser realizado em conjunto com os fabricantes dos veículos, Institutos de Pesquisa, Universidades, Concessionária e Governo (Denatran, Contran e ABNT). O monitoramento das ações do motorista será também fator importante bem como o controle das condições técnicas do veículo na prevenção de acidentes.

O uso racional da pista descendente pelos veículos comerciais agilizará o corredor exportador do porto de Santos, diminuindo os custos e tornando os produtos nacionais mais competitivos no exterior.

---

<sup>13</sup> Condições da pista – principalmente o coeficiente de aderência entre pneus e pavimento.

A pista descendente apresenta condições particulares no seu projeto por estar em região de serra e de preservação ambiental. Estas condições particulares levam o Projeto de Pesquisa a ter originalidade no âmbito nacional e internacional.

Objetivos:

- Realizar estudos teóricos, fundamentados em dados práticos obtidos em teste de pista, com apoio dos fabricantes dos veículos, dando subsídios para a elaboração de projetos de normas técnicas que, depois de aprovadas na ABNT e no Contran, regulariam o licenciamento dos veículos e dos motoristas para o uso do trecho da Imigrantes.
- Desenvolver modelos matemáticos para o estudo do veículo em descida de serra sob o aspecto do balanço energético do sistema de freios e em frenagens de emergência. Os modelos matemáticos serão utilizados para a programação em computador usando linguagens como Fortran, MatLab e outras se necessário.
- Acompanhar testes na pista descendente para a determinação do coeficiente de aderência entre pneus e pavimento. Realizar simulações em computador da descida da serra e em frenagens de emergência. As simulações só terão resultados compatíveis com a realidade se o coeficiente de aderência da pista também for real (obtido em testes de pista).
- Propor ações no sentido de inspecionar e manter as condições técnicas dos veículos que se utilizarão da pista descendente da Imigrantes.
- Acompanhar os testes de pista que serão realizados, orientando-os para que os resultados obtidos tenham acuracidade técnica e procedimentos adequados apoiados em normas internacionais e cujos resultados possam ser utilizados posteriormente pela comunidade técnica e científica em estudos teóricos e simulações em computadores. Isto permitirá a obtenção de conhecimentos e determinação de procedimentos que fariam parte de normas técnicas futuras e também em outras situações semelhantes.
- Contribuir para o aumento da segurança veicular no país e em particular no trecho sob concessão da Ecovias.
- Publicar os resultados obtidos em Congressos da SAE no Brasil e no exterior, nos Colóquios de Freios da SAE realizados bi-anualmente em Gramado e em revistas



especializadas. Os trabalhos publicados serão divididos em: desempenho térmico do sistema de freios na descida da serra, desempenho durante frenagens de emergência, monitoração e licenciamento dos motoristas e licenciamento do veículo para a descida da serra.

#### Recursos necessários:

Os recursos financeiros necessários para a realização do projeto de pesquisa serão fornecidos pela Ecovias, os quais serão utilizados no pagamento de bolsas de estudo para o coordenador do projeto e para um pós-doutoramento. O pós-doutoramento será desenvolvido na EESC-USP. O coordenador do projeto será o Prof. Dr. Antonio Carlos Canale, do Departamento de Engenharia de Materiais, Aeronáutica e Automobilística da Escola de Engenharia de São Carlos – USP e o pós-doutorando designado pela Fipai em comum acordo com a Ecovias e o coordenador do Projeto. Os recursos financeiros necessários serão firmados em contrato entre a Fipai e a Ecovias.

A Fipai acompanhará o desenrolar do projeto de pesquisa através de seus assessores técnicos garantindo o cumprimento e qualidade do trabalho de pesquisa, e emitirá os documentos fiscais e administrativos correspondentes para a Ecovias.

A USP colocará os recursos laboratoriais necessários para a realização do projeto de pesquisa.

#### Cronograma:

Será proposto pela equipe técnica do Projeto de Pesquisa um cronograma detalhado das atividades que serão desenvolvidas durante a vigência do estudo.

Prazo total para a realização do trabalho de pesquisa: 2 anos.

## **ANEXO C - PRINCIPAIS AÇÕES DO GRUPO DE TRABALHO “ECOVIAS”**

Resumo das principais ações desenvolvidas nas reuniões do grupo de trabalho “ECOVIAS” e separadamente com o SEST-SENAT.

As datas que aparecem a seguir indicam cada uma das reuniões efetuadas, que foram 28 do Grupo “ECOVIAS” e 3 com o SEST-SENAT, para um total de 31. Ao lado de cada data se dá um resumo das principais ações desenvolvidas na reunião.

### Ano 2003:

13 de fevereiro – Constituição do grupo de trabalho “ECOVIAS”.

19 de fevereiro - Estudo do balanço energético do veículo durante a descida da Serra. Cronograma de trabalho para a elaboração de procedimentos de teste até abril – 2003 e ensaios no mês de Maio.

27 de fevereiro - Definição do tipo de veículo a ser testado inicialmente – Ônibus. As montadoras disponibilizarão e prepararão os veículos para os testes.

Realização dos Testes de acordo com as Normas Brasileiras vigentes (NBR 10967 (anterior MB-3160)).

13 de março - Acordo para elaborar e apresentar na próxima reunião pela EESC-USP uma proposta de metodologia dos testes.

O Relatório Final do estudo será apenas para definir características e condições de veículos comerciais para a descida e não para homologar marcas ou modelos de veículos.

20 de março - Apresentação pela EESC-USP de Metodologia de Cálculo do balanço energético durante a frenagem.

Apresentação e discussão das variáveis a serem medidas nos testes.

Apresentação de vídeo sobre retardadores da Telma.

Proposta de algumas condições operacionais para os testes (velocidade de descida e ventilação nos túneis).

- 27 de março - Apresentação pelo prof. Dr. Antônio Carlos Canale (EESC-USP) do modelo matemático e programa de simulação na plataforma Matlab–Simulink, desenvolvidos para o estudo teórico.  
Discussão preliminar sobre alguns aspectos do procedimento de descida que está sendo desenvolvido.
- 10 de Abril - Atualização do cronograma de reuniões em função da mudança das reuniões de semanais para quinzenais.  
Elaboração de minuta de carta-convite a ser enviada aos presidentes das montadoras de veículos comerciais, convocando-as a participar dos ensaios e, por conseguinte do Convenio ECOVIAS - FIPAI.
- 24 de Abril - Definiu-se a necessidade de elaborar uma programação para os ensaios de descida, de definir as variáveis necessárias para as simulações no computador e da coordenação dos ensaios, todo a ser realizado pela EESC-USP.  
A ECOVIAS apresentou como datas disponíveis para os ensaios os dias 24 e 25 de Junho e 26 e 27 de Agosto no horário das 23 hrs até as 05 hrs do seguinte dia.
- 15 de maio - Confirmação das datas dos testes propostas em reunião anterior.  
Definição do número de veículos por cada montadora que irão descer no primeiro período de ensaios.  
Entregada às montadoras pela EESC-USP a lista de variáveis para a análise dinâmica de um veículo com dois eixos, cabendo a cada montadora providenciar os referidos dados para a próxima reunião.  
Agendada para o dia 22/05 uma visita técnica ao trecho onde serão realizados os ensaios.
- 30 de maio - Confirmação das datas e participantes nos testes do mês de Junho.  
Proposto pela EESC-USP um procedimento para os ensaios de descida contendo os tipos de ensaios e seus parâmetros como: velocidade, declive, distância, desaceleração, etc.

Após a visita técnica realizada no dia 22/05/03, foi definido que o trecho para realização dos ensaios será do km 44 ao km 58 na pista Sul da rodovia dos Imigrantes.

Foi definido que os veículos que participarão dos ensaios, deverão efetuar a pesagem (pbt) na balança do km 28,5 pista Sul da rodovia dos Imigrantes, antes de se dirigirem para o local dos ensaios.

05 de junho - Apresentada pela EESC-USP uma proposta de norma para os ensaios de ônibus (veículos categoria M3).

A ECOVIAS ficou responsabilizada com toda a logística e a segurança nos dias dos testes.

Foi acordado, conforme solicitado pelas montadoras, não permitir a presença da Imprensa na realização dos ensaios.

A Ecovias disponibilizou como datas alternativas para a realização dos ensaios (em casos de chuva ou mau tempo) os dias 01 e 02/07/2003.

A Ecovias solicitou que as montadoras apresentem, definitivamente até a próxima reunião, as configurações e quantidade de veículos que participarão dos ensaios, para que seja elaborada a logística dos mesmos.

12 de junho - Apresentada pela EESC-USP a proposta de norma para os ensaios de frenagem durante a descida do trecho de serra da rodovia dos Imigrantes para veículos das categorias M2 e M3 (ônibus). Ficou estabelecido que durante o ensaio Tipo II-A, os freios de serviço, emergência, e estacionamento não poderão ser acionados.

Ficou definida toda a logística dos ensaios pela ECOVIAS.

17 de junho - Apresentação pela ECOVIAS e a EESC-USP da programação dos ensaios com ônibus nos dias 24 e 25 de junho.

Confirmação pela ECOVIAS de ter pronta toda a logística para os ensaios.

Apresentou-se um mapa com o percurso a ser realizado pelos veículos que participarão dos ensaios.

- 10 de julho - Apresentada pela EESC-USP uma proposta de trabalho para regulamentação do tráfego de veículos comerciais na descida no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes.  
Ficou agendada para próxima reunião (17/07/03) a apresentação dos dados e resultados obtidos pelos veículos que participaram dos testes realizados nas datas de 24 e 25/06/03, conforme entendimento entre os participantes do grupo de estudos, presentes na reunião.
- 17 de julho - Apresentados pela EESC-USP testes-simulado para ônibus leves, sob aspectos relacionados à estabilidade, considerando o peso e velocidade dos mesmos (simulação para ônibus de 6 e 8 toneladas a 60Km/h).  
A Volkswagen caminhões fez uma apresentação dos resultados preliminares obtidos nos testes de 24 e 25/06/03. Ficou pendente ainda a apresentação dos dados e resultados obtidos pelos veículos das outras montadoras que participaram dos testes.
- 31 de julho - A Fiat/Iveco apresentou os resultados dos testes com veículos da categoria M2 e M3 realizados no dia 24 e 25/06/03.  
A Haldex apresentou um filme sobre a estabilidade direcional e frenagem utilizando equipamentos ABS/EBS em semi-reboques.  
Foram apresentados pela EESC-USP os dados da simulação efetuada nos veículos da Agrale.  
Foi efetuada a leitura da minuta de procedimentos de teste para caminhões que será discutida com maiores detalhes nas próximas reuniões.  
Apresentou-se pela EESC-USP a proposta de procedimento de regulamentação dos veículos da categoria M2 / M3 para análise e posterior aprovação pelo grupo de estudo.
- 21 de agosto - Foi apresentada à programação completa para os ensaios dos dias 26 e 27 de agosto com ônibus e caminhões simples.  
O Sr. Carlos Serrano, da Transportadora “Transserrano”, colocou à disposição das montadoras SCANIA, VOLVO e IVECO, seus

veículos para serem instrumentados e testados nos próximos ensaios de Setembro/03 com veículos combinados.

Apresentada pela USP-SC a proposta de regulamentação de veículos comerciais das categorias “M” e “N”, ficando a aprovação das mesmas para próxima reunião.

- 11 de setembro - Confirmadas pela ECOVIAS as datas de 23 e 24 de setembro para a realização dos ensaios com veículos combinados (CVC's). Além disso, colocaram-se à disposição as datas de 14 e 15 de outubro para complementação dos ensaios a serem realizados em setembro.

Apresentada pela USP-SC a Proposta de Regulamentação de Veículos Comerciais das categorias “M” e “N”, sendo aprovada pelo Grupo de Estudo nesta reunião.

A Volvo solicitou que na proposta de regulamentação houve-se uma distinção dos veículos da categoria M2 e N2 dos veículos das categorias M3 e N3, conforme ECE 13.

- 18 de setembro - Foi apresentada pela ECOVIAS à programação completa para os ensaios dos dias 23 e 24 de setembro com veículos combinados, e foram confirmadas as datas de 14 e 15/10/03 para a realização de outros ensaios com veículos combinados (CVC's).

A “Transportadora Transserrano” e a Copersucar colocaram à disposição das montadoras SCANIA, VOLVO e IVECO seus veículos para serem instrumentados e testados nos próximos ensaios.

- 02 de outubro - Foram apresentadas às imagens dos testes realizados nos dias 23 e 24 de setembro aos participantes da reunião.

A Ecovias solicitou que as montadoras e os fabricantes de implementos rodoviários, que irão realizar os ensaios nos dias 14 e 15 de outubro, que tragam na próxima reunião as quantidades e configurações dos veículos a serem testados.

- 09 de outubro - Apresentada pela ECOVIAS à programação completa para os ensaios dos dias 14 e 15 de outubro com CVC's.

Foram reapresentadas e discutidas as imagens dos testes realizados nos dias 23 e 24 de setembro.

29 de outubro - Apresentada pela ECOVIAS a programação completa e os procedimentos para o ensaio geral do dia 30 de outubro com a participação da imprensa.

Explicaram-se aos participantes os motivos para fazer este ensaio aberto à imprensa.

Foram apresentadas e discutidas as imagens dos últimos testes realizados e a apresentação realizada na ARTESP pela EESC-USP e a ECOVIAS.

25 de novembro - Foi apresentado vídeo sobre as matérias que foram publicadas pela imprensa na data seguinte ao ensaio geral realizado.

Foi unânime o critério técnico de que os veículos combinados (CVC's) deverão ser equipados com sistemas de antitravamento dos freios (ABS) e dispositivos de ajuste automático de folga, para compensação do desgaste do material de atrito.

A próxima reunião ficou agendada para a terceira quinta feira de Janeiro de 2004, às 14:00 hrs, na sede da ECOVIAS.

#### Ano 2004:

22 de janeiro - Foi discutido pelo grupo de estudos o início da “Operação Assistida” dos veículos comerciais no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes, conforme sugerido pela ARTESP na apresentação dos testes de frenagem realizada em Outubro de 2003.

Foi proposta a elaboração de um procedimento de “Operação Assistida” onde serão definidas: quantidade de veículos por categoria, variáveis a serem monitoradas em cada veículo, calendário, esquema operacional, etc.

Ficou combinado que na próxima reunião será apresentado (pela EESC-USP) o relatório preliminar (do primeiro ano de trabalho) sobre o estudo da descida de veículos comerciais pelo trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes.

- 05 de fevereiro - Foi apresentada pela EESC-USP a proposta de Operação Assistida dos veículos comerciais no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes, conforme arquivo em anexo.
- Combinou-se no Grupo que as montadoras e implementadoras fornecerão a relação dos veículos que atendem aos requisitos para a descida no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes (Ano / Modelo / Equipamentos atrelados ao PBTC/etc.).
- Foi definido pelo Grupo que as variáveis a serem monitoradas durante a Operação Assistida serão (temperatura dos freios, rotação da roda do eixo motriz, acionamento pedal de freio, temperatura da água na entrada do radiador para veículos com retardadores hidráulicos, temperatura do rotor em retardadores eletromagnéticos, e marcha engrenada).
- O Grupo de Estudos publicará trabalhos no Congresso da SAE-2004. O resumo deverá ser enviado até 15 de março e os autores do artigo serão todos os participantes do Grupo de Estudo.
- 03 de março - O Dr. Newton (da empresa FAC) realizou uma demonstração do equipamento para medição de temperatura nas lonas de freio dos caminhões, durante a passagem dos mesmos na balança do km 28,5 da Rodovia dos Imigrantes.
- Foi solicitado pelo grupo de estudos um cronograma de desenvolvimento dos trabalhos futuros que deverá ser apresentado pela Ecovias na próxima reunião.
- Insistiu-se na necessidade de que as montadoras forneçam a relação dos veículos que atendem aos requisitos para a descida no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes
- 28 de abril - Conforme solicitado na última reunião (03/03/04), foi apresentado pela Ecovias-FIPAI-USP o ajuste do cronograma de desenvolvimento dos trabalhos relacionados com a descida de veículos comerciais na nova Pista da Rodovia dos Imigrantes.
- Ficou estabelecido pela EESC-USP que o objetivo da operação assistida é verificar os requisitos estipulados no estudo da descida



dos veículos, verificar o comportamento dos veículos junto com o tráfego normal e avaliar o condutor durante a descida, desta forma, o controle das variáveis a serem monitoradas será feito por medida indireta, reduzindo ou eliminando a necessidade de instrumentação embarcada.

Informou-se que até o momento só a SCANIA enviou a relação de veículos que atendem aos requisitos para descida no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes. Insistiu-se na necessidade de que todas as montadoras enviem esta informação.

Foi apresentada ao Grupo a Srta. Laís Guimarães do SEST-SENAT, que fez uma apresentação institucional mostrando o trabalho e infra-estrutura de dita instituição.

Foi combinado incluir no Grupo de Estudos “ECOVIAS” o SEST / SENAT, que a partir deste momento formará parte do Grupo e estará nos auxiliando no desenvolvimento do curso e treinamento para os condutores.

30 de junho - Foi definido que fica a critério de cada montadora/implementadora a instrumentação e o período de coleta de dados para as variáveis a serem monitoradas durante a Operação Assistida.

Foi comentado pelo Prof. Canale (EESC-USP) que o controle das variáveis a serem monitoradas será feito por medida indireta, reduzindo ou eliminando a necessidade de instrumentação embarcada.

Ficou redefinido que a variável a ser medida durante a descida da serra será a temperatura nas lonas dos veículos comerciais, devendo a mesma ser medida de forma indireta através de equipamento portátil.

Foi apresentado pelo Prof. Canale (EESC-USP) o trabalho de pesquisa preliminar que está sendo desenvolvido pela USP sobre o levantamento dos eixos em veículos comerciais. O estudo em questão trata dos aspectos de segurança dos veículos com eixos

levantados relacionados com a estabilidade e frenagem do conjunto (Veículo / Implemento) e suas respectivas configurações. Informou-se que em 14/06/04 foi encaminhado ao SEST / SENAT a carta convite para oficializar a participação da entidade nos trabalhos de preparação e capacitação dos condutores dos veículos comerciais na descida para descer pelo trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes.

#### Reuniões ECOVIAS - EESC-USP – SEST-SENAT:

- 16 de junho - Em função das características da pista sul da Rodovia dos Imigrantes e da necessidade de desenvolvimento de um treinamento mais específico, foi proposta a criação de um novo curso no SEST-SENAT com o nome de “Condução de Veículos Comerciais em trecho de Serra”.
- Foram definidos os temas para o desenvolvimento do curso: Túneis urbanos e rodoviários, condução do veículo durante a descida, direção defensiva, retardadores, freios ABS, inspeção visual, manutenção, legislação e meio ambiente.
- Foi apresentado pela EESC-USP – ECOVIAS um manual técnico sobre a descida de veículos comerciais no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes, o qual poderá ser utilizado pelos instrutores do SEST/SENAT no desenvolvimento e preparação da apostila para o curso em questão.
- Conforme solicitado pelo grupo, foi apresentada pelo SEST-SENAT a apostila do curso de Direção Defensiva para conhecimento do material e padrão de apostila.
- Foi sugerida pelo Prof. Canale (EESC-USP) a possibilidade de implementar no curso um simulador, utilizando o programa de simulação já desenvolvido pela USP, a fim de treinar os participantes do curso quanto à condução correta do veículo durante o percurso de serra.

Foi apresentada pelo SEST-SENAT uma proposta de implantação do curso para os condutores.

Ficou combinado que os materiais e recursos a serem implementados no curso deverão respeitar os direitos de imagem e direitos autorais das respectivas entidades.

11 de agosto - Foram apresentadas pela Srta. Laís Guimarães (SEST-SENAT) e discutidas com a ECOVIAS – EESC-USP as competências para o treinamento de descida da serra, divididas em 5 módulos: Sistema Anchieta-Imigrantes, Direção Defensiva, Operação na Serra, Manutenção Veicular e Médio Ambiente.

Foi comentada na reunião a necessidade de revisar os itens apresentados nos módulos III e IV (Operação na Serra, Manutenção Veicular), a fim de ajustar o conteúdo com os objetivos do curso.

Foram solicitados pelo SEST-SENAT os dados estatísticos de acidentes no Sistema Anchieta-Imigrantes e a legislação ambiental para análise e aproveitamento no curso.

01 setembro – Foram definidas os conteúdos principais, as necessidades de material didático e as providencias necessárias para cada um dos módulos do curso.

Outras reuniões foram efetuadas nos dias 23 e 30 de setembro, 14 e 28 de outubro, 11 de novembro e 12 de janeiro (2005). As Atas dessas reuniões podem ser vistas no Apêndice 2.

Carta típica enviada para a ANFAVEA, ANFIR e FABUS convidando todos os interessados e membros destas associações a participar do Estudo da Utilização da Pista Descendente da Rodovia dos Imigrantes por Veículos Comerciais.



São Bernardo do Campo, 26 de março de 2003.

DO -223/2003

À

**ANFAVEA – Associação Nacional dos  
Fabricantes de Veículos Automotores  
Av. Indianópolis, 496 – Moema - SP**

**At.: Sr. Paulo Sotero Pires Costa  
Diretor Executivo**

**Ref.: Carta Convite**

Prezado Senhor,

A Ecovias e a Fundação para o Incremento da Pesquisa e do Aperfeiçoamento Industrial (FIPAI) firmaram um convênio de cooperação técnico/científico para o **estudo da utilização da pista descendente da Imigrantes por veículos comerciais (ônibus, caminhões e vans)**. Este *trabalho de pesquisa* será desenvolvido pelo Prof. Dr. Juan Carlos Horta Gutierrez em um programa de Pós-Doutoramento no Departamento de Engenharia de Materiais, Aeronáutica e Automobilística da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, com a supervisão do Prof. Dr. Antonio Carlos Canale.

Como é de conhecimento geral, a pista descendente da Imigrantes se encontra fechada para veículos comerciais (vans, ônibus e caminhões simples e articulados), até que testes práticos proporcionem dados que permitam estudos subseqüentes que mostrem condições seguras para a descida da serra.

Assim, a Ecovias e a Fipai convidam todos os interessados e membros da ANFAVEA - Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, ANFIR - Associação Nacional dos Fabricantes de Implementos Rodoviários e FABUS - Associação Nacional dos Fabricantes de Carroçarias para Ônibus, a participar e colaborar no trabalho de pesquisa em questão, fornecendo dados dos veículos que produzem, os quais serão testados na pista descendente da Imigrantes, bem como solicitam que designem especialistas que possam colaborar na análise dos resultados dos testes, contribuindo com sugestões visando à regulamentação do tráfego no trecho serra da Rodovia dos Imigrantes por veículos comerciais.

Asseguramos a todos os participantes que os dados disponibilizados serão tratados com o sigilo necessário, nada sendo divulgado sem o explícito “de acordo” dos participantes.

Segue, em anexo, para análise e aprovação por parte de V.Sas., Minuta de Acordo de Sigilo e Confidencialidade.

Sendo o que se apresenta para o momento, subscrevemo-nos

Atenciosamente,

**HAMILTON AMADEO**  
**Diretor de Operações**

**ANTONIO CARLOS CANALE**  
**Coordenador Técnico – FIPAI**

**Concessionária Ecovias do Imigrantes S.A.**

Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – 09845-000 – São Bernardo do Campo SP.  
Telefone: (11) 4358.8100 Fax: (11) 4358.8799 – E-mail: [ecovias@ecovias.com.br](mailto:ecovias@ecovias.com.br)

## ACORDO DE SIGILO E CONFIDENCIALIDADE

As partes, as seguir identificadas, celebram o presente instrumento particular:

**FUNDAÇÃO PARA O INCREMENTO DA PESQUISA E DO APERFEIÇOAMENTO INDUSTRIAL-FIPAI**, pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, com sede na Rua Miguel Petroni , 625, Município de São Carlos, Estado de São Paulo, inscrita no CNPJ sob o nº. 47.035.662/0001-60, neste ato representada por seus representantes legais infra-assinados, na forma de seus Estatutos Sociais, doravante denominada simplesmente de **"FIPAI"**, e ..... - .....  
 Ltda., pessoa jurídica de direito privado, com sede na ..... , nº. 201 na cidade de ..... , Estado de São Paulo, inscrita no CNPJ sob nº. 00.000.000/0000-00, e Inscrição Estadual nº. .... , neste ato representada por seu representante legal infra-assinado, na forma de seu Contrato Social, doravante denominada simplesmente **"....."**

**CONSIDERADO** que as partes, visando o desenvolvimento de pesquisas e a prestação de serviços, por meio de seus funcionários, prepostos e representantes legais, poderão divulgar, tanto por escrito como oralmente, informações comerciais, industriais, técnicas, tecnológicas e outras consideradas como confidenciais, doravante denominadas simplesmente "Informações Confidenciais", e

**CONSIDERANDO** que as partes desejam que estas Informações Confidenciais permaneçam sigilosas e não sejam, direta ou indiretamente utilizadas, por quem quer que seja, sem o seu prévio consentimento ou ainda sejam por quaisquer meios divulgadas,

**Resolvem** as partes ter entre si justo e pactuado o presente **Acordo de Confidencialidade**, doravante denominado simplesmente "Acordo", regulado pelas cláusulas e condições a seguir expostas:

### **CLÁUSULA PRIMEIRA**

- 1.1. As partes reconhecem e declaram, mutuamente, que são legítimas detentoras e proprietárias de Informações Confidenciais, as quais se revestem de caráter de estrita essencialidade e sigilosidade.

### **CLÁUSULA SEGUNDA**

- 2.1. As partes se comprometem, pelo presente, a manter no mais absoluto sigilo e confidencialidade, não podendo fornecer a terceiros quaisquer Informações Confidenciais que venham a obter, uma da outra.

§ 1º Considerar-se-ão Informações Confidenciais aquelas que as partes receberem, pelas quais a outra parte:

- (i) por escrito classificar como Informações Confidenciais;
- (ii) verbalmente classificar como Informações Confidenciais e devendo, nesta hipótese, confirmar por escrito no prazo de até 30 (trinta) dias contados do recebimento da informação, sob pena de desclassificação.

### CLÁUSULA TERCEIRA

- 3.1. As partes se comprometem a utilizar as Informações Confidenciais, bem como demais dados e informações que tiver acesso, única e exclusivamente para o aperfeiçoamento da relação comercial que possuem, salvo se estipular-se formalmente o contrário.

§ 1º As Informações Confidenciais fornecidas por uma parte à outra não serão utilizadas, de forma alguma, antes da assinatura do presente Acordo.

- 3.2. As partes reconhecem e declaram que todos os seus prepostos e representantes legais, os quais estejam, sob qualquer forma e intensidade, envolvidos no aperfeiçoamento da relação comercial existente entre elas, podendo vir a ter conhecimento das Informações Confidenciais, possuem pleno conhecimento dos termos e obrigações previstos neste Acordo.
- 3.3. As partes adotarão todas as cautelas e medidas necessárias para prevenir e evitar a divulgação acidental de informações e dados tutelados por este pacto, guardando as Informações Confidenciais recebidas com a mesma diligência que guardariam caso suas fossem. O dever de sigilo é extensivo a todos os colaboradores das partes, sejam eles empregados diretos ou prestadores de serviço terceirizados.

### CLÁUSULA QUARTA

- 4.1. Somente deixarão de ser confidenciais para as partes, as informações que:
- a) Por ocasião de sua revelação sejam comprovadamente de domínio público;
  - b) Ao tempo de sua revelação já sejam comprovadamente do conhecimento das partes e não tenham sido obtidas direta ou indiretamente da outra parte;
  - c) Sejam obtidas legalmente de terceiro e sobre as quais nenhuma das partes nem qualquer terceiro estejam obrigados a manter sigilo.

**CLÁUSULA QUINTA**

- 5.1. O presente acordo de confidencialidade obriga as partes e seus sucessores, a qualquer título, pelo prazo de 5 (cinco) anos contado a partir da assinatura do presente Acordo, a assegurar a confidencialidade das Informações Confidenciais, conforme Cláusula Segunda acima.

**CLÁUSULA SEXTA**

- 6.1. A violação das obrigações ora pactuadas importará na rescisão dos acordos e contratos em vigência e na imposição das medidas judiciais e extrajudiciais cabíveis para responsabilização das partes no tocante a perdas e danos sofridos pela parte lesada.

**CLÁUSULA SÉTIMA**

- 7.1. Este instrumento visa unicamente a proteção das Informações Confidenciais não tendo intenção e não obrigando as partes a qualquer outra obrigação senão a confidencialidade por meio dele protegida, não podendo ser interpretado, sob nenhuma forma, como uma espécie de pré-contrato ou pacto acessório a outro contrato principal, ou qualquer expectativa de direito ou de nova negociação.

**CLÁUSULA OITAVA**

- 8.1. As partes elegem, com renúncia expressa a qualquer outro, o Foro da Comarca de São Carlos, Estado de São Paulo, a fim de dirimir quaisquer pendências oriundas do presente Acordo.

E por estarem assim justas e contratadas as partes firmam o presente instrumento em 3 (três) vias de igual teor e forma, na presença das testemunhas abaixo assinadas.

São Carlos-SP, ... de ..... de 200....

**Fundação para o Incremento da Pesquisa e do Aperfeiçoamento Industrial- FIPAI**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

..... - ..... Ltda.



\_\_\_\_\_

**Testemunhas:**

1. \_\_\_\_\_

Nome:

R.G.

2. \_\_\_\_\_

Nome:

R.G.

*(Esta página é parte integrante do Acordo de Confidencialidade firmado entre FIPAI e a ..... em  
00/00/200...*

## ANEXO D - RESUMO DAS NORMAS EUROPEIAS

TABELA 34 – Resumo da Regulamentação 13 da ECE e da Diretiva 71/320 da EEC.

