PAULO TOMAZ PELLEGRINI

**CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DAS DISTÂNCIAS
DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM PARA RODOVIAS
BIDIRECIONAIS
COM DUAS FAIXAS DE TRÁFEGO**

Dissertação apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para obtenção
do Título de Mestre em Engenharia

**São Paulo
2006**

PAULO TOMAZ PELLEGRINI

**CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DAS DISTÂNCIAS
DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM PARA RODOVIAS
BIDIRECIONAIS
COM DUAS FAIXAS DE TRÁFEGO**

Dissertação apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para obtenção
do Título de Mestre em Engenharia

Área de Concentração:
Engenharia de Transportes

Orientador:
Prof. Dr. Felipe Issa Kabbach Jr.

**São Paulo
2006**

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 27 de junho de 2006.

Assinatura do autor

Assinatura do orientador.

*Para meus pais;
Para Elaine
e Giovanna*

RESUMO

Parcela expressiva do transporte de cargas e de passageiros é realizada atualmente no Brasil pelo modo rodoviário, sendo que mais de 90% da malha viária federal é composta por rodovias bidirecionais com duas faixas de tráfego. A necessidade de manobras de ultrapassagem neste tipo de rodovia é bastante comum e a falta de oportunidades para que elas se realizem pode comprometer a eficiência operacional e condições gerais e específicas de segurança ao longo da via. O principal parâmetro de projeto relacionado às manobras de ultrapassagem é a **Distância de Visibilidade de Ultrapassagem (DVU)**. Hoje há critérios distintos para a fixação dos valores mínimos de projeto para este parâmetro: a DVU dimensionada pelo *critério geométrico* é aplicada no desenvolvimento do projeto de geometria da rodovia e a DVU dimensionada pelo *critério de sinalização* é utilizada no projeto de sinalização da via. Os valores mínimos de DVU recomendados diferem bastante de um critério para outro, assim como as considerações pertinentes ao dimensionamento dos mesmos. No Brasil as referências para os valores estabelecidos são o Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais e o Manual de Sinalização Rodoviária, ambos publicados em 1999 pelo extinto DNER (atual DNIT). Quando se considera, por um lado, que as metodologias para estabelecimento dos mencionados valores mínimos são fundamentadas em estudos e pesquisas de campo realizados nos Estados Unidos na primeira metade do século passado e, por outro lado, o avanço das características técnicas das rodovias e dos veículos em circulação bem como as alterações ocorridas no comportamento dos motoristas ao longo das últimas décadas, torna-se evidente a necessidade de revisão de tais metodologias. Considerando sua aplicação às rodovias brasileiras, julga-se conveniente o desenvolvimento de pesquisas sobre a realização de manobras de ultrapassagens na malha viária nacional, com o objetivo de verificar se os valores da DVU atualmente em uso são adequados. Neste sentido, este trabalho apresenta uma análise crítica dos principais modelos e critérios hoje adotados no país e no Exterior, com base em ampla pesquisa bibliográfica e no levantamento de dados relacionados a manobras de ultrapassagem observadas em três rodovias do Estado de São Paulo, assim como a proposição de modelos alternativos para a definição de valores mínimos para a DVU segundo o *critério geométrico* e o *critério de sinalização*.

ABSTRACT

Today, most of the transportation in Brazil – of both people and goods - uses the country's highway system. Two-lane highways represent over 90% of the federal highway network. Passing maneuvers are often required on such highways and the lack of opportunities may compromise operational efficiency and safety conditions. Passing Sight Distance (PSD) is the key project parameter related to passing maneuvers. Today, there are two different methods to establish minimum PSD design values: the geometric criteria, which are used highway on geometric design, and the signaling criteria, used to mark pavement surface. Minimum PSD values recommended by geometric criteria and signaling criteria are often very different, as well as the assumptions on which these models are based. In Brazil the references adopted are the Highway Design Manual for Rural Highways (*Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais*) and the Highway Signaling Manual (*Manual de Sinalização Rodoviária*), both published in 1999 by DNER (today called DNIT). Considering that the recommended values are based on field studies carried out in the United States in the first half of the 20th century, it is clear that these criteria must be reviewed, specially taking into account the technical advances of highways and vehicles, as well as the changes occurred in driving behavior over the last decades. Considering the application to Brazilian highways, it is important to research passing maneuvers through national roads in order to verify the adequacy of PSD values adopted. Therefore, this work presents a critical analysis of major models used today in Brazil and abroad, based on extensive bibliographical research and on field studies related to passing maneuvers in three highways in São Paulo State. New models to determine minimum PSD values are also proposed for both geometric and signaling criteria.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
LISTA DE FIGURAS E FOTOS	viii
LISTA DE QUADROS E TABELAS	xiv
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	xvii
1. INTRODUÇÃO	001
1.1. Apresentação	001
1.2. Critérios de Projeto Para Estabelecimento da DVU – Distância de Visibilidade de Ultrapassagem	003
1.3. Objetivo do Trabalho	004
1.4. Organização do Trabalho	005
2. ASPECTOS GERAIS	006
2.1. Classificação das Rodovias	006
2.1.1. Classificação Funcional	006
2.1.2. Classificação Técnica	008
2.2. Velocidade	012
2.3. Capacidade	018
2.3.1. Classificação das Rodovias de Pista Simples, de acordo com o HCM	018
2.3.2. Parâmetros para Determinação dos Níveis de Serviço Ofertados	019
2.3.3. Níveis de Serviço	020
2.3.4. Definição do Nível de Serviço Ofertado	022
2.3.5. Metodologia para Determinação do Nível de Serviço Ofertado	023
2.4. Distâncias de Visibilidade	024
2.4.1. Aspectos Gerais	024
2.4.2. Distância de Visibilidade de Parada (DVP)	027
2.4.3. Distância de Visibilidade para Tomada de Decisão (DVTD)	031

2.4.4. Distância de Visibilidade de Ultrapassagem (DVU)	032
2.5. A Sinalização Aplicável às Manobras de Ultrapassagem	035
3. MANOBRAS DE ULTRAPASSAGEM E CRITÉRIOS PARA A FIXAÇÃO DE VALORES MÍNIMOS PARA A DVU EM RODOVIAS DE PISTA SIMPLES	038
3.1. Aspectos Legais e Regulamentares de Trânsito	039
3.2. Tipos de Manobra de Ultrapassagem	042
3.3. Fases Básicas da Manobra de Ultrapassagem	043
3.3.1. Fase 1 – Aproximação / Início da Manobra de Ultrapassagem	043
3.3.2. Fase 2 – Ultrapassagem – Ocupação da Faixa da Esquerda	044
3.3.3. Fase 3 - Conclusão da Manobra / Ultrapassagem ou Retorno à Faixa da Direita atrás do Veículo Lento	044
3.4. Características Adicionais da Manobra de Ultrapassagem	045
3.4.1. Principais Parâmetros Envolvidos na Manobra de Ultrapassagem	045
3.4.2. Efeito das Rampas (Greide Longitudinal) sobre a DVU	047
3.4.3. Frequência e Comprimento dos Trechos de Ultrapassagem	048
3.4.4. Aspectos relacionados à Capacidade e ao Nível de Serviço ofertado pela Rodovia de Pista Simples	048
3.4.5. Acidentes	049
3.5. Definição de Trechos com Ultrapassagem Proibida	050
3.6. Medidas para Melhoria das Condições para Realização de Manobras de Ultrapassagem	054
3.6.1. Aspectos Gerais	054
3.6.2. Faixas Adicionais em Aclives	055
3.6.3. Faixas de Ultrapassagem	058
3.6.4. Baías de Ultrapassagem	060
3.6.5. Conversão do Acostamento em Faixa de Rolamento	061
3.7. Critérios de Projeto para a Fixação de Valores para a DVU	063
3.7.1. Critérios de Sinalização	064

3.7.2. Critério Geométrico	070
3.8. Estudos e Pesquisas para Desenvolvimento de Modelos para a Fixação de Valores Mínimos para a DVU	078
3.8.1. Van Valkenburg e Michael (1971)	078
3.8.2. Weaver e Glennon (1972)	079
3.8.3. Harwood e Glennon (1976)	080
3.8.4. Lieberman (1982)	081
3.8.5. Saito (1984)	082
3.8.6. Glennon (1988)	084
3.8.7. Harwood e Glennon (1989)	086
3.8.8. Rillet et al (1990)	087
3.8.9. Machado Netto e Setti (1994)	090
3.8.10. Hassan, Easa e Halim (1996)	091
3.8.11. Lamm (1999)	094
3.8.12. Polus, Livneh e Frischer (2000)	095
3.9. Quadro Comparativo de Recomendações de Normas de Diversos Países para o Critério Geométrico	098
3.9.1. Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais - Brasil	101
3.9.2. <i>National Association of Australian State Roads</i> - NAASRA - Austrália	102
3.9.3. Inglaterra	103
3.9.4. Áustria, Alemanha e Grécia	104
3.9.5. Junta Autónoma de Estradas (JAE) - Portugal	104
3.10. Quadro Comparativo de Valores para a DVU Mínima em Diversos Países para o Critério de Sinalização	105
3.11. Análise Crítica dos Critérios e Modelos para Fixação de Valores Mínimos para a DVU	108
4. ESTUDO DE CASO	114
4.1. Metodologia para a Realização dos Levantamentos de Campo	114
4.1.1. Parâmetros para Análise	115
4.1.2. Equipamento para Coleta de Dados	115
4.1.3. Postos de Observação	115

4.1.4. Tabulação dos Dados para Análise	116
4.1.5. Cálculo das Velocidades	117
4.2. Rodovias e Trechos Seleccionados	119
4.2.1. Critérios de Seleção Utilizados e Identificação dos Trechos Seleccionados	119
4.3. Dados Coletados e Cálculo das Velocidades	131
4.4. Análise das Observações	132
4.4.1. Considerações Gerais	132
4.4.2. Velocidades dos Veículos (Rápido, Lento e em Sentido Oposto)	134
4.4.3. Diferença de Velocidades entre o Veículo Rápido e o Veículo Lento	149
4.4.4. Tempo de Permanência do Veículo Rápido na Faixa da Esquerda	158
4.4.5. Tempo de Separação entre os Veículos Rápidos e os Veículos em Sentido Oposto ao Final da Manobra de Ultrapassagem	168
4.4.6. Respeito à Sinalização	176
4.4.7. Resumo com as Principais Conclusões das Análises Realizadas	185
4.5. Análise de Correlação entre os Parâmetros	188
5. PROPOSIÇÃO DE MODELOS ALTERNATIVOS	190
5.1. Comparação dos Resultados das Observações com o Modelo Proposto pela AASHTO	190
5.2. Proposição de Modelos Alternativos para a Fixação de Valores Mínimos para a DVU	196
5.2.1. Método Alternativo para o Critério de Sinalização	197
5.2.2. Método Alternativo para o Critério Geométrico	200
5.3. Comentários Finais e Recomendações	204
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	204
7. LISTA DE REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	207

ANEXOS**ANEXO A – OBSERVAÇÕES REFERENTES À SP-270****ANEXO B – OBSERVAÇÕES REFERENTES À SP-332****ANEXO C – OBSERVAÇÕES REFERENTES À SP-354**

LISTA DE FIGURAS E FOTOS

Figura 2.1.	Níveis de Mobilidade e Acessibilidade	008
Figura 2.2.	Curva de Frequências Acumuladas	015
Figura 2.3.	Taxa de Ocorrência de Acidentes em Função da Visibilidade	026
Figura 2.4.	Sinal R7 – Proibido Ultrapassar	036
Figura 2.5.	Sinalização Horizontal para Rodovias de Pista Simples	037
Figura 3.1.	Fases Básicas da Manobra de Ultrapassagem – Esquema Simplificado	043
Figura 3.2.	Verificação da Visibilidade Disponível em Perfil	051
Figura 3.3.	Verificação da Visibilidade Disponível em Planta e Perfil	052
Figura 3.4.	Configurações de Faixas para Rodovias de Pista Simples	056
Figura 3.5.	Redução do Atraso com a Implantação de Faixa de Ultrapassagem	059
Figura 3.6.	Velocidade na Faixa de Ultrapassagem	059
Foto 3.1.	Acostamentos Convertidos em Faixas Auxiliares na Rodovia dos Tamoios (SP-099)	062
Foto 3.2.	Velocidades Regulamentares para a Faixa de Rolamento e para a Faixa Auxiliar	062
Figura 3.7.	Conceitos de Segmento de Ultrapassagem de Comprimento Estendido e Reduzido	066
Figura 3.8.	Fases da Manobra de Ultrapassagem – Modelo Proposto pela AASHTO	070
Figura 3.9.	Distâncias Necessárias para Interrupção da Manobra de Ultrapassagem	083
Figura 3.10.	DVU Mínima para Sinalização	088
Figura 3.11.	DVU mínima para Projeto	088
Figura 3.12.	DVU necessária para Projeto	092
Figura 3.13.	Curvas de Frequências Acumuladas para a Diferença de Velocidades entre VR e VL, considerando Ultrapassagens Sobre Veículos de Passeio e Sobre Caminhões	097
Figura 3.14.	Etapas da Manobra de Ultrapassagem	098
Figura 3.15.	Valores Mínimos para a DVU	110

Figura 4.1.	Posição do Veículo Rápido para Medição do Tempo de Permanência na Faixa da Esquerda	116
Figura 4.2.	Medição do Tempo de Separação entre o Veículo Rápido e o Veículo que se Aproxima em Sentido Oposto ao Final da Manobra de Ultrapassagem	117
Figura 4.3.	Cálculo da Velocidade Média	117
Figura 4.4.	Mapa de Localização	121
Figura 4.5.	Planta, Perfil e Segmentos com Ultrapassagem Proibida – Segmento nº 1 – SP-270 – km 51,0	122
Figura 4.6.	Seção Transversal Típica – Segmento nº 1 – SP-270 – km 51,0	122
Foto 4.1.	Segmento nº 1 – SP-270 – km 51,0 – Vista do Sentido São Roque	123
Foto 4.2.	Segmento nº 1 – SP-270 – km 51,0 – Vista do Sentido Cotia	123
Figura 4.7.	Espaçamento entre os Elementos de Sinalização - Segmento nº 1 – SP-270 – km 51,0	124
Figura 4.8.	Planta, Perfil e Segmentos com Ultrapassagem Proibida – Segmento nº 2 – SP-332 – km 49,5	125
Figura 4.9.	Seção Transversal Típica – Segmento nº 2 – SP-332 – km 49,5	125
Foto 4.3.	Segmento nº 2 – SP-332 – km 49,5 – Vista do Sentido Jundiaí	126
Foto 4.4.	Segmento nº 2 – SP-332 – km 49,5 – Vista do Sentido Caieiras	126
Figura 4.10.	Espaçamento entre os Elementos de Sinalização - Segmento nº 2 – SP-332 – km 49,5	127
Figura 4.11.	Planta, Perfil e Segmentos com Ultrapassagem Proibida – Segmento nº 3 – SP-354 – km 43,0	128
Figura 4.12.	Seção Transversal Típica – Segmento nº 3 – SP-354 – km 43,0	128

Foto 4.5.	Segmento nº 3 – SP-354 – km 43,0 – Vista do Sentido SP-330	129
Foto 4.6.	Segmento nº 3 – SP-354 – km 43,0 – Vista do Sentido Campo Limpo Paulista	128
Figura 4.13.	Espaçamento entre os Elementos de Sinalização - Segmento nº 3 – SP-354 – km 43,0	130
Figura 4.14.	Velocidades dos Veículos VR, VL e VO para as Três Rodovias (SP-270, SP-332 e SP-354)	135
Figura 4.15.	Velocidades dos Veículos VR, VL e VO para as Rodovias SP-270, SP-332 e SP-354	136
Figura 4.16.	Velocidades dos Veículos VR, VL e VO para a Rodovia SP-270	137
Figura 4.17.	Velocidades dos Veículos VR, VL e VO para a Rodovia SP-332	137
Figura 4.18.	Velocidades dos Veículos VR, VL e VO para a Rodovia SP-354	138
Figura 4.19.	Velocidades dos Veículos VR, VL e VO para a Rodovia SP-270	139
Figura 4.20.	Velocidades dos Veículos VR, VL e VO para a Rodovia SP-332	139
Figura 4.21.	Velocidades dos Veículos VR, VL e VO para a Rodovia SP-354	140
Figura 4.22.	Velocidades dos Veículos VR, VL e VO para todas as Rodovias de acordo com o Tipo de Manobra	141
Figura 4.23.	Velocidades dos Veículos Rápidos para Manobras com Início Atrasado	142
Figura 4.24.	Velocidades dos Veículos Rápidos para Manobras Rápidas	142
Figura 4.25.	Velocidades dos Veículos Lentos para Manobras com Início Atrasado	143
Figura 4.26.	Velocidades dos Veículos Lentos para Manobras Rápidas	143
Figura 4.27.	Velocidades dos Veículos Rápidos de acordo com o Tipo de Veículo Ultrapassado	144

Figura 4.28.	Velocidades dos Veículos Rápidos na SP-270 de Acordo com o Tipo de Veículo Ultrapassado	145
Figura 4.29.	Velocidades dos Veículos Rápidos na SP-332 de Acordo com o Tipo de Veículo Ultrapassado	146
Figura 4.30.	Velocidades dos Veículos Rápidos na SP-354 de Acordo com o Tipo de Veículo Ultrapassado	146
Figura 4.31.	Velocidades dos Veículos Rápidos de Acordo com a Presença de Veículo em Sentido Oposto	147
Figura 4.32.	Velocidades dos Veículos Lentos de Acordo com a Presença de Veículo em Sentido Oposto	148
Figura 4.33.	Diferença de Velocidades entre os Veículos Rápidos e os Veículos Lentos	150
Figura 4.34.	Diferença de Velocidades entre os Veículos Rápidos e Lentos de Acordo com o Sentido de Circulação	151
Figura 4.35.	Diferença de Velocidades entre os Veículos Rápidos e Lentos de Acordo com o Sentido de Circulação e o Tipo de Manobra	152
Figura 4.36.	Diferença de Velocidades entre os Veículos Rápidos e Lentos de Acordo com o Tipo de Veículo Ultrapassado	153
Figura 4.37.	Diferença de Velocidades entre os Veículos Rápidos e Lentos de Acordo com o Tipo de Veículo Ultrapassado – SP-270	154
Figura 4.38.	Diferença de Velocidades entre os Veículos Rápidos e Lentos de Acordo com o Tipo de Veículo Ultrapassado – SP-332	155
Figura 4.39.	Diferença de Velocidades entre os Veículos Rápidos e Lentos de Acordo com o Tipo de Veículo Ultrapassado – SP-354	155
Figura 4.40.	Diferença de Velocidades entre os Veículos Rápidos e Lentos de Acordo com a Presença de Veículo em Sentido Oposto	156
Figura 4.41.	Diferença de Velocidades entre os Veículos Rápidos e Lentos de Acordo com o Tipo de Veículo em Sentido Oposto	157
Figura 4.42.	Tempo de Permanência do Veículo Rápido na Faixa da Esquerda – Todas as Observações	159
Figura 4.43.	Tempo de Permanência do Veículo Rápido na Faixa da Esquerda – de Acordo com a Rodovia	159