ECE REGULATION No.13 & EEC DIRECTIVE 71/320															
SUMMARY OF BRAKE PERFORMANCE TESTS & REQUIREMENTS		CARS & BUSES			VANS & TRUCKS			TRAILERS							
NOTATION:	Vehicle Category	M1	M2	M3	N1	N2	N3	O1	O2	O3	O4				
	No. of Passenger Seats (excl. driver)	≤8	>8	>8											
FL = Fully laden UL = Unladen	Max. Vehicle Weight (Tonnes)		≤5	>5	≤3½	3½-12	>12	≤¾	¾-3½	3½-10	>10				
<b>SERVICE BRAKE (SB)</b>		Acting on all wheels, properly distributed and symmetric across vehicle. Braking distribution in accordance with Annex 10 and 75/524, respectively.													
<b>1. TYPE - 0 TEST</b> in Neutral															
	Prescribed Speed	80	60	60	80	60	60	Service Brake is Optional		60					
Cold brakes FL & UL	Stopping Distance	$0.1V + V^2/150$		$0.15V + V^2/130$						Brake Force ≥ 50% of Trailer max. axle wt. (45% for semi-trailers) using ≤ 6.5 bar					
	MFDD	$m/sec^2 ≥ 5.8$		5.0						Overrun Brakes permitted for 01/02 only					
	Pedal Effort	daN ≤ 50		70											
<b>2. TYPE - 0 TEST</b> in Gear.		Effectiveness tests from various speeds ( 30% to 80% of Vmax ) - check vehicle behaviour.													
<b>3. TYPE - 0 TEST</b> in Gear.		Effectiveness tests from various speeds ( 30% to 80% of Vmax ) - check vehicle behaviour.													
	Prescribed Speed = 80% Vmax, but km/h ≤	160	100	90	120	100	90	X							
Cold brakes FL & UL	Stopping Distance	$0.1V + V^2/130$		$0.15V + V^2/103.5$											
	MFDD	$m/sec^2 ≥ 5.0$		4.0											
	Pedal Effort	daN ≤ 50		70											
<b>4. TYPE - 1 TEST</b> by repeated braking.		Effectiveness tests from various speeds ( 30% to 80% of Vmax ) - check vehicle behaviour.													
	V1 = 80% Vmax, but km/h ≤	120	100	60	120	60	60	X							
	V2 = 1/2 V1														
In gear	Time Interval	secs 45	55	60	55	60	60								
FL	No. of Cycles	15	15	20	15	20	20								
N.B. First snub at 3.0 m/sec <sup>2</sup> deceleration; remaining snubs at same Pedal Effort.															
<b>5. TYPE - 1 TEST</b> by continuous braking.		Effectiveness tests from various speeds ( 30% to 80% of Vmax ) - check vehicle behaviour.													
FL	X														
<b>6. HOT EFFECTIVENESS</b> after Type-I Tests		Performance to be ≥ 80% of Test 1 requirement and ≥ 60% of Test 1 achievement.													
Hot brakes FL	Prescribed Speed and Pedal Effort - as Test 1 :	X													
<b>7. TYPE - II TEST</b> for long descents		Performance to be ≥ 80% of Test 1 requirement and ≥ 60% of Test 1 achievement.													
In gear FL	For M3 N3 O4 vehicles only	Drag test at 30 km/h for 6 km on 6% slope ( or 0.5 m/sec <sup>2</sup> by engine alone )													
<b>7A. TYPE - IIA (BIS) TEST</b> for 'Retarders'		Performance to be ≥ 80% of Test 1 requirement and ≥ 60% of Test 1 achievement.													
In gear FL	For M3 vehicles (instead of Test 7) - except 'urban buses'	Drag test at 30 km/h for 6 km on 7% slope ( or 0.6 m/sec <sup>2</sup> by engine alone ) - without using Service, Emergency or Parking Brake													
<b>8. HOT EFFECTIVENESS</b> after Type-II Tests		Performance to be ≥ 80% of Test 1 requirement and ≥ 60% of Test 1 achievement.													
Hot brakes FL	Prescribed Speed and Pedal Effort - as Test 1 :	X		60 km/h	X		60 km/h	X		40 km/h ≥ 33% of Trailer max. axle wt.					
	Stopping Distance	$0.15V + 1.33V^2/130$		$0.15V + 1.33V^2/115$											
	MFDD	$m/sec^2 ≥ 3.75$		3.3											

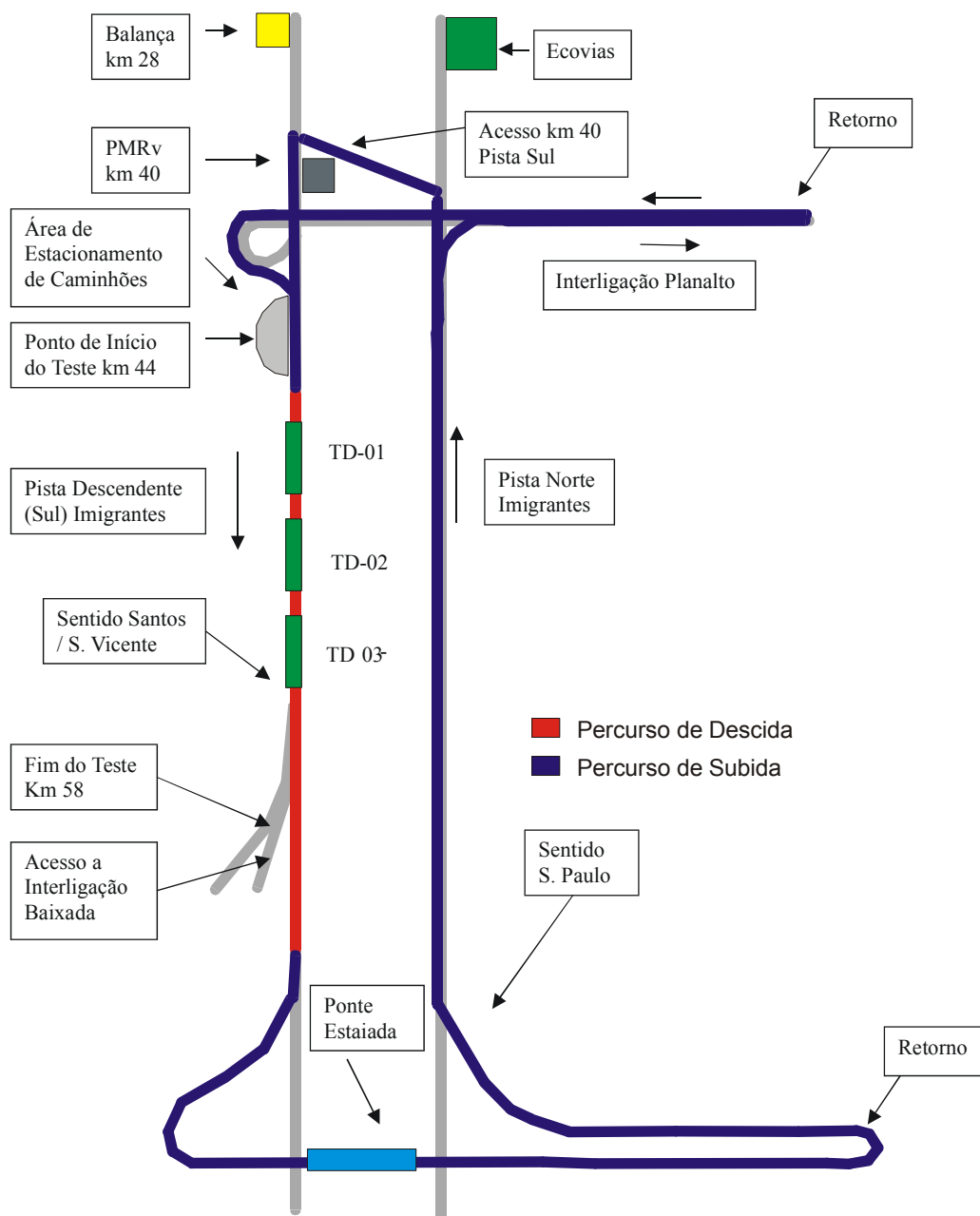
## ANEXO E – CRONOGRAMA DE TRABALHO

TABELA 35 – Cronograma de Trabalho para a etapa de preparação, organização e execução dos ensaios de pista com as diferentes categorias de veículos.

<u>Dia</u>	<u>Local</u>	<u>Horário</u>	<u>Assunto</u>
27/02 – 5º Feira	Ecovias	14:00 às 17:00 h	Preparação do Procedimento de Teste
06/03 – 5º Feira	Ecovias	14:00 às 17:00 h	Preparação do Procedimento de Teste
13/03 – 5º Feira	Ecovias	14:00 às 17:00 h	Preparação do Procedimento de Teste
20/03 – 5º Feira	Ecovias	14:00 às 17:00 h	Preparação do Procedimento de Teste
27/03 – 5º Feira	Ecovias	14:00 às 17:00 h	Preparação do Procedimento de Teste
03/04 – 5º Feira	Ecovias	14:00 às 17:00 h	Preparação do Procedimento de Teste
10/04 – 5º Feira	Ecovias	14:00 às 17:00 h	Preparação do Procedimento de Teste
17/04 – 5º Feira	Ecovias	14:00 às 17:00 h	Consolidação do Procedimento / Disponibilização de Veículos
30/04 – 4º Feira	-	-	Assentamento de Lonas e Freios
07/05 – 4º Feira	-	-	Instrumentação dos Veículos
13/05 – 3º Feira	Ecovias	23:00 às 06:00 h	Ensaios
14/05 – 4º Feira	Ecovias	23:00 às 06:00 h	Ensaios
15/05 – 5º Feira	Ecovias	23:00 às 06:00 h	Ensaios



## ANEXO F – CENARIO DOS ENSAIOS DE PISTA.



## ANEXO G – RESULTADOS DOS ENSAIOS DE PISTA.

Documentação CONFIDENCIAL - protegida pelo acordo de Sigilo assinado pelo Grupo de Estudo “ECOVIAS” (ver Anexo C)

Esta documentação está em poder do coordenador do Projeto Prof. Dr. Antonio Carlos Canale (é o Volume 4 do Relatório da Pesquisa).

### COBERTURA DAIMPRENSA



FIGURA 81 - Notícia de Capa no Jornal da Baixada Santista “A Tribuna” de Sexta-feira 31 de Outubro de 2003.

IMIGRANTES

# Tráfego pesado na nova pista terá restrição, se for liberado

*Caminhões de ano de fabricação anterior a 97 podem ser proibidos*

Da Reportagem

**C**aso o tráfego de veículos comerciais seja liberado na Pista Descendente da Rodovia dos Imigrantes, dificilmente caminhões fabricados antes de 1997 poderão descer a Serra pela nova pista. A estimativa é do professor da Faculdade de Engenharia de São Carlos (USP), Antônio Carlos Canale, coordenador do estudo que avalia quais as habilitações técnicas de segurança para que ônibus, microônibus, caminhões, carretas e vans possam circular pela pista.

A Ecovias, concessionária que administra o Sistema Anchieta/Imigrantes (SAI), encerrou ontem a 1ª fase desses estudos, após 34 testes de frenagem e de desempenho do sistema de freios no local. As simulações começaram em junho último.

Segundo Canale, somente os veículos posteriores a 1997 atendem às exigências técnicas estabelecidas pelas normas vigentes, que dispõem sobre os procedimentos para a avaliação dos sistemas de freios de veículos. "No País, mais de 80% da frota de caminhões foi produzida antes dessa data".

Se o tráfego for liberado para os veículos pesados, o coordenador do estudo acredita que a velocidade permitida no local para caminhões e carretas deverá ser de 40 km/h. "Apenas os ônibus, microônibus e vans poderão trafegar a 60 km/hora". Já os ve-

Marcelo Justo



Desde junho até ontem, foram feitos 34 testes de frenagem e de desempenho do sistema de freios

## Saiba mais

Desde o início de sua operação, em 18 de dezembro de 2002, a Pista Descendente da Rodovia dos Imigrantes, em seu trecho de descida da Serra, tem proibido o tráfego de carretas, caminhões, ônibus, microônibus e vans comerciais, por determinação da Portaria nº 11, de 6 de dezembro de 2002, da Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo (Artesp). Devido ao seu declive de 6% (a cada 100 metros o veículo desce 6 metros de altura) e à sua geometria (praticamente sem curvas) é necessário assegurar que os sistemas de freios desses veículos terão desempenho suficiente para pará-los em situações de emergência, sem ameaçar a segurança dos demais usuários.

culos de passeio continuarão a descer a 80 km/hora.

## Avaliação

A avaliação é uma exigência da Artesp. Entre os requisitos a serem determinados estão a velocidade máxima permitida, o ano de fabricação e a eficácia do sistema dos freios.

A partir dos dados coletados nos testes, a Universidade de São Carlos, com o auxílio de softwares especiais, fará simulações, onde serão criadas situações extremas de exigência dos sistemas de frenagem desses veículos.

A próxima etapa irá definir quais os veículos poderão circular na estrada, como será

feita a fiscalização do tráfego na pista e qual será a velocidade máxima permitida.

Além disso, irá determinar as configurações mínimas que esses sistemas de freios deverão ter, em cada uma das categorias dos veículos, para que possam descer a Serra em condições seguras.

A conclusão desta primeira etapa deve estar pronta em 40 dias. O resultado será avaliado por técnicos da Anfavea e Associação Nacional dos Fabricantes de Implementos Rodoviários (Anfir).

Depois disso, será encaminhado à Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo (Artesp), que irá deliberar sobre a tráfego desses veículos na pista.

FIGURA 82 - Notícia 1 no Jornal da Baixada Santista "A Tribuna" de Sexta-feira 31 de Outubro de 2003.

## Ecovias não está preocupada com o prazo

A circulação de veículos comerciais na nova pista da Imigrantes, se permitida, poderá demorar de seis meses a dois anos, conforme o vice-presidente executivo da EcoRodovias (holding que controla a concessionária), Irineu Meireles.

Ele diz não estar preocupado com o prazo de liberação do tráfego pesado mas sim com as condições de segurança que serão oferecidas aos demais usuários do SAI.

“Enquanto houver dúvidas sobre quais os veículos têm condições de descer a Serra ou qual velocidade máxima permitida para a descida, não iremos encaminhar o resultado para a Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados de Transporte do Estado de São Paulo (Artesp)”.

Segundo ele, se houver a libe-

ração, será definida uma regulamentação para que haja uma convivência harmoniosa entre todos os usuários.

### Selo

Os veículos que atendessem às especificações necessárias receberiam um selo holográfico e passariam por um posto de fiscalização, que ficaria na altura do Km 40 da Pista Descendente da Imigrantes (sentido Capital/Litoral).

A verificação das condições de veículos seria feita pela Ecovias e pela Polícia Militar Rodoviária. Se aprovados, os veículos comerciais poderiam

descer a Serra pela nova pista. Caso contrário, seriam direcionados para a Via Anchieta, usando a interligação Planalto.

Em função da Via Anchieta ter muitas curvas e apenas duas faixas, obrigatoriamente os motoristas precisam reduzir a velocidade.

Já a nova pista da Imigrantes é mais reta e a cada 100 metros percorridos há um decréscimo de seis metros na inclinação em relação ao nível do mar, o que pode causar aquecimento ex-

cessivo dos freios e perda de eficácia do sistema em alguns veículos pesados.

### Empresa enfatiza a segurança dos demais usuários

FIGURA 83 - Notícia 2 no Jornal da Baixada Santista “A Tribuna” de Sexta-feira 31 de Outubro de 2003.

Nota dos Autores: Estas notícias foram publicadas também em sites da web como, por exemplo, o site da Federação das Empresas de Transporte de Cargas do Estado de São Paulo (FETCESP), e no próprio diário “A Tribuna Digital”. Também os testes foram noticiados pelo Jornal Regional da TV Globo de inícios da tarde no próprio mês de outubro de 2003 (tem-se material filmico arquivado).



## **ANEXO H – ÍNDICE DO MANUAL DO MOTORISTA.**

### **ÍNDICE**

<b>ÍNDICE DE TABELAS</b>	8
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	9
<b>INTRODUÇÃO</b>	10
<b>O SISTEMA ANCHIETA / IMIGRANTES</b>	11
LOCALIZAÇÃO	11
TRECHO DO PLANALTO	11
TRECHO DA SERRA	11
TRECHO DA BAIXADA	11
EXTENSÕES	12
TÚNEIS	12
VIADUTOS	12
SISTEMAS DE SEGURANÇA E APOIO OPERACIONAL	13
SISTEMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE TRÁFEGO	13
CCO – CENTRO DE CONTROLE OPERACIONAL	13
CIRCUITO FECHADO DE TV – CFTV	13
SAT – SISTEMA DE ANÁLISE DE TRÁFEGO	13
SCA – SISTEMA DE CONTROLE AMBIENTAL	13
PAINÉIS TRIEDROS	14
SRC – SISTEMA DE RÁDIO COMUNICAÇÃO	14
DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA OPERACIONAL	13
BAIAS DE ESTACIONAMENTO OU REFÚGIOS – LOCAIS DE PARADA DE EMERGÊNCIA NOS TÚNEIS	14
BALIZADORES DE FAIXA	14
ROTAS DE EMERGÊNCIA	14
SISTEMA DE COMUNICAÇÃO COM OS USUÁRIOS	14
Sinalização	15
Painéis de Mensagem Variáveis (PMV)	15
Telefones de Emergência e Botoeiras SOS	15

SISTEMA PARA RECOLHIMENTO DE LÍQUIDOS DERRAMADOS NA PISTA	15
SISTEMAS DE RADARES	16
CANCELAS	16
FAIXA EXCLUSIVA PARA O TRÁFEGO DE VEÍCULOS DE PRIMEIRO ATENDIMENTO	16
SISTEMA DE DETECÇÃO E COMBATE A INCÊNCIOS NO INTERIOR DOS TÚNEIS	16
HIDRANTES	16
DETECTORES DE INCÊNDIO	16
OPACÍMETROS E SENSORES DE CO	17
SISTEMA DE VENTILAÇÃO	17
SINALIZAÇÃO DE EVACUAÇÃO DE EMERGÊNCIA	17
PÁTIO DE TRIAGEM	17
OPERAÇÃO DO PÁTIO	17
OPERADOR DO PÁTIO	18
PÁTIO DE ESTACIONAMENTO	18
OPERAÇÕES RODOVIÁRIAS	18
OPERAÇÃO NORMAL 5 X 5	18
OPERAÇÃO DESCIDA 7 X 3	19
OPERAÇÃO SUBIDA 2 X 8	20
<b>SEGURANÇA NA CONDUÇÃO DE VEÍCULOS COMERCIAIS</b>	21
INSPEÇÃO DO VEÍCULO	21
POR QUE INSPECIONAR?	21
CLASSES DE INSPEÇÕES DOS VEÍCULOS	22
INSPEÇÃO ANTES DA VIAGEM	22
DURANTE A VIAGEM	22
INSPEÇÃO E RELATÓRIO APÓS A VIAGEM	22
INSPEÇÃO ANTES DA VIAGEM	22
O QUE PROCURAR?	22
Problemas nos Pneumáticos	23
Problemas Nas Rodas Ou Aros	23

Tambores ou Bandas de Freios	23
Defeitos no Sistema de Direção	23
Defeitos no Sistema de Suspensão	24
Defeitos do Sistema de Escapamento do Motor	26
Equipamento de Emergência	26
A Carga nos Caminhões	26
MÉTODO DE INSPEÇÃO (PROPOSTA DE PROCEDIMENTO)	27
Passo 1: Generalidades	27
Passo 2: Revisão do Compartimento do Motor	27
Passo 3: Dê Partida no Motor e Inspeção a Cabina	28
Passo 4: Desligue o Motor e Revise as Luzes	29
Passo 5: Faça a Inspeção Caminhando ao Redor do Veículo	29
Passo 6: Revise As Luzes De Sinais	33
Passo 7: De Partida ao Motor e Revise o Sistema de Freios	33
INSPEÇÃO DURANTE A VIAGEM	34
INSPEÇÃO APÓS A VIAGEM E INFORME	34
CONTROLE BÁSICO DO VEÍCULO	35
ACCELERAR	35
SEGURAR COM FIRMEZA O VOLANTE	35
RETROCEDER COM SEGURANÇA	35
MARCHA RÉ COM UM REBOQUE	36
TROCAS DE MARCHAS	37
TRANSMISSÕES MANUAIS	37
Procedimento Básico para Aumentar a Marcha na Caixa de Câmbio	37
Procedimento Básico para Diminuir a Marcha na Caixa de Câmbio	37
Eixos Posteriores de Velocidades Múltiplas e Transmissões Auxiliares	38
TRANSMISSÕES AUTOMÁTICAS (USO NA DESCIDA)	38
RETARDADORES	39
CONTROLE DA VELOCIDADE	44
DISTÂNCIA DE PARADA	44
SISTEMAS ABS	46
A VELOCIDADE E A ADERÊNCIA DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO	48

SUPERFÍCIES ESCORREGADIAS	48
AQUAPLANAGEM	48
A VELOCIDADE E AS CURVAS	49
A VELOCIDADE E A DISTÂNCIA NA FRENTE DO VEÍCULO	49
A VELOCIDADE E O FLUXO DO TRÁFEGO	49
VELOCIDADE DE DESCIDA EM DECLIVES	50
CONTROLE DO ESPAÇO AO REDOR DO VEÍCULO	50
ESPAÇO À FRENTE	51
ESPAÇO ATRÁS	51
ESPAÇOS LATERAIS DO VEÍCULO	52
ESPAÇO LIVRE ACIMA DO VEÍCULO	52
ESPAÇO ABAIXO DO VEÍCULO	53
ESPAÇO PARA GIRAR	53
ESPAÇO NECESSÁRIO PARA CRUZAR OU SE INCORPORAR AO TRÁFEGO	54
OBSERVAR	54
OBSERVAR À FRENTE	54
OBSERVAR AOS LADOS E ATRÁS	55
A OBSERVAÇÃO EM SITUAÇÕES ESPECIAIS	55
COMO USAR OS ESPELHOS	56
OBSERVAR COM RAPIDEZ	56
ENTENDER O QUE VÊ	56
COMUNICAR-SE	57
INDICAR AS SUAS INTENÇÕES DE MANOBRA	57
GIROS	57
MUDANÇAS DE FAIXA	57
DIMINUIR A VELOCIDADE	57
NÃO INDICAR MANOBRAS AOS OUTROS CONDUTORES	58
COMUNICAR A SUA PRESENÇA	58
DIRIGIR EM DIFERENTES CONDIÇÕES	60
DIRIGIR A NOITE	60
DIFICULDADES PARA DIRIGIR A NOITE	60

Fatores que afetam os condutores	60
Fatores ligados à estrada	61
Fatores relacionados com o veículo	61
PROCEDIMENTOS PARA DIRIGIR A NOITE	62
DIRIGIR COM NÉVOA (NEBLINA)	63
OPERAÇÃO COMBOIO	63
DIRIGIR NA CHUVA	65
INSPEÇÃO DO VEÍCULO PARA ANDAR NA CHUVA	65
PROCEDIMENTOS PARA CONDUZIR NA CHUVA	66
DIRIGIR EM CLIMA MUITO QUENTE	67
INSPEÇÃO DO VEÍCULO PARA ANDAR EM CLIMA QUENTE	67
PROCEDIMENTOS PARA DIRIGIR EM CLIMA MUITO QUENTE	68
DIRIGIR COM SEGURANÇA NA SERRA	68
PARTICULARIDADES DA CONDUÇÃO DURANTE A DESCIDA	68
SELEÇÃO DE UMA MARCHA “SEGURA” PARA A DESCIDA	69
PROCEDIMENTO BÁSICO PARA CONTROLAR A VELOCIDADE NA DESCIDA	70
UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE FREAGEM ADEQUADAS PARA A DESCIDA	71
FALHA DOS FREIOS EM DESCIDAS	71
DIRIGIR NOS TUNEIS	73
PARTICULARIDADES DA CONDUÇÃO NOS TUNEIS	73
INSPEÇÃO DO VEÍCULO ANTES DE ENTRAR NOS TUNEIS	73
COMPORTAMENTO DENTRO DOS TUNEIS	73
DIRIGIR DEFENSIVAMENTE	76
IMPORTÂNCIA DE SE ANTECIPAR AOS RISCOS	76
RISCOS NA ESTRADA	76
RISCOS REPRESENTADOS PELOS USUÁRIOS DA ESTRADA	77
IMPORTÂNCIA DE TER-SE UM PLANO DE EMERGÊNCIA	80
EMERGÊNCIAS	80
AÇÕES PREVENTIVAS PARA EVITAR O ACIDENTE	80
EMERGÊNCIAS POR FALHA NOS FREIOS E PNEUMÁTICOS	82

FALHA DOS FREIOS	82
FALHA DOS PNEUMÁTICOS	83
ESCORREGAMENTO DO VEÍCULO: CONTROLE, RECUPERAÇÃO	84
ESCORREGAMENTO DAS RODAS DE TRAÇÃO	84
ESCORREGAMENTO DAS RODAS DIANTEIRAS	86
ACIDENTES E INCÊNDIOS	86
PROCEDIMENTO PERANTE ACIDENTES	86
INCÊNDIOS	87
CAUSAS DE INCÊNDIOS	87
PREVENÇÃO DE INCÊNDIOS	87
COMBATE CONTRA INCÊNDIOS	87
MANTER-SE ALERTA E EM BOAS CONDIÇÕES PARA DIRIGIR	88
SUGESTÕES PARA PERMANECER ALERTA E DIRIGIR COM SEGURANÇA	89
SUGESTÕES DE COMPORTAMENTO PERANTE A NECESSIDADE DE DORMIR	89
TOMAR ÁLCOOL E DIRIGIR	90
DROGAS E REMÉDIOS	92
DOENÇAS	92
<b>TRANSPORTAR A CARGA COM SEGURANÇA</b>	92
INSPEÇÃO DA CARGA	93
PESO E EQUILÍBRIO	93
DEFINIÇÕES QUE DEVE CONHECER O MOTORISTA	93
LIMITES LEGAIS DE PESO	94
NÃO LEVAR DEMASIADA CARGA NA PARTE SUPERIOR	94
EQUILIBRAR O PESO	94
IMOBILIZAR A CARGA	95
BLOQUEAR E ANCORAR	95
AMARRAR O CARREGAMENTO	95
TABULEIROS PROTETORES	96
COBRIR O CARREGAMENTO	96
CARREGAMENTO SELADO E EM CONTÊINERES FECHADOS	97

OUTROS TIPOS DE CARREGAMENTO QUE EXIGEM ATENÇÃO ESPECIAL	97
CARGA SECA	97
CARNE PENDURADA	97
TRANSPORTAÇÃO DE GADO	97
CARREGAMENTOS EXTRAGRANDES	97
<b>VEÍCULOS COMBINADOS</b>	98
CONDUÇÃO SEGURA DOS VEÍCULOS COMBINADOS	98
RISCO DE TOMBAMENTO NAS CURVAS E NAS BATIDAS	98
RISCO DE TOMBAMENTO DO REBOQUE DURANTE MANOBRAS BRUSCAS	98
NECESSIDADE DO CORRETO CONTROLE DE VELOCIDADE	99
NECESSIDADE DE EVITAR O ESCORREGAMENTO DO REBOQUE	100
NECESSIDADE DE MAIOR ESPAÇO DURANTE OS GIROS	101
INSPEÇÃO DO VEÍCULO COMBINADO	102
CONDUÇÃO DE VEÍCULOS COMBINADOS LONGOS	103
CONDUÇÃO DE VEÍCULOS TANQUES	104
REGRAS DE SEGURANÇA NA CONDUÇÃO DE VEÍCULOS TANQUES	105
<b>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</b>	106

## **ANEXO I - EMENDA DO CURSO DE PREPARAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DOS MOTORISTAS**

As competências a conseguir em cada módulo são relacionadas a seguir:

### **Módulo I: Sistema Anchieta-Imigrantes**

- Conhecer as características do Sistema Anchieta-Imigrantes;
- Conhecer o sistema operacional do Sistema Anchieta-Imigrantes;
- Conhecer o funcionamento dos sistemas de segurança rodoviária, a fim de utilizá-lo em situações de emergência;
- Conhecer as alternativas de Operações Rodoviárias do Sistema;
- Operação do Pátio de Triagem.

### **Módulo II: Direção Defensiva**

- Compreender o conceito de acidentes de trânsito;
- Compreender o que é uma situação de risco no trânsito;
- Compreender os cinco elementos da direção defensiva;
- Aplicar o método básico de prevenção de acidentes;
- Conhecer e ser capaz de lidar com condições adversas;
- Conhecer os tipos de colisões e como evitá-las.

### **Módulo III: Operação na Serra**

- Conhecer as características dos túneis e os procedimentos para tráfego nestes locais;
- Realizar a sinalização no local do acidente;
- Saber acionar os recursos e realizar as primeiras providências em caso de acidentes nos túneis;
- Agir com prudência em situações de emergência;
- Conhecer a responsabilidade civil e criminal decorrente de sua atividade.



**Módulo IV: Manutenção Veicular**

- Conhecer o funcionamento do motor diesel;
- Conhecer os procedimentos para a operação diária do veículo
- Conhecer e realizar a inspeção veicular, antes, durante e após a viagem;
- Conhecer o sistema de alimentação de combustível;
- Conhecer o painel de instrumentos e de direção;
- Conhecer o funcionamento e os componentes do sistema de exaustão;
- Conhecer o funcionamento e os componentes do sistema de transmissão: embreagem, caixa de mudanças, eixo cardan e diferencial;
- Conhecer o sistema de suspensão;
- Conhecer o funcionamento dos pneus;
- Conhecer o sistema de freios e freio de estacionamento;
- Conhecer o sistema de direção;
- Conhecer e saber acionar o retardador existente no veículo.

**Módulo V: Meio Ambiente**

- Compreender o papel do cidadão em relação ao meio ambiente;
- Conhecer as características do Parque Estadual da Serra do Mar;
- Conhecer a legislação específica;
- Compreender o conceito de poluição, suas causas e conseqüências;
- Conhecer os riscos para a saúde;
- Reconhecer a importância de uma operação adequada;
- Conhecer os fluídos dos veículos;
- Conhecer os cuidados e procedimentos na substituição de fluídos

## **ANEXO J – PROJETO PARA A DESCIDA ASSISTIDA**

Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) - USP  
Departamento de Engenharia de Materiais, Aeronáutica e Automobilística (SMM)  
Fundação para o Incremento da Pesquisa e do Aperfeiçoamento Industrial (FIPAI)

### **DESCIDA ASSISTIDA DE VEÍCULOS COMERCIAIS PELA PISTA DESCENDENTE DA RODOVIA DOS IMIGRANTES**

#### - Introdução:

Dando continuidade ao Cronograma de Trabalho do Grupo de Estudo constituído para possibilitar a descida segura dos veículos comerciais pela pista descendente da Rodovia dos Imigrantes, após um ano de intenso trabalho dentro do Projeto ECOVIAS – EESC (USP) - FIPAI, onde foram elaboradas propostas de normas técnicas para regulamentar a descida, foram desenvolvidos testes de pista que permitiram validar as propostas de normas técnicas, foram definidos os requisitos técnicos a cumprir pelas diferentes configurações veiculares, e foram realizadas outras importantes ações segundo refletido no Relatório Técnico entregue a ECOVIAS em dezembro de 2003, corresponde agora passar à etapa de descida assistida, conforme estabelecido no Cronograma do Projeto aprovado.

Chamamos aqui de Descida Assistida à operação que permitirá durante determinado período a descida controlada de alguns veículos, que serão autorizados a trafegar sob condições monitoradas e controladas (como no caso das operações de cargas especiais), visando suprir a necessidade de coleta de dados para comprovação e aferição do modelo proposto.

A descida assistida deverá servir para aferir o modelo não só no que se refere aos requisitos técnicos dos veículos, mas também à adequação do modelo operacional da rodovia e à capacitação mínima dos motoristas.

Assim, é objetivo do documento aqui apresentado ao sugestão das condições necessárias a considerar e cumprir para se efetuar a “Descida Assistida”.

#### 1. Categorias veiculares que participaram na Descida Assistida.

As categorias veiculares contempladas para participar da operação são:

- Categoria M - Veículo rodoviário automotor de passageiros e uso misto, com pelo menos quatro rodas, ou três rodas, e com peso máximo total maior do que 9,8 kN (1tf). (Definição da NBR 10966 (MB 1253)).

Dentro da categoria M participarão especificamente veículos das categorias  $M_2$  e  $M_3$ :

Categoria  $M_2$  - Veículo tendo mais de 8 lugares, além do lugar do condutor, e com peso total máximo menor ou igual a 49 kN (5,0 tf). Geralmente Microônibus e Vans.

Categoria  $M_3$  - Veículo tendo mais de 8 lugares, além do lugar do condutor, e com peso total máximo maior do que 49 kN (5,0 tf). Geralmente ônibus.

- Categoria N - Veículo rodoviário automotor de transporte de carga, com pelo menos quatro rodas, ou três rodas, e com peso máximo total maior do que 9,8 kN (1tf). (Definição da NBR 10966 (MB 1253)).

Nesta categoria participarão veículos das categorias  $N_2$  e  $N_3$ :

Categoria  $N_2$  - veículo tendo peso total máximo maior do que 34,3 kN (3,5 tf) e menor ou igual a 117,7 kN (12 tf).

Categoria  $N_3$  - Veículo tendo peso total máximo maior do que 117,7 kN (12 tf).

- Categoria O - Veículo rodoviário rebocado. Definição da NBR 10966 (MB 1253).

Aqui teremos veículos das subcategorias  $O_3$  e  $O_4$ :

Categoria  $O_3$ : Veículo com peso total máximo maior do que 34,3 kN (3,5 tf) e menor ou igual a 98 kN (10tf).

Categoria  $O_4$ : Veículo com peso total máximo maior do que 98 kN (10tf).

Nota: Os veículos das categorias  $O_3$  e  $O_4$  participarão da operação sempre em combinação com veículos da categoria N.

2. Requisitos técnicos e condições operacionais a cumprir por cada categoria de veículos.

Categoria M: Os veículos deverão estar carregados com o peso bruto total (pbt) e se movimentar a uma velocidade média de 60 km/h. Durante a descida, os freios de serviço, emergência e estacionamento não devem ser acionados. O controle da velocidade de descida será realizado com o freio motor ou retardador. A velocidade angular do motor não deverá exceder a máxima prescrita pelo fabricante do veículo. A desaceleração média estabilizada (MFDD) deverá ser no mínimo de  $0,60 \text{ m/s}^2$ .

Categoria N: Os veículos deverão estar carregados com o peso bruto total (pbt) e se movimentar a uma velocidade média de 40 km/h. Durante a descida, os freios de serviço, emergência e estacionamento não devem ser acionados. O controle da velocidade de descida será realizado com o freio motor ou retardador. A velocidade angular do motor não deverá exceder a máxima prescrita pelo fabricante do veículo. A desaceleração média estabilizada (MFDD) deverá ser no mínimo de  $0,60 \text{ m/s}^2$ .

Veículo combinado categorias O e N: Os veículos deverão ter Sistema ABS e Sistema de Ajuste Automático da folga entre a lona (ou pastilha) e o tambor (ou disco) de freio em todos os eixos. Deverão estar totalmente carregados, descendo a uma velocidade média de 40 km/h. O controle da velocidade de descida será efetuado com ajuda do freio motor ou retardador.

Na operação participaram modelos de veículos que cumpram com os requisitos técnicos estabelecidos anteriormente. Estes requisitos foram estabelecidos nas minutas de regulamentação aprovadas pelo Grupo de Trabalho. Os modelos de veículos que cumprem com estas exigências serão indicados pelas próprias montadoras.

### 3. Metodologia para a operação de Descida Assistida.

#### I - Com relação ao veículo.

A Descida Assistida poderá realizar-se durante duas etapas:

- Etapa de Descida Assistida com veículos instrumentados (Descida Monitorada).

- Etapa de Descida Assistida sem instrumentação no veículo (Descida acompanhada).

Os veículos selecionados para participar da descida assistida serão instrumentados pelas montadoras e descerão monitorados durante uma semana. Após esse período, a instrumentação será retirada e os veículos continuarão descendo durante vários meses de maneira acompanhada. Os resultados serão analisados pelas montadoras, fabricantes de implementos e componentes, e pela EESC (USP).

O equipamento básico que se prevê como necessário em cada veículo, durante o período de descida com os veículos instrumentados, são: sensores, sistema de aquisição embarcado e notebook.

As principais variáveis do veículo a serem monitoradas são:

- Temperatura no mecanismo de freios.
- Rotação nas rodas do eixo de tração.
- Acionamento do pedal de freio.
- Marcha engatada.
- Temperatura do líquido refrigerante do motor.
- Temperatura do líquido refrigerante no retardador hidráulico (se houver).
- Temperatura no rotor do retardador eletromagnético (se houver).

Durante o período de descida acompanhada se prevê controlar algumas das variáveis mais importantes através de:

- Controle da Temperatura nos mecanismos de freios.
- Relatório após cada descida.
- Pontos de checagem.

O Controle de Temperatura nos mecanismos de freios poderá efetuar-se de duas maneiras:

1. Mediante a utilização de portal de controle antes da descida e após a descida.
2. Mediante a utilização de adesivos termicamente sensíveis nas rodas do veículo.

O Relatório após cada descida será preenchido pelos motoristas informando-se as principais incidências durante o percurso e o comportamento das variáveis de

interesse. O Formulário a utilizar será elaborado previamente pelo Grupo de Trabalho do projeto.

Os pontos de checagem poderão estabelecer-se no início e no final do percurso e também na saída dos túneis. Para a checagem poderá utilizar-se a própria eletrônica embarcada no veículo e o Tag.

## II - Com relação ao modelo operacional da rodovia.

Na adequação do modelo operacional da rodovia para a operação de Descida Assistida deverão considerar-se os seguintes aspectos:

- Condições do Tráfego dos veículos participantes da operação.
- Sinalização da rodovia, dos veículos e informações aos usuários.
- Plano de atuação perante emergências.
- Infra-estrutura necessária.

Nas condições do tráfego deverão considerar-se aspectos tais como:

- Distância entre veículos
- Faixa de rolamento a ser utilizada
- Possibilidades de ultrapassagens
- Atuação perante paradas eventuais
- Horários de descida
- Outros que a Ecovias considere necessários.

Em quanto à sinalização da rodovia, dos veículos e informações aos usuários deve considerar-se:

- Necessidade de identificar os veículos participantes na operação
- Necessidade de informar aos usuários da rodovia sobre a presença de veículos comerciais na pista e cuidados que deverão tomar.
- Necessidade de alguma sinalização específica na pista.

O plano de atuação perante emergências deverá focar-se à:

- Atuação da equipe da Ecovias

- Atuação dos motoristas dos veículos participantes na operação de descida assistida
- Atuação dos usuários da rodovia
- Possibilidades de utilizar rotas de escape se necessário.

A infra-estrutura necessária refere-se a:

- Equipamento de auxílio (no caso de acidentes ou outras eventualidades)
- Equipamento de controle (portal de controle de temperatura nos freios, radares, antenas, etc.).
- Ponto de Controle no início e no final da descida (em substituição do futuro Pátio de Triagem)

A adequação do modelo operacional da Rodovia será efetuada pelo pessoal da Ecovias partindo das considerações que ao respeito tenham sido realizadas pelo Grupo de Estudo.

### III - Com relação aos motoristas.

Para a preparação dos motoristas deverão executar-se as seguintes ações:

- Informar sobre o modelo operacional da rodovia durante a operação: condições de operação a serem respeitadas, sinalização dos veículos e rodovia, atuação em caso de acidentes ou eventualidades, rotas de escape, etc.
- Informar sobre como dirigir os veículos nas condições de descida de serra. Para isto se elaborará um pequeno Folheto com dicas para os motoristas.
- Indicar como preencher o relatório após cada descida e que variáveis é necessário controlar com a ajuda deles.

Os motoristas deverão ser indicados pelos proprietários dos veículos que participarão na operação e deverão ter experiência e destreza comprovada.

## 4. Considerações Finais

A operação de Descida Assistida requer uma preparação minuciosa e a colaboração e apoio de todos os integrantes do Grupo de Trabalho “ECOVIAS, EESC (USP), FIPAI, ARTESP, Montadoras, Fabricantes de Autopeças e Implementos Rodoviários, Transportadoras, e outras entidades participantes” para garantir a consecução do objetivo proposto e dentro do período de tempo estabelecido no Cronograma de Trabalho.

Consideram-se necessários investimentos para o desenvolvimento e fabricação de equipamentos de controle (como por exemplo, o equipo para a leitura da temperatura dos freios) e para o treinamento do pessoal que os utilizará.

Requere-se novamente do apoio das Montadoras para a instrumentação dos veículos que participarão da operação, e para a análise dos resultados obtidos.

A Ecovias terá uma participação fundamental no referente à adequação do modelo operacional da rodovia e à preparação dos motoristas, contando para isto com o apoio de todos os integrantes do Grupo de Estudo.

As montadoras, fabricantes de implementos e transportadoras participarão da seleção dos veículos que participarão na operação, sendo responsáveis pelo estado técnico adequado dos mesmos e a sua adequação às exigências técnicas estabelecidas.



## **ANEXO K – PROJETO DE PATIO DE TRIAGEM (ASPECTOS GERAIS)**

### Objetivo:

O Pátio de Triagem terá como objetivo principal à inspeção dos veículos de carga que pretendem descer a serra pela pista descendente com o único objetivo de efetuar uma triagem entre os mesmos, ou seja, selecionar aqueles que podem descer a nova pista e evitar que aqueles que apresentem condições julgadas de periculosidade trafeguem pela mesma.

### Operação do pátio:

O pátio de triagem operará só quando aberto para operação comercial, garantindo uma contínua inspeção nos veículos de carga que optarem por descer a serra pela Pista Descendente. O pátio só não operará quando a pista sul estiver operando no sentido ascendente, momento no qual não haverá necessidade de se efetuar triagem uma vez que qualquer veículo, de carga ou de passeio, que desejar descer a serra, o fará pela rodovia Anchieta (pista sul e/ou norte).

### Operador do pátio:

Neste pátio deverá existir uma pessoa qualificada e munida com os devidos poderes a fim de que possa exercer a ação prevista que é a de permitir ou não o tráfego de determinados veículos de carga pela pista sul da SP 160 no trecho serra. Entendendo que este poder não é delegado à concessionária, a vistoria do pátio deverá ser efetuada pela Polícia Militar Rodoviária apoiada por autoridades do Corpo de Bombeiros.

### Órgãos participantes:

Polícia Militar Rodoviária (PMRV), Bombeiros, DER, CETESB, ICMS, Polícia Federal, Instituto Florestal, Defesa Civil Estadual e Delegacia de Polícia Civil exclusiva para o SAI (nos moldes do METRÔ de São Paulo).

### Premissas básicas de circulação dentro do pátio:

O pátio deverá operar de forma a permitir concomitantemente a inspeção dos veículos de carga, que desejarem descer a serra pela pista descendente, SP-160, provenientes de dois fluxos, a saber:

- a) Interligação planalto SP-041 pista oeste.
- b) Rodovia dos Imigrantes SP-160 pista sul.

Uma vez que para ambos os fluxos haverá a possibilidade de descer pela pista descendente ou não, o projeto geométrico funcional do pátio deverá contemplar trajetos de retorno para as mesmas vias acima, sendo que na SP-041 pela pista leste a fim de retornar para a Anchieta SP-150. Sendo assim, o pátio de triagem deverá contemplar dois acessos de entrada e dois acessos de saída.

A seguir apresenta-se um projeto funcional do trevo do km 41 da SP-160 com apresentação do Posto de Triagem e a interferência do mesmo com o sistema viário local.

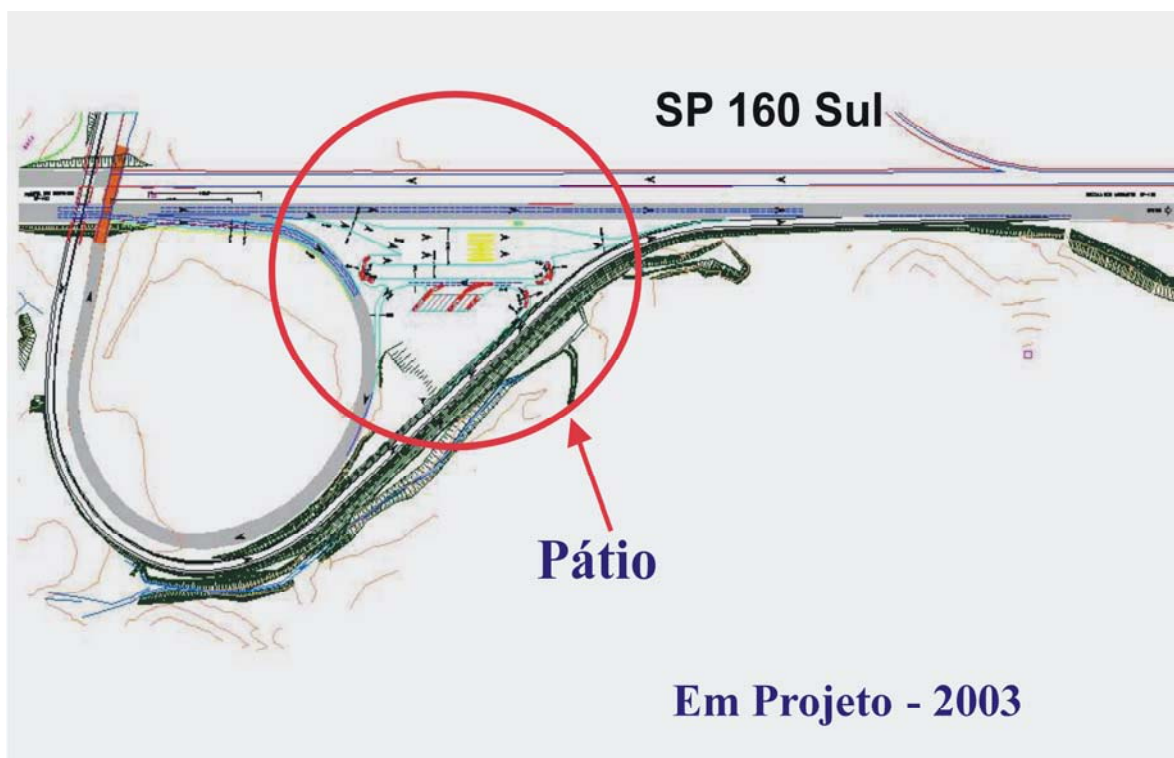


FIGURA 84 - Localização do Pátio de Triagem projetado no SAI.

Unidade de controle:

Com o intuito de otimizar a operação e controle do pátio está sendo prevista uma única Unidade de Controle (operação triagem) que agrupará os dois fluxos de entrada ao Pátio de Triagem, acima descritos, organizando o mesmo para passar

perante a unidade de controle, recebendo ou não a autorização para prosseguir pela pista descendente.

Processo de triagem:

Necessidade da portaria do superintendente do DER para efetuar a triagem

Pátio de estacionamento:

Uma vez que estaremos inserindo em nosso sistema um pátio onde veículos de carga serão vistoriados acredita-se ser relevante a execução de um pátio de estacionamento a fim de permitir o estacionamento de eventuais veículos que necessitem fazer uma parada antes de descer a serra.

Equipamentos e edificações:

- 01 bacia de contenção para produto perigoso (30 m<sup>3</sup>)
- Materiais de consumo como toalheiro, copos, máquina de café, sabonete líquido, produto de limpeza.
- Água e Luz
- Alojamento para as equipes dos vários órgãos, cozinha, banheiros e infraestrutura de comunicação.
- Viaturas alugadas e cedidas para os órgãos responsáveis pelos vários tipos de fiscalização e sediados no Posto de Triagem

Manutenção:

- Limpeza do pátio
- Segurança do pátio
- Manutenção e Conservação Predial e Instalações
- Manutenção e Conservação da Sinalização

Proposta de legislação:

Uma vez que a operação de vistoria e classificação de veículos que poderão utilizar esta nova pista não está inserida em nenhuma legislação existente, há necessidade de se prever a elaboração de um projeto de lei que dê os devidos poderes

à PMRv de efetuar a vistoria e proceder com a autorização ou interdição para utilização da nova rodovia.

- Limite de Velocidade
- Cadastro de Caminhões
- Inspeção Veicular
- Rota de Carga Especial
- Rota de Produtos Perigosos

## **ANEXO L – PROCEDIMENTOS GERAIS DA ECOVIAS PERANTE SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA**

O sistema de segurança está estruturado em função do objetivo de cada medida ou dispositivo adotado (se para prevenção dos acidentes, atenuação das suas conseqüências, de efetiva atuação sobre as conseqüências, ou se medidas para o restabelecimento das condições normais de tráfego).

### I - Prevenção de Acidentes.

- Uso da Sinalização Específica (trata-se de sinalização adicional àquela conveniente utilizada, tendo como objetivo informar aos usuários quanto os dispositivos e procedimentos relacionados com a Segurança do fluxo neste trecho da rodovia).
- Controle de Velocidade e Distância de Segurança entre Veículos (com câmeras e radares).
- Triagem de Veículos Comerciais (para o redirecionamento dos veículos julgados em condições mecânicas inadequadas ou não certificados).
- Proibição de Veículos Comerciais em condições especiais de trânsito.
- Redução do Risco de Congestionamento (por intermédio de estreitamento de pista, do volume de veículos que iniciam a descida da serra, etc.)
- Avisos de Interdição de Faixa de Tráfego (semáforos, cancelas, painéis de informação aos usuários controlados desde o CCO).
- Desobstrução da Pista (posicionamento de recursos suficientes (guinchos leves e pesados) para rápida liberação da pista ou uma de suas faixas, no caso de pane ou pequenas colisões, reduzindo o risco de engavetamento. Estes recursos operarão em circuito fechado entre os km 46 e 56 onde há interseção das pistas nortes e sul da Imigrantes).
- Operação Comboio (nas situações de visibilidade adversa, basicamente entre os km 44 a 46).
- Divulgação (implementação de ações de divulgação das características operacionais da Pista Descendente e de campanhas educacionais quanto ao adequado comportamento dos usuários perante os sistemas e medidas

operacionais implantados. Isto por meio de panfletagens, palestras, vídeos institucionais, reportagens na mídia).

## II - Atenuação das Conseqüências dos Acidentes (Primeiros Socorros).

- Sistema de Detecção Automática de Incidentes (câmeras virtuais que detectam a presença de veículos parados sobre a via, câmeras móveis com paint – tilt – zoom, detectores de fogo e fumaça).
- Comunicação com o usuário (STE, PMV, Painel Trietro e Megafonia).
- Gestão emergencial do CCO (monitoramento de múltiplas tarefas, coordenação das ações, tomada de decisões centralizada).
- Faixa exclusiva para tráfego de veículos de primeiro atendimento (a calçada e parte da faixa 1 deverão ser reservadas para a passagem de Veículos de Emergência nos casos de congestionamento ou bloqueio total da pista).
- Viaturas de primeiro atendimento (para permitir a desobstrução da pista e oferecer o primeiro atendimento em caso de acidente: motocicleta, guincho leve, viatura da Brigada de Incêndio)
- Sistema de Combate a Incêndios (Monitoramento, Detecção e Intervenção) Extintores, Hidrantes, Reservatórios e Sensores;
- Monitoramento e Controle do Sistema de Ventilação (o Sistema de Ventilação deverá atuar em conjunto com os seguintes Sistemas: Sistema de Detecção de Incidentes, Sistema de Detecção de Incêndio e Sistema de Avaliação de Tráfego (SAT)).
- Sistema de Coleta de Líquidos Derramados (os reservatórios deverão dispor de sensores de nível interligados ao CCO para monitoramento e envio de caminhão tanque para sucção dos líquidos armazenados).
- Sistema de Monitoramento Elétrico (iluminação e gerador de emergência) (pela extensão dos túneis da pista descendente a iluminação deverá ser mantida permanentemente acesa devido ao risco de colisão. O usuário deverá ser orientado desde o trecho de planalto para trafegar com os faróis acesos. Caso o sistema de Iluminação não retornar alimentado pelo gerador deverão ser tomadas medidas alternativas como redução de velocidade através de painéis com pictogramas, ativar mensagens de orientação para manter distância e reduzir a

velocidade, chavear a alimentação de forma a alimentar de energia vinda de outro grupo gerador, desvio de todos os veículos comerciais para a SP 041, e até mesmo o bloqueio da Pista descendente até a solução da pane).

- Sistema de Radio Comunicação no Interior dos Túneis.
- Sistema de Retransmissão de Telefonia Celular no Interior dos Túneis;
- Baias de Estacionamento no Interior dos Túneis (com Sistema de Telefonia de Emergência, Extintores e Botão de Emergência interligados ao CCO, Pontos de Alimentação de Água para auxílio aos veículos com pane, Hidrantes com Mangueira e câmeras para monitoramento total da baia).

### III - Atuação a Partir das Conseqüências dos Acidentes.

- Ventilação de Combate a Incêndios (o Sistema de Ventilação deverá dispor de Alimentação Alternativa de Energia (gerador) e deverá operar interligado aos Sistemas de Detecção de Fumaça e Fogo, devendo sempre solicitar um aceite do Operador do CCO para mudança de velocidade e direção).
- Brigada (Interna) de Combate a Incêndios (todos os funcionários da Operação de Tráfego deverão estar treinados para assumirem funções específicas em caso de ocorrência na Pista Descendente).
- Corpo de Bombeiros (deverão ser feitas reuniões e simulados periódicos entre o COBOM e ECOVIAS para assimilação dos Procedimentos e Treinamento das Equipes nos procedimentos).
- Evacuação de Veículos (as equipes da Brigada deverão estar capacitadas para organizar e operacionalizar a retirada de veículos retidos, utilizando a Estrada de Serviço).
- Evacuação de Pedestres (Sinalização de Orientação e Brigada de Orientação) (ao longo de toda a Pista Descendente será instalada Sinalização Vertical, Horizontal e Semafórica de orientação para saída das pessoas retidas no túnel, além de eficiente Sistema de Megafonia independente para cada túnel).
- Apoio Médico de Retaguarda (os Hospitais de retaguarda deverão fazer parte dos Simulados de Atendimento às Vítimas, para entrosamento das equipes que estarão envolvidas no atendimento da ocorrência. O CCO deverá dispor de ferramentas informatizadas para agilizar o acionamento).

- Acionamento a entidades de apoio (P.A.M. – Plano de Auxilio Mutuo, Defesa Civil, CETESB e SABESP).
- Esgotamento dos Reservatórios de Líquidos Derramados (ao primeiro informe dos Sensores de Nível o CCO deverá acionar Caminhão Pipa para Esgotamento dos Reservatórios).
- Divulgação (Educativa, Preventiva e Atendimentos a Mídia nos Acidentes).

Para o caso do funcionamento do sistema de ventilação em caso de incêndio distinguem-se três fases principais:

- 1) Evacuação das pessoas pelos seus próprios meios, antes da chegada dos primeiros socorros. Nesta fase, a ventilação funcionara em modo automático, devendo somente ser alterada após uma análise da situação.
- 2) Salvamento das pessoas pela equipe de pronto atendimento;
- 3) Combate ao incêndio

A melhor estratégia de operação do Sistema em caso de incêndio depende da quantidade de veículos no interior do túnel antes da detecção do incêndio, podendo se destacar as seguintes situações:

a) *Sistema funcionando no modo automático*: Na primeira fase depois do início de um incêndio o salvamento das pessoas tem prioridade absoluta. No caso da Rodovia dos Imigrantes as equipes de pronto atendimento não chegarão ao local antes de algumas dezenas de minutos depois da transmissão do alarme. A fase inicial da emergência deve ser então operada de modo completamente automático. A ventilação criará as condições ideais de modo que as pessoas possam colocar-se em segurança por seus próprios meios. Um fator determinante para a segurança é a detecção rápida do incêndio. O tempo para esta detecção não será superior a 2 (dois) minutos. O sistema de detecção de incêndio será acionado bem como o sistema de câmeras poderá detectar a ocorrência do incêndio. No caso de detecção de incêndio, o Sistema de Ventilação será acionado conforme o programa que gera a lógica operacional. Após a confirmação do alarme (que deve ocorrer entre 2 a 3 minutos), os acessos ao túnel serão bloqueados por meio de sinais adequados, cancela e outras medidas



previstas no plano de emergência (alarme aos bombeiros e equipes de socorro, etc.). O programa que gere automaticamente a ventilação somente poderá ser cancelado localmente, pelo operador com nível e treinamento adequados para esta função.

b) *Sistema funcionando no modo automático, com tráfego fluindo inicialmente*: No caso de tráfego inicialmente fluindo, os veículos que já houverem ultrapassado o local do incêndio poderão sair do túnel normalmente, enquanto que aqueles que vêm atrás serão provavelmente bloqueados pelas chamas e pela fumaça. Neste caso todos os jatos ventiladores serão acionados imediatamente no sentido do tráfego. Como consequência a zona a montante do incêndio ficará livre da fumaça, enquanto à parte a jusante do incêndio será tomada pela fumaça, uma vez que os veículos já estarão distantes do local do incêndio.

c) *Sistema funcionando no modo automático, com tráfego congestionado*: No caso em que o tráfego no túnel esteja bloqueado ou lento já antes do incêndio (por causa de um acidente ou de obras, que causem indiretamente o incêndio de um dos veículos do congestionamento) a situação é radicalmente diferente. Os veículos a jusante do incêndio não poderão liberar o túnel. O esquema de ventilação automático não é mais aceitável. Esta situação excepcional será detectada de modo adequado, por meio de um sinal automático de tráfego congestionado ou por uma supervisão por câmeras de vídeo. No caso em que o tráfego esteja muito lento ou parado, o acionamento dos jatos ventiladores será evitado para reduzir ao mínimo o risco de destruir a estratificação natural da fumaça. Essa situação será detectada, por meio de um sinal automático de tráfego ou por uma supervisão por câmeras de vídeo. Após a emissão do sinal automático de tráfego congestionado, o sistema de detecção de velocidade do ar no túnel (Anemômetro), fornecerá as seguintes informações :

1. Se a velocidade longitudinal do ar for inferior ao valor  $U_{Gr}$  da ordem de 1 m/s na direção do tráfego (aqui o comando de desligamento de todos os jatos ventiladores será ativado).
2. Se a velocidade longitudinal do ar for superior ao  $U_{Gr}$  na direção do tráfego (aqui o comando de acionamento do sistema em operação normal será ativado).

d) *Funcionamento manual*: Depois de se assegurar que todas as pessoas que estavam no túnel já se encontram a salvo, o Sistema de Ventilação será operado manualmente, para mover a fumaça na direção desejada. A opção de se desativar manualmente o modo automático, será possível apenas acessando o painel de comando local, na sala de comando e será feita por operador devidamente credenciado e treinado. A operação manual do Sistema de Ventilação tem ainda a finalidade de poder comandar o Sistema quando da realização de trabalhos dentro do túnel, testes ou outra situação excepcional. No Quadro de Comando Local existirão claramente as seguintes informações:

- o Estado de funcionamento do Sistema de Ventilação (normal, incêndio ou manual) e de todos os componentes do sistema (ventiladores, sinalização, etc.);
- o Sinalização de tráfego congestionado;
- o Posição de um eventual incêndio;
- o Valores de todos os instrumentos de medição de CO, Opacímetros e Anemômetros.

Com essas informações e de posse do Plano de Ação, a equipe de emergência decidirá sobre as operações no Sistema de Ventilação em quaisquer dos Túneis.

e) *Operação manual a partir dos quadros localizados nos Emboques lado São Paulo / lado Santos*: A operação manual pode ser feita no painel localizado junto ao quadro principal de comando, onde se encontra o controlador programável, ou ainda no painel remoto do comando localizado no emboque oposto. A lógica de operação automaticamente transferirá o controle do sistema para o painel que for primeiramente acessado, dando informação ao outro painel que o sistema já se encontra em operação manual. A reversão de funcionamento dos jatos ventiladores dependerá da modificação do sentido do tráfego na pista, que determinará a necessidade de mudança do sentido do fluxo de ar. Nestas condições os jatos ventiladores terão sua rotação invertida de forma automática. Um sinal proveniente do Sistema de controle de tráfego indicará esta nova situação. O sistema de comando dos jatos ventiladores comandará a inversão da rotação dos jato ventiladores.

#### IV - Medidas para Restabelecimento das Condições Normais de Tráfego.

- Total Desobstrução da Pista, Baias de Estacionamentos e dos Leitões de Fuga (para uma rápida desobstrução da Pista e Áreas Adjacentes a Equipe de Brigadistas deverá dispor de todos os recursos materiais e humanos para uma Solução Rápida das Interferências utilizando Produtos Ecologicamente Corretos, de fácil Absorção e Remoção).
- Reparos Emergenciais dos Sistemas Vitais da Rodovia (após o Atendimento às Vítimas, o CCO deverá acionar equipes da Engenharia e Manutenção para dimensionamento dos danos e início dos reparos).
- Lavagem e Limpeza de Detritos da Pista (as equipes de Brigada deverão dispor dos Equipamentos Necessários para Limpeza e Desobstrução da Pista no Menor Tempo Possível).

#### V - Simulação de Acidentes.

Regularmente deverão efetuar-se simulações de acidentes com todos os envolvidos, tanto internos como externos à Concessionária.

#### VI – Plano de Emergência e Evacuação.

Existe na ECOVIAS um Plano de Emergência e Evacuação com os seguintes procedimentos:

- Manutenção de recursos humanos e materiais em pontos específicos
- Avaliação do tipo de incidente ou acidente
- Definição das zonas quente, morna e fria para o cenário de operações.
- Acionamento de recursos e definição de rotas
- Informatização

#### VII – Formação e treinamento de recursos humanos.

- Treinamento em atendimento a vítimas e veículos acidentados.
- Simulados individuais e por equipes.
- Cursos sobre resgate, direção defensiva, produtos perigosos, bombeiros, etc.

## ANEXO M – RESOLUÇÕES SOBRE A INTERNALIZAÇÃO NO BRASIL DA I.T.V DO MERCOSUL

MINISTÉRIO DA JUSTIÇA  
CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN

### DELIBERAÇÃO CONTRAN Nº. 35 DE 4 DE JUNHO DE 2002

---

*Dispõe sobre a atribuição de competência para a  
realização da Inspeção Técnica nos Veículos  
utilizados no transporte rodoviário internacional de  
cargas e dá outras providências.*

O **PRESIDENTE DO CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO – CONTRAN**, no uso das atribuições que lhe são conferidas pelo inciso IX do art. 6º do Regimento Interno do Colegiado.

Considerando o disposto no Decreto nº 99.704, de 20 de novembro de 1990, que dispõe sobre o Transporte Internacional Terrestre entre o Brasil, a Argentina, a Bolívia, o Chile, o Paraguai, o Peru e o Uruguai: e

Considerando o que dispõe a Resolução MERCOSUL/GMC nº. 75, de 13 de dezembro de 1997, Ad referendum do Conselho Nacional de Trânsito CONTRAN, **resolve:**

**Art. 1º** Atribuir ao Departamento de Polícia Rodoviária Federal DPRF a competência para realizar, diretamente ou através de terceiros, em caráter emergencial, a inspeção técnica dos veículos utilizados por empresas habilitadas ou em processo de habilitação para o transporte rodoviário internacional de cargas.

**Parágrafo único.** As inspeções de que trata este artigo deverão atender aos princípios básicos constantes do Anexo da Resolução MERCOSUL / GMC nº. 75/97.

**Art. 2º** O veículo inspecionado e aprovado receberá um selo de segurança, apostado no pára-brisa dianteiro, vinculado ao respectivo certificado que será de porte obrigatório.

**Art. 3º** Compete ao Departamento Nacional de Trânsito DENATRAN.

I - definir o modelo do certificado de que trata o artigo anterior;

II - definir a forma, especificações e condições de aplicação do selo a que se refere o artigo anterior;

III - efetuar o controle da distribuição dos selos e certificados, e

IV - implantar sistema de armazenamento e administração das informações resultantes das inspeções de que trata esta Deliberação.

**Art. 4º** Esta Deliberação entra em vigor na data de sua publicação.

**MIGUEL REALE JÚNIOR**

**D.O.U. 05/06/2002**

---

MINISTÉRIO DA JUSTIÇA  
CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - CONTRAN

**RESOLUÇÃO Nº137 - DE 28 DE AGOSTO DE 2002**

*Dispõe sobre a atribuição de competência para a realização da inspeção técnica nos veículos utilizados no transporte rodoviário internacional de cargas e dá outras providências.*

O **CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - CONTRAN**, usando das atribuições que lhe confere o art.12 do Código de Trânsito Brasileiro, instituído pela Lei nº. 9.503, de 23 de setembro de 1997;

Considerando a Deliberação nº. 35, de 04 de junho de 2002, publicada no Diário Oficial da União de 05 de junho de 2002, do Presidente do Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN;

Considerando o disposto no Decreto nº. 99.704, de 20 de novembro de 1990, que dispõe sobre o Transporte Internacional Terrestre entre o Brasil, a Argentina, a Bolívia, o Chile, o Paraguai, o Peru e o Uruguai; e

Considerando o que dispõe a Resolução MERCOSUL/GMC nº. 75, de 13 de dezembro de 1997, e o que consta do Processo 08001.003744/2002-58, **resolve**:

**Art. 1º** Fica atribuída ao Departamento de Polícia Rodoviária Federal - DPRF a competência para realizar, diretamente ou através de terceiros certificados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO, em caráter emergencial, a inspeção técnica dos veículos utilizados por empresas habilitadas ou em processo de habilitação para o transporte rodoviário internacional de cargas, até a implantação da inspeção de que trata o artigo 104 do Código de Trânsito Brasileiro.