Figura 4.44.	Tempo de Permanência do Veículo Rápido na Faixa da Esquerda – de Acordo com a Rodovia e o Sentido de Circulação	160
Figura 4.45.	Tempo de Permanência do Veículo Rápido na Faixa da Esquerda – de Acordo com o Tipo de Manobra	161
Figura 4.46.	Tempo de Permanência do Veículo Rápido na Faixa da Esquerda – de Acordo com o Tipo de Manobra e a Rodovia	162
Figura 4.47.	Tempo de Permanência do Veículo Rápido na Faixa da Esquerda – de Acordo com o Tipo de Veículo Ultrapassado	163
Figura 4.48.	Tempo de Permanência do Veículo Rápido na Faixa da Esquerda de Acordo com o Tipo de Veículo Ultrapassado - SP-270	164
Figura 4.49.	Tempo de Permanência do Veículo Rápido na Faixa da Esquerda de Acordo com o Tipo de Veículo Ultrapassado - SP-332	164
Figura 4.50.	Tempo de Permanência do Veículo Rápido na Faixa da Esquerda de Acordo com o Tipo de Veículo Ultrapassado - SP-354	165
Figura 4.51.	Tempo de Permanência do Veículo Rápido na Faixa da Esquerda de Acordo com a Presença de Veículo em Sentido Oposto	165
Figura 4.52.	Tempo de Permanência do Veículo Rápido na Faixa da Esquerda de Acordo com a Presença de Veículo em Sentido Oposto e a Rodovia	166
Figura 4.53.	Tempo de Permanência do Veículo Rápido na Faixa da Esquerda de Acordo com o Tipo de Veículo em Sentido Oposto	167
Figura 4.54.	Tempo de Permanência do Veículo Rápido na Faixa da Esquerda de Acordo com o Tipo de Veículo em Sentido Oposto e a Rodovia	167
Figura 4.55.	Tempo de Separação entre o Veículo Rápido e o Veículo em Sentido Oposto	169

Figura 4.56.	Tempo de Separação entre o Veículo Rápido e o Veículo em Sentido Oposto considerando o Sentido de Circulação do Fluxo de Tráfego	170
Figura 4.57.	Tempo de Separação entre o Veículo Rápido e o Veículo em Sentido Oposto considerando o Tipo de Manobra	171
Figura 4.58.	Tempo de Separação entre o Veículo Rápido e o Veículo em Sentido Oposto considerando o Tipo de Veículo Ultrapassado	172
Figura 4.59.	Tempo de Separação entre o Veículo Rápido e o Veículo em Sentido Oposto considerando o Tipo de Veículo Ultrapassado – SP-270	173
Figura 4.60.	Tempo de Separação entre o Veículo Rápido e o Veículo em Sentido Oposto considerando o Tipo de Veículo Ultrapassado – SP-332	173
Figura 4.61.	Tempo de Separação entre o Veículo Rápido e o Veículo em Sentido Oposto considerando o Tipo de Veículo Ultrapassado – SP-354	174
Figura 4.62.	Tempo de Separação entre o Veículo Rápido e o Veículo em Sentido Oposto considerando o Tipo de Veículo em Sentido Oposto	175
Figura 5.1.	DVU Mínima – Critério Proposto para Sinalização	199
Figura 5.2.	DVU mínima – Critério Geométrico	203

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 2.1.	Classificação Técnica das Rodovias	009
Tabela 2.2.	Principais Parâmetros de Projeto	011
Tabela 2.3.	Velocidade Diretriz de acordo com a Classe de Projeto e o Tipo de Relevo da Região Atravessada	014
Tabela 2.4.	Níveis de Serviço para Rodovias de Pista Simples - Classe I (HCM)	022
Tabela 2.5.	Níveis de Serviço para Rodovias de Pista Simples – Classe II (HCM)	023
Tabela 2.6.	Altura do Objeto em Função da Velocidade de Operação	029
Quadro 3.1.	Distribuição de Acidentes Relacionados às Manobras de Ultrapassagem em três Estados Norte-Americanos	049
Tabela 3.1.	Valores Mínimos para a DVU – Critérios Geométrico e de Sinalização	063
Tabela 3.2.	Valores Mínimos para a DVU – Critérios de Sinalização	065
Tabela 3.3.	Valores Mínimos para a DVP e a DVU	068
Tabela 3.4.	Valores Básicos Considerados para a Dedução da DVU Mínima – MUTCD	068
Tabela 3.5.	Parâmetros para Detreminação da DVU – Modelo Proposto pela AASHTO	073
Tabela 3.6.	Cálculo das Parcelas da DVU e Velocidades Consideradas no Modelo adotado no <i>Green Book</i>	074
Tabela 3.7.	DVU Mínima, segundo Van Valkenburg e Michael	079
Tabela 3.8.	DVU Mínima, segundo Weaver e Glennon	080
Tabela 3.9.	DVU Mínima, segundo Harwood e Glennon	081
Tabela 3.10.	DVU Mínima, segundo Lieberman	082
Tabela 3.11.	DVU Mínima, segundo Saito	084
Tabela 3.12.	Diferença de Velocidade entre o Veículo Rápido e o Veículo Lento	085
Tabela 3.13.	Valores Mínimos para a DVU – Glennon	086
Tabela 3.14.	Valores Mínimos para a DVU – Harwood e Glennon	086
Tabela 3.15.	DVU – Rillet et al	089

Tabela 3.16.	Valores Mínimos para a DVU – Machado Netto e Setti	091
Tabela 3.17.	DVU Mínima, segundo Hassan, Easa e Halim	093
Tabela 3.18.	DVU Mínima, segundo Lamm	094
Tabela 3.19.	Valores Mínimos para a DVU em Diversos Países	100
Tabela 3.20.	Valores Mínimos para a Definição de Segmentos com Ultrapassagem Proibida – Critério de Sinalização	105
Tabela 3.21.	Alturas Consideradas para Verificação da DVU Disponível - Critérios Geométrico e de Sinalização	106
Tabela 3.22.	Distância Mínima entre Segmentos com Ultrapassagem Proibida	107
Tabela 4.1.	Localização dos Postos de Observação	120
Tabela 4.2.	Datas dos Levantamentos e Número de Observações	131
Tabela 4.3.	Número de Observações – Velocidades dos Veículos	134
Tabela 4.4.	Número de Observações – Diferenças de Velocidades entre o Veículo Rápido e o Veículo Lento	149
Tabela 4.5.	Número de Observações – Tempo de Permanência do Veículo Rápido na Faixa da Esquerda	158
Tabela 4.6.	Número de Observações – Tempo de Separação entre o Veículo Rápido e Veículo em Sentido Oposto ao Final da Manobra de Ultrapassagem	168
Tabela 4.7.	Respeito à Sinalização de Acordo com o Sentido de Circulação	177
Tabela 4.8.	Respeito à Sinalização de Acordo com o Sentido de Circulação (%)	177
Tabela 4.9.	Respeito à Sinalização de Acordo com o Tipo de Manobra	179
Tabela 4.10.	Respeito à Sinalização de Acordo com o Tipo de Manobra (%)	179
Tabela 4.11.	Respeito à Sinalização de Acordo com o Tipo de Veículo Ultrapassado	180
Tabela 4.12.	Respeito à Sinalização de Acordo com o Tipo de Veículo Ultrapassado (%)	181
Tabela 4.13.	Respeito à Sinalização de Acordo com a Presença de Veículo em Sentido Oposto	182
Tabela 4.14.	Respeito à Sinalização de Acordo com a Presença de Veículo em Sentido Oposto (%)	182

Tabela 4.15.	Respeito à Sinalização de Acordo com o Tipo de Veículo em Sentido Oposto	183
Tabela 4.16.	Respeito à Sinalização de Acordo com o Tipo de Veículo em Sentido Oposto (%)	184
Quadro 4.1.	Análise de Correlação entre Parâmetros	188
Tabela 4.17.	Valores de R^2 de Acordo com o Tipo de Veículo Ultrapassado	189
Tabela 5.1.	Tempo de Permanência do Veículo Rápido na Faixa da Esquerda para o 80º e o 90º percentis das observações realizadas	192
Tabela 5.2.	Tempo de Separação entre o Veículo Rápido e o Veículo em Sentido Oposto ao Final da Manobra de Ultrapassagem, referente ao 90º percentil das observações realizadas	193
Tabela 5.3.	Valores Mínimos para a DVU – Sinalização	198
Tabela 5.4.	Valores Mínimos para a DVU – Critério Geométrico	202

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AASHO	<i>American Association of State Highway Officials</i>
AASHTO	<i>American Association of Highway and Transportation Officials</i>
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes
DVP	Distância de Visibilidade de Parada
DVTD	Distância de Visibilidade para Tomada de Decisão
DVU	Distância de Visibilidade para a Realização de Manobras de Ultrapassagem
FHWA	<i>Federal Highway Administration</i>
<i>Green Book</i>	nome popular utilizado no Brasil para o manual <i>A Policy On Geometric Design of Highways and Streets</i> publicado pela AASHTO
HCM	<i>Highway Capacity Manual</i>
ITE	<i>Institute of Transportation Engineers</i>
JAE	Junta Autônoma de Estradas
MUTCD	<i>Manual on Uniform Traffic Control and Devices fo Highways and Streets</i>
NAASRA	<i>National Association of Australian State Roads</i>
NCHRP	<i>National Cooperative Highway Research Program</i>
TRB	<i>Transportation Research Board</i>
VL	Veículo Lento (a ser ultrapassado)
VO	Veículo que se aproxima em sentido oposto (pela faixa de esquerda, quando da realização de manobra de ultrapassagem)
VR	Veículo Rápido (que deseja ultrapassar o veículo VL)

1. INTRODUÇÃO

1.1. APRESENTAÇÃO

Hoje, no Brasil, a maior parte do transporte de passageiros e de cargas ocorre por meio das rodovias, sendo estas responsáveis por 63% do transporte de mercadorias (em tonelada - km) e 95% da movimentação de pessoas. Destes totais, 70% dos fluxos ocorrem nas rodovias federais, de acordo com informações da Associação Brasileira de Engenheiros Rodoviários publicadas em 2006.

Parcela expressiva da malha rodoviária nacional é composta por rodovias bidirecionais com duas faixas de tráfego, também denominadas rodovias de pista simples, onde os fluxos de tráfego de sentidos opostos são separados apenas por faixa demarcatória pintada sobre a superfície do pavimento.

De acordo com informações do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo (DER/SP), a malha rodoviária pavimentada do Estado de São Paulo sob sua jurisdição apresenta extensão de 12.038,43 km, sendo 10.956,78 (cerca de 91% do total) constituídos por rodovias de pista simples e os restantes 1.081,65 (cerca de 9% do total) de rodovias duplicadas (dados referentes ao ano de 2006).

A malha rodoviária federal sob jurisdição do Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes (DNIT) é composta por 50.887,00 km de rodovias dos quais 48.830,00 correspondem a rodovias de pista simples (96% do total) e 2.057,00 correspondem a rodovias duplicadas (4% do total).

De acordo com levantamentos realizados pelo extinto DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, atual DNIT), nos trechos com postos permanentes de contagem volumétrica mecanizada durante o ano de 1996, grande parte da frota que utiliza a malha rodoviária é composta por veículos comerciais, variando entre 55% e 39% (para volume diário médio de até 1.000 veículos e superior a 28.000 veículos, respectivamente).

Há também variação no perfil das velocidades praticadas pelos motoristas que, em conjunto com a participação de veículos comerciais pesados no fluxo de tráfego,

tornam comum a situação em que um veículo rápido tem de reduzir a velocidade ao alcançar um veículo lento e segui-lo enquanto aguarda oportunidade para tentar realizar a manobra de ultrapassagem em rodovias de pista simples.

A fim de que se evite a formação de comboios, ou pelotões, com veículos rápidos seguindo não voluntariamente os veículos lentos, é necessário que a rodovia apresente freqüentemente ao longo do seu desenvolvimento segmentos com distâncias de visibilidade adequadas de modo a permitir a realização de manobras de ultrapassagem. Este aspecto deve ser uma das prioridades quando da elaboração do projeto geométrico de rodovias de pista simples.

Mas apenas a existência de distâncias de visibilidade adequadas em certos trechos de via não é suficiente para que os veículos rápidos possam ultrapassar os veículos lentos, pois, como é necessário que o veículo rápido utilize a faixa da esquerda durante a manobra, torna-se indispensável a ocorrência de espaçamentos mínimos (brechas) no fluxo de tráfego oposto.

Quanto maiores os volumes de tráfego em uma rodovia de pista simples, menor será o aproveitamento das oportunidades oferecidas para a realização de manobras de ultrapassagem, mesmo que o segmento apresente condições geométricas, inclusive de visibilidade, adequadas.

A capacidade e o nível de serviço ofertado pela rodovia de pista simples são fortemente influenciados quando há restrições para a realização das manobras de ultrapassagem. Nessas condições, os veículos lentos causam atrasos e redução da velocidade média de viagem para os demais veículos, com perda da eficiência da operação da rodovia, da qualidade do nível de serviço ofertado e do aumento dos custos de deslocamento.

A manobra de ultrapassagem em rodovias de pista simples envolve aspectos técnicos, econômicos e sociais, pois a conduta dos motoristas decorre do seu nível de educação, no âmbito do grau de escolaridade, e conscientização quanto às responsabilidades e aos riscos envolvidos. O principal foco deste trabalho relaciona-se aos aspectos técnicos e às questões de engenharia pertinentes à fixação de critérios

e valores de projeto adequados para as distâncias de visibilidade de ultrapassagem no Brasil.

1.2. CRITÉRIOS DE PROJETO PARA ESTABELECIMENTO DA DVU – DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE ULTRAPASSAGEM

Atualmente, no Brasil, são empregados critérios fundamentados em normas, estudos e recomendações estrangeiros, tanto para o estudo de trechos com disponibilidade de DVU para elaboração do projeto de geometria da via (*critério geométrico*), quanto para regulamentação da realização das manobras de ultrapassagem (*critério de sinalização*) em rodovias de pista simples.

A principal referência para o critério geométrico no Brasil é o método descrito no Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, publicado em 1999 pelo extinto DNER (atual DNIT) que, essencialmente, trata-se de tradução do modelo descrito no manual *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*, conhecido também como “*Green Book*”, publicado em 1994 pela *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO).

O critério geométrico tem por objetivo estabelecer condições satisfatórias para a operação das rodovias de pista simples, buscando garantir frequência adequada de segmentos com condições para realização de ultrapassagens, otimizando a operação. Em geral, são utilizados modelos de realização das manobras de ultrapassagem para obtenção de valores mínimos para a DVU.

A velocidade de projeto é utilizada como parâmetro de referência no critério geométrico para determinação de valores mínimos para a DVU.

Quanto ao critério de sinalização, a referência no Brasil é o Manual de Sinalização Rodoviária, publicado também em 1999 pelo extinto DNER. Os valores mínimos para a DVU sugeridos neste manual são bastante próximos aos indicados no *Manual On Uniform Traffic Control and Devices* (MUTCD), cuja última edição foi publicada em 2003 pelo *Federal Highway Administration* (FHWA). O MUTCD considera a velocidade de operação como parâmetro básico para definição da DVU mínima, enquanto o *Green Book* considera a velocidade de projeto.

Tanto os critérios geométricos quanto os de sinalização são descritos em maiores detalhes no capítulo 3 deste trabalho.

1.3. OBJETIVO DO TRABALHO

O principal objetivo deste trabalho é estudar e analisar de maneira crítica as práticas utilizadas no meio rodoviário para o estabelecimento das distâncias mínimas de visibilidade de ultrapassagem para os projetos de geometria e de sinalização para as rodovias de pista simples.

Além do objetivo inicial, o escopo do trabalho contempla a obtenção de parâmetros relevantes sobre a realização das manobras de ultrapassagem nas rodovias brasileiras considerando que estas operações sofrem grande influência de fatores locais como aspectos comportamentais, características das rodovias e da frota de veículos em circulação. Para tanto foram realizadas pesquisas de campo em diferentes rodovias de pista simples.

A consideração de valores regionais para as variáveis associadas ao processo da manobra de ultrapassagem é de fundamental importância, considerando-se que os parâmetros hoje empregados são provenientes de estudos realizados em países estrangeiros que não necessariamente apresentam as mesmas condições aqui verificadas.

Os dados coletados foram objeto de tratamento para elaboração de análises críticas sendo que os parâmetros obtidos foram comparados aos propostos em normas, recomendações e estudos de diversos países, com o objetivo de verificar a adequação ou não em relação às observações realizadas.

A partir daí foi elaborada proposição de modelo alternativo para a fixação de valores mínimos para a DVU. Os dados obtidos foram comparados aos valores de Distâncias de Visibilidade (DVU) sugeridos em critérios para demarcação da superfície do pavimento (critério de sinalização) e para desenvolvimento do projeto de geometria da rodovia (critério geométrico), quando foi realizada nova análise crítica da qual resultaram as conclusões e recomendações finais deste trabalho.

1.4. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Além desta apresentação, o presente trabalho é composto por quatro outros capítulos.

Com o objetivo de estabelecer base homogênea de conceitos para o desenvolvimento da pesquisa, o capítulo 2 trata de aspectos gerais, mas diretamente relacionados ao tema do trabalho, como classificação das rodovias, velocidade, capacidade, distância de visibilidade e sinalização.

O capítulo 3 desenvolve o embasamento teórico para o estudo das manobras de ultrapassagem conceituando os principais componentes e estabelecendo parâmetros a serem estudados quando da coleta de dados. Neste capítulo são apresentados quadros comparativos de normas de diversos países para os critérios geométricos e de sinalização e apresentados os principais estudos e pesquisas desenvolvidos para o estabelecimento de valores mínimos para a DVU. Ao final é realizada análise crítica.

A metodologia para os levantamentos está contemplada no capítulo 4 que trata do estudo de caso. Neste capítulo são descritos os trechos selecionados para a coleta de dados, o tratamento aplicado às observações, as diversas análises realizadas e conclusões obtidas e o estudo de relacionamento entre os principais parâmetros.

O capítulo 5º traz análise comparativa entre os resultados obtidos e os parâmetros adotados em normas, estudos e recomendações, culminando com a proposição de modelo alternativo.

No último capítulo são apresentadas as conclusões e recomendações.

2. ASPECTOS GERAIS

Nos itens a seguir são apresentados temas e parâmetros relevantes para o objeto do presente trabalho, como classificação das rodovias, velocidade, capacidade e distância de visibilidade, dentre outros.

2.1. CLASSIFICAÇÃO DAS RODOVIAS

As rodovias podem ser classificadas de acordo com critérios técnicos, funcionais ou administrativos.

As classificações de ordem técnica relacionam-se às características geométricas necessárias para atingir determinados níveis de qualidade do serviço ofertado pelas rodovias, como raios das curvas horizontais, comprimentos das curvas verticais, declividades longitudinais das rampas, larguras das faixas de rolamento e dos acostamentos e distâncias de visibilidade. Em muitos casos, as características das rodovias podem ser condicionadas por fatores específicos, como os custos de implantação.

A classificação administrativa justifica-se pelas necessidades de gestão, financiamento, planejamento, construção e administração.

2.1.1. Classificação Funcional

A classificação funcional contempla a hierarquia dos deslocamentos dos veículos dentro da malha rodoviária, que considera os seguintes estágios (DNER, 1999a):

- Acessos inicial e final das viagens, realizados por meio das vias locais, que costumam apresentar tráfego reduzido;
- Captação seguinte (ou anterior, conforme o sentido da viagem) aos acessos, onde as viagens são realizadas em vias coletoras, que apresentam maior volume de tráfego do que as vias locais;

- Distribuição seguinte (ou anterior, conforme o sentido da viagem) à captação, geralmente utilizando vias superiores às coletoras – vias arteriais secundárias;
- Transição seguinte (ou anterior, conforme o sentido da viagem) à distribuição, realizado por meio de alça de acesso ou ramo de interseção;
- Movimento principal último (ou primeiro, de acordo com o sentido de deslocamento), utilizando vias superiores de elevado padrão – vias arteriais principais.

De acordo com a classificação funcional, os trechos de rodovia devem ter as suas características técnicas definidas em função do volume e composição do tráfego, velocidade e frequência dos acessos às propriedades vizinhas, jurisdição, situação hierárquica na rede viária, relevo da região atravessada, entre outros.

As rodovias rurais brasileiras podem ser enquadradas em três sistemas funcionais: arterial, coletor e local.

O sistema arterial tem por objetivo proporcionar alto nível de mobilidade para elevados volumes de tráfego, integrar municípios, estados e países vizinhos, e proporcionar acessos a distâncias razoáveis.

O sistema coletor tem por função atender ao tráfego intermunicipal e centros geradores de menor vulto que não são atendidos pelo sistema arterial. Neste sistema, as distâncias percorridas e as velocidades praticadas são inferiores àquelas verificadas nas vias arteriais (DNER, 1999a).

O sistema local é constituído, em geral, por rodovias de pequena extensão que têm a função de proporcionar acesso ao tráfego intermunicipal de áreas rurais e de pequenas localidades às rodovias de nível superior, sendo integrado ao restante da malha rodoviária. Eventualmente pode apresentar discontinuidades.

Os principais atributos considerados para a classificação funcional das rodovias são a acessibilidade e a mobilidade. A limitação regulamentada para o acesso às rodovias arteriais é necessária para atender à função primária de mobilidade. As rodovias locais têm a função principal de prover acesso ao sistema viário, apresentando reduzidas condições de mobilidade.

A Figura 2.1. ilustra a relação entre acessibilidade e mobilidade de acordo com a classificação funcional das vias.

FIGURA 2.1. - NÍVEIS DE MOBILIDADE E ACESSIBILIDADE

FONTE: DNER, 1999a.

2.1.2. Classificação Técnica

O objetivo principal da classificação técnica é oferecer aos usuários condições uniformes das características geométricas e operacionais para as rodovias que apresentem funções semelhantes.

As rodovias são agrupadas em cinco Classes: 0, I, II, III e IV, que se referem às rodovias recentemente implantadas ou em fase de projeto, ressaltando-se que tal classificação por vezes é de difícil aplicação para o caso de rodovias existentes mais antigas que foram projetadas segundo padrões e critérios de projeto diferentes dos atuais.

Na Tabela 2.1, a seguir, são apresentados critérios preliminares para a classificação técnica de rodovias (DNER, 1999a).

TABELA 2.1 - CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA DAS RODOVIAS

Classes de Projeto	Características	Critérios de classificação
0	Via expressa - controle total de acessos	Decisão administrativa
IA	Pista dupla - controle parcial de acessos	Níveis de serviço inadequados (rodovia de pista simples) para os volumes de tráfego previstos
IB	Pista simples	VHP > 200 VDM > 1400
II	Pista simples	$700 < \text{VDM} < 1400$
III	Pista simples	$300 < \text{VDM} < 700$
IV-A	Pista simples	$50 < \text{VDM} < 200$
IV-B	Pista simples	$\text{VDM} < 50$

VDM – Volume Diário Médio / VHP – Volume Horário de Projeto

Para as rodovias de Classe I, II e III considera-se o tráfego previsto para o 10º a partir da abertura, para rodovias de Classe IV considera-se o volume no ano da abertura.

FONTE: DNER, 1999a.

Os principais critérios para a definição da classe de uma rodovia são: a posição hierárquica dentro da classificação funcional, o volume médio diário de tráfego (VDM), o nível de serviço e outros fatores condicionantes, como o relevo da região atravessada, o nível de ocupação da área e os custos de implantação (DNER, 1999a).

A Classe 0 (ou especial) contempla as vias expressas de padrão técnico mais elevado, com pista dupla (ou múltiplas pistas), controle total de acessos, interseções em desnível, bloqueio total de pedestres e atendimento a elevados volumes de tráfego.

As rodovias de classe especial têm a função principal de atender ao fluxo de passagem em detrimento do fluxo local e podem ser empregadas para segregar o fluxo de veículos das interferências causadas pela ocupação de áreas adjacentes à via

que possam ocasionar atritos indesejáveis, de acordo com aspectos de segurança e de operação.

A Classe I subdivide-se em I-A e I-B. As rodovias de Classe I-A apresentam pista dupla e controle parcial de acessos cujas características são de rodovia arterial, e atendem a volumes de tráfego próximos aos das rodovias de classe especial, apresentando maior tolerância às interferências causadas pela maior frequência de acessos.

As rodovias de Classe I-B são as de pista simples que apresentam o melhor padrão de projeto, com parâmetros semelhantes aos apresentados pelas rodovias de Classe I-A, de acordo com a Tabela 2.2..

Geralmente, a solução para restrições generalizadas de capacidade ao longo de rodovia de Classe I-B consiste na duplicação desta.

As rodovias de Classes II e III também contam com pista simples e apresentam características técnicas inferiores às de Classe I-A, pois são projetadas para atender menores volumes de tráfego.

Já, as rodovias de Classe IV são projetadas para atender ao tráfego quando da sua abertura, apresentado apenas características técnicas suficientes para a operação e o menor custo de implantação possível. Geralmente, não são pavimentadas e integram o sistema viário local, compreendendo estradas locais e vias pioneiras, com as funções de canalizar o fluxo de tráfego para sistemas viários de características superiores e assegurar acesso às localidades mais isoladas e às áreas ainda inexploradas ou passíveis de ocupação no futuro.

Com relação à classificação das rodovias conclui-se que o estudo das distâncias de visibilidade de ultrapassagem, objeto do presente trabalho, fica restrito às rodovias de Classe I-B (em maior grau), II e III (grau intermediário) e IV (em menor grau).

A seguir é apresentada a Tabela 2.2, com algumas das principais características de projeto para as classes técnicas de rodovias, segundo o relevo da região atravessada (DNER, 1999a).

TABELA 2.2 - PRINCIPAIS PARÂMETROS DE PROJETO

REGIÕES DE RELEVO PLANO						
PARÂMETRO	unidade	Classe da Rodovia				
		0	I	II	III	IV
Velocidade Diretriz	km/h	120	100	100	80	60
Raio mínimo de Curvatura	m	540	345	375	230	125
largura das faixas de rolamento	m	3,60	3,60	3,60	3,50	2,50 a 3,00
largura do acostamento externo	m	3,50	3,00	2,50	1,50	1,00 a 1,30
largura do acostamento interno	m	0,60 a 3,00	0,60 a 3,00	-	-	-
rampa máxima	%	3	3	3	4	4 a 6
gabarito vertical mínimo	m	5,5	5,5	5,5	4,50 a 5,50	4,50 a 5,50
DVP desejável	m	310	210	210	140	85
DVU	m	-	680	680	560	420
REGIÕES RELEVO ONDULADO						
PARÂMETRO	unidade	Classe da Rodovia				
		0	I	II	III	IV
Velocidade Diretriz	km/h	100	80	70	60	40
Raio mínimo de Curvatura	m	345	210	170	125	50
largura das faixas de rolamento	m	3,60	3,60	3,50	3,30	2,50 a 3,00
largura do acostamento externo	m	3,00	2,50	2,50	2,00	1,00 a 1,30
largura do acostamento interno	m	0,60 a 3,00	0,60 a 3,00	-	-	-
rampa máxima	%	4	4,5	5	6	6 a 8
gabarito vertical mínimo	m	5,5	5,5	5,5	4,50 a 5,50	4,50 a 5,50
DVP desejável	m	210	140	110	85	45
DVU	m	-	560	490	420	270
REGIÕES DE RELEVO MONTANHOSO						
PARÂMETRO	unidade	Classe da Rodovia				
		0	I	II	III	IV
Velocidade Diretriz	km/h	80	60	50	40	30
Raio mínimo de Curvatura	m	210	115	80	50	25
largura das faixas de rolamento	m	3,60	3,60	3,30	3,30	2,50 a 3,00
largura do acostamento externo	m	3,00	2,50	2,00	1,50	0,50 a 0,80
largura do acostamento interno	m	0,60 a 3,00	0,60 a 3,00	-	-	-
rampa máxima	%	5	6	7	8	8 a 10
gabarito vertical mínimo	m	5,5	5,5	5,5	4,50 a 5,50	4,50 a 5,50
DVP desejável	m	140	85	65	45	30
DVU	m	-	420	350	270	180

FONTE: DNER, 1999a.

2.2. VELOCIDADE

De acordo com a física clássica, a velocidade (média) é dada pela razão entre a distância percorrida entre dois pontos distintos pelo intervalo de tempo gasto neste deslocamento.

Tal parâmetro é de fundamental importância no meio rodoviário, já que traduz a intensidade de deslocamento dos veículos (DNER, 1999a).

Em uma rodovia, a velocidade depende, em geral, das condições dos motoristas e dos veículos, sob os seguintes aspectos principais (AASHTO, 2004):

- características físicas da rodovia e grau de interferência com o seu entorno;
- condições climáticas;
- condições de tráfego / presença de outros veículos;
- limitações de velocidades (legais ou por meio de dispositivos de controle de tráfego).

O artigo nº 43 do Código de Trânsito Brasileiro (CTB) corrobora o exposto no parágrafo anterior, indicando que o condutor ao regular a velocidade do veículo deverá observar constantemente as condições físicas da via, do veículo e da carga (se for o caso), as condições meteorológicas e a intensidade do trânsito, obedecendo aos limites máximos de velocidade estabelecidos para a via, não obstruindo a marcha normal dos demais veículos ao transitar em velocidade anormalmente reduzida sem justificativa, sem reduzir a velocidade do veículo antes de certificar-se de que pode fazê-lo sem riscos nem inconvenientes para os demais condutores - a não ser que ocorra perigo iminente - e indicando de forma clara, com a antecedência necessária e a devida sinalização a redução da velocidade.

Quanto mais elevado o padrão de projeto da via, maior deverá ser a velocidade permitida aos motoristas (DNER, 1999a).

De acordo com o artigo 61 do CTB, a velocidade máxima será indicada por meio de sinalização, obedecidas as características técnicas e as demais condições de trânsito. Onde não houver sinalização regulamentadora, a velocidade máxima será de:

- Nas vias urbanas:
 - 80 km/h para as expressas;
 - 60 km/h para as arteriais;
 - 40 km/h para as coletoras;
 - 30 km/h para as locais;
- Para as rodovias:
 - 110 km/h para automóveis e caminhonetas;
 - 90 km/h para ônibus e microônibus;
 - 80 km/h para os demais veículos;
- Nas estradas: 60 km/h.

A adoção de velocidades elevadas limita o campo visual e o tempo disponível para o processamento das informações por parte dos motoristas. Daí, a necessidade de controle de acesso à via, alinhamento suave e tratamento diferenciado para a sinalização das rodovias de elevado padrão como, por exemplo, as expressas (AASHTO, 2004).

No meio rodoviário há diferentes tipos de velocidades: de projeto (ou diretriz), de operação e máxima legal permitida.

A velocidade de projeto é aquela que pode ser desenvolvida pelo veículo, ao longo de determinada extensão, quando este estiver submetido apenas às condicionantes referentes à geometria da via, sendo o regime de tráfego caracterizado pelo fluxo livre. Nessa situação, devem ser garantidos as condições adequadas de segurança e o nível de conforto satisfatório para os usuários da rodovia (DNER, 1999a). A fixação de valor é função de condições econômicas e ambientais, do papel desempenhado pela rodovia em questão no conjunto da malha viária e da qualidade desejada para o fluxo de tráfego (Lamm, 1999).

A velocidade de projeto é utilizada como fator principal para a fixação de parâmetros técnicos para a rodovia, como raio mínimo para as curvas horizontais, comprimento mínimo para as curvas verticais, taxas de superelevação e distâncias de visibilidade.

É desejável que a velocidade de projeto seja uniforme ao longo de extensos segmentos. No caso de redução em determinados trechos deverá haver transição adequada permitindo redução gradual da velocidade (AASHTO, 2004).

As expectativas dos motoristas devem ser consideradas quando da definição da velocidade de projeto, que deverá ser desenvolvida em condições ideais, de modo a tornar a operação da rodovia segura e eficiente (AASHTO, 2004).

São recomendadas as seguintes velocidades de projeto para as rodovias brasileiras (DNER, 1999a):

TABELA 2.3. – VELOCIDADE DIRETRIZ DE ACORDO COM A CLASSE DE PROJETO E O TIPO DE RELEVO DA REGIÃO ATRAVESSADA

Classe de Projeto	Velocidade diretriz (v) (km/h)		
	Relevo		
	Plano	Ondulado	Montanhoso
0	120	100	80
I	100	80	60
II	100	70	50
III	80	60	40
IV	$60 \leq v \leq 80$	$40 \leq v \leq 60$	$30 \leq v \leq 40$

FONTE: DNER, 1999a.

Quando as condições da rodovia e do tráfego permitirem que os motoristas viajem de acordo com a velocidade desejada, haverá elevada variação ao longo da qual os motoristas determinarão a velocidade dos veículos. A distribuição acumulada de velocidade em fluxo livre, em geral, apresenta formato do tipo “S” (frequência acumulada em função das velocidades). A velocidade de operação é aquela observada quando os motoristas trafegam em condições de fluxo livre (AASHTO, 2004).

Em geral, costuma-se adotar para a velocidade operacional aquela correspondente ao 85º percentil do gráfico de distribuição de velocidades (frequências acumuladas). A velocidade de operação em determinado segmento de rodovia (denominada V_{85}), em geral, está associada a determinada característica geométrica do segmento em análise como, por exemplo, o raio de uma curva horizontal (AASHTO, 2004).

A Figura 2.2 apresenta exemplo de curva de frequências acumuladas para velocidades observadas.

FIGURA 2.2 – CURVA DE FREQUÊNCIAS ACUMULADAS

Além dos elementos de geometria, como taxa de variação de sinuosidade do traçado em planta e combinação dos efeitos das curvaturas horizontais com a variação do perfil longitudinal da via, a velocidade de operação também é influenciada por outros fatores como captação por parte dos motoristas de efeitos do entorno sobre o fluxo de tráfego que utiliza a rodovia e situações eventuais, como a realização de manobras de ultrapassagem (Kloeckner e Maier Strassburg apud Lamm, 1999).

Os motoristas não consideram a categoria funcional da rodovia para a escolha da velocidade, mas as características do tráfego por meio da percepção das limitações físicas (AASHTO, 2004).

Além das condições captadas visualmente, a experiência acumulada pelo motorista também representa importante papel para a seleção da velocidade de operação. Deve-se considerar a contínua evolução de potência e demais características operacionais relevantes dos veículos. Pesquisas realizadas na Europa indicam o acentuado crescimento de velocidade praticada pelos motoristas nos últimos anos, devido ao aumento da potência dos veículos, ao nível de experiência dos motoristas e à falta de fiscalização por parte das autoridades competentes (Lamm, 1999).

É possível afirmar que os motoristas cometem poucos erros nas regiões onde as características geométricas correspondem às suas expectativas (TRB, 2000).

A escolha inadequada da velocidade do veículo, inconsistente com a geometria da rodovia, com as condições de tráfego ou com a visibilidade disponível, é a principal causa de ocorrência de acidentes. Os limites estabelecidos para as velocidades representam os valores máximos permissíveis e não deveriam ser excedidos pelos motoristas nas condições ideais de circulação da via. Fora das condições ideais, a velocidade praticada pelos motoristas deve ser inferior. É possível afirmar que os motoristas não reduzem a velocidade de operação sob chuva, quando esta não é suficientemente intensa a ponto de diminuir a visibilidade disponível em condições normais (Lamm, 1999).

Entre os possíveis parâmetros técnicos viáveis para a análise de consistência de um traçado rodoviário, a redução de velocidade prevista para curvas horizontais em relação à tangente imediatamente anterior tem forte e sensível relação quanto à ocorrência de acidentes (TRB, 2000).

A análise de consistência do traçado, tendo em vista a velocidade de operação como principal parâmetro, tem por objetivo a obtenção de medidas em campo e desenvolvimento de modelos de previsão de velocidades de operação.

2.3. CAPACIDADE

A principal referência para a análise de capacidade de rodovias é o *Highway Capacity Manual* (HCM), publicado pelo *Transportation Research Board* (TRB), cuja versão mais recente foi publicada em 2000.

De acordo com o HCM, a capacidade da rodovia de pista simples para as condições ideais é de 1.700 veículos equivalentes por hora, por sentido de tráfego, não podendo superar os 3.200 veículos equivalentes por hora em ambos os sentidos.

As condições consideradas ideais, pelo HCM, são as seguintes:

- largura das faixas de rolamento de, no mínimo, 3,60 m;
- acostamentos desobstruídos com largura mínima de 1,80 m;
- ausência de trechos com restrições às manobras de ultrapassagem;
- fluxo de tráfego composto exclusivamente por veículos de passeio;
- região com relevo plano ou ondulado;
- tráfego livre;
- distribuição de fluxo de 50% para cada sentido de circulação.

Para a análise de capacidade viária, a rodovia deve ser dividida em segmentos com condições homogêneas em relação às características técnicas, volumes de tráfego e composição.

2.3.1. Classificação das Rodovias de Pista Simples, de acordo com o HCM

Para a aplicação da metodologia de análise de capacidade de rodovias de pista simples o HCM define as Classes I e II.

Esclarece-se que tais classes não são as mesmas descritas no item 2.1. deste trabalho, correspondendo à definição específica definida no HCM, citada a seguir.

As rodovias de Classe I são aquelas nas quais o motorista tem a expectativa de desenvolver elevadas velocidades e a mobilidade é o principal requisito de serviço ofertado. Rodovias de pista simples, que servem de ligação principal entre municípios, vias arteriais primárias ligando pólos geradores de tráfego ou ligações

principais entre redes de rodovias, em geral, recebem tal tipo de classificação. Rodovias de Classe I, em geral, são utilizadas para grandes deslocamentos ou para ligação entre importantes eixos rodoviários. Tendem a ser utilizadas para viagens de longa distância com fins comerciais e turísticos, podendo atravessar áreas rurais sem apresentar interrupções ou dispositivos de controle de tráfego. Nesses casos, é desejável que a rodovia ofereça condições para o desenvolvimento de elevadas velocidades e que não ocorram atrasos frequentes para a realização de manobras de ultrapassagem.

Nas rodovias de Classe II, o principal requisito é a acessibilidade. Este tipo de rodovia fornece acesso às regiões atendidas sem interrupção apresentando, de maneira geral, baixo volume de tráfego. O fator preponderante é o custo gerado pelo acesso. Apesar de desejável, a velocidade elevada não é o principal requisito. Os atrasos – caracterizados pela formação de filas de veículos (comboios ou pelotões) – são o parâmetro de referência para a qualidade do serviço ofertado. Em geral, rodovias de Classe II podem passar por regiões de relevo ondulado ou montanhoso. Não apresentam a função de vias arteriais principais, daí a maior tolerância dos motoristas com relação aos atrasos.

Geralmente, a classificação das rodovias de pista simples está diretamente relacionada à função – a maior parte das vias arteriais classifica-se como Classe I e as coletoras como Classe II, mas o fator determinante para a classificação da rodovia, tendo em vista a análise operacional, é a expectativa do motorista com relação à velocidade de viagem que, eventualmente, pode não coincidir com a função da rodovia.