**Parágrafo único.** As inspeções de que trata este artigo deverão atender aos princípios básicos constantes do Anexo da Resolução MERCOSUL/GMC nº. 75/97.

**Art. 2º** O veículo inspecionado e aprovado receberá um selo de segurança, aposto no pára-brisa dianteiro, vinculado ao respectivo certificado que será de porte obrigatório.

**Art. 3º** Compete ao Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN:

I - definir o modelo do certificado de que trata o artigo anterior;

II - definir a forma, especificações e condições de aplicação do selo a que se refere o artigo anterior;

III - efetuar o controle da distribuição dos selos e certificados; e

IV - implantar sistema de armazenamento e administração das informações resultantes das inspeções de que trata esta Resolução.

**Art. 4º** Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

**PAULO DE TARSO RAMOS RIBEIRO**

Ministério da Justiça - Titular

**MONICA MARIA LIBÓRIO FEITOSA DE ARAÚJO**

Ministério do Meio Ambiente - Suplente

**JOSÉ AUGUSTO VARANDA**

Ministério da Defesa - Suplente

**AGNALDO DE SOUSA BARBOSA**

Ministério da Educação - Representante

**CARLOS AMERICO PACHECO**

Ministério da Ciência e Tecnologia - Suplente

**PAULO MOSTARDEIRO WERBERICH**

Ministério da Saúde - Representante

**PAULO SERGIO OLIVEIRA PASSOS**

Ministério dos Transportes - Suplente

**D.O.U. 16/10/2002**

MINISTÉRIO DA JUSTIÇA  
DEPARTAMENTO DE POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL

**INSTRUÇÃO NORMATIVA DPRF Nº. 12 - DE 20 DE AGOSTO DE 2002  
(EXTRATO)**

*Estabelece instruções de credenciamento de terceiros para execução da Inspeção Técnica Veicular - ITV no veículos de transporte rodoviário internacional de cargas, conforme a Deliberação CONTRAN nº. 35, de 4 de junho de 2002.*

**O DIRETOR-GERAL DO DEPARTAMENTO DE POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL DPRF**, no uso de suas atribuições legais e

Considerando os termos da Deliberação nº. 35, de 2002, do Presidente do Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN;

Considerando o disposto no Decreto nº. 99.704, de 20 de novembro de 1990, e na Resolução Mercosul/GMC nº. 75, de 13 de dezembro de 1997;

Considerando a Portaria Conjunta DENATRAN/DPRF nº. 47, de 15 de agosto de 2002, e Considerando o Processo nº. 08.650.000.945/2002-59, **r e s o l v e:BAIXAR** a presente Instrução Normativa relativa ao credenciamento de terceiros para execução de serviços especializados de Inspeção Técnica Veicular - ITV a que se refere a Resolução MERCOSUL/GMC nº. 75, de 1997.

---

**CAPÍTULO I**

**DAS DISPOSIÇÕES PRELIMINARES**

**Art. 1º** Esta Instrução disciplina o credenciamento e o funcionamento de terceiros para execução de serviços especializados de ITV a que se refere a Resolução MERCOSUL/GMC nº. 75, de 1997, nos veículos de transporte rodoviário internacional de cargas habilitados ou em processo de habilitação nos termos do Acordo de Alcance Parcial sobre Transporte Internacional Terrestre dos Países do Cone Sul - ATIT.

**Parágrafo único.** Para os efeitos desta Instrução, terceiro é toda entidade de direito público ou privado com capacidade para a execução dos serviços especializados de Inspeção Técnica Veicular ou de Engenharia Veicular.

**Art. 2º** Após o deferimento do credenciamento, o DPRF encaminhará à Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT e ao Ministério das Relações Exteriores - MRE, os dados cadastrais da entidade, para fins de reconhecimento no âmbito do ATIT/Mercosul.

**CAPÍTULO II**

**DAS COMPETÊNCIAS**

**Art. 3º** Compete à Coordenação-Geral de Operações:

- I - credenciar as entidades na forma prevista nesta Instrução;
- II - promover as alterações no cadastro da entidade no DPRF;
- III - aplicar as penalidades previstas nesta Instrução;
- IV - analisar os pedidos de credenciamento em conjunto com a Comissão de Avaliação;
- V - analisar os processos de irregularidades cometidas pelas entidades; e
- VI - efetuar vistorias e auditorias, diretamente ou mediante Comissão.

**Art. 4º** Compete à Coordenação-Geral de Planejamento e Modernização:

- I - organizar o cadastro informatizado das entidades, mantendo-o permanentemente atualizado;
- I - organizar e manter o sistema de registro das ITV realizadas;
- III - organizar e manter o controle dos Certificados de Inspeção Técnica Veicular - CITV emitidos; e
- IV - manter a Coordenação-Geral de Administração informada sobre os registros efetuados para controle financeiro.

### **CAPÍTULO III**

#### **DO CREDENCIAMENTO**

**Art. 5º** Poderão habilitar-se ao credenciamento as entidades interessadas que atenderem as condições desta Instrução e apresentarem os documentos nela exigidos.

**Art. 6º** Fica vedado o credenciamento de entidade que, direta ou indiretamente, tenham vínculo com entidade :

- I - de fabricação, montagem, importação, encarroçamento ou revenda de veículos automotores, reboques e semi-reboques,
- II - de fabricação ou revenda de componentes, autopeças ou acessórios de veículos;
- III - dedicadas à reparação de veículos;
- IV - de transporte de carga ou de passageiros; e
- V - de locação de veículos.

**Parágrafo único.** A vedação deste artigo aplica-se adicionalmente às entidades contratadas pelo DPRF para controle, auditoria e fiscalização da ITV.



**Art. 7º** Para se habilitar à prestação dos serviços objeto desta Instrução, o representante legal da entidade encaminhará requerimento ao Diretor-Geral do DPRF, conforme modelo descrito no Anexo II, protocolado na Administração Central em Brasília, DF, acompanhada de:

I - documentação geral, constituída de:

- a) cédula de identidade do representante;
- b) registro comercial, no caso de empresa individual;
- c) inscrição do ato constitutivo, no caso de sociedades civis, acompanhada de prova da diretoria em exercício;
- d) decreto de autorização, em se tratando de entidade ou sociedade estrangeira em funcionamento no País e ato de registro ou autorização para funcionamento expedido pelo órgão competente, quando a atividade assim o exigir;
- e) registro ou certificado de fins filantrópicos e ou ato de declaração de utilidade pública, no caso de sociedades civis sem fins lucrativos ou de utilidade pública;
- f) prova de inscrição no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica - CNPJ, do Ministério da Fazenda; e
- g) prova de regularidade perante a Fazenda Federal, Estadual e Municipal, a Seguridade Social-INSS e o Fundo de Garantia por Tempo de Serviço - FGTS;

II - documentação específica, constituída de:

- a) requerimento de credenciamento e identificação da entidade, conforme Anexo II;
- b) certidão negativa dos sócios na Receita Federal;
- c) declaração de inexistência de fato impeditivo de seu credenciamento, nos termos do Anexo III desta Instrução, assinada por sócio, dirigente, proprietário ou procurador da entidade, devidamente identificado;
- d) ato constitutivo, estatuto ou contrato social em vigor devidamente registrado e, no caso de sociedades por ações, acompanhado da documentação de eleição dos seus administradores;
- e) comprovação do endereço da sede da entidade, por meio de alvará de localização;
- f) comprovação de que todos os equipamentos de metrologia estão aferidos pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial - INMETRO;
- g) declaração expressa de que não possui em seu quadro de empregados menores de dezoito anos em trabalho noturno, perigoso ou insalubre e, em qualquer trabalho, menores de dezesseis anos, salvo na condição de aprendiz, a partir de quatorze anos;
- h) declaração expressa de que dispõe de infra-estrutura suficiente para atendimento do exigido por esta Instrução;

- i) comprovação de homologação como Instituição Técnica de Engenharia - ITE, pelo Departamento Nacional de Trânsito - DENATRAN;
- j) registro ou inscrição no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia - CREA da Unidade da Federação da sede da entidade;
- k) **Manual de Procedimentos Operacionais** elaborado pela entidade, com as diretrizes estabelecidas por esta Instrução;
- l) projeto arquitetônico completo do local onde funciona a entidade e onde serão realizadas as inspeções, acompanhado da planta e detalhes do desenho das instalações e posicionamento dos equipamentos, devidamente registrado no CREA da sede da entidade;
- m) relação dos Responsáveis Técnicos da entidade, acompanhada de comprovação do vínculo empregatício e do devido registro atualizado no CREA de atuação;
- n) relação dos equipamentos, dos instrumentos e das ferramentas pertencentes à entidade, com quantidade, tipo e marca disponíveis para a realização dos serviços; e
- o) planilha de cálculo do valor a ser cobrado pela ITV, incluindo os tipos, os custos, as despesas, os insumos, os lucros, as participações, as respectivas alíquotas e as bases de cálculo dos tributos que incidam sobre a realização dos serviços e a emissão dos documentos.

§ 1º As entidades regularmente cadastradas e habilitadas parcialmente no Sistema de Cadastramento Unificado de Fornecedores - SICAF do Governo Federal, nos termos da Instrução Normativa nº. 5, de 21 de julho de 1995, do extinto Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado - MARE, poderão apresentar extrato de consulta ao SICAF em substituição à documentação geral referida no inciso I.

§ 2º Deverá constar do ato constitutivo da entidade a prestação de serviços especializados de segurança veicular, perícia veicular, engenharia veicular ou avaliação similar.

§ 3º O requerimento deverá ser encaminhado com a documentação exigida na forma desta Instrução.

**Art. 8º** Toda a documentação para o credenciamento deverá ser apresentada em uma via, no original ou em cópia autenticada.

§ 1º A documentação apresentada no original somente será desentranhada do processo mediante traslado.

§ 2º A documentação de credenciamento poderá ser encaminhada à Administração Central do DPRF em Brasília, DF, mediante correspondência registrada com Aviso de Recebimento-AR e constituirá a abertura do processo de credenciamento.

**Art. 9º** A entidade será cientificada do deferimento do credenciamento e seu representante deverá comparecer em local e data indicados pelo DPRF para assinatura do Termo de Responsabilidade correspondente, de acordo com o Anexo IV.

**Art. 10.** As alterações na constituição e organização da entidade credenciada, bem como qualquer alteração que interfira nos serviços realizados, deverão ser comunicadas expressamente ao DPRF, no prazo de trinta dias a contar da alteração.

**Art. 11.** O Diretor-Geral do DPRF nomeará Comissão de Avaliação incumbida de analisar toda a documentação apresentada pela entidade e de efetuar as vistorias técnicas nas instalações do requerente.

§ 1º A Comissão de Avaliação será composta por três membros, constituindo-se de um presidente e dois outros membros com seus respectivos suplentes.

§ 2º Somente será procedida a vistoria técnica se atendidos os requisitos para credenciamento previstos nesta Instrução.

**Art. 12.** O credenciamento poderá ser cancelado ou suspenso, no interesse do DPRF, a qualquer tempo, sem qualquer indenização às entidades credenciadas.

## **CAPÍTULO IV**

### **DA REALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS**

**Art. 13.** Na execução dos serviços a entidade credenciada deverá:

I - executar a ITV conforme as normas técnicas e os procedimentos aplicáveis, notadamente os dispositivos descritos nesta Instrução e, adicionalmente, os dispositivos descritos no Anexo I;

II - manter os locais de realização da inspeção equipados de acordo com as normas técnicas aplicáveis;

III - implantar um sistema de armazenamento e administração das informações resultantes das ITV;

IV - manter disponibilidade de acesso via rede mundial de computadores para registro das ITV realizadas junto ao DPRF e ao DENATRAN;

V - atestar a regularidade dos veículos submetidos à ITV, fornecendo os respectivos certificado e selo de segurança segundo especificado pelo DPRF;

VI - responsabilizar-se pela qualidade técnica das inspeções realizadas;

VII - permitir o franco acesso do DPRF às informações e aos locais de realização das inspeções;

VIII - promover a divulgação dos serviços objeto desta Instrução, mediante autorização expressa e na forma estabelecida pelo DPRF; e

IX - receber o pagamento das inspeções efetuadas.

**Art. 14.** A entidade deverá possuir as seguintes condições técnicas para a realização dos serviços:

I - estar instalada em local que propicie os ensaios dinâmicos, em circuito pré-determinado, em condições que permitam avaliar o desempenho e a estabilidade do veículo, inclusive em declives, aclives, vias irregulares e em vias escorregadias;

II - possuir local para estacionamento de veículos;

III - dispor de área administrativa para funcionamento dos serviços de apoio às avaliações e de atendimento aos clientes;

IV - realizar as inspeções em áreas cobertas, possibilitando o desenvolvimento dos serviços independentemente das condições climáticas e dispor de ventilação adequada para permitir a inspeção de veículos com o motor em funcionamento;

V - possuir piso plano e horizontal na área de inspeção;

VI - possuir programa de aferição dos equipamentos de medição e ensaio utilizados nas inspeções;

VII - possuir certificação pelo INMETRO ou por entidade por este credenciada de que os equipamentos atendem os requisitos legais estabelecidos;

VIII - possuir nível de informatização que permita o acompanhamento dos registros e dos dados armazenados de todas as inspeções realizadas, além de ligação eletrônica com o DPRF via rede mundial de computadores; e

IX - manter o pessoal envolvido na ITV devidamente uniformizado e identificado.

**Art. 15.** A entidade deverá possuir, no mínimo, os seguintes equipamentos:

I - **frenômetro** com balança incorporada para comprovar o estado dos freios, devendo apresentar os seguintes indicadores:

a) valor dos esforços de frenagem por roda de um mesmo eixo;

b) valor da máxima diferença percentual entre as forças de frenagem das rodas de um mesmo eixo encontrada durante o ensaio;

c) valor do esforço do pedal; e

d) valor da eficiência total de frenagem;

II - placas de controle de alinhamento de rodas;

III - equipamento para verificação de tacógrafo;

IV - regloscópio para controle dos faróis;

V - equipamento para exame de emissão de ruídos gerais e ruídos de escape, devendo obedecer às exigências constantes das Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA;

VI - equipamento para verificação de folgas nos eixos traseiro e dianteiro, constituído por placas horizontais móveis, sobre as quais se apóiam as rodas de um eixo, facilitando, através de movimentos dessas placas no plano horizontal, a visualização de eventuais folgas, trincas, ruídos ou outras anomalias nos componentes dos sistemas de direção e suspensão do veículo.

VII - aparelho medidor de fumaça;

VIII - aparelho para controle de CO (Monóxido de Carbono);

IX - equipamento para exame de emissão de gases, devendo obedecer às exigências constantes das Resoluções do CONAMA;

X - equipamento para verificação de velocímetro;

XI - dispositivo para ensaio de pára-choque;

XII - dispositivo para verificação de retro-refletores;

XIII - fotômetro;

XIV - macaco hidráulico móvel;

XV - atuador hidráulico;

XVI - sistema de ar comprimido;

XVII - calibrador de pneus;

XVIII - verificador de profundidade de pneumáticos;

XIX - paquímetro; e

XX - trena.

§ 1º Os equipamentos utilizados deverão possibilitar a realização da ITV nos termos da Resolução-Mercosul/GMC nº. 75, de 1997.

§ 2º Os equipamentos, testes e ferramentas, para os quais a calibração é requerida, deverão ser calibrados em intervalos previstos nos manuais dos fabricantes ou, na ausência de orientação do fabricante, em intervalos previstos em normas técnicas estabelecidas ou consagradas, ou quando sofrer danos ou houver suspeita de que não estejam em condições adequadas de uso.

**Art. 16.** A entidade deverá possuir corpo técnico em número suficiente para executar as atividades de inspeção e contar, no mínimo, com os seguintes profissionais:

I - um Responsável Técnico com graduação superior em engenharia mecânica e experiência em atividade na área de legislação de trânsito e segurança veicular; e

II - dois inspetores de veículos com graduação em curso técnico de nível médio e experiência comprovada na área de mecânica geral de veículos automotores.

**Parágrafo único.** É vedada a participação de servidor, estagiário ou prestador de serviços do DPRF e do DENATRAN na realização dos serviços previstos nesta Instrução.

**Art. 17.** O local de inspeção deverá ser convenientemente dimensionado, com capacidade suficiente para a ITV, de forma a garantir a verificação plena de todos os itens exigidos por esta Instrução, e conter, no mínimo:

I - local para estacionamento de veículos, em quantidade compatível com os tempos de espera limites estabelecidos no Manual de Procedimentos Operacionais, sem causar perturbações ou prejuízo em suas imediações;

II - área administrativa para funcionamento dos serviços de apoio às inspeções e de atendimento aos clientes;

III - sistema de comunicação visual a ser utilizado dentro das instalações, para orientação dos usuários e operadores; e

IV - sistema de comunicação visual externo, de acordo com o padrão a ser fixado pelo DPRF.

§ 1º A inspeção poderá ser executada em unidades móveis que disponham de todos os equipamentos necessários à realização dos serviços nos padrões estabelecidos e que possam se deslocar para postos de fronteira.

§ 2º Aplica-se às unidades móveis, no que couber, o disposto neste artigo.

**Art. 18.** A entidade deverá elaborar e apresentar ao DPRF Manual de Procedimentos Operacionais que detalhe a forma de inspeção e estabeleça, no mínimo, o seguinte:

I - horários de operação;

II - procedimentos de execução das inspeções mecanizadas e visuais, com tempos estimados para cada estágio;

III - procedimentos de aferição periódica dos equipamentos utilizados nas estações;

IV - procedimentos e responsabilidades quanto à calibração de ferramentas de precisão, dispositivos de metrologia e equipamentos de testes;

V - procedimentos que assegurem que as calibrações realizadas são rastreáveis aos padrões do INMETRO;

VI - procedimentos de manutenção, conservação e limpeza dos equipamentos e instalações;

VII - descrição do uniforme e do sistema de identificação do pessoal envolvido.

**Art. 19.** Pela permissão para a execução da ITV, a entidade credenciada deverá recolher em favor do DPRF o valor de trinta reais, em razão de cada inspeção realizada.

**Parágrafo único.** O valor deverá ser depositado na conta única da União, sob identificação específica do DPRF, até o décimo dia útil do mês subsequente ao da realização da inspeção.

## **CAPÍTULO V**

### **DA DIVULGAÇÃO**

**Art. 20.** Qualquer ação promocional com a utilização do nome da Polícia Rodoviária Federal, somente poderá ocorrer mediante autorização expressa do Diretor-Geral do DPRF.

## **CAPÍTULO VI**

### **DO SIGILO**

**Art. 21.** As entidades deverão manter absoluto sigilo sobre todas as informações a que tiverem acesso por força desta Instrução, sob pena de, em não o fazendo, responderem pelos danos e prejuízos decorrentes da divulgação indevida, sujeitando-se às sanções penais decorrentes.

## **CAPÍTULO VII**

### **DA FISCALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS**

**Art. 22.** O DPRF fiscalizará o cumprimento da presente Instrução independentemente da fiscalização exercida pelos demais órgãos oficiais.

## **CAPÍTULO VIII**

### **DOS RESPONSÁVEIS TÉCNICOS**

**Art. 23.** O Responsável Técnico da entidade credenciada responderá pela certificação técnica das inspeções realizadas e pelo gerenciamento do sistema de registro da ITV do DPRF.

**Parágrafo único.** A entidade poderá indicar vários Responsáveis Técnicos para registro no DPRF, mediante comprovação de vínculo empregatício.

## **CAPÍTULO IX**

### **DAS INFRAÇÕES E PENALIDADES.....**

## **CAPÍTULO X**

### **DAS DISPOSIÇÕES GERAIS**

**Art. 32.** Os veículos reprovados poderão realizar a primeira inspeção de retorno de forma gratuita, desde que feita em até quinze dias.

§ 1º O preço da primeira reinspeção, após o prazo de gratuidade, não excederá a um terço do preço pleno, e terá validade por mais quinze dias a contar da primeira reinspeção.

§ 2º Da segunda reinspeção em diante será cobrado preço pleno.

**Art.33.** Para efeitos de cálculo do preço e de controle da ITV, deverão ser considerados os valores históricos de reprovação da experiência internacional da ordem de vinte e cinco por cento.

**Art. 34.** As dúvidas e os casos omissos desta Instrução serão resolvidos pelo Diretor-Geral do DPRF.

**Art. 35.** Esta Instrução entra em vigor na data de sua publicação.

*ALVARO HENRIQUE VIANNA DE MORAES*

*D.O.U. 22/08/2002*

### **ANEXO I**

## **PROCEDIMENTOS A SEREM OBSERVADOS NA INSPEÇÃO TÉCNICA VEICULAR - ITV**

### **1. PRINCÍPIOS BÁSICOS DA INSPEÇÃO TÉCNICA VEICULAR - ITV**

Os princípios básicos aos quais serão ajustadas as inspeções técnicas dos veículos de transporte comercial no Brasil para atender as exigências do Acordo de Alcance Parcial sobre Transporte Internacional Terrestre dos Países do Cone Sul - ATIT, segundo a Resolução GMC 75/97 do MERCOSUL são os seguintes:

1.1. As inspeções serão do tipo externo, em um só ato, sem necessidade de desmontar nenhum elemento do veículo, comprovando determinadas propriedades e funções do mesmo, sem realizar controles internos para determinar as causas dos defeitos.

1.2. As inspeções técnicas serão do tipo visual e com instrumentos.

1.3. As inspeções técnicas deverão ser realizadas pelo DPRF ou por entidade expressamente credenciada pelo DPRF.

1.4. Todos os recursos humanos envolvidos no processo de ITV, deverão estar devidamente capacitados para o exercício das respectivas funções nesses procedimentos.

1.4.1 Os Responsáveis Técnicos para atestar a inspeção técnica veicular deverão ser profissionais de engenharia mecânica devidamente capacitados e registrados no CREA de atuação.

1.5. A ITV para unidades de transporte internacional de carga, efetuar-se-á com uma frequência não superior a 1 (um) ano, sendo este seu período de validade máxima.

1.6. Os defeitos serão categorizados e classificados em três grupos: leves (DL), graves (DG) e muito graves (DMG), nos termos estabelecidos nas normas técnicas NBR14040:1998 e NBR14624:2000.

1.7. A aprovação da inspeção técnica de um veículo deve ser testemunhada pelo Responsável Técnico-RT, com a fixação de um selo de segurança, apostado ao pára-brisa dianteiro, vinculado ao respectivo certificado de inspeção que deverá ser de porte obrigatório, sendo



que o DENATRAN estabelecerá os modelos, formas e condições do selo, conforme Deliberação nº. 35/2002-CONTRAN.

1.7.1. Para cada Certificado emitido deverá ser realizado o devido registro no sistema informatizado do DPRF, via rede mundial de computadores (internet) na forma estabelecida pelo DPRF e de acordo com a configuração requerida pelo DPRF.

1.7.2. A emissão de segunda via deverá ser solicitada pelo interessado diretamente e exclusivamente no local de realização da ITV, e será concedida mediante apresentação de ocorrência policial da perda, ressarcimento dos custos apropriados à sua emissão e o devido registro no sistema do DPRF.

1.7.3. Todos os formulários de CITV e do respectivo selo inutilizados pela entidade credenciada deverão ser registrados no sistema do DPRF e enviados à Coordenação-Geral de Operações do Departamento de Polícia Rodoviária Federal até o quinto dia útil do mês subsequente à sua ocorrência.

**1.8. Os métodos a serem utilizados na ITV serão os seguintes:**

1.8.1. Inspeção com Equipamentos: Os equipamentos e instrumentos utilizados nos serviços de inspeção serão aferidos periodicamente pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO.

1.8.2. Inspeção visual: A inspeção visual deverá ser realizada com a finalidade de determinar possíveis ruídos ou vibrações anormais, folgas ou pontos de corrosão e soldas não convenientes ou incorretas em determinados componentes que possam originar riscos de acidentes.

1.8.3. No processo de inspeção são vedadas quaisquer desmontagem/montagem nos veículos em avaliação, assim como quaisquer intervenções que não sejam previstas nos procedimentos preconizados nas normas técnicas.

**2. CONTEÚDO (ver Anexo deste trabalho).....**

***ANEXO II***

**REQUERIMENTO DE CREDENCIAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DA ENTIDADE.....**

***ANEXO III***

**DECLARAÇÃO DA INEXISTÊNCIA DE FATOS IMPEDITIVOS (da entidade).....**

***ANEXO IV***

**TERMO DE RESPONSABILIDADE (da entidade).....**

## **ANEXO N – CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DA ITV MERCOSUL**

(tomado da Instrução Normativa DPRF nº. 12 - de 20 de agosto de 2002).

A avaliação é realizada partindo da inspeção de diferentes pontos de controle técnico que são agrupados em Grupos de Montagem como mostrado a seguir:

**GRUPO 1 -Identificação e Condições Externas do Veículo**

**GRUPO 2 - Carroceria**

**GRUPO 3 -Condições Internas**

**GRUPO 4 -Iluminação e Sinalização**

**GRUPO 5 -Freios**

**GRUPO 6 -Direção**

**GRUPO 7 -Eixos e Suspensão**

**GRUPO 8 -Chassi, Motor e Transmissão**

**GRUPO 9 -Equipamento**

O controle técnico será realizado, no mínimo, nos pontos de inspeção indicados a seguir:

### **GRUPO 1 - IDENTIFICAÇÃO E CONDIÇÕES EXTERNAS DO VEÍCULO**

#### **1.1. Documentação:**

- a) incongruências entre as características exteriores do veículo e o documento de circulação (marca, modelo, tipo, combustível);
- b) incongruência entre a documentação regulamentar e o número de chassi ou de identificação do veículo (crv);
- c) documentação regulamentar vencida.

#### **1.2. Placas de matrícula:**

- a) não coincidência de placas com a documentação;
- b) placas em desconformidade com a legislação;
- c) inexistência das placas, ou da placa traseira;
- d) inexistência da placa dianteira;
- e) ilegibilidade ou má localização;
- f) placas em mau estado, ou defeitos de fixação.

#### **1.3. Espelhos retrovisores:**

- a) inexistência de qualquer dos espelhos exteriores;
- b) falta de visibilidade;
- c) defeitos de fixação com visibilidade possível;
- d) localização inadequada;
- e) não são ajustáveis dentro da largura da carroceria.

#### **1.4. Limpador de pára-brisas:**

- a) inexistência;
- b) defeito de funcionamento do lado do condutor;
- c) defeito de funcionamento do lado do acompanhante;
- d) defeitos na sustentação ou conservação deficiente.

#### **1.5. Pára-lamas:**

- a) inexistência por perda ou ruptura;

- b) defeitos de conservação pela existência de corrosão, arestas vivas; não impede totalmente a projeção de pedras;
- c) defeitos de fixação.

**1.6. Lavador de pára-brisas:**

- a) inexistência, se não for equipamento original do fabricante;
- b) mau funcionamento ou incompleto.

**1.7. Reformas não autorizadas:**

- a) qualquer reforma importante realizada sem intervenção da autoridade competente (modificação no número de eixos, dimensões dos pneus, tipo de carroceria, dimensões...).

**GRUPO 2 - CARROCERIA**

**2.1. Cabines (fixas ou basculantes), gonzos, elementos de acoplagem, arestas:**

- a) existência de oxidação, ferrugem, fissuras, imperfeições, danos externos ou internos;
- b) existência de arestas vivas no exterior por defeitos ou acréscimo de ornamentos.

**2.2. Portas, aberturas e capôs, mecanismos de acionamento e de fixação:**

- a) defeitos de abertura e fechamento (falta de firmeza).

**2.3. Vidros laterais, pára-brisa dianteiro, pára-brisa traseiro:**

- a) vidros laterais inexistentes;
- b) vidros laterais quebrados;
- c) vidros laterais defeituosos ou com fissuras;
- d) pára-brisas inexistentes;
- e) pára-brisas com fissuras que afetam a visibilidade do condutor ou produzem riscos de desprendimento;
- f) pára-brisas com rachaduras ou fissuras que não afetam significativamente a visibilidade do condutor nem apresentam risco iminente de desprendimento;
- g) existência de pára-brisa não laminado para veículos fabricados a partir de 1995;
- h) vidro traseiro inexistente ou com rupturas;
- i) sistema para acionamento de vidros inoperante;
- j) vidros com películas opcionais não regulamentares ou elementos aderidos ou pintados não permitidos.

**2.4. Estribos e corrimãos exteriores:**

- a) estribos: não existem ou sobressaem à caixa, ou estão frouxos;
- b) corrimãos inexistentes;
- c) defeitos de conservação em estribos: bordas perigosas, frouxos, escorregadiços;
- d) defeitos de conservação em corrimãos, bordas perigosas, frouxos.

**2.5. Pára-choques:**

- a) não existem;
- b) defeitos na fixação;
- c) Danificado gravemente, apresentando arestas vivas;
- d) Com guarnições ou suportes guias agressivos;
- e) Dimensões ou posição não regulamentares;
- f) pintura não regulamentar do pára-choque traseiro em caminhões-reboque ou semi-reboques.

**2.6. Engate ou acoplamento de reboque e semi-reboque:**

- a) defeito no travessão ou mecanismo de engate do veículo trator;
- b) falta da corrente de segurança ou mau estado dos elementos de acoplagem;

- c) quinta roda, com folga excessiva entre o pino e o engate e/ou acoplagens que impliquem risco de desprendimento da placa;
- d) quinta roda com folga entre pino e engate e/ou com defeitos de acoplagem;
- e) desgaste excessivo no aro giratório de reboques (rala);
- f) defeitos na lança do reboque.

**2.7. Compartimento de carga:**

- a) fixação ao chassi defeituosa;
- b) mau estado de conservação;
- c) portas e tampas defeituosas.

**GRUPO 3 - CONDIÇÕES INTERNAS****3.1. Assento do condutor:**

- a) conservação ou fixação da estrutura deficiente ou movimentos.

**3.2. Corredores e pisos:**

- a) existência de arestas vivas;
- b) pisos de cabine com deformações ou buracos.

**3.3. Banheiros:**

- a) havendo, encontram-se em mau estado (luz, renovação de ar, condições higiênicas);
- b) inexistentes quando exigidos.

**3.4. Cintos de segurança:**

- a) não existem no assento dianteiro;
- b) não regulamentares;
- c) fixação ao veículo deficiente;
- d) tira ou faixa do cinto danificada;
- e) fechos inoperantes.

**3.5. Extintores:**

- a) não existem;
- b) fixação ou localização inadequadas;
- c) não recarregado ou revisado;
- d) capacidade e tipo não adequados ao veículo;
- e) lacre e/ou selo inexistentes;
- f) conservação deficiente.

**3.6. Pára-sol (do condutor):**

- a) inexistente;
- b) fixação/regulagem deficiente.

**3.7. Desembaçador de pára-brisa:**

- a) existe com funcionamento incorreto.

**3.8. Cama-beliche (se existem em veículos de carga):**

- a) defeitos na fixação/mau estado geral.

**3.9. Ferramentas:**

- a) inexistência de chave de roda e macaco.

**GRUPO 4 - ILUMINAÇÃO E SINALIZAÇÃO****4.1. Faróis baixos:**

- a) não funcionam (um ou ambos);
- b) defeitos no farol (quebrado / oxidado) (um);
- c) numero de faróis (em excesso);
- d) má fixação;
- e) alinhamento defeituoso à direita;
- f) alinhamento defeituoso à esquerda e/ou para cima;
- g) intensidade inadequada;
- h) localização incorreta;
- i) cor emitida não regulamentar.

**4.2. Faróis altos (de estrada):**

- a) não funcionam (um);
- b) defeitos no farol (quebrado/ oxidado)(um);
- c) número de faróis (em excesso);
- d) má fixação;
- e) intensidade inadequada;
- f) localização incorreta (muito altos);
- g) orientação defeituosa para a direita;
- h) orientação defeituosa para a esquerda;
- i) cor emitida não regulamentar.