2.3.2. Parâmetros para Determinação dos Níveis de Serviço Ofertados

Os parâmetros para determinar os níveis de serviço ofertados pela rodovia de pista simples aos usuários são a velocidade média de viagem (km/h) e o tempo gasto seguindo em espera (%).

O tempo gasto seguindo em espera, ou seja, o atraso, é definido como a porcentagem média de tempo de viagem que os veículos são forçados a trafegar em fila atrás de veículos lentos, devido à impossibilidade de ultrapassá-los. A distância máxima entre veículos para a caracterização da formação da fila (pelotão) obedece, em termos de referência, o intervalo de 3 s.

A velocidade média de viagem representa a mobilidade em um segmento de rodovia de pista simples, sendo calculada pela divisão do comprimento do trecho em estudo pelo tempo médio de viagem de todos os veículos que trafegam, em ambos os sentidos de tráfego, durante determinado intervalo de tempo.

2.3.3. Níveis de Serviço

A definição da qualidade ofertada pelo segmento de rodovia analisado é o nível de serviço, expresso por letras de “A” até “F”. A letra “A” corresponde ao nível de serviço de melhor qualidade, enquanto a letra “F” indica o nível mais baixo de qualidade.

A seguir, apresenta-se breve descrição dos níveis de serviço para rodovias de pista simples, de acordo com o HCM.

- A: é representado pelo nível mais elevado de serviço ofertado, com velocidade média de 90 km/h em rodovias de Classe I (HCM); a demanda por ultrapassagens está bem abaixo da capacidade e pelotões com três ou mais veículos são raros; os atrasos causados por veículos lentos não são superiores a 35% do tempo de viagem e a taxa máxima de fluxo, em ambos os sentidos, é de 490 veículos equivalentes por hora; para rodovias de Classe II (HCM), as velocidades podem ser inferiores a 90 km/h, mas os atrasos não podem ser superiores a 40% do tempo de viagem;
- B: em rodovias de Classe I (HCM), o fluxo de tráfego tem velocidade de 80 km/h para terreno plano; quando o limite inferior do nível de serviço B for alcançado, a capacidade de realização de ultrapassagens também é alcançada; nos pelotões, os atrasos chegam a 50% do tempo de viagem; nas condições ideais, a taxa de fluxo em ambos os sentidos é 780 veículos equivalentes por

hora e, acima deste valor, o número de pelotões aumenta significativamente; em rodovias de Classe II (HCM), a velocidade pode ser inferior a 80 km/h, mas não poderão ocorrer atrasos superiores a 55% do tempo de viagem, ocasionados pelos pelotões;

- C: este nível de serviço apresenta significativo crescimento da taxa de fluxo de tráfego e do número de pelotões, com extensão e frequência de obstruções à realização de manobras de ultrapassagem; em rodovias de Classe I (HCM), localizadas em terreno plano, a velocidade média é superior a 70 km/h, ainda que a demanda por ultrapassagens exceda a capacidade; em altas taxas de fluxo pode ocorrer o encadeamento entre pelotões, com ocorrência de significativa redução da capacidade de realização de ultrapassagens; apesar de o fluxo de tráfego ser estável, existe a possibilidade de ocorrência de congestionamentos, devido às conversões e à presença de veículos pesados na corrente de tráfego; o atraso pode chegar a 65% e a taxa máxima de fluxo a 1.190 veículos equivalentes por hora, para as condições básicas; nas rodovias de Classe II (HCM), a velocidade pode ser inferior a 70 km/h e não deverão ocorrer atrasos superiores a 70% do tempo de viagem;
- D: apresenta fluxo de tráfego instável e alto volume tornando mais difíceis as condições para a realização das manobras de ultrapassagem; a proporção de trechos, sob condições adequadas para ultrapassagem tem pouca influência para a realização das manobras; a demanda por ultrapassagens é alta, mas a capacidade, para este tipo de manobra, é praticamente nula; apesar dessas condições, ainda é possível manter velocidade de 60 km/h; a taxa de fluxo é de 1.830 veículos equivalentes por hora (em ambos os sentidos de circulação); em rodovias de Classe II (HCM), a velocidade pode ser inferior a 60 km/h e o tempo de atraso ocasionado pelos pelotões superior a 85%;

- E: o atraso pode ser superior a 80% em rodovias de Classe I (HCM) e superior a 85% em rodovias de Classe II (HCM); a velocidade pode ser inferior a 60 km/h, apesar de mantidas as condições ideais; torna-se praticamente impossível a realização de manobras de ultrapassagem para o nível de serviço E, que apresenta o volume máximo – a capacidade da rodovia – 3.200 veículos equivalentes por hora;
- F: representa fluxo de tráfego altamente congestionado, com a demanda superior à capacidade, o volume inferior à capacidade e elevada variação da velocidade.

2.3.4. Definição do Nível de Serviço Ofertado

Para as rodovias de Classe I (HCM) os parâmetros de referência para a avaliação do nível de serviço ofertado são a velocidade média de viagem e a proporção de tempo gasto seguindo em espera. Para rodovias de Classe II (HCM), o parâmetro de referência é o atraso (proporção de tempo gasto seguindo em espera).

A Tabela 2.4, a seguir, apresenta os níveis de serviço para segmentos de rodovia de pista simples de Classe I (HCM).

TABELA 2.4
NÍVEIS DE SERVIÇO PARA RODOVIAS DE PISTA SIMPLES - CLASSE I (HCM)

NÍVEL DE SERVIÇO	ATRASSO (d) (%)	VELOCIDADE MÉDIA DE VIAGEM (v) (km/h)
A	$d \leq 35$	$v > 90$
B	$35 < d \leq 50$	$80 < v \leq 90$
C	$50 < d \leq 65$	$70 < v \leq 80$
D	$65 < d \leq 80$	$60 < v \leq 70$
E	$d > 80$	$v \leq 60$

Obs.: deve ser adotado nível de serviço F sempre que a taxa de fluxo exceda a capacidade do segmento
 FONTE: HCM (TRB, 2000).

A Tabela 2.5. apresenta os níveis de serviço para segmentos de rodovia de pista simples de Classe II (HCM).

TABELA 2.5.
NÍVEIS DE SERVIÇO PARA RODOVIAS DE PISTA SIMPLES – CLASSE II (HCM)

NÍVEL DE SERVIÇO	ATRASSO (d) (%)
A	$d \leq 40$
B	$40 < d \leq 55$
C	$55 < d \leq 70$
D	$70 < d \leq 85$
E	$d > 85$

Obs.: deve ser adotado nível de serviço F sempre que a taxa de fluxo exceda a capacidade do segmento
FONTE: TRB, 2000.

2.3.5. Metodologia para Determinação do Nível de Serviço Ofertado

A metodologia para análise proposta pelo HCM divide-se em duas: segmentos genéricos e segmentos direcionais.

Segmentos de rodovia em regiões de relevo montanhoso, segmentos com presença de faixas adicionais ou de faixas de ultrapassagem ou com rampa vertical com declividade igual ou superior a 3% e extensão maior ou igual a 1.000 m, deverão ser analisados de acordo com a metodologia para segmentos direcionais. Segmentos que não apresentem tais características poderão ser analisados de acordo com a metodologia específica para segmentos genéricos.

2.4. DISTÂNCIAS DE VISIBILIDADE

2.4.1. Aspectos Gerais

Um dos principais requisitos para a segurança e eficiência operacional de uma rodovia é a distância de visibilidade disponível, relacionada à velocidade praticada. Por meio da distância de visibilidade o motorista, utilizando-se da visão, tem condições de captar as informações sobre a via, interpretá-las e tomar decisões a tempo e com segurança. A visibilidade fornece as condições necessárias para que o motorista determine a trajetória e a velocidade do veículo.

Observa-se também que a capacitação dos motoristas (habilidade, treinamento e experiência) varia de maneira significativa (AASHTO, 2004).

As distâncias de visibilidade disponíveis, diretamente relacionadas às condições geométricas da rodovia, devem atender a requisitos decorrentes das características do comportamento de parcela significativa dos motoristas e também do conjunto formado pelo veículo e pela pista (freios, suspensão, pneus, condições da superfície de rolamento), sob determinadas condições.

Com relação à segurança, toda via deve proporcionar, ao longo do seu desenvolvimento, distâncias mínimas de visibilidade. Tais distâncias estão relacionadas, entre outros parâmetros, à velocidade diretriz, com o objetivo de fornecer ao motorista as condições necessárias para a realização da manobra adequada a determinada situação, com segurança e conforto e evitar o choque com objetos ao longo do trajeto (AASHTO, 2004).

Para o caso específico das manobras de ultrapassagem, a rodovia de pista simples deverá apresentar, com frequência conveniente, trechos com visibilidade adequada para a realização de tal tipo de manobra, de modo a oferecer condições para que o motorista do veículo rápido ocupe a faixa da esquerda (destinada ao fluxo em sentido oposto) para ultrapassar o (s) veículo (s) lento (s) à sua frente sem o risco de provocar acidentes. Tal frequência deverá estar de acordo com a classificação funcional da rodovia (AASHTO, 2004)

Do ponto de vista do projeto geométrico, as condições de visibilidade em uma via são limitadas pelas mudanças de direção e declividade ao longo de seu traçado, com destaque para as curvas horizontais em trechos de corte e para as curvas verticais convexas. As curvas verticais côncavas apresentam restrições às condições de visibilidade da via no período noturno que, em geral, é definida como função do ângulo de inclinação do feixe luminoso dos faróis dos veículos.

Para as curvas horizontais em geral, as restrições nas condições de visibilidade não resultam na fixação de padrões mínimos para o projeto de geometria, já que é possível minimizá-las – como, por exemplo, por meio do alargamento da plataforma de terraplenagem, ou pelo abatimento do ângulo de inclinação de taludes em região de corte. São verificadas reduções da velocidade de operação para curvas horizontais com pequenos raios de curvatura.

Para as curvas verticais, as restrições de visibilidade impõem requisitos mínimos de projeto, especialmente os comprimentos mínimos das curvas verticais, buscando oferecer ao longo da sua extensão condições adequadas de visibilidade ao motorista, em especial, distância de visibilidade de parada.

Em geral, são consideradas três distâncias de visibilidade básicas para o projeto de geometria de rodovias (AASHTO, 2004):

- Distância de Visibilidade de Parada (DVP - valor mínimo obrigatório);
- Distância de Visibilidade para Tomada de Decisão (DVTD - valor mínimo recomendado);
- Distância de Visibilidade de Ultrapassagem (DVU - valor mínimo recomendado).

Para o projeto de geometria de rodovias é exigida a disponibilidade das Distâncias de Visibilidade de Parada considerando-se as velocidades médias. Os valores de DVP resultantes são considerados mínimos. Os valores correspondentes às velocidades diretrizes são chamados de valores desejáveis e o projeto deve ter por meta oferecê-los, caso as condições permitam, visto que muitos motoristas procuram trafegar à velocidade diretriz, mesmo sob condições de chuva (DNER, 1999a).

A Figura 2.3 apresenta relação entre a taxa de ocorrência de acidentes e a visibilidade disponível.

FIGURA 2.3
TAXA DE OCORRÊNCIA DE ACIDENTES EM FUNÇÃO DA VISIBILIDADE
FONTE: KREBS APUD LAMM (1999)

A partir da análise da Figura 2.3., é possível realizar as seguintes observações (Lamm, 1999):

- a taxa de ocorrência de acidentes decresce com o aumento da visibilidade;
- elevadas taxas de ocorrência de acidentes estão relacionadas a visibilidades inferiores a 100 m;
- para visibilidades entre 100 e 200 m, as taxas de acidentes são 25% inferiores àquelas verificadas para visibilidade inferior a 100 m;
- para visibilidades acima de 200 m é menor a taxa de redução de ocorrência de acidentes.

De acordo com Hirsche apud Lamm, 1999:

- 44% dos acidentes ocorridos por questões de alinhamento da rodovia são consequência de condições restritas de visibilidade;
- o aumento das visibilidades leva ao decréscimo da taxa de ocorrência de acidentes;
- a quantidade de obstruções à visibilidade tem importância considerável sobre a ocorrência de acidentes. O risco de ocorrência cresce com o número de obstruções até determinado ponto, a partir do qual passa a decrescer, ou seja, os motoristas tornam-se mais alertas e adaptam a conduta à situação de visibilidade restrita.

Uma possível explicação para a última conclusão de Hirsche é o aumento da frequência das restrições à visibilidade, isto é, ocorrências contínuas de baixas condições de visibilidade afetam de maneira considerável a velocidade e o risco de ocorrência de acidentes. Dessa forma, é desejável que a rodovia apresente condições uniformes de visibilidade ao longo do seu desenvolvimento, ou seja, consistência de visibilidade (Lamm, 1999).

2.4.2. Distância de Visibilidade de Parada (DVP)

A distância de visibilidade de parada disponível deve ser suficiente para que um veículo com velocidade igual ou próxima à velocidade de projeto tenha condições de parar antes de alcançar um objeto parado sobre a rodovia.

A distância de visibilidade de parada é resultante da soma de duas distâncias: a distância percorrida durante o tempo de percepção e reação do motorista e a distância necessária para parar o veículo desde o acionamento dos freios (AASHTO, 2004).

O intervalo de tempo de percepção-reação é o decorrido desde o instante em que o motorista nota a presença de um obstáculo na rodovia até o momento em que efetivamente aciona o sistema de frenagem.

Dentre muitas outras condições, o motorista necessita não apenas notar a presença do objeto, mas também identificar se o mesmo está parado ou movendo-se lentamente,

tomando por referência a própria rodovia e outros elementos, como muros, cercas, árvores e pontes. Tais identificações demandam tempo, que varia consideravelmente de acordo com a distância do objeto, a acuidade visual do motorista, a agilidade com a qual este reage, a visibilidade atmosférica, o tipo e as condições da rodovia e a natureza do obstáculo. A velocidade do veículo e o ambiente que envolve a rodovia provavelmente também exercem influência sobre o tempo de reação (AASHTO, 2004).

Em geral, um motorista que dirige à velocidade de projeto está mais alerta do que outro que viaja com menor velocidade. Um motorista que trafega em via urbana confronta-se com inúmeros conflitos potenciais, como veículos estacionados e cruzamentos e tem que estar mais atento do que um motorista que dirige em via de acesso controlado onde tais condições são praticamente inexistentes (AASHTO, 2004).

O valor do intervalo de tempo de percepção-reação utilizado em projeto deve ser o de magnitude suficiente para contemplar parcela significativa dos motoristas. De acordo com o *Green Book* (AASHTO, 2004), o valor de 2,5 segundos atenderia a mais de 90% da população dos motoristas.

Dois parâmetros de fundamental importância considerados no dimensionamento das curvas verticais convexas de concordância são a altura dos olhos do motorista em relação à superfície do pavimento e a altura considerada para o objeto. Na determinação dos comprimentos mínimos das curvas convexas para diferentes velocidades o objeto que representa a situação de perigo deve estar afastado dos olhos do motorista a uma distância igual à DVP.

As normas alemãs (Lamm, 1999) admitem que a altura do objeto considerado seja variável em função da velocidade de operação (V_{85}), de acordo com a Tabela 2.6.

Tal hipótese considera que, quanto maior a velocidade praticada, maior seria a dificuldade dos motoristas em identificar objetos de pequenas dimensões sobre a superfície do pavimento.

Esta consideração motivou a mudança ocorrida na versão de 2001 do *Green Book*, quando a altura do objeto foi aumentada de 15 cm (na versão de 1994) para 60 cm.

**TABELA 2.6 – ALTURA DO OBJETO DE
EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE DE OPERAÇÃO (V_{85})**

V_{85} (km/h)	h (m)
40 - 60	0,00
70	0,05
80	0,15
90	0,25
100	0,35
110	0,40
120	0,45
130	0,45

FONTE: Lamm, 1999

Com relação à altura dos veículos de passeio, pesquisas realizadas na Alemanha (Lamm, 1999), indicam:

- foi registrada tendência de redução da altura dos veículos de passeio nos últimos anos e, conseqüentemente, da altura dos olhos do motorista – tal tendência já sofreu desaceleração;
- a altura média dos olhos do motorista, para veículos de passeio, foi de 111 cm, variando de 87 a 123 cm;
- a altura média, para os veículos de passeio, foi de 135 cm, variando de 108 a 158 cm;
- não são esperadas reduções significativas da altura dos olhos do motorista para os próximos anos.

Considerando a altura do objeto, o estudo citado no *Green Book* (NCHRP 400 apud AASHTO, 2004) obteve as seguintes conclusões:

- apenas 2% dos acidentes ocorridos contaram com a presença de animais ou objetos com altura inferior a 15 cm, sendo que este valor não poderia ser considerado crítico para o cálculo da DVP;
- o alinhamento da rodovia não foi o principal fator relacionado à ocorrência de acidentes, pois mais de 90% destes ocorreram em trechos de tangentes horizontal e vertical;
- a maioria dos acidentes associados à presença de animais na pista ocorreu durante a noite, em rodovias em região plana; maiores valores de DVP ou maiores comprimentos para as curvas verticais não necessariamente melhorariam as condições de segurança para essas situações específicas;
- a maioria dos acidentes associados à presença de objetos ou animais na pista não ocasionou acidentes graves; dessa maneira, tais obstáculos não seriam os mais críticos para a dedução de valores para a DVP.

As conclusões citadas anteriormente não estão de acordo com as reduzidas alturas consideradas pelos principais manuais.

O *Green Book* recomenda o valor de 0,60 m para a altura do objeto, considerado representativo de risco potencial. Tal altura representa a lanterna traseira de um veículo de passeio como obstáculo, situação de ocorrência freqüente e mais adequada para o cálculo da DVP, já que este obstáculo oferece maior risco de ocorrência de acidentes graves em rodovias (AASHTO, 2004).

A consideração de altura menor para o cálculo da DVP resultaria em maiores comprimentos para as curvas verticais convexas, sem contribuições significativas para melhoria das condições de segurança (AASHTO, 2004).

Para o cálculo dos valores mínimos restritos de distâncias de visibilidade de parada o DNER considera redução da velocidade média efetiva de percurso em relação à velocidade de projeto, sob condições de chuva. Para os valores mínimos desejáveis para projeto, o DNER considera a hipótese de que a velocidade de percurso seja idêntica à de projeto, mesmo sob condições chuva (DNER, 1999a).

Ressalta-se que as normas atuais de vários países já não mais consideram a situação em que, sob condições de chuva, grande parte dos motoristas possa reduzir a velocidade. Assim, versões atuais de manuais como o *Green Book* da AASHTO, apresentam valores mínimos de projeto da DVP apenas para o caso de velocidades de percurso iguais à de projeto, mesmo sob condições de chuva.

2.4.3. Distância de Visibilidade para Tomada de Decisão (DVTD)

A Distância de Visibilidade de Parada (DVP), em geral, é suficiente para que motoristas atentos e com habilidades medianas de direção tenham condições de parar o veículo em situações comuns. Em geral a DVP é insuficiente quando houver necessidade de tomada de decisões complexas e imediatas, no caso de dificuldade de percepção das informações e em casos de necessidade de realização de manobras inesperadas e/ou não habituais (AASHTO, 2004).

A limitação da distância de visibilidade, nessas situações, poderia não permitir que os motoristas fizessem manobras evasivas que, na maioria das vezes, envolvem menor risco e são preferíveis em relação à parada do veículo. Mesmo com a implantação de dispositivos de controle de tráfego, a DVP pode não fornecer distâncias de visibilidade suficientes para alertar aos motoristas, induzindo-os à realização da manobra mais adequada. Enfim, há determinados tipos de locais nos quais é interessante prover maiores valores de distância de visibilidade. Para tais situações, define-se a Distância de Visibilidade para Tomada de Decisão (DVTD) (AASHTO, 2004).

A DVTD pode ser definida como a distância necessária para que o motorista consiga: detectar uma situação inesperada; captar informações de difícil percepção ou então de condições que ocultem ou venham a encobrir sua visão da rodovia bem como a condição de reconhecimento de eventual condição de perigo e risco potencial; seleccionar trajetória e velocidade adequadas e completar a manobra de maneira eficiente e segura.

Como a DVTD oferece aos motoristas determinada margem de segurança para falhas, permitindo comprimento suficiente para manutenção da velocidade de projeto ou então velocidades reduzidas ao invés de simplesmente parar o veículo, os seus valores de projeto são superiores aos estabelecidos para a DVP.

A DVTD deve estar disponível sempre que houver possibilidade de dúvidas quando da captação das informações, tomada de decisão por parte dos motoristas em situações incomuns ou para controle das ações.

A disponibilidade da DVTD é desejável em segmentos de transição da seção transversal da rodovia, como praças de pedágio e locais com ocorrência de variação do número de faixas de rolamento, áreas com demanda concentrada com eventual interferência visual entre várias fontes de informações, como dispositivos de controle de tráfego e sinalização de advertência.

2.4.4. Distância de Visibilidade de Ultrapassagem (DVU)

Distância de visibilidade de ultrapassagem é a extensão necessária para a realização de uma manobra de ultrapassagem de um veículo com maior velocidade (veículo rápido - VR) sobre outro veículo que circula com velocidade inferior (veículo lento - VL).

A manobra deve ser realizada com condições adequadas de segurança.

A disponibilidade da DVU tem por objetivo oferecer condições para que os motoristas dos veículos que realizam as ultrapassagens utilizando a faixa da esquerda (destinada ao fluxo em sentido oposto) tenham visibilidade livre com o objetivo de minimizar possíveis ocorrências de acidentes. Tal distância é considerada no projeto geométrico de rodovias de pista simples com o objetivo de assegurar-lhes operação eficiente (Lamm, 1999).

No caso de presença de veículo aproximando-se em sentido oposto (VO), ao final da manobra de ultrapassagem, deverá haver distância de separação adequada entre este e o veículo rápido final da manobra de ultrapassagem.

Além da segurança, a realização de manobras de ultrapassagem está relacionada à eficiência da operação da rodovia, pois o nível de serviço e a capacidade das rodovias de pista simples são afetados pelo número de vezes que um veículo lento é alcançado por veículos de maior velocidade e pelo tempo em que os motoristas desses veículos são forçados a seguir o veículo lento, enquanto aguardam uma oportunidade para realizar a manobra.

Por isso é interessante que o projeto de geometria propicie frequências e extensões convenientes de segmentos de rodovia com condições para a realização das manobras de ultrapassagem, de modo que os veículos lentos não causem grandes atrasos e redução significativa da velocidade do fluxo de tráfego e, conseqüentemente, impactos negativos sobre as condições de operação da rodovia.

A distribuição do volume de tráfego, de acordo com os sentidos de circulação, também tem influência sobre a realização das manobras de ultrapassagem.

Em situações de baixos volumes de tráfego, o nível de serviço ofertado pela rodovia não tende a sofrer grande degradação quando da necessidade de realização de ultrapassagens.

Para elevados volumes de tráfego, o atraso causado pelos veículos lentos tende a ser maior, pois, além da DVU mínima disponível é necessário que o fluxo em sentido oposto ofereça brechas adequadas para a realização da ultrapassagem. A partir de determinado volume de tráfego na faixa da esquerda a possibilidade de realização de manobras de ultrapassagem tende a zero. Nesses casos seria necessário estudar alternativas para a viabilização das ultrapassagens, como a implantação de faixas de ultrapassagem, construção de faixas adicionais em rampas íngremes ou então, a duplicação da rodovia.

O manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (DNER, 1999a) recomenda viabilização de trechos com ultrapassagem com intervalos entre 1,5 e 3,0 km.

Para o desenvolvimento do projeto de geometria, a DVU deverá ser fixada em função da distância necessária para completar com segurança a manobra de ultrapassagem realizada em condições normais, considerando a ultrapassagem de apenas um veículo. Eventualmente, uma rodovia pode apresentar segmentos com elevados valores de DVU disponível que possam acomodar ultrapassagens sobre mais de um veículo lento (AASHTO, 2004).

Para a verificação da distância de visibilidade para ultrapassagem disponível ao longo da via o *Green Book* recomenda a utilização da altura dos olhos do motorista de 1,08 m, fundamentada na altura do veículo de 1,30 m (AASHTO, 2004).

O Manual de Projeto de Geométrico de Rodovias Rurais (DNER, 1999a) considera altura dos olhos do motorista de 1,10 m e 1,37 m de altura para o veículo que se aproxima em sentido oposto.

2.5. A SINALIZAÇÃO APLICÁVEL ÀS MANOBRAS DE ULTRAPASSAGEM

A sinalização, em geral, deve conquistar a atenção e a confiança do usuário, permitindo-lhe, ainda, tempo de reação adequado. A atenção é função de um conjunto de fatores que compõem o ambiente operacional. Dentre estes podem ser destacados (DNER, 1999b):

- composição do tráfego que circula pela via e sua densidade;
- velocidade dos veículos;
- complexidade de percurso e da manobra, em função das características da via;
- tipo e intensidade de ocupação lateral da via (uso do solo).

Quando permanente, a sinalização é composta por placas, painéis, marcas no pavimento e elementos auxiliares, constituindo-se de sistema de controle de tráfego (dispositivos fixos) que, por sua presença no ambiente operacional da via, regula, adverte e orienta os usuários.

A sinalização rodoviária pode ser dividida basicamente em três grupos: horizontal, vertical e semaforica, sendo que apenas as duas primeiras aplicáveis ao tema de interesse do presente trabalho.

A sinalização vertical é constituída por placas, painéis ou dispositivos auxiliares situados em posição vertical, implantados à margem da via ou sobre ela suspensos, tendo como finalidade a regulamentação do uso da via; advertência para situações de perigo potencial ou operacionalmente problemáticas e fornecimento de indicações, orientações e informações aos usuários, além de mensagens educativas.

O principal sinal vertical de regulamentação associado às manobras de ultrapassagem é o R-7 (de acordo com o Anexo II do CTB, aprovado em 22/04/2004 pela resolução nº 160 do Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN), apresentado na Figura 2.4..

Tal sinal deve ser previsto no início de segmentos onde, por razões de segurança, seja proibida a realização de manobras de ultrapassagem.

Os sinais de regulamentação utilizam predominantemente a forma circular, a cor branca em seu fundo e a cor vermelha na borda, e têm a função de notificar o usuário sobre restrições, proibições e obrigações que governam o uso da via e cuja violação constitui infração prevista no CTB.

FIGURA 2.4

SINAL R7 – PROIBIDO ULTRAPASSAR

FONTE: RESOLUÇÃO nº 160 DE 22/04/2004 DO CONTRAN

A sinalização horizontal é composta por marcações e/ou dispositivos auxiliares implantados no pavimento com as seguintes finalidades básicas:

- canalização dos fluxos de tráfego;
- complementação da sinalização vertical (principalmente as de regulamentação e de advertência);
- em alguns casos, nos quais não seria eficaz a utilização de outro dispositivo, a sinalização horizontal pode servir de meio de regulamentação (proibição).

As marcações longitudinais, apresentadas na Figura 2.5, são compostas por conjuntos de linhas (longitudinais, transversais ou diagonais) - contínuas ou não - símbolos e legendas de diversos tipos pintados no pavimento ou aplicados por processo a quente ou a frio.

As marcações longitudinais separam e ordenam as correntes de tráfego, definindo a parte da pista destinada ao rolamento, a sua divisão em faixas e em fluxos opostos, as faixas de uso exclusivo de um tipo específico de veículo, as reversíveis, além de estabelecer as regras de ultrapassagem (CTB).

As cores básicas utilizadas são o branco e o amarelo. O amarelo é utilizado para separar fluxos de tráfego de sentidos opostos.

3. MANOBRAS DE ULTRAPASSAGEM E CRITÉRIOS PARA A FIXAÇÃO DE VALORES MÍNIMOS PARA A DVU EM RODOVIAS DE PISTA SIMPLES

Este capítulo apresenta aspectos legais e regulamentares referentes às manobras de ultrapassagem de acordo com a legislação brasileira em vigor e aponta os principais parâmetros envolvidos no mecanismo das manobras de ultrapassagem.

Também são descritos os possíveis tipos de manobra e suas fases, os critérios para a definição de segmentos com ultrapassagem proibida e medidas para melhoria das condições de ultrapassagem e da operação do fluxo de tráfego nas rodovias de pista simples.

Ao final, são conceituados os critérios para a fixação de valores para a distância de visibilidade para ultrapassagem e apresentados os principais modelos propostos e hipóteses consideradas para a dedução de valores mínimos, quadro comparativo de normas de diversos países e a análise crítica sobre estudos e pesquisas desenvolvidos.

3.1. ASPECTOS LEGAIS E REGULAMENTARES DO TRÂNSITO

A lei específica que rege o tema no Brasil é a de nº 9.503 de 23 de setembro de 1997, que instituiu o CTB, que regula o trânsito de qualquer natureza nas vias terrestres do território nacional.

De acordo com o CTB, ultrapassagem é o movimento de passar à frente de outro veículo que se desloca no mesmo sentido, em menor velocidade e na mesma faixa de tráfego, necessitando sair e retornar à faixa de origem.

De acordo com o artigo nº 29, o trânsito de veículos nas vias terrestres abertas à circulação deverá obedecer às seguintes normas:

- quando uma pista de rolamento comportar várias faixas de circulação no mesmo sentido, as da direita deverão ser destinadas ao deslocamento dos veículos mais lentos e de maior porte; quando não houver faixa especial destinada a esses veículos, as da esquerda deverão ser destinadas à ultrapassagem e ao deslocamento dos veículos de maior velocidade;
- o trânsito de veículos sobre passeios, calçadas e acostamentos só poderá ocorrer para que se adentre ou saia dos imóveis ou áreas especiais de estacionamento;
- a ultrapassagem de outro veículo em movimento deverá ser feita pela esquerda, sendo observada a sinalização regulamentar;
- todo condutor deverá, antes de efetuar uma ultrapassagem, certificar-se de que:
 - a) nenhum condutor que venha atrás tenha começado uma manobra para ultrapassá-lo;
 - b) quem o precede na mesma faixa de trânsito não tenha indicado o propósito de ultrapassar um terceiro;
 - c) a faixa de trânsito a ser utilizada para a manobra de ultrapassagem esteja livre em extensão suficiente para que a manobra não coloque em perigo ou obstrua o trânsito que venha em sentido contrário;
- todo condutor ao efetuar a ultrapassagem deverá:
 - a) indicar, com antecedência, a manobra pretendida, acionando a luz indicadora de direção do veículo ou por meio de gesto convencional de braço;

- b) afastar-se do usuário ou usuários que ultrapassa, de forma a permitir distância lateral de segurança;
- c) retornar, após a conclusão da manobra, à faixa de trânsito de origem, acionando a luz indicadora de direção do veículo ou fazendo gesto convencional de braço, adotando os cuidados necessários para não colocar em perigo ou obstruir o trânsito dos veículos ultrapassados.

Respeitadas as normas de circulação e conduta, em ordem decrescente, os veículos de maior porte serão sempre responsáveis pela segurança dos menores, os motorizados pelos não motorizados e, juntos, pela incolumidade dos pedestres.

De acordo com o artigo nº 30, todo condutor, ao perceber que outro que o segue tem o propósito de ultrapassá-lo deverá:

- se estiver circulando pela faixa da esquerda, deslocar-se para a faixa da direita, sem acelerar a marcha;
- se estiver circulando pelas demais faixas, manter-se naquela na qual esteja circulando, sem acelerar a marcha.

Os veículos mais lentos, quando em fila, deverão manter distância suficiente entre si para permitir que veículos que os ultrapassem possam se intercalar na fila.

O artigo nº 32 estabelece que o condutor não poderá ultrapassar veículos em vias com duplo sentido de direção e pista única, nos trechos em curvas e em aclives sem visibilidade suficiente, nas passagens de nível, nas pontes e viadutos e nas travessias de pedestres, exceto quando houver sinalização permitindo a ultrapassagem.

Nas interseções e suas proximidades, o condutor não poderá efetuar ultrapassagem (artigo nº 33).

O condutor que queira executar uma manobra deverá certificar-se de que pode executá-la sem perigo para os demais usuários da via (artigo nº 34).

Antes de iniciar qualquer manobra que implique transposição de faixas, movimentos de conversão à direita ou à esquerda ou retorno, o condutor deverá indicar seu propósito de forma clara e com a devida antecedência, por meio da luz indicadora de

direção de seu veículo, ou fazendo gesto convencional de braço, conforme o artigo nº 35.

Cometerá infração gravíssima e estará sujeito à pena de multa, o motorista que, ao realizar manobra de ultrapassagem, forçar passagem entre veículos que, transitando em sentidos opostos, estejam na iminência de passar um pelo outro (artigo nº 191).

O motorista que deixar de guardar distância de segurança lateral e frontal entre o seu veículo e os demais, bem como em relação ao bordo da pista considerando, no momento, a velocidade e as condições climáticas do local da circulação e do veículo estará cometendo infração grave e estará sujeito à penalidade de multa, de acordo com o artigo nº 192.

3.2. TIPOS DE MANOBRA DE ULTRAPASSAGEM

As manobras de ultrapassagem podem ser rápidas ou com início atrasado. Nas manobras rápidas o veículo rápido não sofre redução de velocidade. Antes de alcançar o veículo lento, o motorista do veículo rápido já o posiciona na faixa da esquerda para iniciar a manobra de ultrapassagem.

Nas manobras com início atrasado, o veículo rápido segue o veículo lento, enquanto aguarda oportunidade para iniciar a manobra. Em geral, as distâncias necessárias para completar as manobras com início atrasado costumam ser superiores às necessárias para as ultrapassagens rápidas. Muitos modelos de previsão de distâncias para ultrapassagem consideram manobras com início atrasado para o cálculo dos valores mínimos da DVU.

Há ainda as ultrapassagens múltiplas, que podem ser rápidas ou com início atrasado, onde o veículo rápido ultrapassa mais de um veículo lento.

A manobra de ultrapassagem também pode contar com veículo aproximando-se em sentido oposto. Em geral, essa situação obriga os motoristas dos veículos rápidos a serem mais eficientes para concluir a manobra, com necessidade de menores tempos de ocupação da faixa da esquerda. A presença do veículo aproximando-se em sentido oposto pode ocasionar a interrupção da manobra.

3.3. FASES BÁSICAS DA MANOBRA DE ULTRAPASSAGEM

De maneira simplificada, considerando apenas o veículo rápido e o veículo lento, as manobras de ultrapassagem podem ser divididas em três etapas, descritas na Figura 3.1, que apresenta esquema com as fases da manobra de ultrapassagem considerando apenas o veículo rápido e o veículo lento. Exemplo de manobra de ultrapassagem com presença de veículo em sentido oposto é apresentado no item 3.7.

FIGURA 3.1
FASES BÁSICAS DA MANOBRA DE ULTRAPASSAGEM
ESQUEMA SIMPLIFICADO

Ressalta-se que, de acordo com o modelo de previsão considerado para a manobra de ultrapassagem, poderá haver maior número de fases citando-se, como exemplo, o modelo proposto pela AASHTO (AASHTO, 2004), que considera também o tempo de percepção necessário para o motorista do veículo rápido notar a oportunidade e tomar as providências necessárias para executá-la, assim como a presença de um veículo trafegando no sentido oposto (VO). Tal modelo será detalhado mais adiante, no item 3.7, que trata dos critérios de projeto para a fixação de valores da DVU.

3.3.1. Fase 1 - Aproximação/ Início da Manobra de Ultrapassagem

Nesta etapa, o veículo rápido (VR) alcança o veículo lento (VL). No caso de manobras com início atrasado, a velocidade do veículo rápido é reduzida até alcançar a velocidade do veículo lento, já que o veículo rápido passa a seguir o veículo lento enquanto aguarda oportunidade para ultrapassá-lo.

No caso das manobras rápidas o veículo rápido não reduz a velocidade e o motorista já se prepara para iniciar a ultrapassagem.

3.3.2. Fase 2 - Ultrapassagem / Ocupação da Faixa da Esquerda

No início desta fase, o veículo que realiza a ultrapassagem (VR) já está posicionado na faixa da esquerda. Para as manobras com início atrasado, o veículo rápido sofre aceleração para ultrapassar o veículo lento. Para as manobras rápidas, em geral, o veículo rápido não sofre aceleração, já que a sua velocidade é superior à velocidade do veículo lento (VL).

Também, neste estágio, o motorista do veículo rápido opta por completar ou interromper a manobra de ultrapassagem com base nas informações disponíveis (como visibilidade, presença de veículo aproximando-se em sentido oposto e velocidade diferencial em relação ao veículo lento).

3.3.3. Fase 3 - Conclusão da Manobra / Ultrapassagem ou Retorno à Faixa da Direita atrás do Veículo Lento

Caso o motorista tenha optado por completar a manobra, manterá o seu veículo com aceleração ou velocidade constante (superior à velocidade do veículo lento) até atingir a condição de retornar à faixa da direita à frente do veículo lento (VL) com distância de separação adequada. Caso haja veículo aproximando-se em sentido oposto também deverá haver distância de separação adequada em relação a este ao final da manobra.

Na decisão de interromper a manobra, o motorista do veículo rápido impõe desaceleração ao seu veículo e a velocidade é reduzida, tornando-se inferior à do veículo lento (VL), que passará novamente à frente pela faixa da direita. O veículo rápido (VR) deverá retornar à faixa da direita, atrás do veículo lento (VL), com distância de separação adequada.

3.4. CARACTERÍSTICAS ADICIONAIS DA MANOBRA DE ULTRAPASSAGEM

3.4.1. Principais Parâmetros Envolvidos na Manobra de Ultrapassagem

A seguir são descritos, de maneira sucinta, alguns dos principais parâmetros envolvidos no mecanismo das manobras de ultrapassagem:

- Percepção do motorista: nas manobras com início atrasado, o motorista do veículo rápido (VR) é forçado a reduzir a velocidade ao alcançar outro com velocidade inferior, enquanto aguarda a oportunidade para realizar a manobra de ultrapassagem. A partir do momento em que se apresentem condições para a realização da manobra, é necessário que o motorista perceba a ocasião para tomar as providências necessárias para iniciá-la. Esse intervalo de tempo, entre ocorrência das condições favoráveis e percepção destas pelo motorista, é considerado por meio do tempo de percepção-reação e pode variar de acordo com a idade do motorista e condições físicas, dentre outros fatores.
- Velocidade dos veículos envolvidos: veículo rápido (VR), veículo lento (VL) e veículo aproximando-se em sentido oposto (VO). Os valores das velocidades têm influência direta sobre a determinação da DVU necessária.
- Taxas de aceleração e desaceleração: nas manobras com início atrasado supõe-se processo de aceleração do veículo rápido (VR) que, no início da manobra, segue o veículo lento (VL) e tem igual velocidade. No caso de interrupção da manobra de ultrapassagem, o motorista do veículo rápido (VR) impõe taxa de desaceleração ao seu veículo com o objetivo de retornar à faixa da direita, atrás do veículo lento (VL).
- Distâncias de separação entre os veículos ao final da manobra (tanto interrompida quanto completa): são consideradas com o objetivo de garantir a segurança e para proporcionar maior conforto e evitar descontinuidades das trajetórias dos veículos durante as manobras (como “fechadas” e frenagens bruscas).