**4.3. Lanterna indicadora de direção:**

- a) localização incorreta;
- b) cor inadequada (uma);
- c) inexistente;
- d) não funciona;
- e) plástico quebrado ou faltando (uma);
- f) acionamento deficiente;
- g) frequência irregular;
- h) fixação deficiente;
- i) intensidade inadequada.

**4.4. Lanternas de freio:**

- a) localização incorreta;
- b) cor inadequada (uma);
- c) inexistente;
- d) não funciona (uma);
- e) plástico quebrado ou faltando (uma);
- f) fixação deficiente;
- g) intensidade inadequada.

**4.5. Lanternas dianteiras, traseiras e laterais:**

- a) localização incorreta;
- b) cor inadequada (uma);
- c) inexistente;
- d) não funciona (uma);
- e) plástico quebrado ou faltando (uma);
- f) fixação deficiente.

**4.6. Lanternas de posição:**

- a) localização incorreta;
- b) cor inadequada (uma);

- c) inexistente;
- d) não funciona (uma);
- e) má fixação;
- f) intensidade inadequada;
- g) plástico quebrado ou faltando (um);
- h) interruptor com mau funcionamento.

**4.7. Lanternas de marcha à ré (quando exigíveis):**

- a) localização incorreta;
- b) cor inadequada ou intensidade excessiva (uma);
- c) inexistentes (exceto reboques e semi-reboques);
- d) não funciona (uma);
- e) lente quebrada (uma);
- f) fixação deficiente.

**4.8. Lanternas, luzes da placa traseira (matrícula):**

- a) não funcionam;
- b) inexistentes;
- c) conservação deficiente;
- d) cor não regulamentar;
- e) localização incorreta.

**4.9. Retro refletores**

- a) inexistente;
- b) em desconformidade com a legislação;
- c) tipo inadequado ou conservação deficiente.

**4.10. Lanternas de estacionamento (intermitentes ou baliza)**

- a) localização incorreta;
- b) cor inadequada;
- c) não funciona;
- d) inexistente;
- e) lente quebrada ou faltando (uma).

**4.11. Lanterna de neblina (quando existentes):**

- a) não funciona (uma);
- b) conservação, fixação deficiente;
- c) quantidade, localização, cor não regulamentares;
- d) desreguladas;
- e) funciona em conjunto com os faróis altos.

**4.12. Faróis de longo alcance (quando existentes):**

- a) não funciona (um);
- b) conservação, fixação deficiente;
- c) quantidade, localização, cor não regulamentares;
- d) desregulado;
- e) funciona em conjunto com os faróis baixos.

**4.13. Farol traseiro:**

- a) existência de um farol orientado para trás.

**4.14. Iluminação do painel de instrumentos:**

- a) funcionamento deficiente ou não funciona.

**4.15. Triângulo ou baliza:**

- a) inexistente (quantidade inadequada);
- b) tipo/conservação deficiente.

## **GRUPO 5 - FREIOS**

### **5.1. Freio de serviço - eixo dianteiro e traseiro:**

- a) desequilíbrio em um dos eixos;
- b) eficiência em um dos eixos;
- c) eficiência global de frenagem (capacidade total de frenagem).

### **5.2. Freio reboque e semi-reboque:**

- a) eficiência e desequilíbrio;
- b) conexões ao trator ou caminhão em mau estado.

### **5.3. Freio de estacionamento (eficiência global):**

- a) eficiência adequada.

### **5.4. Circuito, reservatório de tabulações:**

#### **5.4.1. Reservatório hidráulico:**

- a) defeitos na fixação;
- b) falta de estanqueidade (vazamentos);
- c) sem fluido;
- d) nível de fluido líquido abaixo da marca do limite mínimo;
- e) conservação deficiente;

#### **5.4.2. Reservatório tanque de ar comprimido:**

- a) defeituoso ou quebrado;
- b) pressão inadequada;
- c) válvula de descarga por pressão: não funciona;
- d) cilindro de freio/servo-freio/prato disco de freio;
- e) defeitos na fixação;
- f) falta de estanqueidade no servo, nas tabulações e conexões, etc.;
- g) conservação deficiente do servo-freio;

#### **5.4.3. Tubulações rígidas e flexíveis:**

- a) defeitos de fixação;
- b) falta de estanqueidade (vazamentos);
- c) tubos corroídos ou deteriorados (com dobras ou amassaduras);

#### **5.4.4. Pedais e acionamento:**

- a) percurso morto inadequado no pedal de freio;
- b) defeitos na fixação;
- c) fixação defeituosa da guarnição do freio do pedal do freio;
- d) percurso morto inadequado da alavanca do freio de mão;
- e) cabo do freio de mão deteriorado;
- f) inexistência de freio de estacionamento, quando exigido;
- g) trava do freio de estacionamento defeituosa;

#### **5.4.5. Válvulas:**

- a) atuação defeituosa de válvulas;
- b) estanqueidade (vazamentos);
- c) manômetro quebrado ou danificado;
- d) válvula reguladora (compensador) danificada ou fora de serviço;

**5.4.6. Conexão a reboque ou semi-reboque (mão amiga):**

- a) mangueiras com lacerações e expostas a atritos. comprimento inadequado;
- b) pressões inadequadas.

**5.5. Discos, freio de disco, freio de tambor, tambores e componentes:**

- a) inexistentes ou com defeitos muito graves;
- b) conservação, fixação deficiente.

**GRUPO 6 - DIREÇÃO****6.1. Alinhamento do chassi:**

- a) alinhamento do chassi.

**6.2. Volante, coluna de direção, folga:**

- a) fixação defeituosa do volante à coluna. o volante não deve apresentar fissuras, deformações ou consertos mal executados;
- b) folga excessiva no volante (no que se refere ao jogo angular máximo);
- c) jogo axial e lateral excessivo;
- d) folgas na junta cardan da coluna de direção;
- e) existência de deformações, soldas ou fissuras na coluna de direção;
- f) o volante em uso não correspondente ao tipo do modelo.

**6.3. Caixa de direção:**

- a) fixação defeituosa da caixa ao chassi;
- b) ausência ou deformação das extremidades da direção;
- c) ângulos de giro diferentes em ambos sentidos (de batente a batente);
- d) rachaduras;
- e) perda de óleo - desgaste - folga;
- f) resistência ao giro.

**6.4. Bielas e barras:**

- a) marcas de soldaduras ou sobre-aquecimento em barras ou braços de acoplamento;
- b) deformações em elementos de direção;
- c) fendas ou soldas nos elementos de direção;
- d) existência de jogo inadequado dos extremos de barras e braços;
- e) braço pitman com soldas e/ou modificações.

**6.5. Ponteiros, rótulas e articulações:**

- a) fissuras ou roturas;
- b) deformações, marcas de soldas;
- c) folgas em ponteiros, rótulas e articulações.

**6.6. Servo-direção:**

- a) estanqueidade (vazamentos);
- b) acionamento defeituoso da bomba (incluindo correias em mau estado);
- c) fixação deficiente de tubos flexíveis;
- d) fixação defeituosa da bomba.

**6.7. Amortecedores de direção:**

- a) perda de óleo;
- b) fixação deficiente.



## **GRUPO 7 - EIXOS E SUSPENSÃO**

### **7.1. Eixo dianteiro e braços de fixação:**

- a) deformações, imperfeições;
- b) folgas nas borrachas dos tensores;
- c) retificação, reparações por soldas;
- d) fixações defeituosas ao chassi;
- e) pinos e buchas deteriorados;
- f) ponta do eixo com jogo.

### **7.2. Eixo traseiro e braços de fixação:**

- a) deformações, imperfeições;
- b) retificação, reparações por solda;
- c) fixações defeituosas do eixo traseiro (çgramposç em çuç);
- d) fixação e/ou jogo inadequado nas massas traseiras.

### **7.3. Elementos ou molas:**

- a) fixação defeituosa ao chassi, parafusos soltos ou inexistentes;
- b) rupturas em lâminas folhas ou molas;
- c) rachaduras em suportes e manoplas;
- d) buchas e pinos presilhas deterioradas;
- e) batentes em mau estado ou inexistentes;
- f) contenção entre lâminas folhas de molas em mau estado;
- g) molas vencidas;
- h) jogo em balancins de suspensão de eixos múltiplos;
- i) assimetrias nas características dos elementos ou molas de um mesmo eixo.

### **7.4. Amortecedores e suportes:**

- a) defeituosos;
- b) fixação defeituosa ao chassi ou suspensão, falta de amortecedores quando existentes no modelo original;
- c) vazamento no fluido hidráulico;
- d) danos externos.

### **7.5. Barras de torção e estabilizadoras:**

- a) fixações defeituosas ou frouxas, conservação deficiente;
- b) físsuras, rupturas ou soldas;
- c) inexistentes, quando existam no modelo original;
- d) tensão incorreta ou barras frouxas.

### **7.6. Sistema de suspensão dos pneumáticos:**

- a) pressão: inadequada no reservatório principal - tubulações;
- b) escapamento de ar em tubulações ou conexões;
- c) regulador em mau estado;
- d) fugas em elementos pneumáticos da suspensão (bolsões);
- e) conservação ou fixação deficientes.

### **7.7. Rodas e aros:**

- a) porcas e parafusos defeituosos, frouxos ou incompletos;
- b) existência de físsuras ou deformações;
- c) existência de uma ou mais rodas que sobressaem à carroceria;
- d) rodas recuperadas ou com soldas;
- e) corrosão acentuada.

### **7.8. Pneus, dimensões e estado:**

- a) sulco insuficiente em 80% da banda de rodagem (inferior a 1,6 mm);
- b) imperfeições, cortes, erosões e deformações;
- c) diferentes tipos de pneus em um mesmo eixo;
- d) pneus recauchutados no eixo dianteiro;
- e) montagem de roda simples ou dupla no mesmo eixo.

#### **7.9. Roda sobressalente:**

- a) inexistente ou com defeitos anteriormente mencionados.

### **GRUPO 8 - CHASSI, MOTOR E TRANSMISSÃO**

#### **8.1. Chassi, suportes e fixações - transmissão de força:**

- a) transmissão de força deteriorada com risco de ruptura;
- b) inexistência da cinta de segurança da árvore de transmissão;
- c) fixação e conservação deficiente da árvore de transmissão;
- d) deformações, alongamentos, reaquecimento, corrosões, fissuras e rupturas;
- e) falta de paralelismo, simetria e ortogonalidade de eixos;
- f) caixa de marchas (ou câmbio) com perdas;
- g) disco de embreagem patinando, embreagem com trepidação;
- h) funcionamento incorreto do sistema de seleção de marchas.

#### **8.2. Tanque de combustível, tampa e conexões:**

- a) vazamentos;
- b) corrosão no tanque e/ou tubos;
- c) defeitos de fixação;
- d) proximidade de tubos a partes quentes ou conexões elétricas;
- e) defeitos em tampas, conexões ou tubos;
- f) falta de tampa;
- g) tanque suplementar que exceda 333 kg (400 l) de capacidade total junto com o tanque principal.

#### **8.3. Cano de escape, silencioso;**

- a) inadequado;
- b) com corrosão;
- c) fixação defeituosa;
- d) vazamentos importantes.

#### **8.4. Nível de ruídos;**

- a) superior ao valor regulamentar.

#### **8.5. Emissão de poluentes:**

- a) veículos diesel: com valores superiores aos regulamentares;
- b) veículos com motor de ciclo Otto: com valores superiores aos regulamentares;
- c) emissões de cárter.

#### **8.6. Instalação elétrica e bateria:**

- a) fixação defeituosa da bateria;
- b) vazamentos de eletrólito;
- c) bornes e conexões defeituosos;
- d) deterioração nas conexões elétricas entre o veículo trator e o reboque ou semi-reboque.

**GRUPO 9 - TACÓGRAFOS E OUTROS INSTRUMENTOS****9.1. Tacógrafos:**

- a) não o possui, quando é obrigatório;
- b) diâmetro do pneu inadequado;
- c) lacres rompidos;
- d) diferença entre os valores da bancada e do instrumento.

**9.2. Velocímetro:**

- a) inexistência ou não funciona.

**9.3. Buzina:**

- a) não funciona ou não existe;
- b) intensidade inadequada.

**9.4. Detector de radares:**

- a) existência.

## **APÊNDICE 1**

CORPO LEGISLATIVO VIGENTE NO BRASIL SOBRE AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS  
DE FREIOS DE VEÍCULOS

MINISTÉRIO DA JUSTIÇA  
CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - **CONTRAN**  
**RESOLUÇÃO N.º 777/93**

Dispõe sobre os procedimentos para  
avaliação dos sistemas de freios de  
veículos.

O **CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO**, usando das atribuições que lhe confere o artigo 5º, inciso V, da Lei n.º 5.108, de 21 de setembro de 1966, que instituiu o Código Nacional de Trânsito, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 237, de 28 de fevereiro de 1967 e o artigo 9º, inciso XVII, do Regulamento do referido Código, aprovado pelo Decreto n.º 62.127, de 16 de janeiro de 1968, e

**CONSIDERANDO** a evolução alcançada pela indústria de fabricação dos veículos automotores, tornando-os compatíveis com a evolução tecnológica internacional;

**CONSIDERANDO** que os veículos pesados: caminhões, ônibus, reboques e semi-reboques, não estão abrangidos pela Resolução CONTRAN 463/73 em vigor, referente à exigência e especificações de ensaios e testes de seus componentes, dirigidos ao sistema de freios e à eficácia desses equipamentos;

**CONSIDERANDO** que as normas ABNT no NB 1253, NB 1254, NB 1255, MB 3160 e MB 3161 estão baseadas nos Regulamentos da Comunidade Européia -ECE - R13;

**CONSIDERANDO** a deliberação tomada pelo CONTRAN na Reunião Ordinária de 17 de dezembro de 1993, conforme consta do Processo n.º 292/93,

RESOLVE:

**Art. 1º** - Adotar a partir de 01 de janeiro de 1994, as Normas Brasileiras ABNT n.º NB 1253, NB 1254, NB 1255, MB 3160 e MB 3161, como método de ensaio e requisitos mínimos para avaliação do sistema de freios de veículos automotores.

**Art. 2º** - Todo veículo automotor, reboque, semi-reboque com peso bruto total superior a 500 kg, novo, nacional ou importado, deverá atender aos requisitos mínimos de desempenho do sistema de freios, estabelecidos para cada categoria de veículo, dentro das seguintes condições:

I - Os automóveis e veículos deles derivados em processo de produção poderão, opcionalmente, apresentar os resultados de comprovação do atendimento a esta Resolução, através dos requisitos estabelecidos pela Resolução CONTRAN 463/73, item 5 ou pelos requisitos estabelecidos pelas normas ABNT citadas no art. 1º.

II - A partir de 180 dias após a publicação desta Resolução, os automóveis e veículos deles derivados, originários de novos projetos, que venham requerer comprovação do

sistema de freios, deverão atender aos requisitos estabelecidos pelas normas ABNT no art. 1º.

III - Para os veículos de carga (camionetas, caminhões, reboques e semi-reboques), veículos mistos e veículos de transporte de passageiros (microônibus e ônibus), será concedido um prazo de até 24 meses, a contar da data da publicação desta Resolução, para comprovação dos requisitos a eles aplicáveis, estabelecidos nas normas ABNT citadas no art. 1º.

**Art. 3º** - Fica a critério de o órgão governamental competente admitir, para efeito de comprovação do atendimento das exigências desta Resolução, os resultados de testes e ensaios realizados através de procedimentos similares de mesma eficácia, realizados no exterior. Serão também reconhecidos os resultados de ensaios emitidos por órgão credenciado pela Comissão ou Comunidade Européia, em conformidade com os procedimentos adotados por esses organismos.

**Art. 4º** - O DENATRAN poderá, a qualquer tempo, solicitar às empresas fabricantes e/ou importadoras de veículos a apresentação dos resultados de ensaios que comprovem o atendimento das exigências estabelecidas nesta Resolução.

**Art. 5º** - Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

Brasília - DF, 17 de dezembro de 1993.

ORESTES KUNZE BASTOS - Presidente do CONTRAN

KASUO SAKAMOTO - Relator

CARLOS EDUARDO DE SOUZA LEMOS - Relator

(Publicada no D. O. U. de 23.12.1993).

Nota do Autor: As Normas Brasileiras ABNT n.º NB 1253, NB 1254, NB 1255, MB 3160 e MB 3161 correspondem na atualidade às normas NBR 10966, NBR 10969, NBR 10970, NBR 10967 e NBR 10968 respectivamente.

MINISTÉRIO DA JUSTIÇA  
 CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO - **CONTRAN**  
**RESOLUÇÃO Nº. 808/95**

Altera o art. 2º da Resolução CONTRAN 777/93, que dispõe sobre o sistema de freios de veículos.

O **CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO**, no uso da atribuição que lhe confere art. 5º, item V, e o art. 37 da Lei nº. 5.108, de 21 de setembro de 1996, que instituiu o Código Nacional de Trânsito, e o art. 9º do seu Regulamento, aprovado pelo Decreto nº. 62.127, de 16 de janeiro de 1968,

**Considerando** o que consta do processo DENATRAN nº. 560/95, e o acordo firmado pelas entidades ANFAVEA, ANFIR, FABUS, e SINDIPEÇAS datado de 10 de outubro de 1995;

**Considerando** a deliberação tomada pelo Colegiado na Reunião Ordinária de 14 de novembro de 1995, resolve:

**Art. 1º** O artigo 2º da Resolução CONTRAN nº. 777/93, de 17 dezembro de 1993, passa a vigorar com a seguinte redação:

“Art.2º.....

I.....

II.....

III - Para os veículos de carga (camionetas, caminhões, reboques e semi-reboques), veículos mistos e veículos de transporte de passageiro (microônibus e ônibus), a comprovação dos requisitos do sistema de freios a eles aplicáveis, estabelecidos nas normas ABNT, citadas no artigo 1º da Resolução CONTRAN nº. 777/93, será exigida a partir de 23 de dezembro de 1996.

IV - Os fabricantes deverão apresentar ao DENATRAN, no prazo de 90 dias, contados a partir da publicação desta Resolução, um cronograma de execução para comprovação dos requisitos exigidos no inciso anterior.

**Art. 2º.** Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília

KASUO SAKAMOTO – Presidente

MARIA HELENA MORAES SILVA - Relatora

## **APÊNDICE 2**

ATAS DAS REUNIÕES DO GRUPO DE ESTUDO “ECOVIAS” (GRUPO  
TÉCNICO)



## ATAS

**Reunião 1** (Reunião constitutiva do grupo) - **sem ATA.****ATA Reunião 2º**

Data: 19/02/2003

Local: ANFAVEA

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos Comerciais

**1. Participantes:**

Prof. Dr. Antônio Carlos Canale – USP

Sr. Alessandro Depetris – IVECO

Sr. Bernardino Garcia – IVECO

Sr. Marcus Vinícius Aguiar – FIAT

Sr. Antônio Carlos de Oliveira – VW

Sr. Marcos Tabut – VW

Sr. Aldo Ceconelo – ARTESP

Sr. Aurélio Gimenez – SCANIA

Sr. Alexandre P. Machado – VOLVO

Sr. Claudemir Rudek – VOLVO

Sr. Eduardo R. Burgos – FORD

Sr. Fernando <sup>a</sup> Andrade – FORD

Sr. Fabio Bassam – VW

Sr. Ives Reitz de Castro – DCBR

Sr. João Henrique Botelho – HALDEX

Sr. Vicente Kiss – HALDEX

Sr. Fábio Ortega – ECOVIAS

Sr. Sérgio R. Romani – ECOVIAS

Sr. Luiz Shida – ECOVIAS

Sr. André Scabbia – ECOVIAS

## 2. Assuntos Tratados

Foi apresentado pelo Prof. Dr. Canale – USP, um estudo preliminar sobre o balanço energético realizado pelos veículos comerciais na descida do trecho de serra com inclinação de 6,5%, considerando as velocidades de 40 km/h e 60 km/h.

Conforme explicação do Prof. Canale, a energia gerada pelos veículos comerciais na descida do trecho de serra deve ser equivalente à energia a ser dissipada pelos dispositivos auxiliares de freio (Retarder) para que a geometria da Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes no trecho de serra seja vencida por estes veículos.

Este estudo deve ser analisado pelas montadoras de veículos comerciais, servindo como ponto de partida inicial para apresentação de alternativas nas próximas reuniões.

Segue anexo o arquivo eletrônico que mostra o estudo do Prof. Canale com maiores detalhes.

Para realização dos testes com veículos comerciais, foi proposto pelos participantes da reunião a elaboração de um Procedimento de Teste, conforme cronograma do item 3.

## 3. Cronograma de Trabalho

<u>Dia</u>	<u>Local</u>	<u>Horário</u>	<u>Assunto</u>
27/02 – 5º Feira	Ecovias	14:00 às 17:00 h	Preparação do Procedimento de Teste
06/03 – 5º Feira	Ecovias	14:00 às 17:00 h	Preparação do Procedimento de Teste
13/03 – 5º Feira	Ecovias	14:00 às 17:00 h	Preparação do Procedimento de Teste

20/03 Feira	– 5° Ecovias	14:00 às 17:00 h	Preparação do Procedimento de Teste
27/03 Feira	– 5° Ecovias	14:00 às 17:00 h	Preparação do Procedimento de Teste
03/04 Feira	– 5° Ecovias	14:00 às 17:00 h	Preparação do Procedimento de Teste
10/04 Feira	– 5° Ecovias	14:00 às 17:00 h	Preparação do Procedimento de Teste
17/04 Feira	– 5° Ecovias	14:00 às 17:00 h	Consolidação do Procedimento / Disponibilização de Veículos
30/04 Feira	– 4° -	-	Assentamento de Lonas e Freios
07/05 Feira	– 4° -	-	Instrumentação dos Veículos
13/05 Feira	– 3° Ecovias	23:00 às 06:00 h	Ensaios
14/05 Feira	– 4° Ecovias	23:00 às 06:00 h	Ensaios
15/05 Feira	– 5° Ecovias	23:00 às 06:00 h	Ensaios

#### 4. Próxima Reunião

Dia: 27/02/03 – das 14:00 às 17:00 h

Local : Sede da Ecovias dos Imigrantes – km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C - Entrada  
ao lado do Posto de Pesagem (Balança) – km 28,5

## ATA – 3ª. Reunião

Data: 27/02/2003

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

### 1. Participantes

Prof. Canale – USP  
Aldo Ceconelo – Artesp  
Wellington C. Borsazini – Anfir  
Daniel A. Rossetti – Rossetti  
Vicente Kiss – Haldex  
Aurélio Gimenez – Scania  
Vanderlei P. Santos – Scania  
João A. Widmer – USP  
Silvia F. Iombriller – Ford  
Claudemir Rudek – Volvo  
Alessandro Depetris – Iveco  
Fábio da Silva – Anfavea  
André Scabbia – Ecovias  
Sérgio R. Romani – Ecovias  
Marcelo Biciato – Ecovias  
Fábio Ortega – Ecovias  
Luis Shida – Ecovias

### 2. Assuntos Tratados

2.1 Foi proposto um cronograma de atividades, pelo Prof. Canale, para as atividades e testes de freios na Pista Descendente;

- O Prof. Canale centralizará as informações fornecidas pelos participantes do grupo;

## 2.2 Levantamento das variáveis do teste;

- Ficou definido que os primeiros veículos a serem testados serão ônibus e Microônibus;
- As montadoras representadas pela ANFIR / ANFAVEA disponibilizarão os veículos para os testes coordenados pela FIPAI /EESC – USP (Fundação para o incremento da Pesquisa e do aperfeiçoamento Industrial – Escola de Engenharia de São Carlos);
- Após a realização dos testes com os ônibus / micro ônibus (Categorias M2 e M3) será iniciada a programação dos testes com caminhões;
- A ANFAVEA solicitará aos seus fornecedores de componentes de freios, que participem, como convidados, a partir das próximas reuniões;

## 2.3 Analisar as NBR vigentes para aproveitar nos teste de freios da Pista Descendente e quais as revisões das normas para suas aplicações;

- Os testes respeitarão todos os requisitos das normas vigentes, com ajustes nos procedimentos e nas velocidades recomendadas (objeto de discussão)

## 2.4 Análise do balanço energético apresentado pelo Prof. Canale;

- Concluiu-se que o modelo apresentado somente se aplica a um tipo de dispositivo auxiliar de freio (Retardador) e não é objetivo deste grupo tornar obrigatório equipamentos exclusivos.

## 2.5 O Prof. Canale enviará por e-mail os cálculos realizados para a construção do gráfico da Potência Gerada pelos veículos comerciais.

2.6 Ficou marcada para próxima reunião uma visita aos túneis da Pista Descendente.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada para dia 13/03/2003 na sede da Ecovias, onde serão aprovadas as atas das 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> reuniões com ou sem ressalvas.

**ATA – 4ª. Reunião**

Data: 13/03/2003 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

**1. Participantes:**

Prof. Dr. Canale – USP

Dr. Juan Carlos – USP

Aldo Ceconelo – Artesp

Daniel A. Rossetti – Anfir / Rossetti

Vicente Kiss – Haldex

Aurélio Gimenez – Anfavea / Scania

João A. Widmer – USP

Fernando Andrade – Anfavea / Ford

Claudemir Rudek – Anfavea / Volvo

Alessandro Depetris – Anfavea / Iveco

Bernardino Garcia – Anfavea / Iveco

Fábio da Silva – Anfavea

André Scabbia – Ecovias

Sérgio R. Romani – Ecovias

Marcelo Biciato – Ecovias

Fábio Ortega – Ecovias

Luis Shida – Ecovias

Herve J. H. Grandgérard – Anfavea / Telma

Dultevir Vilar de Melo – Ecovias

José Carlos Cassaniga – Ecovias

**2. Assuntos Tratados**

- 2.1 Após a revisão da 2º Ata de reunião apresentada pela ANFAVEA, ficou definido que será substituído a palavra “**RESPONSÁVEIS**” pela palavra “**COORDENAÇÃO**” no item 3 cronograma de trabalho.
- 2.2 Ficou definido que no relatório que será gerado no término do processo não deverá revelar a marca dos fabricantes dos veículos e implementos. Ficou definido ainda que o objetivo do relatório seja apenas definir características e condições de veículos comerciais para a descida no trecho de serra da nova pista da Rodovia dos Imigrantes, não homologando marcas ou modelos desses veículos.
- 2.3 Será emitido pela FIPAI - USP- São Carlos, através do Prof. Dr. Canale, uma Carta Convite para que a ANFAVEA, ANFIR e outros fabricantes de implementos rodoviários, participem desse projeto de pesquisa. O Sr. Fábio (ANFAVEA) enviará para o Prof. Canale a relação de pessoas a serem convidadas até 2º feira dia 17/03/2003 até 17:00h.
- 2.4 Foi acordado que o Prof. Canale desenvolverá a metodologia dos testes e a enviará aos representantes (ANFAVEA / ANFIR / FABUS) para análise e comentários.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada para dia 20/03/2003 na sede da Ecovias às 13:30h.



**ATA – 5ª. Reunião**

Data: 20/03/2003 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

**1. Participantes**

Prof. Canale – USP

Juan Carlos – USP

Daniel A. Rossetti – Anfir / Rossetti

Aurélio Gimenez – Anfavea / Scania

Fábio da Silva – Anfavea

Douglas Carvalho - Ecovias

Fábio Ortega – Ecovias

Luis Shida – Ecovias

Herve J. H. Grandgérard – Anfavea / Telma

Antonio Oliveira – Anfavea / VW

Sérgio Fidelis – Anfavea / VW

Vanderlei P. Santos – Anfavea / Scania

Alexandre Parker – Anfavea / Volvo

Silvia F. Iombriller – Anfavea / Ford

Pedro Picchi – Anfavea / Agrale

Paulo M. da Silva - Artesp

**2. Assuntos Tratados**

2.1. Metodologia de cálculos do Sistema de Frenagem pelo balanço energético, desenvolvida pelo Prof. Canale, o qual distribuiu um exemplar do livro “Automobilística Dinâmica e Desempenho – Ed. Erica – Prof. Antonio Carlos Canale”.

- 2.2. Explicação da Metodologia, conforme página 96 do livro supra citado.
- 2.3. Distribuída a minuta de variáveis a serem monitoradas durante o ensaio de descida da serra, que será analisada pela ANFAVEA dando as devidas sugestões, conforme arquivo anexo.
- 2.4. Apresentação da utilização do retardador pela TELMA (Vídeo).
- 2.5. Após conclusão dos trabalhos será solicitada à ARTESP, que regulamente, através de portaria, as exigências mínimas para descida dos veículos de Carga e Passageiro pelo trecho descendente da Nova Pista da Imigrantes.
- 2.6. Na próxima reunião ANFAVEA fornecerá as configurações de veículos para os ensaios.
- 2.7. No procedimento de teste serão levadas em consideração as velocidades de 40 km/h, 60 km/h, velocidade variável (40 – 60 km/h com desaceleração média de  $3\text{m/s}^2$ ) e, dependendo dos resultados, 80 km/h no máximo. No dia dos ensaios os ventiladores estarão ligados na máxima velocidade do fluxo, caracterizando a pior situação.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada para dia 27/03/2003 na sede da Ecovias às 13:30h.

O Prof. Canale apresentará uma simulação de uma frenagem tipo O.

**ATA – 6ª. Reunião**

Data: 27/03/2003 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

**1. Participantes**

Prof. Canale – FIPAI -USP  
Juan Carlos – FIPAI - USP  
Fábio da Silva – Anfavea  
Douglas Carvalho - Ecovias  
Fábio Ortega – Ecovias  
Luis Shida – Ecovias  
Sérgio R. Romani – Ecovias  
Alessandro Mani – Ecovias  
Herve J. H. Grandgérard – Anfavea / Telma  
Vanderlei P. Santos – Anfavea / Scania  
Vicente Kiss – Anfir / Haldex  
Fernando A. Andrade – Anfavea/Ford  
Pedro Picchi – Anfavea / Agrale  
Paulo M. da Silva – Artesp  
Aldo Ceconelo – Artesp

**2. Assuntos Tratados**

- 2.1. Rever cronograma com adequação das datas de reuniões, mudando a periodicidade de semanal para quinzenal, conforme necessidade da ANFAVEA.
- 2.2. Fábio (ANFAVEA) enviará a lista com nome dos Presidentes das Montadoras interessadas em participar do convênio Ecovias/FIPAI até dia 01/04/03 para encaminhamento da carta convite Ecovias / FIPAI.

2.3. Demonstrado pelo Prof. Canale modelo matemático original em MATLAB – Simulink, sendo o único software de simulação existente que simula o veículo descendo a pista descendente da rodovia dos Imigrantes.

Esse software considera a massa suspensa, massa não suspensa, modelo de pneu não linear, modelo do sistema de freios ABS, válvula ALB, retardador, freio motor, força de resistência do ar, força de resistência de rolamento, feedback de temperatura na frenagem ...

O software esta disponível para uso pelas montadoras para esta finalidade e para isso serão necessários vários dados dos veículos e seus sistemas.

2.4. A Ecovias / FIPAI solicita posição oficial da ANFAVEA quanto à participação dos testes em um único grupo, representado por um veículo genérico, ou individualmente por cada associado ou grupos de associados.

2.5. O procedimento de descida está sendo desenvolvido para as condições de 11 km de extensão e 6,5% de inclinação a uma velocidade máxima de 60 km/h e mínima de 40 km/h para adequar o desempenho aos regulamentos vigentes.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada para dia 10/04/2003 na sede da Ecovias às 14:00h.