- Comprimento dos veículos envolvidos na manobra: supõe-se que ultrapassagens sobre caminhões necessitem de maiores distâncias em relação às manobras sobre veículos de passeio.
- Altura dos olhos do motorista: tem influência direta para a verificação da visibilidade disponível ao longo do perfil longitudinal da rodovia. Quanto maior a altura dos olhos do motorista maior a visibilidade disponível ao longo do perfil longitudinal da rodovia. Em geral considera-se altura de 1,08 m (veículos de passeio). Para caminhões adota-se a altura de 2,30 m (AASHTO, 2004).
- Topografia (relevo) da região e perfil longitudinal da rodovia: ultrapassagens em aclives exigem maiores distâncias para que possam ser realizadas – ao contrário dos declives. Muitas vezes, em longos trechos ascendentes torna-se necessária a implantação de faixa adicional de tráfego por questões de ordem econômica (tempo dispendido pelos usuários da rodovia seguindo um veículo lento) ou por ordem de segurança e nível de serviço ofertados aos usuários (ocorrência de elevados volumes no sentido oposto que impossibilitem a realização das manobras, grande frequência de curvas horizontais e/ou verticais que propiciem baixos valores de visibilidade – características geométricas desfavoráveis). Rodovias de pista simples em regiões com relevo plano, em geral, costumam oferecer melhores condições de visibilidade ao motorista e, por consequência, maiores oportunidades de ultrapassagem. Nas regiões de relevo montanhoso, em geral, as rodovias apresentam condições de geometria mais restritas, resultando em menor visibilidade e, conseqüentemente, condições mais restritas para a realização das manobras de ultrapassagem.
- Desempenho dos veículos envolvidos na manobra em conjunto com o relevo da região atravessada e as características técnicas da rodovia.
- Volumes de tráfego na rodovia: em vias com elevados volumes de tráfego, mesmo em segmentos que apresentem as condições necessárias para a realização das manobras de ultrapassagem, o aproveitamento das oportunidades fica condicionado pelas brechas no fluxo da faixa da esquerda (sentido oposto).

- Condições atmosféricas: costuma-se considerar iluminação do dia, ausência de chuvas e nevoeiros como situação ideal. Qualquer alteração das condições ideais pode ocasionar consideráveis variações dos valores de visibilidade disponível.
- Comportamento dos motoristas: pode variar significativamente, em especial devido ao grau de exposição ao risco de ocorrência de acidentes. Alguns motoristas podem sequer cogitar utilizar a faixa da esquerda para realizar a ultrapassagem ao avistar outro veículo aproximando-se, por maior que seja a distância entre o seu veículo e o que se aproxima em sentido oposto. Por outro lado, alguns motoristas podem ser mais arrojadados e aceitar pequenas brechas no fluxo de tráfego oposto. Em geral, os modelos empregados para a fixação de valores para a DVU costumam considerar hipóteses para o comportamento dos veículos envolvidos na manobra de ultrapassagem (VR, VO e VL), que devem representar elevada proporção dos usuários (por questões de segurança) e não apenas o comportamento do motorista médio.
- Características físicas e geométricas da rodovia: superfície (pavimentada ou não), largura das faixas de rolamento, presença de acostamentos e revestimento superficial, raios mínimos de curvatura horizontal, alinhamento vertical, declividade máxima das rampas verticais e extensão, parâmetro de curvatura das curvas verticais, superelevações máximas.
- Características da região atravessada: nível de ocupação da área lindeira à rodovia – em regiões de maior adensamento populacional, as velocidades regulamentadas são mais baixas e as ultrapassagens costumam ser proibidas.

3.4.2. Efeito das rampas (greide longitudinal) sobre a DVU

Rampas de elevada inclinação influenciam de maneira direta a distância de visibilidade de ultrapassagem. As manobras de ultrapassagem podem ser realizadas com maior facilidade em declives, pois o motorista do veículo rápido (VR) tem condições de acelerar com maior rapidez do que em regiões planas ou em aclive. Nos aclives, são necessários valores de DVU superiores àqueles para regiões em nível, devido à redução da capacidade de aceleração do veículo rápido, enquanto os

veículos em sentido oposto apresentam maiores velocidades (que incrementam a distância percorrida pelo veículo em sentido oposto durante a realização da manobra de ultrapassagem).

3.4.3. Frequência e comprimento dos trechos de ultrapassagem

As distâncias de visibilidade de ultrapassagem devem estar disponíveis freqüentemente em rodovias de pista simples. A seção de ultrapassagem deve apresentar DVU igual ou superior à mínima e ser tão extensa quanto possível. A freqüência e extensão das zonas de ultrapassagem são relacionadas à topografia, velocidade de projeto e custo de implantação (AASHTO, 2004).

3.4.4. Aspectos relacionados à Capacidade e ao Nível de Serviço ofertado pela Rodovia de Pista Simples

Rodovias que não ofereçam freqüentemente trechos com DVU disponível ao longo do seu desenvolvimento podem proporcionar poucas oportunidades para a realização de manobras de ultrapassagem, sendo que, em elevados volumes de fluxo de tráfego, é possível que não seja possível realizar a manobra devido à eventual aproximação de veículos em sentido oposto.

A importância da freqüente disponibilidade de trechos com condições para a realização das manobras de ultrapassagem deve-se também à influência sobre o nível de serviço de rodovias de pista simples, já que a análise de capacidade considera parâmetros como o atraso (ou proporção de tempo seguindo em espera - veículo rápido seguindo veículo lento) e a velocidade média de viagem.

Com base na análise da capacidade da rodovia de pista simples, o projeto de geometria poderia ser modificado de maneira a oferecer maiores distâncias de visibilidade de ultrapassagem, acomodando maiores volumes de tráfego, aspecto associado aos critérios geométricos, apresentados adiante.

3.4.5. Acidentes

De acordo com dados do programa HSIS (*Highway Safety Information System*) referentes a três estados norte-americanos, cerca de 2% dos acidentes ocorridos nas rodovias de pista simples estariam relacionados às manobras de ultrapassagem.

O Quadro 3.1 apresenta o resumo dos dados para os três estados norte-americanos considerados.

QUADRO 3.1
DISTRIBUIÇÃO DOS ACIDENTES RELACIONADOS ÀS MANOBRAS DE
ULTRAPASSAGEM EM TRÊS ESTADOS NORTE-AMERICANOS

TIPO DE COLISÃO	DISTRIBUIÇÃO DE ACIDENTES RELACIONADOS ÀS MANOBRAS DE ULTRAPASSAGEM (%)			
	Estado A	Estado B	Estado C	média
Veículo desgovernado	25,5	34,1	30,7	30,1
lateral (mesmo sentido)	31,9	12,1	31,7	25,3
lateral (sentidos opostos)	8,2	3,1	8,7	6,5
Colisão traseira	12,2	25,2	12,2	16,5
Colisão frontal	6,4	6,7	6,4	6,5
Outros / desconhecido	15,8	18,8	10,8	15,1

FONTES: NCHRP, 2005

Obviamente os valores apresentados no Quadro 3.1 não representam necessariamente a realidade verificada nas rodovias brasileiras, mas indicam que, diferentemente do senso comum sobre acidentes associados às ultrapassagens, que as colisões frontais podem não ser os acidentes mais frequentes associados a essas manobras.

3.5. DEFINIÇÃO DE TRECHOS COM ULTRAPASSAGEM PROIBIDA

Os trechos com restrições à realização de manobras de ultrapassagem em rodovias de pista simples (Classe I-B ou inferiores) deverão ser identificados por meio da análise conjunta da planta e do perfil longitudinal da rodovia (DNER, 1999b).

A proibição à realização de manobras de ultrapassagem deverá ocorrer (DNER, 1999b):

- nas aproximações de locais com restrição de largura da pista, como pontes estreitas, independentemente da disponibilidade de visibilidade;
- em segmentos com possibilidade de conflitos de tráfego de entrada e saída da pista, como em interseções e acessos;
- sempre que não houver distância de visibilidade suficiente para realizar a manobra de ultrapassagem com segurança.

Em curvas horizontais e verticais, os limites de proibição de ultrapassagem são função da distância de visibilidade disponível, excetuando-se as aproximações de locais com restrições de largura de pista e regiões com possibilidade de conflito entre fluxos distintos de tráfego.

Para um trecho de rodovia em tangente horizontal, considerando iluminação solar, o obstáculo possível para a visibilidade é a curva vertical convexa. Para as curvas horizontais, a interrupção na linha de visibilidade do motorista pode ser causada por uma curva vertical convexa ou por algum tipo de obstrução lateral posicionada nas proximidades da rodovia, como barreiras longitudinais, árvores, vegetação ou taludes de corte.

Tendo em vista a necessidade de continuidade da visibilidade, o alinhamento da rodovia deve ser verificado tanto em planta quanto em perfil.

Serão definidos segmentos com ultrapassagem proibida onde a visibilidade disponível for inferior àquela necessária para realizar a manobra de ultrapassagem com segurança.

A Figura 3.2. apresenta a metodologia recomendada pelo Manual de Sinalização Rodoviária para identificação de segmentos de rodovia com ultrapassagem proibida (DNER, 1999b).

FIGURA 3.2 – VERIFICAÇÃO DA VISIBILIDADE DISPONÍVEL EM PERFIL

FONTE: DNER, 1999b.

Para a verificação em perfil deverão ser consideradas duas circunferências de raio H (altura de visada do motorista do veículo) cada (pontos A e B), unidas a partir de seus centros por uma reta com comprimento igual à distância de visibilidade mínima indicada (Figura 3.2).

O gabarito deverá percorrer a linha de perfil como se fosse um veículo. Quando a reta (que tem o comprimento mínimo da distância de visibilidade) passar a tangenciar, e em seguida cruzar o greide de projeto, a distância mínima de visibilidade passa a não estar mais disponível, impossibilitando a realização de manobras de ultrapassagem.

Destaca-se que a consideração de que os olhos do motorista e o objeto (veículo que se aproxima em sentido oposto) tenham alturas iguais é considerada pelo Manual de Sinalização Rodoviária do DNER (DNER, 1999a). O Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (DNER, 1999b) recomenda a consideração de 1,10 m de altura para os olhos do motorista e de 1,37 m de altura para o objeto (veículo aproximando-se em sentido oposto).

Para a análise da visibilidade em planta (Figura 3.3.) o eixo da via deverá ser considerado como referência para o posicionamento da linha de visibilidade do motorista do veículo rápido. A visibilidade mínima admissível para a definição de segmentos com restrição é a DVU mínima.

FIGURA 3.3 – VERIFICAÇÃO DA VISIBILIDADE DISPONÍVEL EM PLANTA E PERFIL
 FONTE: DNER, 1999b.

A visibilidade passa a ser comprometida (Figura 3.3) quando as linhas tracejadas (que percorrem a linha do eixo da via) passam a tangenciar um obstáculo lateral com

altura superior a H (taludes de corte, edificações, vegetação, entre outros).

Para a demarcação da sinalização horizontal deverão ser consideradas simultaneamente as restrições em planta e perfil para determinação dos segmentos com proibição de realização de manobras de ultrapassagem. A verificação deverá ser realizada para os dois sentidos de circulação do tráfego.

Com relação ao esquema de verificação da visibilidade em perfil apresentado na Figura 3.3 valem os mesmos comentários referentes à altura dos olhos do motorista e do objeto elaborados para a Figura 3.2.

3.6. MEDIDAS PARA MELHORIA DAS CONDIÇÕES PARA REALIZAÇÃO DE MANOBRAS DE ULTRAPASSAGEM

3.6.1. Aspectos Gerais

As medidas descritas neste item têm por objetivo indicar possibilidades de melhorias para o desempenho operacional da rodovia e das condições de segurança.

Em rodovias de pista simples, onde os volumes de fluxo de tráfego forem próximos da capacidade, as brechas no volume de tráfego em sentido oposto podem tornar-se insuficientes para a realização de manobras de ultrapassagem, mesmo com condições geométricas de visibilidade suficientes e com diferenças significativas de velocidade entre veículos (em especial na presença de caminhões pesados em aclives).

A visibilidade limitada, associada à ocorrência de elevados volumes de fluxo de tráfego no sentido oposto, pode ocasionar problemas de operação em rodovias rurais de pista simples, criando condições para a formação de filas (pelotões) e redução da velocidade média de percurso (Harwood).

As medidas para melhoria das condições para realização das manobras de ultrapassagem também podem ser empregadas em rodovias que apresentem baixas frequências de segmentos com visibilidade adequada para as ultrapassagens.

Dentre as medidas existentes podem ser citadas as faixas de ultrapassagem e as faixas adicionais em aclives.

Em rodovias rurais de pista simples, as faixas de ultrapassagem apresentam duas funções principais (Harwood):

- redução dos atrasos em determinados trechos, como aclives acentuados com presença de veículos lentos;
- melhoria da operação da rodovia proporcionando condições para a redução do número de pelotões e dos atrasos ocasionados por quantidades insuficientes de oportunidades de ultrapassagem em segmentos extensos.

A diferenciação entre as funções é importante para planejamento e operação. A avaliação de faixas adicionais em aclives considera apenas o trecho crítico, com o objetivo de melhorar localmente as condições de tráfego e prover o segmento de níveis de serviço pelo menos iguais aos trechos adjacentes. Para melhoria das condições de ultrapassagem é necessário considerar a operação do tráfego em segmentos de rodovia de maior extensão (Harwood).

A faixa adicional pode ser implantada em um ou nos dois sentidos de tráfego de uma rodovia de pista simples com o objetivo de aumentar as possibilidades de realização de manobras de ultrapassagem. Possíveis configurações são apresentadas na Figura 3.4.

Faixas adicionais em rodovias de pista simples vêm sendo cada vez mais empregadas, tendo por objetivo melhorar as condições de segurança, eliminar ou reduzir os obstáculos ao fluxo de tráfego (como por exemplo caminhões em aclives), e proporcionar oportunidades para realização de ultrapassagens em locais onde não há visibilidade adequada (AASHTO, 2004).

3.6.2. Faixas Adicionais em Aclives

São empregadas em rodovias de pista simples em trechos em aclive, destinando-se à circulação dos veículos de menor velocidade, com o objetivo de permitir que a outra faixa do mesmo sentido de tráfego seja utilizada pelos veículos com maior velocidade, dispensando-os de realizar a manobra de ultrapassagem e de utilizar a faixa destinada ao fluxo oposto (AASHTO, 2004).

O seu emprego é indicado no caso de aclives que apresentem declividade e extensão suficientes para ocasionar redução significativa da velocidade dos caminhões, com imposição de atraso aos demais veículos do fluxo de tráfego que circulam no mesmo sentido, aumento dos custos operacionais, maior possibilidade de ocorrência de acidentes e redução do padrão de operação da rodovia de pista simples (DNER, 1999a) e pode ser considerado como melhoria das condições de segurança (AASHTO, 2004).

Além dos efeitos negativos causados pelos caminhões carregados em rampas íngremes sobre os demais veículos do fluxo de tráfego, há o risco de impactos ambientais, pois grupos de veículos pesados circulando em aclives costumam utilizar marchas reduzidas e emitir maiores quantidades de poluentes e ruídos (Lamm, 1999).

FIGURA 3.4
CONFIGURAÇÕES DE FAIXAS PARA RODOVIAS DE PISTA SIMPLES
FONTE: Harwood

Geralmente, o início das faixas adicionais em aclives deve ocorrer antes que os veículos lentos sofram redução significativa de velocidade. O comprimento, se possível, deverá estender-se além do topo da rampa vertical, de modo que os veículos lentos possam recuperar parte da velocidade (Harwood).

A implantação de faixas adicionais em rodovias de pista simples pode adiar a ampliação por muitos anos ou até postergá-la por período indeterminado. Em projetos de implantação, as faixas adicionais podem tornar a operação da rodovia de pista simples eficiente e oferecer uma alternativa mais econômica em relação à duplicação da pista (AASHTO, 2004).

Os critérios para a implantação de faixa adicional em aclives são os seguintes (DNER, 1999a):

- taxa de fluxo no aclive superior a 200 veículos por hora;
- taxa de fluxo de caminhões superior a 20 veículos por hora (10%);
- ocorrência de uma das seguintes três condições:
 - redução de 15 km/h ou mais na velocidade de um caminhão pesado típico;
 - ocorrência de nível de serviço E ou F na rampa;
 - redução em dois ou mais patamares de nível de serviço para os veículos que adentram no trecho de aclive.

Tais critérios são idênticos aos definidos no *Green Book* (AASHTO, 2004).

Os valores de capacidade e nível de serviço ofertado referem-se diretamente aos contidos no *Highway Capacity Manual* (HCM) (TRB, 2000).

Cabe salientar que os critérios e metodologias utilizados para determinar a necessidade, localização e extensão das faixas adicionais em aclives têm-se baseado em parâmetros utilizados em outros países, que podem diferir das condições prevalentes na malha rodoviária brasileira (DNER, 1999a).

Algumas pesquisas realizadas a respeito da velocidade de caminhões em rampas ascendentes revelaram que as curvas de desaceleração e as velocidades de sustentação ou arrasto preconizadas pela AASHTO para caminhões norte-americanos

não correspondem, de forma ampla e exata, às características predominantes dos caminhões da frota brasileira (DNER, 1999a).

As faixas adicionais em aclives deveriam ter, preferencialmente, a mesma largura das demais faixas de rolamento. Porém, considerando-se que a faixa adicional em aclive trata-se de faixa de rolamento auxiliar, sujeita a condições de operação mais restritas e sensivelmente uniformes, justifica-se a adoção de larguras menores (mínima de 3,00 m) (DNER, 1999a).

Nas regiões com presença de faixa adicional em aclive o acostamento deverá ter, preferencialmente, a mesma largura dos demais segmentos da rodovia. Entretanto, as condições locais podem ser restritas, tornando necessária a redução de sua largura para 1,20 m, que ainda permitiria a passagem de um veículo lento na faixa da direita por outro parado no acostamento sem a necessidade de invadir a faixa adjacente (DNER, 1999a).

3.6.3. Faixas de Ultrapassagem

Trechos de rodovia com faixas de ultrapassagem podem ter largura de três ou quatro faixas de rolamento. A implantação deste dispositivo em rodovias de pista simples tem os seguintes objetivos (AASHTO, 2004):

- proporcionar a frequência adequada de segmentos de ultrapassagem e/ou;
- eliminar ou diminuir a interferência de veículos pesados sobre o fluxo de tráfego.

As faixas de ultrapassagem podem ser implantadas em rodovias de pista simples, em intervalos regulares, com o objetivo de melhorar as condições de operação (DNER, 1999a).

É interessante a utilização deste dispositivo em regiões de relevo ondulado, especialmente quando o traçado da rodovia é sinuoso e/ou o perfil inclui trechos críticos em aclive (DNER, 1999a).

FIGURA 3.5
REDUÇÃO DO ATRASO COM A IMPLANTAÇÃO DE FAIXA DE ULTRAPASSAGEM
FONTE: HCM (TRB, 2000)

A Figura 3.5 apresenta o efeito da faixa de ultrapassagem sobre o atraso. Mesmo após o término da faixa adicional, ainda há redução do atraso sofrido pelos motoristas dos veículos mais rápidos. Dessa forma, o comprimento efetivo da faixa de ultrapassagem seria maior do que o seu comprimento físico.

FIGURA 3.6
VELOCIDADE NA FAIXA DE FAIXA DE ULTRAPASSAGEM
FONTE: HCM (TRB, 2000)

A Figura 3.6 mostra o aumento da velocidade média com a implantação da faixa de ultrapassagem, ainda além do comprimento físico desta.

A localização das faixas de ultrapassagem deve prever visibilidade no início e fim dos *tapers*, sendo recomendada a distância de visibilidade mínima de 300 m. A localização também deverá considerar as interseções e a situação da via com elevados volumes de tráfego, com o objetivo de minimizar os movimentos de conversão em segmentos onde as manobras de ultrapassagem serão estimuladas. Restrições físicas como pontes e canaletas de drenagem deverão ser evitadas, caso provoquem descontinuidade do acostamento (AASHTO, 2004).

As transições (início e fim das faixas adicionais) deverão ocorrer em trechos com boa visibilidade para auxiliar o motorista a notá-las. Também deverão ser adequadamente identificadas e sinalizadas (DNER, 1999a).

Deverá ser considerado comprimento mínimo 400 m para a faixa de ultrapassagem com o objetivo de possibilitar a redução das filas ocasionadas pela circulação dos veículos lentos. O comprimento ideal varia de 800 a 1.600 m (DNER, 1999a).

De acordo com o *Green Book*, o comprimento mínimo de 300 m (excluídos os *tapers*) garante que veículos que sofram atraso tenham oportunidade de ultrapassar, pelo menos um veículo, na faixa adicional. Para promover a dissolução de pelotões, a extensão da faixa de ultrapassagem deverá ser superior a 500 m (AASHTO, 2004).

A faixa de ultrapassagem deverá ter largura igual às demais faixas de rolamento. A largura mínima do acostamento deverá ser de 1,20 m (DNER, 1999a).

3.6.4. Baías de Ultrapassagem

Em geral, as baías de ultrapassagem são implantadas pela supressão do acostamento. Ao notar a aproximação de veículos com velocidade superior, o motorista do veículo lento deverá desviar para a baía, permanecendo apenas o tempo suficiente para que os veículos que o seguem possam ultrapassá-lo. Quando houver poucos veículos na fila, não será necessário que o veículo lento pare. Quando a fila for grande o motorista do veículo lento deverá parar e aguardar a passagem de todos os veículos da fila para retornar à pista (DNER, 1999a).

As baías de ultrapassagem podem ser utilizadas com maior frequência em rodovias com baixos volumes de tráfego, quando é pequena a probabilidade de formação de filas ocasionadas pela circulação de veículos lentos. Podem ser empregadas também em regiões de relevo acidentado, quando é mais frequente o emprego de rampas íngremes e em rodovias onde a implantação de faixas adicionais seja inviável (DNER, 1999a).

A largura mínima da baía deve ser de 3,60 m, sendo desejável a adoção de 4,80 m. Também é necessário prover sinalização e demarcação adequadas para otimizar e garantir a segurança nas operações (DNER, 1999a).

As baías de ultrapassagem não deverão ser posicionadas em locais ou proximidades de áreas que apresentem restrições de visibilidade, como curvas verticais ou horizontais em quaisquer dos sentidos de tráfego. A região de aproximação de uma baía de ultrapassagem deverá ter visibilidade disponível de, no mínimo, 300 m (AASHTO, 2004).

3.6.5. Conversão do Acostamento em Faixa de Rolamento

Apesar da proibição da circulação de veículos nos acostamentos (item V do artigo nº 29 do CTB), há casos em que tal situação é regulamentada com o objetivo de melhorar as condições de operação da rodovia de pista simples.

Entretanto, deve-se lembrar que, em geral, a estrutura dos pavimentos dos acostamentos não é dimensionada para suportar a circulação de veículos.

Cita-se, como exemplo, a SP-099 (rodovia dos Tamoios) que, no trecho de Planalto entre São José dos Campos e Caraguatatuba, apresenta diversos segmentos onde os acostamentos foram convertidos em faixas auxiliares de tráfego, com o objetivo de aumentar as oportunidades para a realização de manobras de ultrapassagem.

FOTO 3.1
ACOSTAMENTOS CONVERTIDOS EM FAIXAS AUXILIARES NA
RODOVIA DOS TAMOIOS (SP-099)

FOTO 3.2
VELOCIDADES REGULAMENTARES PARA A FAIXA DE
ROLAMENTO E PARA A FAIXA AUXILIAR

3.7. CRITÉRIOS DE PROJETO PARA A FIXAÇÃO DE VALORES PARA A DVU

Conforme descrito no item 1.2 deste trabalho é possível identificar dois diferentes métodos para estabelecimento de valores mínimos para a DVU: critério para fixação de valores mínimos para a DVU tendo em vista o desenvolvimento do projeto de geometria (denominado de *critério geométrico*) e critério para delimitação de segmentos de rodovia com ultrapassagem proibida e elaboração do projeto de sinalização (denominado de *critério de sinalização*).

A fim de que se tenha, de início, uma idéia da significativa diferença entre os resultados da aplicação dos dois mencionados critérios, são apresentados os valores propostos pela AASHTO (*Green Book*) e pela FHWA (MUTCD). Lembra-se que o *Green Book* considera a velocidade de projeto, enquanto o MUTCD considera preferencialmente a velocidade de operação (V_{85}).

TABELA 3.1
VALORES MÍNIMOS PARA A DVU
CRITÉRIOS GEOMÉTRICO E DE SINALIZAÇÃO

Velocidade (km/h)	DVU (m)	
	AASHTO (a)	FHWA (b)
30	200	-
40	270	140
50	345	160
60	410	180
70	485	210
80	540	245
90	615	280
100	670	320
110	730	355
120	775	395
130	815	-

FONTES: a – *Green Book* (AASHTO, 2004), b – MUTCD (FHWA, 2003).

Analisando os dois conjuntos de DVU apresentados no Tabela 3.1, verifica-se que, dependendo da velocidade considerada, as distâncias de visibilidade recomendadas no manual da FHWA podem ser inferiores à metade daquelas indicadas no *Green Book*.

Ambos os critérios (AASHTO e MUTCD) são fundamentados em pesquisas realizadas há mais de 50 anos. Tais pesquisas consideraram apenas manobras de ultrapassagem envolvendo veículos de passeio.

Conforme demonstrado adiante, o método proposto pela AASHTO pressupõe que, em altas velocidades, o veículo rápido tem velocidade inferior à de projeto. Tal hipótese parece pouco provável, conforme apresentado mais adiante no capítulo 4.

A seguir, são discutidos alguns dos principais aspectos referentes aos critérios geométricos e aos de sinalização.

3.7.1. Critérios de Sinalização

Para a identificação de segmentos de rodovia com ultrapassagem proibida, os critérios de sinalização consideram apenas as limitações físicas de visibilidade impostas pela geometria da rodovia em planta e perfil, diferentemente dos critérios empregados para estabelecimento de valores mínimos para a DVU visando o desenvolvimento do projeto de geometria da via, conforme descrito no item 3.7.2..

No Brasil, a principal referência é o Manual de Sinalização Rodoviária publicado pelo extinto DNER (DNER, 1999b), que considera a velocidade de operação ao longo da rodovia (V_{85}) para a fixação de valores mínimos de visibilidade para a realização de manobras de ultrapassagem.

A manobra de ultrapassagem deverá ser proibida em segmentos com curvas verticais ou horizontais onde a DVU seja inferior à mínima recomendada (Tabela 3.2).

Além das distâncias mínimas de visibilidade há que se considerar também o aspecto regulamentar inerente ao projeto de sinalização rodoviária. Neste contexto são de fundamental importância os conceitos de segmento estendido (*long zone*) e segmento reduzido (*short zone*), aplicados à regulamentação de segmentos de ultrapassagem em rodovias de pista simples.

O conceito regulamentar de segmento estendido (*long zone*) admite a interpretação de que o motorista que iniciou manobra de ultrapassagem em segmento permitindo possa finalizá-la em trecho com ultrapassagem proibida. Esta possibilidade

fundamenta-se na justificativa de que ainda haveria distância de visibilidade disponível considerável ao final do segmento com ultrapassagem permitida, possibilitando a conclusão da manobra de ultrapassagem com segurança mesmo em trecho proibido.

TABELA 3.2
VALORES MÍNIMOS PARA A DVU
CRITÉRIOS DE SINALIZAÇÃO

Velocidade (km/h)	DVU (m)	
	DNER (a)	MUTCD (b)
40	90	140
50	-	160
60	170	180
70	-	210
80	250	245
90		280
100	310	320
110	-	355
120	-	395

FONTE: a – DNER, 1999b, b – FHWA, 2003.

O conceito de segmento de ultrapassagem de comprimento reduzido (*short zone*), empregado no Brasil, não admite esta interpretação, e as manobras de ultrapassagem devem ser iniciadas e concluídas no interior do segmento com ultrapassagem permitida.

Assim, a adoção do conceito de segmento de ultrapassagem com comprimento reduzido (*short zone*) para regulamentação das manobras de ultrapassagem, mostra-se conservadora, pois, teoricamente, permitiria a acomodação de manobra de ultrapassagem iniciada exatamente no ponto onde tem início o segmento de proibição, tendo em vista que este é o ponto a partir do qual não está mais disponível a DVU mínima (NCHRP, 2005).

A Figura 3.7 ilustra os conceitos para segmentos de ultrapassagem de comprimento reduzido e estendido descritos acima. Considerando-se o sentido de circulação 1, caso seja adotada a regulamentação para segmento de ultrapassagem de comprimento reduzido, a ultrapassagem completada após o ponto A seria ilegal e sujeita à aplicação de multa. Caso seja considerado o conceito de segmento de ultrapassagem

de comprimento estendido e, supondo-se que no ponto B ainda exista visibilidade disponível considerável (mas inferior à DVU mínima), a manobra de ultrapassagem poderia ser completada, em condições adequadas de segurança na região compreendida entre os pontos A e B.

FIGURA 3.7
CONCEITOS DE SEGMENTO DE ULTRAPASSAGEM DE COMPRIMENTO
ESTENDIDO E REDUZIDO

Fonte: NCHRP, 2005

Os critérios empregados para verificação da visibilidade disponível em planta e perfil são os indicados nas Figuras 3.2 e 3.3.

A manobra de ultrapassagem também pode ser proibida em segmentos que apresentem distâncias de visibilidade superiores às indicadas na Tabela 3.2, devido a questões de segurança, como existência de interseções, praças de pedágio ou áreas com elevado grau de ocupação.

3.7.1.1. Manual de Sinalização Rodoviária (DNER, 1999b)

O Manual de Sinalização Rodoviária (DNER, 1999b) considera que as distâncias mínimas de visibilidade para ultrapassagem deverão ser iguais ao dobro da distância de visibilidade de parada. No MUTCD não é indicada a origem dos valores mínimos recomendados.

Considerando-se os valores mínimos e os recomendados sugeridos para a DVP no Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais publicado pelo extinto DNER (DNER, 1999a) e a DVU mínima indicada no Manual de Sinalização Rodoviária (DNER, 1999b), verifica-se que:

- para velocidades de 40 a 60 km/h a DVU corresponde ao dobro dos valores desejáveis para a DVP,
- para velocidade de 80 km/h a DVU corresponde ao dobro do valor médio (entre o mínimo e o desejável) da DVP;
- para velocidade de 100 km/h a DVU corresponde ao dobro do valor mínimo para a DVP.

Salienta-se que os valores mínimos são aqueles que consideram redução da velocidade sob condições de chuva, enquanto os desejáveis não contemplam esta hipótese (DNER, 1999a).

Portanto, é possível concluir que o Manual de Sinalização Rodoviária (DNER, 1999b) considera os valores desejáveis para velocidades mais baixas (até 60 km/h) e para as velocidades mais altas (100 km/h) os valores mínimos da DVP.

A transição ocorreria para velocidades de 80 km/h (média entre os valores desejável e mínimo). A Tabela 3.3 apresenta os valores de DVP indicados no Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais e os de DVU contidos no Manual de Sinalização Rodoviária.

Conclui-se então que, de maneira implícita, o critério considerado pelo Manual de Sinalização Rodoviária (DNER, 1999b) pressupõe que o veículo rápido (VR) e o veículo que se aproxima em sentido oposto (VO) tenham velocidades iguais e que, caso não seja possível completar a manobra de ultrapassagem, ambos os veículos (VR e VO) sofreriam desaceleração (mesma taxa para os dois veículos), a partir do mesmo instante (os motoristas dos veículos VR e VO tomariam simultaneamente a decisão de pará-los).

TABELA 3.3
VALORES MÍNIMOS PARA A DVP E A DVU

Velocidade (km/h)		DVP (m) (a)		DVU (m) (b)
diretriz	média	mínima	desejável	sinalização
30	30	30	30	-
40	38	45	45	90
50	46	60	65	-
60	54	75	85	170
70	62	90	110	-
80	70	110	140	250
90	78	130	175	-
100	86	155	210	310
110	92	180	255	-
120	98	205	310	-

FONTE: a – DNER, 1999a, b – DNER, 1999b.

3.7.1.2. *Manual On Uniform Traffic Control and Devices – MUTCD (FHWA, 2003)*

O MUTCD não apresenta dedução para os valores mínimos recomendados para a DVU, mas estes são bastante próximos aos recomendados em um manual da AASHO publicado em 1940 – “*A Policy of Marking and Signing of No Passing Zones on Two and Three Lane Roads*” (NCHRP, 2005), conforme indicado na Tabela 3.4.

TABELA 3.4
VALORES BÁSICOS CONSIDERADOS PARA A DEDUÇÃO DA DVU MÍNIMA - MUTCD

velocidade do veículo rápido (km/h)	50	60	80	100	110
diferença de velocidades entre o veículo rápido e o veículo lento (km/h)	6	8	20	30	40
velocidade do veículo em sentido oposto (km/h)	40	50	60	70	90
distância de visibilidade necessária para manobras rápidas (m)	130	165	200	200	200
distância de visibilidade necessária para manobras com início atrasado (m)	150	230	330	415	535
distância mínima de visibilidade (m)	150	180	240	300	360

Analisando-se a Tabela 3.4, que apresenta embasamento para os valores básicos considerados para o estabelecimento dos valores mínimos para a DVU, de acordo com o MUTCD (AASHO, 1940 apud NCHRP, 2005), é possível afirmar que a DVU

mínima recomendada corresponde, de maneira aproximada, à média dos valores necessários para as manobras de ultrapassagem rápidas e com início atrasado.

É importante observar que os valores mínimos para a DVU recomendados pelo MUTCD consideram a diferença de velocidades entre o veículo rápido e o veículo lento variável, diferentemente do que é considerado no *Green Book* (AASHTO, 2004), conforme indicado no item 3.7.2.

3.7.1.3. Aspectos Gerais para os Critérios de Sinalização propostos no Manual de Sinalização Rodoviária (DNER, 1999b) e no MUTCD (FHWA, 2003)

A análise da Tabela 3.2 indica que, para velocidades a partir de 60 km/h, os valores mínimos de DVU recomendados pelo Manual de Sinalização Rodoviária do DNER e FHWA (MUTCD) são próximos. Abaixo dessa velocidade, a DVU mínima sugerida pela FHWA é maior que a recomendada no manual de sinalização do DNER.

O MUTCD considera altura dos olhos do motorista do veículo rápido e do objeto (veículo aproximando-se em sentido oposto) de 1,07 m acima da superfície do pavimento, enquanto o Manual de Sinalização Rodoviária propõe 1,20 m.

Observa-se que, quanto maior a altura considerada para os olhos do motorista e para o veículo aproximando-se em sentido oposto, menor a distância mínima de visibilidade resultante. Isso pode justificar os maiores valores de DVU sugeridos no MUTCD em relação aos indicados no Manual de Sinalização Rodoviária.

Tanto o MUTCD quanto o Manual de Sinalização Rodoviária do DNER consideram a distância mínima de 120 m para a DVU. Caso a distância entre dois segmentos com manobra de ultrapassagem proibida seja inferior a este valor, a proibição também prevalecerá para o segmento intermediário.

3.7.2. Critério Geométrico

3.7.2.1. O Método Proposto pela AASHTO (AASHTO, 2004)

Conforme mencionado anteriormente, o principal critério geométrico para a fixação de valores mínimos de projeto para a DVU é o apresentado no *Green Book* (AASHTO, 2004), que é utilizado como referência para a elaboração de projetos de rodovias nos Estados Unidos e também adotado como referência em diversos países.

O modelo sugerido pelo *Green Book* também é tomado como referência pelo Manual de Projeto Geométrico para Rodovias Rurais (DNER, 1999a).

Para a dedução dos valores mínimos foram utilizadas as equações do movimento uniforme da física clássica, considerando constante a taxa de aceleração para o veículo rápido (VR).

A Figura 3.8 ilustra as fases da manobra de ultrapassagem consideradas no modelo sugerido no *Green Book* (AASHTO, 2004).

FIGURA 3.8
FASES DA MANOBRA DE ULTRAPASSAGEM – MODELO PROPOSTO PELA AASHTO
 FONTE: *Green Book* (AASHTO, 2004).

As hipóteses consideradas no modelo proposto no *Green Book* (AASHTO, 2004) são:

- o veículo a ser ultrapassado (VL) tem velocidade constante;

- a manobra de ultrapassagem tem início atrasado, ou seja, o motorista do veículo rápido (VR) reduz a velocidade ao alcançar o veículo lento (VL), seguindo-o até que surja oportunidade para a realização da manobra de ultrapassagem;
- no momento em que surge a oportunidade para a realização da manobra de ultrapassagem, o motorista do veículo rápido necessita de um intervalo de tempo para notá-la (denominado no *Green Book* por tempo de percepção-reação) e tomar as providências necessárias ao seu início;
- no momento em que o veículo rápido (VR) passa a ocupar a faixa da esquerda o veículo que se aproxima em sentido oposto (VO) surge no campo de visão do motorista do veículo rápido;
- o veículo que se aproxima em sentido oposto tem a mesma velocidade do veículo rápido;
- a manobra de ultrapassagem pode ser interrompida logo após o início, devido à aproximação do veículo em sentido oposto e o veículo rápido pode retornar à faixa da direita atrás do veículo lento;
- caso o motorista do veículo rápido opte por continuar a manobra, este veículo sofre aceleração à taxa constante, e a velocidade média enquanto ocupa a faixa da esquerda é superior em 15 km/h à velocidade do veículo lento;
- o veículo rápido, ao retornar à faixa da direita à frente do veículo lento, guarda distância segura de separação em relação ao veículo que se aproxima em sentido oposto.

De acordo com o modelo do *Green Book* (AASHTO, 2004), a distância mínima de visibilidade de ultrapassagem para rodovias de pista simples (DVU mínima) é calculada por meio da soma de quatro parcelas (d_1 , d_2 , d_3 e d_4) (vide Figura 3.5):

- d_1 – distância percorrida durante o tempo de percepção-reação, acrescida do tempo gasto para posicionamento do veículo rápido (VR) na faixa da esquerda (distância inicial para a manobra);
- d_2 – distância percorrida pelo veículo rápido (VR) desde o instante em que deixa a faixa da direita até retornar à ela;

- d_3 – distância de separação (segurança) entre o veículo rápido (VR) e o veículo que se aproxima em sentido oposto (VO) ao final da manobra de ultrapassagem;
- d_4 – distância percorrida pelo veículo que se aproxima em sentido oposto (VO) durante o tempo que o veículo rápido (VR) ocupa a faixa da esquerda.