**ATA – 7a. Reunião**

Data: 10/04/2003 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

**1. Participantes**

Prof. Canale – FIPAI -USP

Juan Carlos – FIPAI - USP

Douglas Carvalho - Ecovias

Fábio Ortega – Ecovias

Sérgio R. Romani – Ecovias

Herve J. H. Grandgérard – Anfavea / Telma

Aurélio Gimenez – Anfavea / Scania

Vanderlei P. Santos – Anfavea / Scania

Vicente Kiss – Anfir / Haldex

Fernando A. Andrade – Anfavea/Ford

Paulo M. da Silva – Artesp

Valdemir Lodo – Anfir / Haldex

**2. Assuntos Tratados**

2.1. O Prof. Dr. Canale atualizará o cronograma, em função da mudança das reuniões de semanais para quinzenais.

2.2. Fábio (ANFAVEA) enviará a lista com nome dos Presidentes das Montadoras interessadas em participar do convênio Ecovias/FIPAI até dia 17/04/03 para encaminhamento da carta convite Ecovias / FIPAI, após a decisão da reunião de 15/04/03 na ANFAVEA.

2.3. Foi elaborada a minuta de carta a ser enviada aos presidentes das montadoras de veículos comerciais, convocando-as a participar dos ensaios para certificação de seus veículos para tráfego na Pista Descendente na Rodovia dos Imigrantes. A mesma somente será enviada após a definição na reunião do dia 24/04/03, onde será informada a participação da ANFAVEA no processo.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada para dia 24/04/2003 na sede da Ecovias às 14:00h.

## **ATA – 8. Reunião**

Data: 24/04/2003 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

### **1. Participantes**

Prof. Canale – FIPAI -USP

Juan Carlos – FIPAI - USP

Douglas Carvalho - Ecovias

Fábio Ortega – Ecovias

Sidnei Torres – Ecovias

Herve J. H. Grandgérard – Anfavea / Telma

Aurélio Gimenez – Anfavea / Scania

Vanderlei P. Santos – Anfavea / Scania

Vicente Kiss – Anfir / Haldex

Fernando A. Andrade – Anfavea/Ford

Paulo M. da Silva – Artesp

Aldo Ceconelo - Artesp

Fábio Silva – Anfavea

Welligton Borsarini – Anfir

Marcelo Dall'Ovo – Ecovias

### **2. Assuntos Tratados**

2.1. Em função do ajuste no cronograma, ficou definido que as datas disponíveis para os ensaios de freios dos veículos comerciais poderão ser feitas nos seguintes períodos:

Ensaio 1: (Ônibus)

- Dias 24 e 25/06/03 das 23:00 às 05:00 h.

Ensaio 2 : (Ônibus e Caminhões Simples)  
- Dias 26 e 27/08/03 das 23:00 às 05:00 h

2.2. A Anfavea entregou à Ecovias, carta ref.: CTATEC – 138 de 17/04/2003 em resposta a carta convite (DO – 223/2003) enviada pela Ecovias / FIPAI, referente à participação das montadoras no teste de frenagem da Pista Descendente. A carta informa que a Anfavea enviou às montadoras o convite e a “Minuta de Sigilo e Confidencialidade de Informações” para apreciação das empresas associadas, porém não definiu data para confirmação, quanto à participação das mesmas nos ensaios. Portanto ficou definido que na próxima reunião a ser realizada no dia 08/05/2003 a Anfavea trará definitivamente a confirmação da sua participação nos ensaios. Segue em anexo a referida carta da Anfavea.

2.3. Solicitamos ao representante do Anfir (Sr. Wellington) presente nesta reunião, a convidar os associados da Anfir a participarem novamente das próximas reuniões para discutir os procedimentos e definir datas para os ensaios de veículos combinados e semi-reboque.

2.4. O Prof. Dr. Canale efetuará uma análise da quantidade máxima de veículos que participarão simultaneamente dos ensaios em cada período.

2.5. O Dr. Juan coordenará os procedimentos para realização dos ensaios.

2.6. O Prof. Dr. Canale enviará a lista de variáveis para realização das simulações no computador.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada para dia 08/05/2003 na sede da Ecovias às 14:00h.



**ATA – 9. Reunião**

Data: 15/05/2003 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

**1. Participantes**

Prof. Canale – FIPAI -USP

Juan Carlos – FIPAI - USP

Douglas Carvalho - Ecovias

Fábio Ortega – Ecovias

Sidnei Torres – Ecovias

Sérgio Romani – Ecovias

Herve J. H. Grandgérard – Anfavea / Telma

Aurélio Gimenez – Anfavea / Scania

Vicente Kiss – Anfir / Haldex

Paulo M. da Silva – Artesp

Aldo Ceconelo - Artesp

Fábio Silva – Anfavea

Luis Shida – Ecovias

Marcos Y.Tabuti – Anfavea / VW

Marcus V. Aguiar – Anfavea / Fiat

Valdemir Lobo – Anfir / Haldex

Daniel Rossetti – Anfir / Rossetti

Rudimar Pagliariu – Anfir / Rossetti

Pedro Picchi – Anfavea / Agrale

Ari Nardello – Anfir / Randon

Fabiano B. Custódio – Anfavea / Renault

Alessandro Depetris – Anfavea / Iveco

Celso A. João – Anfir / GM

## 2. Assuntos Tratados

2.1. Em função do ajuste no cronograma, ficou definido que as datas disponíveis para os ensaios de freios dos veículos comerciais poderão ser feitas nos seguintes períodos:

Ensaio 1: (Ônibus)

- Dias 24 e 25/06/03 das 23:00 às 05:00 h.

Ensaio 2 : (Ônibus e Caminhões Simples)

- Dias 26 e 27/08/03 das 23:00 às 05:00 h

2.2. A ANFAVEA informa que está em pauta pela sua Diretoria, a decisão quanto à participação dos ensaios de frenagem com veículos comerciais na Pista Descendente da Rodovia dos Imigrantes, não tendo ainda uma posição definitiva.

2.3. Participação dos Ensaios as Montadoras:

- SCANIA – (3 configurações);
- MERCEDEZ (3 configurações);
- VW – (2 configurações);
- FORD ( Observadores)
- VOLVO - (1 configuração);
- FIAT - (1 configuração);
- RENAULT - (1 configuração);
- IVECO - (1 configuração);
- AGRALE - (3 configurações);

2.4. Foi entregue pelo Prof. Dr. Canale a lista de variáveis para a análise dinâmica de um veículo com dois eixos, cabendo a cada montadora providenciar os referidos

dados para a próxima reunião 29/05/2003. Segue anexa a lista de variáveis para os ensaios.

2.5. Foi agendada para o dia 22/05/2003 (quinta-feira) das 14:00 as 16:00h visita técnica onde serão realizados os ensaios.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada para dia 29/05/2003 na sede da Ecovias às 14:00h.

**ATA – 10º Reunião**

Data: 30/05/2003 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

**1. Participantes**

Prof. Canale – FIPAI -USP

Juan Carlos – FIPAI - USP

Douglas Carvalho - Ecovias

Fábio Ortega – Ecovias

Sidnei Torres – Ecovias

Aurélio Gimenez – Anfavea / Scania

Vicente Kiss – Anfir / Haldex

Paulo M. da Silva – Artesp

Aldo Ceconelo - Artesp

Fábio Silva – Anfavea / Mercedes

Luis Shida – Ecovias

Marcos Y.Tabuti – Anfavea / VW

Fabio Bassam - Anfavea / VW

Marcelo Pierossi – Copersucar

Edson Montes – Copersucar

Laerte Gati Mietto – Copersucar

Alexandre F. dos Santos – Anfavea / Fiat

Vilson T. Junior – Anfavea / Fiat

Marcus V. Aguiar – Anfavea / Fiat

Márcio C. Rocha – Anfavea / Fiat

Marcelo P. Sumarer – Anfir / Telma

Pedro Picchi – Anfavea / Agrale

Paulo M. da Silva – Artesp

Aldo Ceconelo – Artesp

Alessandro M. de Assis – Ecovias

Alessandro Depetris – Anfavea / Iveco

## **2. Assuntos Tratados**

2.1. Em função do ajuste no cronograma, ficou definido que as datas disponíveis para os ensaios de freios dos veículos comerciais serão realizadas nos seguintes períodos:

Ensaio 1: (Ônibus)

- Dias 24 e 25/06/03 das 23:00 às 05:00 h.

Ensaio 2 : (Ônibus e Caminhões Simples)

- Dias 26 e 27/08/03 das 23:00 às 05:00 h

2.2. Participação dos Ensaios as Montadoras:

- SCANIA – (3 configurações);
- MERCEDES (3 configurações);
- VW – (4 configurações);
- FORD (Observadores);
- VOLVO - (2 configurações);
- FIAT - (1 configuração);
- RENAULT - (1 configuração);
- IVECO - (1 configuração);
- AGRALE - (3 configurações).

2.3. Em resposta a carta convite nº. DO – 223/03 enviada pela Ecovias / FIPAI em 26 de março de 2003, a ANFAVEA, através da correspondência nº. CTATEC-149 de 28 de maio de 2003, solicita que a Ecovias entre em contato diretamente com

as empresas interessadas em participar dos ensaios de frenagem, para continuidade dos trabalhos.

- 2.4. Foi proposto pelo Prof. Dr. Canale um procedimento para os ensaios de descida de veículos comerciais no trecho de serra da rodovia dos Imigrantes, contendo os tipos de ensaios e seus parâmetros como: velocidade, declive, distância, desaceleração, etc. Segue anexo este procedimento para ser analisado pelos participantes dos ensaios.
- 2.5. Após a visita técnica realizada no dia 22/05/03, foi definido que o trecho para realização dos ensaios será do km 44 ao km 58 na pista Sul da rodovia dos Imigrantes.
- 2.6. A Ecovias apresentará na próxima reunião datas alternativas para os ensaios 1 e 2, em casos de chuva nas datas anteriormente agendadas.
- 2.7. Foi definido que os veículos que participarão dos ensaios, deverão efetuar a pesagem (pbt) na balança do km 28,5 pista Sul da rodovia dos Imigrantes, antes de se dirigirem para o local dos ensaios.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada para dia 05/06/2003 às 14:00h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).

**ATA – 11º Reunião**

Data: 05/06/2003 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

**1. Participantes**

Prof. Canale – FIPAI -USP

Juan Carlos – FIPAI – USP

Rafael F. Polito – FIPAI – USP

Sérgio R. Romani – Ecovias

Douglas Carvalho - Ecovias

Fábio Ortega – Ecovias

Sidnei Torres – Ecovias

Dultevir de Melo – Ecovias

Vicente Kiss – Anfir / Haldex

Fábio Silva – Anfavea / Mercedes

Orlando Zibini Jr – Anfavea / Mercedes

Luis Shida – Ecovias

Fabio Bassam - Anfavea / VW

Marcelo Pierossi – Copersucar

Edson Montes – Copersucar

Laerte Gati Mietto – Copersucar

Marcus V. Aguiar – Anfavea / Fiat

Márcio C. Rocha – Anfavea / Fiat

Pedro Picchi – Anfavea / Agrale

Hervé Grandgerard – Anfir/Telma

Luis Augusto C. Jábali – Transervice

Luiz Wilson Marques – Transervice

## 2. Assuntos Tratados

2.1. Em função do ajuste no cronograma, ficou definido que as datas disponíveis para os ensaios de freios dos veículos comerciais serão realizadas nos seguintes períodos:

Ensaio 1: (Ônibus)

- Dias 24 e 25/06/03 das 23:00 às 05:00 h.

Ensaio 2 : (Ônibus e Caminhões Simples)

- Dias 26 e 27/08/03 das 23:00 às 05:00 h

2.2. Participação dos Ensaios as Montadoras:

- SCANIA – (3 configurações);
- MERCEDES (3 configurações);
- VW – (4 configurações);
- FORD (Observadores);
- VOLVO - (2 configurações);
- FIAT - (1 configuração);
- RENAULT - (1 configuração);
- IVECO - (1 configuração);
- AGRALE - (3 configurações).

2.3. Foi apresentado pelo Prof. Dr. Canale uma proposta de norma para os ensaios de descida de veículos comerciais no trecho de serra da rodovia dos Imigrantes, contendo os tipos de ensaios e seus parâmetros como: velocidade, declive, distância, desaceleração, etc. Segue anexa a proposta de norma para análise e comentários.



- 2.4. Na próxima reunião será apresentado pelo Prof. Dr. Canale uma proposta de norma para veículos categoria M2 em complemento a norma proposta.
- 2.5. Conforme solicitado pelas montadoras, a Ecovias colocará a disposição nas datas previstas para os ensaios os recursos como: ambulância, Guincho, rotas de inspeção, bem como o apoio da Polícia Militar Rodoviária.
- 2.6. Conforme solicitado pelas montadoras não será permitida a presença da Imprensa na realização dos ensaios.
- 2.7. A Ecovias informa que as datas alternativas para a realização dos ensaios 1 e 2, em casos de chuva ou mau tempo, serão as datas 01 e 02/07/2003.
- 2.8. Foi definido que os veículos que participarão dos ensaios, deverão efetuar a pesagem (pbt) na balança do km 28,5 pista Sul da rodovia dos Imigrantes, antes de se dirigirem para o local dos ensaios.
- 2.9. A Ecovias solicita que as montadoras apresentem, definitivamente até a próxima reunião, as configurações e quantidade de veículos que participarão dos ensaios, para que seja elaborada a logística dos mesmos.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada para dia 12/06/2003 às 14:00h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).

**ATA – 12º Reunião**

Data: 12/06/2003 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

**1. Participantes**

Prof. Canale – FIPAI -USP

Fábio Ortega – Ecovias

Sidnei Torres – Ecovias

Aldo Ceconelo – Artesp

Paulo M. da Silva – Artesp

Vicente Kiss – Anfir / Haldex

Fábio Silva – Anfavea / Mercedes

Luis Shida – Ecovias

Fabio Bassam - Anfavea / VW

Carlos S. Junior – Anfavea / VW

Marcos Y. Tabuti – Anfavea / VW

Marcelo Pierossi – Copersucar

Edson E. Moraes – Copersucar

Laerte Gati Mietto – Copersucar

Marcus V. Aguiar – Anfavea / Fiat

Márcio C. Rocha – Anfavea / Fiat

Pedro Picchi – Anfavea / Agrale

Hervé Grandgerard – Anfir/Telma

Luis Augusto C. Jábali – Transervice

Luiz Wilson Marques – Transervice

Fernando Andrade – Anfavea / Ford

Valério Lopes – Anfavea / Ford

Santiago Moran – Anfavea / Volvo

Aurélio Gimenez – Anfavea / Scania  
Alessandro Depetriz – Anfavea / Iveco  
Antonio C. de Oliveira – Anfavea / VW  
Leandro Siqueira – Anfavea / VW

## **2. Assuntos Tratados**

2.1. Em fun o do ajuste no cronograma, ficou definido que as datas disponíveis para os ensaios de freios dos veículos comerciais serão realizadas nos seguintes períodos:

Ensaio 1: ( nibus)

- Dias 24 e 25/06/03 das 23:00 às 05:00 h.

Ensaio 2 : ( nibus e Caminhões Simples)

- Dias 26 e 27/08/03 das 23:00 às 05:00 h

2.2. Participa o dos Ensaios nos dias 24 e 25/06/03 as Montadoras:

- SCANIA – (2 configura es);
- MERCEDES (3 configura es);
- VW – (4 configura es);
- FORD (Observadores);
- VOLVO - (1 configura es);
- FIAT - (1 configura o);
- RENAULT - (1 configura o);
- IVECO - (1 configura o);
- AGRALE - (2 configura es).

2.3. Foi apresentado pelo Prof. Dr. Canale a proposta de norma para veículos da categoria M2 e M3 ( nibus), para os ensaios de frenagem com veículos comerciais na descida do trecho de serra da rodovia dos Imigrantes, contendo os

tipos de ensaios e seus parâmetros como: velocidade, declive, distância, desaceleração, etc.

Foi mencionado pelos participantes da reunião que durante o ensaio Tipo II-A, os freios de serviço, emergência, e estacionamento não poderão ser acionados. O Prof. Dr. Canale fará a correção na proposta de Norma apresentada, conforme combinado.

2.4. Conforme solicitado pelas montadoras, a Ecovias colocará a disposição nas datas previstas para os ensaios os recursos como: ambulância, Guincho, rotas de inspeção, bem como o apoio da Polícia Militar Rodoviária.

2.5. Conforme solicitado pelas montadoras não será permitida a presença da Imprensa na realização dos ensaios.

2.6. A Ecovias informa que as datas alternativas para a realização dos ensaios 1 e 2, em casos de chuva ou mau tempo, serão as datas 01 e 02/07/2003.

2.7. Foi definido que os veículos que participarão dos ensaios, deverão efetuar a pesagem (pbt) na balança do km 28,5 pista Sul da rodovia dos Imigrantes, antes de se dirigirem para o local dos ensaios (Rod. dos Imigrantes km 41 – pista Sul – Área de Estacionamento para Caminhões).

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada para 3º Feira dia 17/06/2003 às 14:00h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).

**ATA – 13º Reunião**

Data: 17/06/2003 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

**1. Participantes**

Prof. Canale – FIPAI -USP

Fábio Ortega – Ecovias

Aldo Ceconelo – Artesp

Paulo M. da Silva – Artesp

Vicente Kiss – Anfir / Haldex

Fábio Silva – Anfavea / Mercedes

Douglas Carvalho – Ecovias

Fabio Bassam - Anfavea / VW

Marcos Y.Tabuti – Anfavea / VW

Marcelo Pierossi – Copersucar

Edson E. Moraes – Copersucar

Pedro Picchi – Anfavea / Agrale

Hervé Grandgerard – Anfir/Telma

Luis Augusto C. Jábali – Transervice

Luiz Wilson Marques – Transervice

Santiago Moran – Anfavea / Volvo

Aurélio Gimenez – Anfavea / Scania

Vanderlei P. Santos – Anfavea / Scania

**2. Assuntos Tratados**

2.1. Em função do ajuste no cronograma, ficou definido que as datas disponíveis para os ensaios de freios dos veículos comerciais serão realizadas nos seguintes períodos:

Ensaio 1: (Ônibus)

- Dias 24 e 25/06/03 das 23:00 às 05:00 h.

Ensaio 2 : (Ônibus e Caminhões Simples)

- Dias 26 e 27/08/03 das 23:00 às 05:00 h

2.2. Participação dos Ensaios nos dias 24 e 25/06/03 as Montadoras:

- SCANIA – (2 configurações);
- MERCEDES (3 configurações);
- VW – (2 configurações);
- FORD (Observadores);
- VOLVO - (1 configurações);
- FIAT - (1 configuração);
- RENAULT - (1 configuração);
- IVECO - (1 configuração);
- AGRALE - (2 configurações).

2.2.1. Ensaio (24/06/2003)

<b>Ordem</b>	<b>Montadora</b>	<b>Nº. Veículos</b>
1	Volkswagen	1
2	Scania	1
3	Agrale	1
4	Mercedes	1
5	Fiat	1
6	Volvo	1
7	Renault	1
<b>Total</b>		<b>7</b>

Cada veículo efetuará 04 descidas, sendo:

1º Descida: Reconhecimento da Pista

2º Descida: Ensaio com velocidade de 40 km/h

3º Descida: Ensaio com velocidade de 60 km/h

4º Descida: Ensaio com velocidade variável (40-60) km/h

A ordem e os horários de descida de cada veículo serão efetuados conforme tabela abaixo:

Montadora	Senha	Horário	Senha	Horário	Senha	Horário	Senha	Horário
Volkswagen	<b>1</b>	23:00	<b>8</b>	00:24	<b>15</b>	01:48	<b>22</b>	03:12
Scania	<b>2</b>	23:12	<b>9</b>	00:36	<b>16</b>	02:00	<b>23</b>	03:24
Agrale	<b>3</b>	23:24	<b>10</b>	00:48	<b>17</b>	02:12	<b>24</b>	03:36
Mercedes	<b>4</b>	23:36	<b>11</b>	01:00	<b>18</b>	02:24	<b>25</b>	03:48
Fiat	<b>5</b>	23:48	<b>12</b>	01:12	<b>19</b>	02:36	<b>26</b>	04:00
Volvo	<b>6</b>	00:00	<b>13</b>	01:24	<b>20</b>	02:48	<b>27</b>	04:12
Renault	<b>7</b>	00:12	<b>14</b>	01:36	<b>21</b>	03:00	<b>28</b>	04:24

Tempo total do Teste: 5h36min

#### 2.2.2. Ensaio (25/06/2003)

Ordem	Montadora	Nº. Veículos
1	Volkswagen	1
2	Scania	1
3	Agrale	1
4	Mercedes	1
5	Mercedes	1
6	Iveco	1
7	Vago	-
<b>Total</b>		<b>6</b>

Ficam estabelecidos os mesmos critérios utilizados no ensaio do dia 24/06/2003.

<b>Montadora</b>	<b>Senha</b>	<b>Horário</b>	<b>Senha</b>	<b>Horário</b>	<b>Senha</b>	<b>Horário</b>	<b>Senha</b>	<b>Horário</b>
Volkswagen	<b>1</b>	23:00	<b>7</b>	00:12	<b>13</b>	01:24	<b>19</b>	02:36
Scania	<b>2</b>	23:12	<b>8</b>	00:24	<b>14</b>	01:36	<b>20</b>	02:48
Agrale	<b>3</b>	23:24	<b>9</b>	00:36	<b>15</b>	01:48	<b>21</b>	03:00
Mercedes	<b>4</b>	23:36	<b>10</b>	00:48	<b>16</b>	02:00	<b>22</b>	03:12
Mercedes	<b>5</b>	23:48	<b>11</b>	01:00	<b>17</b>	02:12	<b>23</b>	03:24
Iveco	<b>6</b>	00:00	<b>12</b>	01:12	<b>18</b>	02:24	<b>24</b>	03:36
Vago	-	-	-	-	-	-	-	-

Tempo total do Teste: 4h48min

2.3. Conforme solicitado pelas montadoras, a Ecovias colocará a disposição nas datas previstas para os ensaios os recursos como: ambulância, Guincho, rotas de inspeção, bem como o apoio da Polícia Militar Rodoviária.

2.4. Conforme solicitado pelas montadoras não será permitida a presença da Imprensa na realização dos ensaios.

2.5. A Ecovias informa que as datas alternativas para a realização dos ensaios 1 e 2, em casos de chuva ou neblina intensa, serão as datas 01 e 02/07/2003.

2.6. Foi definido que os veículos que participarão dos ensaios, deverão efetuar a pesagem (pbt) na balança do km 28,5 pista Sul da rodovia dos Imigrantes a partir das 21:00h, dirigindo-se posteriormente para o local dos ensaios (Rod. dos Imigrantes km 41 – pista Sul – Área de Estacionamento para Caminhões).

2.7. Com exceção do piloto de teste e técnicos que estarão se dirigindo para o local dos ensaios juntamente com os veículos, todos deverão estar no Centro de Controle Operacional da Ecovias as 21:00h, pois o microônibus está programado para partir as 21:30h para o local dos ensaios.



2.8. Deverá ser enviado pelos participantes da reunião uma lista com o “Nome” e “RG” de cada pessoa que participará dos ensaios até o dia 23/06/03, sendo limitado um número máximo de 04 pessoas por empresa.

O nomes devem ser enviados por e-mail: [fabio.ortega@ecovias.com.br](mailto:fabio.ortega@ecovias.com.br)

2.9. Segue anexa a ata um mapa com o percurso a ser realizado pelos veículos que participarão dos ensaios.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião 5º Feira dia 03/07/2003 às 14:00h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).

## ATA – 14º Reunião

Data: 10/07/2003 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

### 1. Participantes

Prof. Canale – FIPAI –USP

Juan C. Horta Gutiérrez – FIPAI – USP

Fábio Ortega – Ecovias

Sidnei Torres – Ecovias

Aldo Ceconelo – Artesp

Vicente Kiss – Anfir / Haldex

Valdemir Lobo – Anfir / Haldex

Fábio Silva – Anfavea / Mercedes

Marcos Y.Tabuti – Anfavea / VW

Marcelo Pierossi – Copersucar

Pedro Picchi – Anfavea / Agrale

Ivan Vergani – Anfavea / Agrale

Hervé Grandgerard – Anfir/Telma

Luis Augusto C. Jábali – Transervice

Claudemir Rudek – Anfavea / Volvo

Marcus Vinicius Aguiar – Anfavea / Fiat

Fernando A. Andrade – Anfavea / Ford

### 2. Assuntos Tratados

2.1. Em função do ajuste no cronograma, ficou definido que as datas disponíveis para os ensaios de freios dos veículos comerciais serão realizadas nos seguintes períodos:

Ensaio 1: (Ônibus) – REALIZADO !!!

- Dias 24 e 25/06/03 das 23:00 às 05:00 h.

Ensaio 2 : (Ônibus e Caminhões Simples)

- Dias 26 e 27/08/03 das 23:00 às 05:00 h

2.3. Foi apresentado pelo Prof. Dr. Canale uma proposta de trabalho para regulamentação do tráfego de veículos comerciais na descida no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes. Segue anexa apresentação da proposta.

2.4. Fica agendado para próxima reunião (17/07/03), apresentação dos dados e resultados obtidos pelos veículos que participaram dos testes realizados nas datas de 24 e 25/06/03, conforme entendimento entre os participantes do grupo de estudos, presentes na reunião.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião 5º Feira dia 17/07/2003 às 14:00h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).

**ATA – 15º Reunião**

Data: 17/07/2003 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

**1. Participantes**

Prof. Canale – FIPAI –USP

Sidnei Torres – Ecovias

Douglas Carvalho-Ecovias

Luiz Shida - Ecovias

Vicente Kiss – Anfir / Haldex

Marcos Y.Tabuti – Anfavea / VW

Marcelo Pierossi – Copersucar

Pedro Picchi – Anfavea / Agrale

Hervé Grandgerard – Anfir/Telma

Luis Augusto C. Jábali – Transervice

**2. Assuntos Tratados**

2.1. Em função do ajuste no cronograma, ficou definido que as datas disponíveis para os ensaios de freios dos veículos comerciais serão realizadas nos seguintes períodos:

Ensaio 1: (Ônibus) – REALIZADO !!!

- Dias 24 e 25/06/03 das 23:00 às 05:00 h.

Ensaio 2 : (Ônibus e Caminhões Simples)

- Dias 26 e 27/08/03 das 23:00 às 05:00 h

2.2. Foi apresentado pelo Prof. Dr. Canale testes-simulado para ônibus leves, sob aspectos relacionados à estabilidade, considerando o peso e velocidade dos mesmos ( simulação para ônibus de 6 e 8 Ton , a 60Km/h).

### **3. Próxima Reunião**

3.1. Assuntos a serem abordados:

3.1.1. Análise para veículos médios e pesados;

3.1.2. Apresentação dos dados, pelos interessados, referentes aos testes realizados nos dias 24 e 25 de junho;

3.1.3. Discussão final da proposta de regulamentação.

A próxima reunião 5º Feira dia 31/07/2003 às 14:00h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).

## ATA – 16º Reunião

Data: 31/07/2003 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

### 1. Participantes

Prof. Canale – FIPAI –USP

Fábio Ortega – Ecovias

Vicente Kiss – Anfir / Haldex

Valdemir Lodo – Anfir / Haldex

Ari Nardello – Anfir / Randon

Wilson Marques – Transervice

Laerte Gati Mietto – Copersucar

Pedro Picchi – Anfavea / Agrale

Marcos Y. Tabuti – Anfavea / VW

Fabio da Silva – Anfavea /

Paulo M. da Silva – Artesp

Aldo Ceconelo Jr – Artesp

Fernando A. Andrade – Anfavea / Ford

Marcelo P. Sumares – Anfir / Telma

Alessandro Depetris – Anfavea / Iveco

### 2. Assuntos Tratados

2.1. Em função do ajuste no cronograma, ficou definido que as datas disponíveis para os ensaios de freios dos veículos comerciais serão realizadas nos seguintes períodos:

Ensaio 1: (Ônibus) – REALIZADO !!!

- Dias 24 e 25/06/03 das 23:00 às 05:00 h.

Ensaio 2 : (Ônibus e Caminhões Simples)

- Dias 26 e 27/08/03 das 23:00 às 05:00 h

2.2. A Fiat/Iveco apresentou os resultados dos testes com veículos da categoria M2/M3 realizados no dia 24 e 25/06/03;

2.3. A Haldex apresentou um filme sobre a estabilidade direcional e frenagem utilizando equipamentos ABS/EBS em semi-reboques;

2.4. Foi reapresentado pelo Prof. Canale os dados de simulação efetuado nos veículos da Agrale;

2.5. Foi efetuada a leitura da minuta para caminhões que será discutida com maiores detalhes nas próximas reuniões;

2.6. Dia 14/08/03 será elaborado o esquema de descida dos veículos a serem testados nos dias 26 e 27/08/03. Todos deverão apresentar a quantidade e características dos veículos a serem testados;

2.7. Segue em anexo o texto final da proposta de procedimento de regulamentação dos veículos da categoria M2 / M3 para análise e posterior aprovação pelo grupo de estudo na reunião do dia 21/08/03.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada para 5ª Feira dia 14/08/2003 às 14:00h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).

**ATA – 17º Reunião**

Data: 21/08/2003 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

**1. Participantes**

Prof. Canale – FIPAI – USP

Juan C. Horta – FIPAI – USP

Fábio Ortega – Ecovias

Douglas Carvalho – Ecovias

Sidnei Torres – Ecovias

Luiz Shida – Ecovias

Vicente Kiss – Anfir / Haldex

Valdemir Lodo – Anfir / Haldex

Wilson Marques – Transervice

Marcelo Pierossi – Copersucar

Pedro Picchi – Anfavea / Agrale

Fabio da Silva – Anfavea / Mercedes

Paulo M. da Silva – Artesp

Aldo Ceconelo Jr – Artesp

Silvia F. Iombriller – Anfavea / Ford

Alessandro Depetris – Anfavea / Iveco

Vanderlei P. Santos – Anfavea / Scania

Claudemir Rudek – Anfavea / Volvo

Fabio Bassam – Anfavea / VW

Carlos José Serrano – Transserrano

Claudemir Raciotti – Transserrano

**2. Assuntos Tratados**



2.1. Em função do ajuste no cronograma, ficou definido que as datas disponíveis para os ensaios de freios dos veículos comerciais serão realizadas nos seguintes períodos:

Ensaio 1: (Ônibus) – REALIZADO !!!

- Dias 24 e 25/06/03 das 23:00 às 05:00 h.

Ensaio 2 : (Ônibus e Caminhões Simples)

- Dias 26 e 27/08/03 das 23:00 às 05:00 h

Ensaio 3: (Caminhões Simples e CVCs)

- Dias 23 e 24/09/03 das 23:00 às 05:00h

2.2. Participação dos Ensaios nos dias 26 e 27/08/03 as Montadoras:

- SCANIA/Copersucar – 01 configuração;
- MERCEDES – Observadores;
- VW – 4 configurações;
- FORD – 04 configurações;
- VOLVO – 01 configuração;
- FIAT – Observadores;
- RENAULT – Observadores;
- IVECO - (obs.: participação nos próximos ensaios);
- AGRALE - (obs.: participação nos próximos ensaios).

2.2.1 Ensaio (26/08/2003)

<b>Ordem</b>	<b>Montadora</b>	<b>Nº. Veículos</b>
1	Scania / Copersucar	1
2	VW	1
3	Ford	1
4	VW	1
5	Ford	1

6	Volvo	1
7	Vago	-
<b>Total</b>		6

Cada veículo efetuará 04 descidas, sendo:

1º Descida: Reconhecimento da Pista

2º Descida: Ensaio com velocidade de 40 km/h

3º Descida: Ensaio com velocidade de 60 km/h

4º Descida: Ensaio com velocidade variável (40-60) km/h

A ordem e os horários de descida de cada veículo serão efetuados conforme tabela abaixo:

Montadora	Senha	Horário	Senha	Horário	Senha	Horário	Senha	Horário
Scania / Copersucar	<b>1</b>	23:00	<b>7</b>	00:12	<b>13</b>	01:24	<b>19</b>	02:36
VW	<b>2</b>	23:12	<b>8</b>	00:24	<b>14</b>	01:36	<b>20</b>	02:48
Ford	<b>3</b>	23:24	<b>9</b>	00:36	<b>15</b>	01:48	<b>21</b>	03:00
VW	<b>4</b>	23:36	<b>10</b>	00:48	<b>16</b>	02:00	<b>22</b>	03:12
Ford	<b>5</b>	23:48	<b>11</b>	01:00	<b>17</b>	02:12	<b>23</b>	03:24
Volvo	<b>6</b>	00:00	<b>12</b>	01:12	<b>18</b>	02:24	<b>24</b>	03:36

Tempo total do Teste: 4h36min

### 2.2.2. Ensaio (27/08/2003)

Ordem	Montadora	Nº. Veículos
1	Scania / Copersucar	1
2	VW	1
3	Ford	1
4	VW	1
5	Ford	1

6	Vago	-
7	Vago	-
<b>Total</b>		5

Ficam estabelecidos os mesmos critérios utilizados no ensaio do dia 26/08/2003.

Montadora	Senha	Horário	Senha	Horário	Senha	Horário	Senha	Horário
Scania /Copersucar	<b>1</b>	23:00	<b>6</b>	00:00	<b>11</b>	01:00	<b>16</b>	02:00
VW	<b>2</b>	23:12	<b>7</b>	00:12	<b>12</b>	01:12	<b>17</b>	02:12
Ford	<b>3</b>	23:24	<b>8</b>	00:24	<b>13</b>	01:24	<b>18</b>	02:24
VW	<b>4</b>	23:36	<b>9</b>	00:36	<b>14</b>	01:36	<b>22</b>	02:36
Ford	<b>5</b>	23:48	<b>10</b>	00:48	<b>15</b>	01:48	<b>23</b>	02:48

Tempo total do Teste: 3h48min

2.3. O Sr. Carlos Serrano, da “Transportadora Transserrano”, está colocando à disposição das montadoras (SCANIA,VOLVO e IVECO), seus veículos para serem instrumentados e testados, nos próximos ensaios ( Set/03);

2.4. Na próxima reunião será confirmado pela Ecovias, as datas de 23 e 24/09/03 para a realização dos ensaios com veículos combinados (CVC’s);

2.5. Foi efetuada a leitura da proposta de regulamentação de veículos comerciais das categorias “M” e “N”, pelo Prof. Dr. Canale ficando aprovação das mesmas para próxima reunião.

2.6. Os veículos a serem testados nos ensaios dos dias 26 e 27/08 deverão passar pela Posto de Pesagem (Balança do km 28 da Rodovia dos Imigrantes) para pesagem do pbt;

- 2.7. Os veículos a serem testados deverão estar no pátio do Posto de Pesagem (Balança do km 28 da Rodovia dos Imigrantes) as 21:00h aguardando liberação para o local dos ensaios;
- 2.8. Segue anexo o mapa do percurso a ser realizados pelos veículos que participarão dos ensaios.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada para 5º Feira dia 04/09/2003 às 14:00h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).

## ATA – 18º Reunião

Data: 11/09/2003 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

### 1. Participantes

Prof. Canale – FIPAI – USP

Fábio Ortega – Ecovias

Douglas Carvalho – Ecovias

Rafael M. Lima – Anfir

Vicente Kiss – Anfir / Haldex

Valdemir Lodo – Anfir / Haldex

Rubilar Toniazzo – Anfir / Haldex

Ari Nardello – Anfir / Random

Marcelo P. Sumares – Anfir / Telma

Arnaldo S. Lopes – Anfir / Guerra

Luiz W. Marques – Transervice

Marcelo Pierossi – Copersucar

Fernando – Anfavea / Ford

### 2. Assuntos Tratados:

2.1. Em função do ajuste no cronograma, ficou definido que as datas disponíveis para os ensaios de freios dos veículos comerciais serão realizadas nos seguintes períodos:

**Ensaio 1: (Ônibus) – REALIZADO !!!**

Dias 24 e 25/06/03 das 23:00 às 05:00 h.

**Ensaio 2 : (Ônibus e Caminhões Simples) – REALIZADO !!!**

Dias 26 e 27/08/03 das 23:00 às 05:00 h

**Ensaio 3: (Caminhões Simples e CVCs)**

Dias 23 e 24/09/03 das 23:00 às 05:00h

- 2.2. O Sr. Carlos Serrano, da “Transportadora Transserrano”, está colocando à disposição das montadoras (SCANIA, VOLVO e IVECO), seus veículos para serem instrumentados e testados, nos próximos ensaios (Set/03);
- 2.3. Foi confirmado pela Ecovias, as datas de 23 e 24/09/03 para a realização dos ensaios com veículos combinados (CVC’s);
- 2.4. A Ecovias está colocando à disposição as datas de 14 e 15/10/03 para complementação dos ensaios a serem realizados em (Set/03);
- 2.5 Foi efetuada a leitura da proposta de regulamentação de veículos comerciais das categorias “M” e “N”, pelo Prof. Dr. Canale sendo aprovado pelo Grupo de Estudo em reunião;
- 2.6 A Volvo solicitou durante a reunião que na proposta de regulamentação para veículos comerciais houve-se uma distinção dos veículos da categoria M2 e N2 dos veículos das categorias M3 e N3, conforme ECE13;
- 2.7 A Ecovias solicita que as montadoras, bem como os fabricantes de implementos rodoviários que irão realizar os ensaios nos dias 23 e 24/09/03, tragam na próxima reunião (18/09/03) as quantidades e configurações dos veículos a serem testados.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada para 5º Feira dia 18/09/2003 às 14:00h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).

## ATA – 19º Reunião

Data: 18/09/2003 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

### 1. Participantes

Prof. Canale – FIPAI – USP

Juan C. Horta – FIAPI – USP

Fábio Ortega – Ecovias

Luiz Shida – Ecovias

Paulo M. da Silva - Artesp

Vicente Kiss – Anfir / Haldex

Fábio Regiani – Anfir / Haldex

Luiz W. Marques – Transervice

Luis A. C. Jábali - Transervice

Marcelo Pierossi – Copersucar

Alessandro Depetris – Anfavea / Iveco

Vanderlei P. Santos – Anfavea / Scania

Fernando A. Andrade – Anfavea / Ford

### 2. Assuntos Tratados

2.1. Em função do ajuste no cronograma, ficou definido que as datas disponíveis para os ensaios de freios dos veículos comerciais serão realizadas nos seguintes períodos:

**Ensaio 1: (Ônibus) – REALIZADO !!!**

Dias 24 e 25/06/03 das 23:00 às 05:00 h.

**Ensaio 2 : (Ônibus e Caminhões Simples) – REALIZADO !!!**

Dias 26 e 27/08/03 das 23:00 às 05:00 h

**Ensaio 3: (Caminhões Simples e CVC's)**

Dias 23 e 24/09/03 das 23:00 às 05:00h

**Ensaio 4: (CVC's)**

Dias 14 e 15/10/03 das 23:00 às 05:00h

**2.2. Participação dos Ensaios nos dias 23 e 24/09/03 as Montadoras:**

- SCANIA/Serrano – 02 configurações;
- MERCEDES – 03 configurações;
- VW – 02 configurações;
- FORD – 01 configuração;
- VOLVO – 01 configuração/Serrano;
- FIAT – Observadores;
- RENAULT – Observadores;
- IVECO – 03 configurações/Serrano;
- AGRALE – Observadores;

**2.2.1. Ensaio (23/09/2003)**

<b>Ordem</b>	<b>Montadora</b>	<b>Nº. Veículos</b>
1	VOLVO/Serrano	1
2	IVECO	1
3	SCANIA/Serrano	1
4	VW	1
5	Mercedes	1
6	Mercedes	1
<b>Total</b>		<b>6</b>

Cada veículo efetuará 03 descidas, sendo:

1º Descida: Reconhecimento da Pista

2º Descida: Ensaio com velocidade de 40 km/h



3º Descida: Ensaio com velocidade de 60 km/h

A ordem e os horários de descida de cada veículo serão efetuados conforme tabela abaixo:

<b>Montadora</b>	<b>Senha</b>	<b>Horário</b>	<b>Senha</b>	<b>Horário</b>	<b>Senha</b>	<b>Horário</b>
VOLVO	<b>1</b>	23:00	<b>7</b>	01:00	<b>13</b>	03:00
IVECO	<b>2</b>	23:20	<b>8</b>	01:20	<b>14</b>	03:20
SCANIA	<b>3</b>	23:40	<b>9</b>	01:40	<b>15</b>	03:40
VW	<b>4</b>	00:00	<b>10</b>	02:00	<b>16</b>	04:00
Mercedes	<b>5</b>	00:20	<b>11</b>	02:20	<b>17</b>	04:20
Mercedes	<b>6</b>	00:40	<b>12</b>	02:40	<b>18</b>	04:40

Tempo total do Teste: 5h

#### 2.2.2. Ensaio (24/09/2003)

<b>Ordem</b>	<b>Montadora</b>	<b>Nº. Veículos</b>
1	IVECO	1
2	IVECO/Serrano	1
3	FORD	1
4	SCANIA	1
5	VW	1
6	Mercedes	1
<b>Total</b>		<b>6</b>

Ficam estabelecidos os mesmos critérios utilizados no ensaio do dia 24/09/2003.

<b>Montadora</b>	<b>Senha</b>	<b>Horário</b>	<b>Senha</b>	<b>Horário</b>	<b>Senha</b>	<b>Horário</b>
IVECO	<b>1</b>	23:00	<b>7</b>	01:00	<b>13</b>	03:00
IVECO	<b>2</b>	23:20	<b>8</b>	01:20	<b>14</b>	03:20

FORD	<b>3</b>	23:40	<b>9</b>	01:40	<b>15</b>	03:40
SCANIA	<b>4</b>	00:00	<b>10</b>	02:00	<b>16</b>	04:00
VW	<b>5</b>	00:20	<b>11</b>	02:20	<b>17</b>	04:20
Mercedes	<b>6</b>	00:40	<b>12</b>	02:40	<b>18</b>	04:40

Tempo total do Teste: 5h

- 2.3. Sr.Carlos Serrano, da “Transportadora Transserrano”, está colocando à disposição das montadoras (SCANIA, VOLVO e IVECO), seus veículos para serem instrumentados e testados, nos próximos ensaios (Set/03);
- 2.4. Foi confirmado pela Ecovias, as datas de 14 e 15/10/03 para a realização dos ensaios com veículos combinados (CVC’s);
- 2.5. Foi aprovado pelo Grupo de Estudos em reunião o texto da 18º ATA.
- 2.6. Foi apresentado pela SCANIA o resultado do ensaio feito com o Rodotrem na data do dia 26 e 27/08/03;
- 2.7. Os veículos a serem testados nos ensaios dos dias 23 e 24/09/03 deverão passar pela Posto de Pesagem (Balança do km 28 da Rodovia dos Imigrantes) para pesagem do pbt;
- 2.8. Os veículos a serem testados deverão estar no pátio do Posto de Pesagem (Balança do km 28 da Rodovia dos Imigrantes) as 21:30h aguardando liberação para o local dos ensaios. Liberação e fechamento da pista previsto para as 22:00h;
- 2.9. Segue anexo o mapa do percurso a ser realizado pelos veículos que participarão dos ensaios.

OBS: Srs. Peço a gentileza de seguirem com rigor os horários estabelecidos para os ensaios dos dias 23 e 24/09 definidos nessa Ata de reunião, a fim de não prejudicar o andamento dos trabalhos.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada para 5º Feira dia 02/10/2003 às 14:00h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).

## ATA – 20º Reunião

Data: 02/10/2003 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

### 1. Participantes

Prof. Canale – FIPAI – USP

Juan C. Horta – FIAPI – USP

Fábio Ortega – Ecovias

Douglas Carvalho - Ecovias

Luiz Shida – Ecovias

Vicente Kiss – Anfir / Haldex

Luiz W. Marques – Transervice

Marcelo Pierossi – Copersucar

### 2. Assuntos Tratados

2.1. Em função do ajuste no cronograma, ficou definido que as datas disponíveis para os ensaios de freios dos veículos comerciais serão realizadas nos seguintes períodos:

**Ensaio 1: (Ônibus) – REALIZADO !!!**

Dias 24 e 25/06/03 das 23:00 às 05:00 h.

**Ensaio 2 : (Ônibus e Caminhões Simples) – REALIZADO !!!**

Dias 26 e 27/08/03 das 23:00 às 05:00 h

**Ensaio 3: (Caminhões Simples e CVC's) – REALIZADO !!!**

Dias 23 e 24/09/03 das 23:00 às 05:00h

**Ensaio 4: (CVC's) – PRÓXIMOS ENSAIOS !!!**

Dias 14 e 15/10/03 das 23:00 às 05:00h

- 2.2. Foi confirmado pela Ecovias, as datas de 14 e 15/10/03 para a realização dos ensaios com veículos combinados (CVC's);
- 2.3. Foram apresentadas as imagens dos testes realizados nos dias 23 e 24/09/03 aos participantes da reunião;
- 2.4.A Ecovias solicita que as montadoras, bem como os fabricantes de implementos rodoviários que irão realizar os ensaios nos dias 14 e 15/10/03, tragam na próxima reunião (09/10/03) as quantidades e configurações dos veículos a serem testados.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada para 5º Feira dia 09/10/2003 às 14:00h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).

## ATA – 21º Reunião

Data: 09/10/2003 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

### 2. Participantes

Prof. Canale – FIPAI – USP

Juan C. Horta – FIAPI – USP

Fábio Ortega – Ecovias

Douglas Carvalho - Ecovias

Vicente Kiss – Anfir / Haldex

Marcelo Pierossi – Copersucar

Marcelo Sumares - Anfir / Telma

Alessandro Depetris - Anfavea / Iveco

Paulo Marcondes – Artesp

Marcos Tabuti – Anfavea / VW

Aurélio Gimenez – Anfavea / Scania

### 2. Assuntos Tratados

2.1. Em função do ajuste no cronograma, ficou definido que as datas disponíveis para os ensaios de freios dos veículos comerciais serão realizadas nos seguintes períodos:

**Ensaio 1: (Ônibus) – REALIZADO !!!**

Dias 24 e 25/06/03 das 23:00 às 05:00 h.

**Ensaio 2 : (Ônibus e Caminhões Simples) – REALIZADO !!!**

Dias 26 e 27/08/03 das 23:00 às 05:00 h

**Ensaio 3: (Caminhões Simples e CVC's) – REALIZADO !!!**

Dias 23 e 24/09/03 das 23:00 às 05:00h

**Ensaio 4: (CVC's) – PRÓXIMOS ENSAIOS !!!**

Dias 14 e 15/10/03 das 23:00 às 05:00h

## 2.2. Participação dos Ensaios nos dias 14 e 15/10/03 as Montadoras:

- SCANIA – 01 configuração;
- MERCEDES – Observadores;
- VW – Observadores;
- FORD – Observadores;
- VOLVO – 02 configurações;
- FIAT – Observadores;
- RENAULT – Observadores;
- IVECO – 02 configurações;
- AGRALE – Observadores;

## 2.2.1. Ensaio (14/10/2003)

<b>Ordem</b>	<b>Montadora</b>	<b>Nº. Veículos</b>
1	IVECO	1
2	VOLVO	2
3	VAGO	-
4	VAGO	-
5	VAGO	-
6	VAGO	-
<b>Total</b>		<b>3</b>

Cada veículo efetuará 03 descidas, sendo:

1º Descida: Reconhecimento da Pista

2º Descida: Ensaio com velocidade de 40 km/h

3º Descida: Ensaio com velocidade de 60 km/h

A ordem e os horários de descida de cada veículo serão efetuados conforme tabela abaixo:

Montadora	Senha	Horário	Senha	Horário	Senha	Horário
IVECO	<b>1</b>	23:00	<b>7</b>	01:00	<b>13</b>	03:00
VOLVO	<b>2</b>	23:20	<b>8</b>	01:20	<b>14</b>	03:20
VOLVO	<b>3</b>	23:40	<b>9</b>	01:40	<b>15</b>	03:40
VAGO	<b>4</b>	00:00	<b>10</b>	02:00	<b>16</b>	04:00
VAGO	<b>5</b>	00:20	<b>11</b>	02:20	<b>17</b>	04:20
VAGO	<b>6</b>	00:40	<b>12</b>	02:40	<b>18</b>	04:40

Tempo total do Teste: 4h 30 min

### 2.2.2. Ensaio (15/10/2003)

Ordem	Montadora	Nº. Veículos
1	IVECO	1
2	SCANIA	1
3	VAGO	-
4	VAGO	-
5	VAGO	-
6	VAGO	-
<b>Total</b>		<b>2</b>

Ficam estabelecidos os mesmos critérios utilizados no ensaio do dia 15/10/2003.

Montadora	Senha	Horário	Senha	Horário	Senha	Horário
IVECO	<b>1</b>	23:00	<b>7</b>	01:00	<b>13</b>	03:00
SCANIA	<b>2</b>	23:20	<b>8</b>	01:20	<b>14</b>	03:20
VAGO	<b>3</b>	23:40	<b>9</b>	01:40	<b>15</b>	03:40



VAGO	<b>4</b>	00:00	<b>10</b>	02:00	<b>16</b>	04:00
VAGO	<b>5</b>	00:20	<b>11</b>	02:20	<b>17</b>	04:20
VAGO	<b>6</b>	00:40	<b>12</b>	02:40	<b>18</b>	04:40

Tempo total do Teste: 4h

2.3. Foram apresentadas as imagens dos testes realizados nos dias 23 e 24/09/03 aos participantes da reunião;

2.4. Os veículos a serem testados nos ensaios dos dias 23 e 24/09/03 deverão passar pela Posto de Pesagem (Balança do km 28 da Rodovia dos Imigrantes) para pesagem do pbt;

2.5. Os veículos a serem testados deverão estar no pátio do Posto de Pesagem (Balança do km 28 da Rodovia dos Imigrantes) as 22:00h aguardando liberação para o local dos ensaios. Liberação e fechamento da pista previsto para as 23:00h;

2.6. Segue anexo o mapa do percurso a ser realizado pelos veículos que participarão dos ensaios.

OBS: Srs. Peço a gentileza de seguirem com rigor os horários estabelecidos para os ensaios dos dias 14 e 15/10 definidos nesta Ata de reunião, a fim de não prejudicar o andamento dos trabalhos.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada para 5º Feira dia 30/10/2003 às 14:00h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).

## ATA – 22º Reunião

Data: 29/10/2003 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

### 2. Participantes

Prof. Canale – FIPAI – USP

Juan C. Horta – FIPAI – USP

Fábio Ortega – Ecovias

Douglas Carvalho – Ecovias

Sérgio Romani – Ecovias

Luiz C. Miguel – Ecovias

Vicente Kiss – Anfir / Haldex

Marcelo Pierossi – Copersucar

Marcelo Sumares - Anfir / Telma

Alessandro Depetris - Anfavea / Iveco

Marcos Tabuti – Anfavea / VW

Carlos Sciré – VW

Aurélio Gimenez – Anfavea / Scania

Vanderlei P. Santos – Anfavea / Scania

Strauss Rossi – Anfavea / Ford

Maria Nascimento – Anfavea / Ford

Fernando Andrade – Anfavea – Ford

Pedro Picchi – Anfavea / Agrale

Daniel Rossetti – Anfir / Rossetti

### 2. Assuntos Tratados

2.1. Em função do ajuste no cronograma, ficou definido que as datas disponíveis para os ensaios de freios dos veículos comerciais serão realizadas nos seguintes períodos:

**Ensaio 1: (Ônibus) – REALIZADO !!!**

Dias 24 e 25/06/03 das 23:00 às 05:00 h.

**Ensaio 2 : (Ônibus e Caminhões Simples) – REALIZADO !!!**

Dias 26 e 27/08/03 das 23:00 às 05:00 h

**Ensaio 3: (Caminhões Simples e CVC's) – REALIZADO !!!**

Dias 23 e 24/09/03 das 23:00 às 05:00h

**Ensaio 4: (CVC's) – REALIZADO !!!**

Dias 14 e 15/10/03 das 23:00 às 05:00h

**Ensaio 5: (Geral ) – Com participação da Imprensa !!!**

Dias 30/10/03 das 10:00 às 14:00h

2.2. Participação dos Ensaios de frenagem no dia 30/10/03 as Montadoras:

- SCANIA – 02 CVC e 01 Ônibus;
- VW – 02 VANS, 01 Caminhão e 01 Ônibus;
- FORD – 01 Caminhão;
- IVECO – 01 CVC e 01 Caminhão;
- AGRALE – 01 Microônibus (a confirmar);
- VOLVO – a confirmar;

2.3. Todos os veículos que participarão dos ensaios realizarão 01 descida com velocidade de 40 km/h;

2.4. Os veículos a serem testados deverão estar no pátio do Posto de Pesagem (Balança do km 28 da Rodovia dos Imigrantes) as 09:00h aguardando liberação para o local dos ensaios. Liberação e fechamento da pista previsto para as 10:00h;

2.5. Segue anexo o mapa do percurso a ser realizado pelos veículos que participarão dos ensaios.

OBS: Srs. Peço a gentileza de seguirem com rigor os horários estabelecidos para o ensaio do dia 30/10 definidos nesta Ata de reunião, a fim de não prejudicar o andamento dos trabalhos.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada para 5º Feira dia 12/11/2003 às 14:00h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).

## ATA – 23º Reunião

Data: 25/11/2003 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

### 1. Participantes

Prof. Canale – FIPAI – USP

Douglas Carvalho – Ecovias

Vicente Kiss – Anfir / Haldex

Marcelo Pierossi – Copersucar

Marcelo Sumares - Anfir / Telma

Marcos Tabuti – Anfavea / VW

Carlos Sciré – VW

Aurélio Gimenez – Anfavea / Scania

Pedro Picchi – Anfavea / Agrale

Daniel Rossetti – Anfir / Rossetti

Fabio Bassan – VW

Antônio Carlos de Oliveira – VW

Fabio da Silva – DaimlerChrysler

Wilson Marques – Transervice

Carlos Serrano - Transerrano

### 2. Assuntos Tratados

2.1. Em função do ajuste no cronograma, ficou definido que as datas disponíveis para os ensaios de freios dos veículos comerciais serão realizadas nos seguintes períodos:

**Ensaio 1: (Ônibus) – REALIZADO !!!**

Dias 24 e 25/06/03 das 23:00 às 05:00 h.

**Ensaio 2 : (Ônibus e Caminhões Simples) – REALIZADO !!!**

Dias 26 e 27/08/03 das 23:00 às 05:00 h

**Ensaio 3: (Caminhões Simples e CVC's) – REALIZADO !!!**

Dias 23 e 24/09/03 das 23:00 às 05:00h

**Ensaio 4: (CVC's) – REALIZADO !!!**

Dias 14 e 15/10/03 das 23:00 às 05:00h

**Ensaio 5: (Geral) – Com participação da Imprensa !!! – REALIZADO !!!**

Dias 30/10/03 das 10:00 às 14:00h

2.2. Foi apresentado filme em VHS sobre as matérias que foram vinculadas na imprensa, na data seguinte aos testes de frenagem, na Pista Descendente ;

2.3. Por unanimidade foi indicado que os veículos combinados (CVC) deverão ser equipados com sistemas de antitravamento dos freios e dispositivos de ajuste automático de folga, para compensação do desgaste do material de atrito ;

**3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada para a terceira quinta- feira de Janeiro de 2004, às 14:00h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).

## ATA – 24º Reunião

Data: 22/01/2004 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

### 1. Participantes

Prof. Canale – FIPAI – USP

Sidnei Torres – Ecovias

Fábio Ortega – Ecovias

Vicente Kiss – Anfir / Haldex

Valdemir Lodo – Anfir / Haldex

Marcelo Pierossi – Copersucar

Marcelo Sumares - Anfir / Telma

Marcos Tabuti – Anfavea / VW

Aurélio Gimenez – Anfavea / Scania

Pedro Picchi – Anfavea / Agrale

Wilson Marques – Transervice

Carlos Serrano - Transerrano

### 2. Assuntos Tratados

2.1. Em função do ajuste no cronograma, ficou definido que as datas disponíveis para os ensaios de freios dos veículos comerciais serão realizadas nos seguintes períodos:

**Ensaio 1: (Ônibus) – REALIZADO !!!**

Dias 24 e 25/06/03 das 23:00 às 05:00 h.

**Ensaio 2 : (Ônibus e Caminhões Simples) – REALIZADO !!!**

Dias 26 e 27/08/03 das 23:00 às 05:00 h

**Ensaio 3: (Caminhões Simples e CVC's) – REALIZADO !!!**

Dias 23 e 24/09/03 das 23:00 às 05:00h

**Ensaio 4: (CVC's) – REALIZADO !!!**

Dias 14 e 15/10/03 das 23:00 às 05:00h

**Ensaio 5: (Geral) – Com participação da Imprensa !!! – REALIZADO !!!**

Dias 30/10/03 das 10:00 às 14:00h

- 2.2. Foi aprovado pelo grupo de estudos o texto da 23ª ata de reunião.
  
- 2.3. Foi discutido pelo grupo de estudos o início da “**Operação Assistida**” dos veículos comerciais no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes, conforme sugerido pela ARTESP na apresentação dos testes de frenagem realizado em Outubro de 2003.
  
- 2.4. Foi proposto a elaboração de um procedimento de Operação Assistida onde serão definidas: quantidade de veículos por categoria, variáveis a serem monitoradas em cada veículo, calendário, esquema operacional, etc.
  
- 2.5. Na próxima reunião será apresentado pelo Prof. Canale o Relatório Preliminar sobre o estudo da descida de veículos comerciais pelo trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada 5ª Feira dia 05/02/2004, às 14:00h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).



## ATA – 25º Reunião

Data: 05/02/2004 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

### 1. Participantes

Prof. Canale – FIPAI – USP

Juan C. Horta – FIPAI – USP

Fábio Ortega – Ecovias

Vicente Kiss – Anfir / Haldex

Valdemir Lodo – Anfir / Haldex

Marcelo Pierossi – Copersucar

Marcelo Sumares - Anfir / Telma

Marcos Tabuti – Anfavea / VW

Aurélio Gimenez – Anfavea / Scania

Wilson Marques – Transervice

Luis Augusto – Transervice

Carlos Serrano – Transerrano

Paulo Marcondes – ARTESP

### 2. Assuntos Tratados

2.1. Em função do ajuste no cronograma, ficou definido que as datas disponíveis para os ensaios de freios dos veículos comerciais serão realizadas nos seguintes períodos:

**Ensaio 1: (Ônibus) – REALIZADO !!!**

Dias 24 e 25/06/03 das 23:00 às 05:00 h.

**Ensaio 2 : (Ônibus e Caminhões Simples) – REALIZADO !!!**

Dias 26 e 27/08/03 das 23:00 às 05:00 h

**Ensaio 3: (Caminhões Simples e CVC's) – REALIZADO !!!**

Dias 23 e 24/09/03 das 23:00 às 05:00h

**Ensaio 4: (CVC's) – REALIZADO !!!**

Dias 14 e 15/10/03 das 23:00 às 05:00h

**Ensaio 5: (Geral) – Com participação da Imprensa !!! – REALIZADO !!!**

Dias 30/10/03 das 10:00 às 14:00h

- 2.2. Foi apresentado pelo Prof. Canale a proposta de Operação Assistida dos veículos comerciais no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes, conforme arquivo em anexo.
- 2.3. Conforme definido pelo Grupo de Estudos as montadoras e implementadoras deverão fornecer a relação dos veículos que atendem aos requisitos para descida no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes (Ano / Modelo / Equipamentos atrelados ao PBTC/etc.).
- 2.4. Foi definido pelo Grupo que as variáveis a serem monitoradas durante a Operação Assistida serão (Temperatura dos freios, rotação da roda do eixo motriz, acionamento pedal de freio, temperatura da água na entrada do radiador para veículos com retardadores hidráulicos, temperatura do rotor em retardadores eletromagnéticos, marcha engrenada).
- 2.5. O Grupo de Estudos publicará os trabalhos na SAE/2004. O resumo deverá ser enviado até 15 de março e os autores do artigo serão os participantes do Grupo de Estudo.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada 4º Feira dia 03/03/2004, às 14:00h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).

**ATA – 26º Reunião**

Data: 03/03/2004 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

**1. Participantes**

Prof. Canale – FIPAI – USP

Juan C. Horta – FIPAI – USP

Newton Curi – FIPAI – USP

Fábio Ortega – Ecovias

Aldo Ceconelo – ARTESP

Vicente Kiss – Anfir / Haldex

Valdemir Lodo – Anfir / Haldex

Marcelo Sumares - Anfir / Telma

Aurélio Gimenez – Anfavea / Scania

Paulo Anabian – Anfavea / Scania

Celso Mendonça – Anfavea / Scania

Fabio Silva – DaimlerChrysler

Paulo Ávila – DaimlerChrysler

Wilson Marques – Transervice

Alessandro Depetris – Anfavea / Iveco

Marcelo Sumares – Anfir / Telma

Hervé Grandgerard – Anfir / Telma

**2. Assuntos Tratados**

2.1. Em função do ajuste no cronograma, ficou definido que as datas disponíveis para os ensaios de freios dos veículos comerciais serão realizadas nos seguintes

períodos:

**Ensaio 1: (Ônibus) – REALIZADO !!!**

Dias 24 e 25/06/03 das 23:00 às 05:00 h.

**Ensaio 2 : (Ônibus e Caminhões Simples) – REALIZADO !!!**

Dias 26 e 27/08/03 das 23:00 às 05:00 h

**Ensaio 3: (Caminhões Simples e CVC's) – REALIZADO !!!**

Dias 23 e 24/09/03 das 23:00 às 05:00h

**Ensaio 4: (CVC's) – REALIZADO !!!**

Dias 14 e 15/10/03 das 23:00 às 05:00h

**Ensaio 5: (Geral ) – Com participação da Imprensa !!! – REALIZADO !!!**

Dias 30/10/03 das 10:00 às 14:00h

- 2.2 Conforme definido pelo Grupo de Estudos as montadoras e implementadoras deverão fornecer a relação dos veículos que atendem aos requisitos para descida no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes (Ano / Modelo / Equipamentos atrelados ao PBTC/etc.).
- 2.3. Foi definido pelo Grupo que as variáveis a serem monitoradas durante a Operação Assistida serão (Temperatura dos freios, rotação da roda do eixo motriz, acionamento pedal de freio, temperatura da água na entrada do radiador para veículos com retardadores hidráulicos, temperatura do rotor em retardadores eletromagnéticos, marcha engrenada).
- 2.4. O Dr. Newton realizou uma demonstração do equipamento para medição de temperatura nas lonas de freio dos caminhões, durante a pesagem dos mesmos na balança do km 28,5 da Rodovia dos Imigrantes.
- 2.5. Foi solicitado pelo grupo de estudos um cronograma de desenvolvimento dos trabalhos que deverá ser apresentado pela Ecovias na próxima reunião.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada 4º Feira dia 28/04/2004, às 14:00h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).

## ATA – 27º Reunião

Data: 28/04/2004 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

### 1. Participantes

Prof. Canale – FIPAI – USP

Fábio Ortega – Ecovias

Sidnei Torres – Ecovias

Luiz Shida – Ecovias

Aldo Ceconelo – ARTESP

Paulo Marcondes – ARTESP

Vicente Kiss – Anfir / Haldex

Valdemir Lodo – Anfir / Haldex

Marcelo Sumares - Anfir / Telma

Aurélio Gimenez – Anfavea / Scania

Wilson Marques – Transervice

Marcelo Pierossi – Copersucar

Acácio Braz – Anfavea / Renault

Laís Guimarães – Sest / Senat

### 2. Assuntos Tratados

2.1. Em função do ajuste no cronograma, ficou definido que as datas disponíveis para os ensaios de freios dos veículos comerciais serão realizadas nos seguintes períodos:

**Ensaio 1: (Ônibus) – REALIZADO !!!**

Dias 24 e 25/06/03 das 23:00 às 05:00 h.

**Ensaio 2 : (Ônibus e Caminhões Simples) – REALIZADO !!!**

Dias 26 e 27/08/03 das 23:00 às 05:00 h

**Ensaio 3: (Caminhões Simples e CVC's) – REALIZADO !!!**

Dias 23 e 24/09/03 das 23:00 às 05:00h

**Ensaio 4: (CVC's) – REALIZADO !!!**

Dias 14 e 15/10/03 das 23:00 às 05:00h

**Ensaio 5: (Geral) – Com participação da Imprensa !!! – REALIZADO !!!**

Dias 30/10/03 das 10:00 às 14:00h

- 2.2 Conforme solicitado na última reunião (03/03/04), foi apresentado pela Ecovias / FIPAI-USP o ajuste do cronograma de desenvolvimento dos trabalhos relacionados com a descida de veículos comerciais na nova Pista da Rodovia dos Imigrantes.
- 2.3. Foi definido pelo Grupo que as variáveis a serem monitoradas durante a Operação Assistida serão (Temperatura dos freios, rotação da roda do eixo motriz, acionamento pedal de freio, temperatura da água na entrada do radiador para veículos com retardadores hidráulicos, temperatura do rotor em retardadores eletromagnéticos, marcha engrenada).
- 2.4. Foi comentado pelo Prof. Canale que o objetivo da operação assistida é verificar os requisitos estipulados no estudo da descida dos veículos, verificar o comportamento dos veículos junto com o tráfego normal e avaliar o condutor durante a descida, desta forma, o controle das variáveis a serem monitoradas será feito por medida indireta, reduzindo ou eliminando a necessidade de instrumentação embarcada.
- 2.5. Conforme definido pelo Grupo de Estudos as montadoras e implementadoras deverão fornecer a relação dos veículos que atendem aos requisitos para descida no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes (Ano / Modelo / Equipamentos atrelados ao PBTC/etc.). Informamos que até o momento somente foram enviadas a relação de veículos da SCANIA.

2.6. Foi realizado pela Srta. Laís uma apresentação institucional do SEST/SENAT para o grupo de estudos, mostrando todo o trabalho e infra-estrutura da instituição.

2.7. Informamos que o SEST / SENAT, fará parte do Grupo de Estudos e estará nos auxiliando no desenvolvimento do treinamento para os condutores.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada 4º Feira dia 26/05/2004, às 14:00h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).



## ATA – 28º Reunião

Data: 30/06/2004 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Teste de frenagem na Nova Pista da Rodovia dos Imigrantes com veículos comerciais.

### 1. Participantes

Prof. Canale – FIPAI – USP

Juan C. Horta – FIPAI – USP

Fábio Ortega – Ecovias

Marcelo Biciato – Ecovias

Luiz Shida – Ecovias

Paulo Marcondes – ARTESP

Vicente Kiss – Anfir / Haldex

Valdemir Lodo – Anfir / Haldex

Aurélio Gimenez – Anfavea / Scania

Rafael Abolis – Anfavea / Scania

Celso Mendonça – Scania

Pedro Picchi – Anfavea / Agrale

Fábio Silva – Anfavea / DaimlerChrysler

Marcos Tabuti – Anfavea / Volkswagen

Wilson Marques – Transervice

Marcelo Pierossi – Copersucar

Henry Hardt – Breda

### 2. Assuntos Tratados

2.1. Em função do ajuste no cronograma, ficou definido que as datas disponíveis para os ensaios de freios dos veículos comerciais serão realizadas nos seguintes períodos:

**Ensaio 1: (Ônibus) – REALIZADO !!!**

Dias 24 e 25/06/03 das 23:00 às 05:00 h.

**Ensaio 2 : (Ônibus e Caminhões Simples) – REALIZADO !!!**

Dias 26 e 27/08/03 das 23:00 às 05:00 h

**Ensaio 3: (Caminhões Simples e CVC's) – REALIZADO !!!**

Dias 23 e 24/09/03 das 23:00 às 05:00h

**Ensaio 4: (CVC's) – REALIZADO !!!**

Dias 14 e 15/10/03 das 23:00 às 05:00h

**Ensaio 5: (Geral) – Com participação da Imprensa !!! – REALIZADO !!!**

Dias 30/10/03 das 10:00 às 14:00h

2.2 Efetuada a leitura e aprovação da ata anterior.

2.3. Foi definido pelo Grupo que as variáveis a serem monitoradas durante a Operação Assistida serão (Temperatura dos freios, rotação da roda do eixo motriz, acionamento pedal de freio, temperatura da água na entrada do radiador para veículos com retardadores hidráulicos, temperatura do rotor em retardadores eletromagnéticos, marcha engrenada). Fica, portanto a critério de cada montadora / implementadora a instrumentação e o período de coleta de dados.

2.4 Foi comentado pelo Prof. Canale que o objetivo da operação assistida é verificar os requisitos estipulados no estudo da descida dos veículos, verificar o comportamento dos veículos junto com o tráfego normal e avaliar o condutor durante a descida, desta forma, o controle das variáveis a serem monitoradas será feito por medida indireta, reduzindo ou eliminando a necessidade de instrumentação embarcada.

2.5 Fica então definido pelo grupo de estudos que a variável a ser medida durante a descida da serra será a temperatura nas lonas dos veículos comerciais, devendo a mesma ser medida de forma indireta através de equipamento portátil.

- 2.6. Conforme definido pelo Grupo de Estudos as montadoras e implementadoras deverão fornecer a relação dos veículos que atendem aos requisitos para descida no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes (Ano / Modelo / Equipamentos atrelados ao PBTC/etc.). Informamos que até o momento somente foi enviada a relação de veículos da SCANIA. Desta forma, reiteramos a solicitação as montadoras e implementadoras quanto à relação dos mesmos.
- 2.7. Foi apresentado pelo Prof. Canale o trabalho de pesquisa preliminar que está sendo desenvolvido pela USP sobre o levantamento dos eixos em veículos comerciais. O estudo em questão trata dos aspectos de segurança dos veículos com eixos levantados relacionados com a estabilidade e frenagem do conjunto (Veículo / Implemento) e suas respectivas configurações.
- 2.8. Informamos que em 14/06/04 foi encaminhado ao SEST / SENAT a carta convite para oficializar a participação da entidade nos trabalhos de desenvolvimento dos condutores dos veículos comerciais na descida do trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião ficou agendada 4º Feira dia 04/08/2004, às 14:00h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).

## ATAS REUNIÕES COM O SEST / SENAT

**ATA – 1º Reunião**

Data: 16/06/2004 às 10:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Curso para condutores de veículos comerciais no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes.

**1. Participantes**

Prof. Canale –USP

Juan C. Horta –USP

Fábio Ortega – Ecovias

Vicente Kiss – Haldex

Francisca B. S. Loge – Sest/Senat

Mozart – Sest/Senat

Lais Rebouças – Sest/Senat

**2. Assuntos Tratados**

2.1 – Em função das características da nova pista da Rod. dos Imigrantes e a necessidade de desenvolvimento de um treinamento mais específico, foi proposto a criação de um novo curso com nome de **“Condução de Veículos Comerciais em trecho de Serra”**;

2.2 – Para desenvolvimento do curso foram propostos os seguintes temas:

- Túneis Urbanos e Rodoviários;
- Condução do veículo durante a descida;
- Direção Defensiva;
- Retardadores;

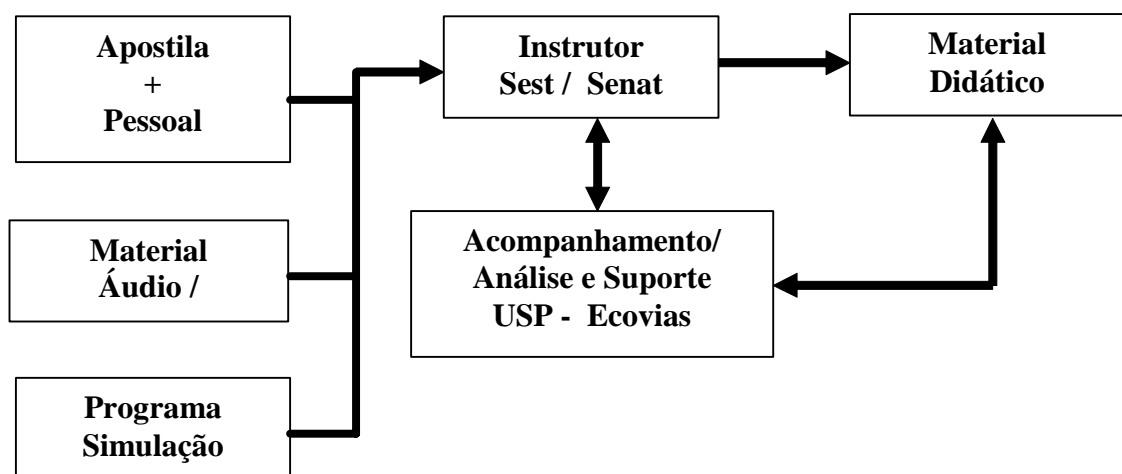
- Freios ABS;
- Inspeção Visual;
- Manutenção;
- Legislação e Meio Ambiente

2.3 – Foi apresentado pela USP – ECOVIAS um manual técnico sobre a descida de veículos comerciais no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes, na qual poderá ser utilizado pelos instrutores do SEST/SENAT no desenvolvimento e preparação da apostila para o curso em questão;

2.4 – Conforme solicitado pelo grupo, foi apresentado pelo SEST / SENAT apostila do curso de Direção Defensiva para conhecimento do material e padrão de apostila;

2.5 – Foi comentado pelo Prof. Canale a possibilidade de implementar no curso um simulador, utilizando o programa de simulação já desenvolvido pela USP, a fim de treinar os participante do curso quanto à condução correta do veículo durante o percurso de serra;

2.6 – Proposta para Implantação para o curso:



2.7 – Conforme mencionado na reunião, os materiais e recursos a serem implementados no curso deverão respeitar os direitos de imagem e direitos autorais das respectivas entidades.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião agendada para 4º Feira dia 11/08/2004, às 10:30h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).

## ATA – 2º Reunião (SEST/ SENAT)

Data: 11/08/2004 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Curso para condutores de veículos comerciais no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes.

### 1. Participantes

Prof. Canale –USP

Fábio Ortega – Ecovias

Vicente Kiss – Haldex

Wladimir Lodo – Haldex

Suely K. Tebecharani – Sest/Senat

Francisca B. S. Loge – Sest/Senat

Lais Rebouças – Sest/Senat

### 2. Assuntos Tratados

2.1 – Em função das características da nova pista da Rodovia. dos Imigrantes e a necessidade de desenvolvimento de um treinamento mais específico, foi proposto a criação de um novo curso com nome de **“Condução de Veículos Comerciais em trecho de Serra”**;

2.2 – Para desenvolvimento do curso foram propostos os seguintes temas:

- Túneis Urbanos e Rodoviários;
- Condução do veículo durante a descida;
- Direção Defensiva;
- Retardadores;
- Freios ABS;
- Inspeção Visual;

- Manutenção;
- Legislação e Meio Ambiente

2.3 – Conforme proposta efetuada no item 2.2 da ata, foi apresentado pela Srta. Lais as competências para o treinamento de descida da serra:

### **Módulo I: Sistema Anchieta-Imigrantes**

- Conhecer as características do Sistema Anchieta-Imigrantes;
- Conhecer o sistema operacional do Sistema Anchieta-Imigrantes;
- Conhecer o funcionamento dos sistemas de segurança rodoviária, a fim de utilizá-lo em situações de emergência;
- Conhecer as alternativas de Operações Rodoviárias do Sistema;
- Operação do Pátio de Triagem.

### **Módulo II: Direção Defensiva**

- Compreender o conceito de acidentes de trânsito;
- Compreender o que é uma situação de risco no trânsito;
- Compreender os cinco elementos da direção defensiva;
- Aplicar o método básico de prevenção de acidentes;
- Conhecer e ser capaz de lidar com condições adversas;
- Conhecer os tipos de colisões e como evitá-las.

### **Módulo III: Operação na Serra**

- Conhecer as características dos túneis e os procedimentos para tráfego nestes locais;
- Realizar a sinalização no local do acidente;
- Saber acionar os recursos e realizar as primeiras providências em caso de acidentes nos túneis;
- Agir com prudência em situações de emergência;



- Conhecer a responsabilidade civil e criminal decorrente de sua atividade.

#### **Módulo IV: Manutenção Veicular**

- Conhecer o funcionamento do motor diesel;
- Conhecer os procedimentos para a operação diária do veículo
- Conhecer e realizar a inspeção veicular, antes, durante e após a viagem;
- Conhecer o sistema de alimentação de combustível;
- Conhecer o painel de instrumentos e de direção;
- Conhecer o funcionamento e os componentes do sistema de exaustão;
- Conhecer o funcionamento e os componentes do sistema de transmissão: embreagem, caixa de mudanças, eixo cardan e diferencial;
- Conhecer o sistema de suspensão;
- Conhecer o funcionamento dos pneus;
- Conhecer o sistema de freios e freio de estacionamento;
- Conhecer o sistema de direção;
- Conhecer e saber acionar o retardador existente no veículo.

#### **Módulo V: Meio Ambiente**

- Compreender o papel do cidadão em relação ao meio ambiente;
- Conhecer as características do Parque Estadual da Serra do Mar;
- Conhecer a legislação específica;
- Compreender o conceito de poluição, suas causas e conseqüências;
- Conhecer os riscos para a saúde;
- Reconhecer a importância de uma operação adequada;
- Conhecer os fluídos dos veículos;
- Conhecer os cuidados e procedimentos na substituição de fluídos.

2.4 – Foi comentada pelo grupo a necessidade de revisar os itens apresentados nos Módulos III e IV, a fim de ajustar o conteúdo com os objetivos do curso;

2.5 – Foi solicitado pela Srta. Lais os dados estatísticos de acidentes no Sistema Anchieta-Imigrantes e a legislação ambiental para análise e aproveitamento no curso.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião agendada para 4º Feira dia 01/09/2004, às 10:30h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).

## ATA – 3º Reunião (SEST / SENAT)

Data: 01/09/2004 às 14:00h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Curso para condutores de veículos comerciais no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes.

### 1. Participantes

Prof. Canale –USP

Juan C Horta – USP

Fábio Ortega – Ecovias

Vicente Kiss – Haldex

Maristela Alonso – Sest/Senat

Rubens F. dos Santos – Sest/Senat

### 2. Assuntos Tratados

2.1 – Conforme ata anterior, o grupo de estudos verificou a necessidade de um treinamento específico para os motoristas de veículos comerciais. Para tanto foram propostos 05 Módulos:

- **Módulo I: Sistema Anchieta-Imigrantes**
- **Módulo II: Direção Defensiva**
- **Módulo III: Operação na Serra**
- **Módulo IV: Manutenção Veicular**
- **Módulo V: Meio Ambiente**

2.2 – Para o desenvolvimento dos Módulos, seguem as providências necessárias:

- **Módulo I: Sistema Anchieta-Imigrantes**

- Vídeos e folhetos institucionais, para complementar o assunto.
  
- **Módulo II: Direção Defensiva**
  - Indicação de pontos críticos do sistema;
  - Estatísticas de acidentes no Sistema;
  - Importância de abordar a condição adversa das bicicletas em trechos urbanos;
  - Relevância de abordar a questão do turismo (condutores amadores) no sistema nas épocas de férias/feriados;
  - Outras condições adversas: neblina, cerração: trechos de maior ocorrência, horário, duração. Filme Ilustrativo.
  
- **Módulo III: Operação na Serra**
  - Minuta da legislação que regulamentará a descida dos veículos comerciais;
  - Possibilidade de uma cópia do filme do acidente no túnel em Mont Blanc (canal Discovery);
  - Módulo que sofrerá alterações - quais as sugestões do Grupo de Estudo?
  
- **Módulo IV: Manutenção Veicular**
  - Possibilidade de visitas técnicas junto aos fabricantes, para atualização e requisição de material técnico para subsidiar a elaboração do projeto ou a apresentação pelos fabricantes aos técnicos do Sest/Senat.;
  - Módulo que sofrerá alterações - quais as sugestões do Grupo de Estudo?
  
- **Módulo V: Meio Ambiente**
  - Legislação específica sobre meio ambiente no Parque Estadual da Serra do Mar;

- Levantamento das principais preocupações do grupo quanto ao impacto ambiental da descida de veículos comerciais no Sistema;

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião agendada para 5º Feira dia 23/09/2004, às 10:30h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).

Observação: Foram efetuadas outras reuniões com o SEST/SENAT durante os meses de outubro, novembro e dezembro, mas não foram elaboradas oficialmente as atas.

**ATA – 4º Reunião (SEST / SENAT)**

Data: 23/09/2004 às 10:30h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Curso para condutores de veículos comerciais no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes.

**1. Participantes**

Prof. Canale –USP

Juan C Horta – USP

Fábio Ortega – Ecovias

Vicente Kiss – Haldex

Maristela Alonso – Sest/Senat

Rubens F. dos Santos – Sest/Senat

**2. Assuntos Tratados**

2.1 – Conforme ata anterior, o grupo de estudos verificou a necessidade de um treinamento específico para os motoristas de veículos comerciais. Para tanto foram propostos 05 Módulos:

- **Módulo I: Sistema Anchieta-Imigrantes**
- **Módulo II: Direção Defensiva**
- **Módulo III: Operação na Serra**
- **Módulo IV: Manutenção Veicular**
- **Módulo V: Meio Ambiente**

2.2 – Para o desenvolvimento dos Módulos, seguem as providências necessárias:

- **Módulo I: Sistema Anchieta-Imigrantes**

Vídeos e folhetos institucionais, para complementar o assunto.

- **Módulo II: Direção Defensiva**

- ~ Indicação de pontos críticos do sistema;
- ~ Estatísticas de acidentes no Sistema;
- ~ Importância de abordar a condição adversa das bicicletas em trechos urbanos;
- ~ Relevância de abordar a questão do turismo (condutores amadores) no Sistema nas épocas de férias/feriados;
- ~ Outras condições adversas: neblina, cerração: trechos de maior ocorrência, horário, duração. Filme Ilustrativo.

- **Módulo III: Operação na Serra**

- ~ Minuta da legislação que regulamentará a descida dos veículos comerciais;
- ~ Possibilidade de uma cópia do filme do acidente no túnel em Mont Blanc (canal Discovery);
- ~ Módulo que sofrerá alterações - quais as sugestões do Grupo de Estudo?

- **Módulo IV: Manutenção Veicular**

- ~ Possibilidade de visitas técnicas junto aos fabricantes, para atualização e requisição de material técnico para subsidiar a elaboração do projeto ou a apresentação pelos fabricantes aos técnicos do Sest/Senat.;
- ~ Módulo que sofrerá alterações - quais as sugestões do Grupo de Estudo?

- **Módulo V: Meio Ambiente**

- ~ Legislação específica sobre meio ambiente no Parque Estadual da Serra do Mar;
- ~ Levantamento das principais preocupações do grupo quanto ao impacto ambiental da descida de veículos comerciais no Sistema;

2.3 – Durante a reunião foi fornecido ao Sest/Senat folhetos institucionais da Ecovias, bem como, os pontos críticos do Sistema Anchieta-Imigrantes, estatística de acidentes, influência das bicicletas e trechos urbanos, comportamento do tráfego durante finais de semana e feriados, procedimentos operacionais em condições adversas e neblina, suprimindo a necessidade de material para desenvolvimento dos Módulos I e II, conforme descrito no item 2.2;

### **1. Próxima Reunião**

A próxima reunião agendada para 5º Feira dia 14/10/2004, às 10:30h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).



**ATA – 5º Reunião (SEST / SENAT)**

Data: 14/10/2004 às 10:30h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Curso para condutores de veículos comerciais no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes.

**1. Participantes**

Prof. Canale –USP

Juan C Horta – USP

Fábio Ortega – Ecovias

Vicente Kiss – Haldex

Maristela Alonso – Sest/Senat

Rubens F. dos Santos – Sest/Senat

**2. Assuntos Tratados**

2.1 – Conforme ata anterior, o grupo de estudos verificou a necessidade de um treinamento específico para os motoristas de veículos comerciais. Para tanto foram propostos 05 Módulos:

- **Módulo I: Sistema Anchieta-Imigrantes**
- **Módulo II: Direção Defensiva**
- **Módulo III: Operação na Serra**
- **Módulo IV: Manutenção Veicular**
- **Módulo V: Meio Ambiente**

2.2 – Para o desenvolvimento dos Módulos, seguem as providências necessárias:

- **Módulo I: Sistema Anchieta-Imigrantes**  
Concluído !!!

- **Módulo II: Direção Defensiva**

Concluído !!!

- **Módulo III: Operação na Serra**

- ~ Minuta da legislação que regulamentará a descida dos veículos comerciais;
- ~ Possibilidade de uma cópia do filme do acidente no túnel em Mont Blanc (canal Discovery);
- ~ Módulo que sofrerá alterações - quais as sugestões do Grupo de Estudo?

- **Módulo IV: Manutenção Veicular**

- ~ Possibilidade de visitas técnicas junto aos fabricantes, para atualização e requisição de material técnico para subsidiar a elaboração do projeto ou a apresentação pelos fabricantes aos técnicos do Sest/Senat.;
- ~ Módulo que sofrerá alterações - quais as sugestões do Grupo de Estudo?

- **Módulo V: Meio Ambiente**

- ~ Legislação específica sobre meio ambiente no Parque Estadual da Serra do Mar;
- ~ Levantamento das principais preocupações do grupo quanto ao impacto ambiental da descida de veículos comerciais no Sistema;

2.3 – Durante a reunião (23/09) foi fornecido ao Sest/Senat folhetos institucionais da Ecovias, bem como, os pontos críticos do Sistema Anchieta-Imigrantes, estatística de acidentes, influência das bicicletas e trechos urbanos, comportamento do tráfego durante finais de semana e feriados, procedimentos operacionais em condições adversas e neblina, suprimindo a necessidade de material para desenvolvimento dos Módulos I e II, conforme descrito no item 2.2;

2.4 – Durante a reunião foi fornecido para o Sest/Senat a relação das legislações ambientais que regem o Parque Estadual da Serra do Mar e as áreas de preservação ambiental no Sistema Anchieta-Imigrantes, além de informações

operacionais e procedimentos de emergência, destacando as principais ações quanto ao impacto ambiental da descida de veículos comerciais no Sistema, suprimindo a necessidade de material para desenvolvimento dos Módulos V, conforme descrito no item 2.2;

2.5 – Foi fornecido pelo Prof. Canale a minuta de regulamentação proposta pelo Grupo de Estudo para descida de veículos comerciais, conforme solicitado pelo Sest/Senat. Em contato com a National Geographic, o Prof. Canale informou que conseguiu uma cópia do documentário do acidente no Mont Blanc para utilização pelo Sest/Senat no treinamento dos condutores, suprimindo a necessidade de material para desenvolvimento dos Módulos III, conforme descrito no item 2.2;

2.6 – Conforme solicitado pelo Sest/Senat, foi agendado uma inspeção técnica nos veículos comerciais que utilizam o Posto de Pesagem do km 28,5 da pista Sul da rodovia dos Imigrantes, com acompanhamento dos Técnicos e Engenheiros da Haldex do Brasil.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião agendada para 5º Feira dia 11/11/2004, às 10:30h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).

## **ATA – 6º Reunião (SEST / SENAT**

Data: 11/11/2004 às 10:30h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Curso para condutores de veículos comerciais no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes.

### **1. Participantes**

Prof. Canale –USP

Juan C Horta – USP

Fábio Ortega – Ecovias

Vicente Kiss – Haldex

Maristela Alonso – Sest/Senat

Rubens F. dos Santos – Sest/Senat

### **2. Assuntos Tratados**

2.1 – Conforme ata anterior, o grupo de estudos verificou a necessidade de um treinamento específico para os motoristas de veículos comerciais. Para tanto foram propostos 05 Módulos:

- **Módulo I: Sistema Anchieta-Imigrantes**
- **Módulo II: Direção Defensiva**
- **Módulo III: Operação na Serra**
- **Módulo IV: Manutenção Veicular**
- **Módulo V: Meio Ambiente**

2.2 – Para o desenvolvimento dos Módulos, seguem as providências necessárias:

- **Módulo I: Sistema Anchieta-Imigrantes**  
Concluído !!!

- **Módulo II: Direção Defensiva**  
Concluído !!!
  
- **Módulo III: Operação na Serra**  
Concluído !!!
  
- **Módulo IV: Manutenção Veicular**  
Concluído !!!
  
- **Módulo V: Meio Ambiente**  
Concluído !!!

2.3 – Durante a reunião (23/09) foi fornecido ao Sest/Senat folhetos institucionais da Ecovias, bem como, os pontos críticos do Sistema Anchieta-Imigrantes, estatística de acidentes, influência das bicicletas e trechos urbanos, comportamento do tráfego durante finais de semana e feriados, procedimentos operacionais em condições adversas e neblina, suprimindo a necessidade de material para desenvolvimento dos Módulos I e II, conforme descrito no item 2.2;

2.4 – Durante a reunião (14/10) foi fornecido para o Sest/Senat a relação das legislações ambientais que regem o Parque Estadual da Serra do Mar e as áreas de preservação ambiental no Sistema Anchieta-Imigrantes, além de informações operacionais e procedimentos de emergência, destacando as principais ações quanto ao impacto ambiental da descida de veículos comerciais no Sistema, suprimindo a necessidade de material para desenvolvimento dos Módulos V, conforme descrito no item 2.2;

2.5 – Na reunião (14/10), foi fornecido pelo Prof. Canale a minuta de regulamentação proposta pelo Grupo de Estudo para descida de veículos comerciais, conforme solicitado pelo Sest/Senat. Em contato com a National Geographic, o Prof. Canale informou que conseguiu uma cópia do documentário

do acidente no Mont Blanc para utilização pelo Sest/Senat no treinamento dos condutores, suprimindo a necessidade de material para desenvolvimento dos Módulos III, conforme descrito no item 2.2;

2.6 – Conforme solicitado pelo Sest/Senat, foi realizado em (11/11) uma inspeção técnica nos veículos comerciais que utilizam o Posto de Pesagem do km 28,5 da pista Sul da rodovia dos Imigrantes, com acompanhamento dos Técnicos e Engenheiros da Haldex do Brasil que forneceram informações importante para inspeção dos veículos comerciais e auxiliaram os instrutores do Sest/Senat na elaboração do Modulo IV, conforme item 2.2;

2.7 – O Prof. Canale forneceu para o Sest/Senat material sobre retardador hidráulico da Voit para auxílio no material a ser elaborado para o curso dos condutores.

2.8 – Participou da reunião o Sr. Marcelo Sumares da empresa (Telma) que forneceu informações e material sobre retardador eletromagnético utilizado pela Telma em veículos comerciais.

### **3. Próxima Reunião**

A próxima reunião agendada para 5º Feira dia 11/11/2004, às 10:30h na sede da Ecovias.

Local: Rodovia dos Imigrantes km 28,5 – Jd. Represa – S.B.C – (ao lado da Balança).

## ATA – 7º Reunião (SEST / SENAT)

Data: 12/01/2005 às 10:30h

Local: ECOVIAS

**ASSUNTO:** Curso para condutores de veículos comerciais no trecho de serra da Rodovia dos Imigrantes.

### 1. Participantes

Prof. Canale –USP

Juan C Horta – USP

Fábio Ortega – Ecovias

Vicente Kiss – Haldex

Maristela Alonso – Sest/Senat

Rubens F. dos Santos – Sest/Senat

### 2. Assuntos Tratados

2.1 – Conforme ata anterior, o grupo de estudos verificou a necessidade de um treinamento específico para os motoristas de veículos comerciais. Para tanto foram propostos 05 Módulos:

- **Módulo I: Sistema Anchieta-Imigrantes**
- **Módulo II: Direção Defensiva**
- **Módulo III: Operação na Serra**
- **Módulo IV: Manutenção Veicular**
- **Módulo V: Meio Ambiente**

2.2 – Para o desenvolvimento dos Módulos, seguem as providências necessárias:

- **Módulo I: Sistema Anchieta-Imigrantes**  
Concluído !!!

- **Módulo II: Direção Defensiva**  
Concluído !!!
  
- **Módulo III: Operação na Serra**  
Concluído !!!
  
- **Módulo IV: Manutenção Veicular**  
Concluído !!!
  
- **Módulo V: Meio Ambiente**  
Concluído !!!

2.3 – Durante a reunião (23/09) foi fornecido ao Sest/Senat folhetos institucionais da Ecovias, bem como, os pontos críticos do Sistema Anchieta-Imigrantes, estatística de acidentes, influência das bicicletas e trechos urbanos, comportamento do tráfego durante finais de semana e feriados, procedimentos operacionais em condições adversas e neblina, suprimindo a necessidade de material para desenvolvimento dos Módulos I e II, conforme descrito no item 2.2;

2.4 – Durante a reunião (14/10) foi fornecido para o Sest/Senat a relação das legislações ambientais que regem o Parque Estadual da Serra do Mar e as áreas de preservação ambiental no Sistema Anchieta-Imigrantes, além de informações operacionais e procedimentos de emergência, destacando as principais ações quanto ao impacto ambiental da descida de veículos comerciais no Sistema, suprimindo a necessidade de material para desenvolvimento dos Módulos V, conforme descrito no item 2.2;

2.5 – Na reunião (14/10), foi fornecido pelo Prof. Canale a minuta de regulamentação proposta pelo Grupo de Estudo para descida de veículos comerciais, conforme solicitado pelo Sest/Senat. Em contato com a National Geographic, o Prof. Canale informou que conseguiu uma cópia do documentário



do acidente no Mont Blanc para utilização pelo Sest/Senat no treinamento dos condutores, suprimindo a necessidade de material para desenvolvimento dos Módulos III, conforme descrito no item 2.2;

2.6 – Conforme solicitado pelo Sest/Senat, foi realizado em (11/11) uma inspeção técnica nos veículos comerciais que utilizam o Posto de Pesagem do km 28,5 da pista Sul da rodovia dos Imigrantes, com acompanhamento dos Técnicos e Engenheiros da Haldex do Brasil que forneceram informações importante para inspeção dos veículos comerciais e auxiliaram os instrutores do Sest/Senat na elaboração do Modulo IV, conforme item 2.2;

2.7 – O Prof. Canale forneceu para o Sest/Senat material sobre retardador hidráulico da Voit para auxílio no material a ser elaborado para o curso dos condutores.

2.8 – Participou da reunião o Sr. Marcelo Sumares da empresa (Telma) que forneceu informações e material sobre retardador eletromagnético utilizado pela Telma em veículos comerciais.

2.9 – Após a verificação de todo o material fornecido e checado as pendências quanto a solicitação do Sest/Senat para elaboração do treinamento para os condutores de veículos comerciais no trecho de serra da rodovia dos Imigrantes, foi apresentado pelo Sest/Senat a grade do curso e a carga horária de cada módulo, devendo o condutor realizar todos os módulos para estar apto para conduzir o veículo na descida da serra da Imigrantes.

2.10 – O Sest/Senat, em posse de todo o material fornecido, irá trabalhar na preparação da cartilha do condutor e preparação para o treinamento dos condutores.

### **3. Próxima Reunião**

Á Definir.

## **APÊNDICE 3**

### **MANUAL DO MOTORISTA**

## MANUAL DO MOTORISTA

(Disponível para venda como publicação da EESC-USP ou ver em Volume 3 da versão em papel do Relatório Final que está com os autores)

## **APÊNDICE 4**

### **ESTUDO SOBRE OS EIXOS LEVANTADOS**

## ESTUDO SOBRE OS EIXOS LEVANTADOS

(ver em Volume 3 da versão em papel do Relatório Final que está com os autores)