A parcela d_1 é calculada por meio da seguinte expressão:

$$d_1 = 0,278 t_1 \left(V - m + \frac{a t_1}{2} \right) \text{ (equação 3.1)}$$

onde:

V = velocidade média do veículo rápido (VR) na faixa da esquerda (km/h)

m = diferença de velocidades entre o veículo rápido (VR) e o veículo lento (VL) (km/h)

a = aceleração média do veículo rápido (VR) (km/h/s)

t_1 = tempo de percepção-reação (segundos).

Enquanto o veículo rápido (VR) ocupa a faixa da esquerda admite-se que sua velocidade é constante, resultando a seguinte equação para o cálculo de d_2 :

$$d_2 = 0,278 V t_2 \text{ (equação 3.2)}$$

onde:

V = velocidade média do veículo rápido (VR) (km/h);

t_2 = tempo que o veículo rápido (VR) permanece na faixa da esquerda durante a manobra de ultrapassagem (s).

Para a distância de separação entre o veículo rápido (VR) e o veículo que se aproxima em sentido oposto (VO) ao final da manobra de ultrapassagem (d_3), são recomendados valores que variam entre de 30 e 90 m.

O modelo assume que, no ponto em que o veículo rápido se posiciona integralmente na faixa da esquerda teria percorrido 1/3 da distância total de “ d_2 ”, sendo possível ao seu motorista, ainda neste ponto, interromper a manobra de ultrapassagem. Como quando o veículo rápido atinge tal ponto o veículo em sentido oposto surge no campo de visão do motorista de VR, tem-se que:

$$d_4 = \frac{2}{3} d_2 \text{ (equação 3.3)}$$

A Tabela 3.5 apresenta os valores dos principais parâmetros considerados para o cálculo da DVU, ressaltando que o último grupo (velocidades entre 96 e 110 km/h) foi obtido por extrapolação.

TABELA 3.5.
PARÂMETROS PARA DETERMINAÇÃO DA DVU
MODELO PROPOSTO PELA AASHTO

Componentes da manobra de ultrapassagem		Classes de velocidades (km/h)			
		50-65	66-80	81-95	96-110
		Velocidade média de ultrapassagem (km/h)			
		56,2	70,0	84,5	99,8
início da manobra					
a - aceleração média	km/h/s	2,25	2,3	2,37	2,41
t ₁ - tempo inicial	s	3,6	4	4,3	4,5
d ₁ - distância percorrida	m	45	66	89	113
ocupação da faixa da esquerda					
t ₂ - tempo	s	9,3	10	10,7	11,3
d ₂ - distância percorrida	m	145	195	251	314
distância de separação					
d ₃ - distância percorrida	m	30	55	75	90
veículo em sentido oposto					
d ₄ - distância percorrida	m	97	130	168	209
distância total (d ₁ + d ₂ + d ₃ + d ₄)	m	317	446	583	726

FONTE: *Green Book* (AASHTO, 2004).

A Tabela 3.6 apresenta o cálculo das parcelas constituintes da DVU, de acordo com a metodologia proposta pela AASHTO e as velocidades consideradas para os veículos rápido e lento.

É importante observar nesta tabela que, para velocidades de projeto inferiores a 80 km/h, a velocidade considerada para o veículo rápido é maior que a de projeto. Para velocidades de projeto superiores a 80 km/h, a velocidade do veículo rápido foi considerada como inferior à de projeto.

TABELA 3.6
CÁLCULO DAS PARCELAS DA DVU E VELOCIDADES CONSIDERADAS
NO MODELO ADOTADO NO *GREEN BOOK*

Velocidade de projeto	km/h	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Velocidade de VR	km/h	44	51	59	66	74	80	88	94	100	105	109
Velocidade de VL	km/h	29	36	44	51	59	65	73	79	85	90	94
a	km/h/s	2,21	2,23	2,26	2,29	2,32	2,35	2,38	2,39	2,41	2,42	2,43
t ₁	s	3,25	3,45	3,68	3,88	4,08	4,21	4,35	4,42	4,50	4,57	4,62
d ₁	m	29	38	49	60	72	82	94	104	113	121	128
t ₂	s	8,68	9,04	9,44	9,80	10,19	10,48	10,84	11,07	11,31	11,50	11,66
d ₂	m	106	128	155	180	210	233	265	289	314	336	353
d ₃	m	8	21	35	48	61	69	78	84	90	95	99
d ₄	m	71	85	103	120	140	155	177	193	209	224	235
DVU calculada	m	214	272	342	408	483	539	614	670	726	776	815
DVU - <i>Green Book</i>	m	200	270	345	410	485	540	615	670	730	775	815

FONTE: *GREEN BOOK* (AASHTO, 2004)

A pesquisa que deu origem à metodologia descrita no *Green Book* (AASHTO, 2004), é descrita, de maneira sucinta, a seguir.

3.7.2.2. A origem dos valores sugeridos no *Green Book*

O modelo de manobra de ultrapassagem sugerido pelo *Green Book* é fundamentado nas pesquisas realizadas pelo *Public Roads Administration* realizadas no final da década de 1930 e início da década de 1940 em quatro províncias dos Estados Unidos (HRB, 1941).

Os levantamentos foram realizados em trechos com relevo suave ou plano e com reduzida sinuosidade. Foram consideradas manobras realizadas em 11 do total dos 32 segmentos estudados.

Para os levantamentos de campo foram utilizados equipamentos para registrar as velocidades dos veículos a cada 15 m (50 pés).

No total, foram estudadas 2.649 manobras de ultrapassagem, divididas em quatro grupos. Tais grupos foram definidos em função da interferência do tráfego em sentido oposto sobre o veículo rápido.

A seguir, são descritos os tipos de manobras, definidos em grupos, de acordo com as observações realizadas.

- A manobra de ultrapassagem com início atrasado, devido à presença de veículos na faixa da esquerda;
- B manobra de ultrapassagem com retorno apressado do veículo rápido à faixa da direita, devido ao surgimento de veículo aproximando-se pela faixa da esquerda;
- C manobra de ultrapassagem com início atrasado e retorno apressado (combinação de A e B);
- D manobras de ultrapassagem realizadas sem a interferência do fluxo de tráfego em sentido oposto.

As principais conclusões obtidas foram as seguintes:

- o tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda depende fortemente do grau de interferência do tráfego em sentido oposto;
- o motorista médio do veículo rápido (VR) deseja trafegar com velocidade 15 km/h superior em relação à do veículo lento (VL) e 10 km/h acima da velocidade média do tráfego geral;
- o veículo rápido, ao alcançar o veículo lento, tem sua velocidade reduzida de 6 a 8 km/h antes de iniciar a manobra de ultrapassagem;
- a velocidade normal ou desejada do veículo rápido (VR) e do veículo lento (VL) são praticamente iguais às suas velocidades médias durante a ultrapassagem;
- não ocorre variação significativa da velocidade do veículo lento durante a manobra de ultrapassagem;
- a velocidade máxima média atingida pelo veículo rápido durante a manobra de ultrapassagem é superior entre 6 e 7 km/h à de percurso e cerca de 15 km/h superior à velocidade média na rodovia;
- o tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda aumenta com as velocidades dos veículo rápido e lento;

- o espaçamento entre o veículo rápido e o veículo lento antes da manobra é inferior àquele observado após a realização da ultrapassagem, mesmo na ausência de fluxo de tráfego em sentido oposto; os espaçamentos aumentam com o incremento das velocidades e sofrem redução com a presença de fluxo no sentido oposto;
- a maioria dos veículos não atinge a aceleração máxima possível; a aceleração durante a fase de retorno à faixa da direita é quase sempre inferior à fase de ultrapassagem sendo, na média, igual a 1/5 da taxa de aceleração registrada durante a ultrapassagem.

Para as manobras do tipo C, o tempo médio de permanência na faixa da esquerda foi 8,6 s e, para todas as manobras, o tempo médio de permanência na faixa da esquerda foi de 9,6 s.

A pesquisa também indicou que o espaçamento médio entre o veículo rápido e o veículo lento, no início da manobra de ultrapassagem, foi cerca de 16 m, enquanto que, ao final da ultrapassagem, foi de cerca de 25 m.

Foram verificadas maiores taxas de aceleração para a fase inicial da manobra e menores quando do retorno à faixa da direita (eventualmente negativas, de acordo com a velocidade do veículo lento). Quanto maior a velocidade do veículo lento, menor foi a taxa de aceleração do veículo rápido quando do retorno à faixa da direita. A aceleração do veículo rápido durante a ultrapassagem apresentou variações pequenas: de 1,6 a 2,6 km/h por segundo.

Quanto maior a velocidade do fluxo de tráfego, maior a distância percorrida pelo veículo rápido na faixa da esquerda, sendo o aumento médio de 5,7 m para cada 1.600 m por hora de incremento na velocidade do fluxo de tráfego.

Foi considerado o 80º percentil para a fixação do tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda para as manobras do tipo C (início atrasado e retorno apressado). Para a distância de separação entre o veículo rápido e o que se aproxima em sentido oposto ao final da manobra de ultrapassagem, foi considerado o percentil de 90% das observações para as manobras do tipo C.

Na conclusão do trabalho afirma-se que os valores sugeridos não são necessariamente distâncias mínimas de visibilidade necessárias para que os motoristas realizem as manobras de ultrapassagem.

A distância mínima de visibilidade necessária seria aquela para que o veículo rápido retornasse à faixa da direita no caso de ocorrência de algum impedimento (obstáculo ou outro veículo) na faixa da esquerda.

3.8. ESTUDOS E PESQUISAS PARA DESENVOLVIMENTO DE MODELOS PARA A FIXAÇÃO DE VALORES MÍNIMOS PARA A DVU

A seguir são descritos, de maneira resumida, alguns dos principais modelos desenvolvidos para a fixação de valores mínimos de projeto para a DVU.

Os estudos são apresentados em ordem cronológica com o objetivo de caracterizar a evolução da abrangência acerca dos parâmetros envolvidos e o tratamento matemático desenvolvido.

3.8.1. Van Valkenburg e Michael (1971)

Este estudo e o de Weaver e Glennon (3.8.2.), realizados independentemente, foram os primeiros a considerar a hipótese de posição crítica ou ponto sem retorno, a partir do qual os fatores condicionantes induziriam o motorista do veículo rápido a completar a manobra de ultrapassagem.

A posição crítica não foi deduzida, mas adotada como o emparelhamento entre o para-choque traseiro do veículo lento e a metade do comprimento do veículo rápido enquanto este ocupa a faixa da esquerda.

A proposição, considerando manobras com início atrasado, foi fundamentada em estudos de campo e considerou a DVU como a soma de três parcelas:

- distância percorrida pelo veículo rápido na faixa da esquerda desde a posição crítica até o retorno à faixa da direita;
- distância percorrida pelo veículo que se aproxima em sentido oposto, desde o instante em que o veículo rápido ocupa a posição crítica até retorno à faixa da direita;
- distância mínima de separação entre o veículo rápido e o veículo em sentido oposto.

Neste modelo foi considerado que o veículo rápido tem velocidade igual à de projeto, diferença de velocidades entre o veículo rápido e o lento de 15 km/h (10 mph) e distância de separação entre o veículo rápido e o veículo que se aproxima em sentido oposto de 6 m (20 ft).

Os autores também fizeram considerações sobre a definição de segmentos com ultrapassagem proibida, sugerindo a adoção dos segmentos de ultrapassagem de comprimento estendido.

Os valores obtidos para a DVU são apresentados na Tabela 3.7.

TABELA 3.7
DVU MÍNIMA, SEGUNDO VAN VALKENBURG E MICHAEL

V (km/h)	DVU (m)
50	225
55	270
60	315
70	360
80	390
90	435
100	480
105	525
110	570

FONTE: Van Valkenburg e Michael, 1972

3.8.2. Weaver e Glennon (1972)

Os autores desenvolveram este trabalho a partir da constatação de critérios divergentes para projeto e sinalização, considerando o conceito de que a DVU mínima necessária deveria ser considerada apenas a partir da posição crítica.

Foi considerada como posição crítica aquela em que o veículo rápido (já na faixa da esquerda) e o veículo lento estão emparelhados. Na posição crítica o tempo necessário para completar manobra de ultrapassagem seria igual ao necessário para interrompê-la.

Considerou-se que o veículo rápido e o que se aproxima em sentido oposto teriam velocidades iguais à de projeto para a rodovia. A diferença de velocidades entre o veículo rápido e o veículo lento variou entre 13 km/h (8 mph) e 19 km/h (12 mph).

A Tabela 3.8 apresenta os valores de DVU obtidos.

TABELA 3.8
DVU MÍNIMA, SEGUNDO WEAVER E GLENNON

V (km/h)	DVU (m)
80	341
100	444
105	497
110	548
120	600
130	651

FONTE: Weaver e Glennon, 1972

3.8.3. Harwood e Glennon (1976)

Este estudo foi fundamentado naquele indicado no item 3.8.2., considerando também a hipótese de interrupção da ultrapassagem em qualquer instante da manobra.

Neste trabalho foi formulada nova definição para a posição crítica, que ocorreria quando a distância de visibilidade necessária para completar a manobra seria igual à requerida para interrompê-la, mas esta consideração não foi incluída na formulação para dedução dos valores mínimos para a DVU.

Foram consideradas várias das hipóteses admitidas na versão de 1965 do Manual de Projeto Geométrico da AASHO, como velocidade constante para o veículo lento, manobra de ultrapassagem com início atrasado, necessidade do tempo de percepção-reação para início da ultrapassagem e distância de separação adequada entre o veículo rápido e o veículo que se aproxima em sentido oposto ao final da manobra de ultrapassagem.

A Tabela 3.9 indica os valores obtidos para a DVU.

TABELA 3.9
DVU MÍNIMA, SEGUNDO HARWOOD E GLENNON

V (km/h)	DVU (m)
50	188
55	231
60	275
70	322
80	371
90	422
100	746
105	532
110	589
120	649
130	711

FONTE: Harwood e Glennon, 1976

3.8.4. Liberman (1982)

O conceito de posição crítica, no modelo desenvolvido por Lieberman, assume que a distância de separação entre o veículo rápido e o veículo que se aproxima em sentido oposto é igual, nesta posição, tanto para manobras interrompidas quanto para manobras completadas com sucesso.

Esta consideração pode ser avaliada como análoga à de Harwood e Glennon, onde a visibilidade necessária para completar manobra seria igual à requerida para interrompê-la, na posição crítica.

O autor também considerou parâmetros associados às manobras de ultrapassagem, como variáveis referentes à performance e comprimento dos veículos envolvidos.

Para o cálculo da DVU necessária o autor considerou, além da distância necessária a partir da posição crítica, também a distância necessária para alcançá-la.

Neste trabalho a posição crítica recebeu dedução matemática, a partir dos diagramas tempo x distância percorrida dos veículos envolvidos, o que caracterizou evolução

significativa na formulação teórica dos modelos para estabelecimento de valores mínimos para a DVU.

Os valores mínimos resultantes para a DVU são apresentados na Tabela 3.10.

TABELA 3.10
DVU MÍNIMA, SEGUNDO LIEBERMAN

V (km/h)	DVU (m)
50	258
55	325
60	396
70	470
80	548
90	630
100	715

FONTE: Lieberman, 1982

3.8.5. Saito (1984)

O objetivo principal de Saito foi a verificação da suficiência dos valores mínimos propostos no MUTCD para a interrupção segura das manobras de ultrapassagem

O autor considerou, para o desenvolvimento do trabalho, duas posições, descritas a seguir:

- aquela em que o veículo rápido (já na faixa da esquerda) está posicionado imediatamente atrás do veículo lento (denominada *head & tail*);
- quando o veículo rápido ocupa a faixa da esquerda e está emparelhado com o veículo lento (denominada *abreast*).

Para a taxa de desaceleração foi considerado o valor de 0,3 g (onde g é a aceleração da gravidade, ou 2,9 m/s²). Considerou-se que taxas a partir de 4,2 m/s² seriam desconfortáveis e até perigosas.

As principais hipóteses consideradas foram:

- o veículo rápido já teria atingido a velocidade máxima ao alcançar a posição crítica;
- o motorista do veículo rápido impõe taxa constante de desaceleração ao seu veículo desde a posição crítica até que ocorra espaçamento adequado em relação ao veículo lento para retorno à faixa da direita – neste momento a velocidade do veículo rápido é igual a $(V-m)$;
- o veículo lento mantém velocidade constante durante a manobra $(V-m)$.

Como distâncias de separação, foram consideradas aquelas sugeridas no modelo proposto no *Green Book* (AASHTO).

A Figura 3.9 apresenta os resultados obtidos por Saito, comparando-os com os valores mínimos para a DVU indicados no MUTCD.

FIGURA 3.9
DISTÂNCIAS NECESSÁRIAS PARA A INTERRUPÇÃO DA MANOBRA DE
ULTRAPASSAGEM
 FONTE: SAITO

Os valores mínimos resultantes para a DVU são apresentados na Tabela 3.11.

TABELA 3.11
DVU MÍNIMA, SEGUNDO SAITO

V (km/h)	DVU _{head & tail} (m)	DVU _{abreast} (m)
50	123	85
55	157	112
60	194	139
70	232	168
80	272	198
90	313	229
100	356	261
105	400	294
110	446	328

FONTE: Saito, 1984

3.8.6. Glennon (1988)

Neste modelo Glennon considerou o conceito de posição crítica para a dedução dos valores mínimos para a DVU, onde a visibilidade necessária para completar a manobra seria idêntica àquela necessária para interrompê-la.

Este modelo, assim como o desenvolvido por Lieberman, também apresentou dedução matemática para a definição da posição crítica, considerando os diagramas das trajetórias dos veículos envolvidos na manobra de ultrapassagem.

A DVU total calculada não considerou a distância percorrida pelo veículo rápido durante a fase inicial da manobra da ultrapassagem, enquanto o veículo rápido segue o veículo lento aguardando oportunidade para iniciar a manobra de ultrapassagem.

As principais hipóteses consideradas foram:

- as distâncias necessárias para interromper ou completar a manobra de ultrapassagem seriam iguais na posição crítica;
- ao atingir a posição crítica, o veículo rápido já teria alcançado a velocidade de projeto, tendo velocidade constante a partir daí;
- o veículo rápido e o veículo que se aproxima em sentido oposto teriam velocidades iguais às de projeto para a rodovia;

- o veículo lento manteria velocidade constante durante a manobra (inferior à velocidade de projeto);
- ao final da manobra de ultrapassagem as distâncias de separação entre o veículo rápido e o veículo que se aproxima em sentido oposto e entre o veículo rápido e o veículo lento são adequadas;
- no caso de manobras interrompidas, o motorista do veículo rápido imporá desaceleração ao seu veículo com taxa constante até retornar à faixa da direita (atrás do veículo lento).

Glennon considerou-se que a diferença entre a velocidade do veículo rápido e a velocidade do veículo lento variaria de acordo com a velocidade de projeto.

A Tabela 3.12 apresenta a diferença de velocidades entre o veículo rápido e o veículo lento considerada no modelo desenvolvido por Glennon.

TABELA 3.12
DIFERENÇA DE VELOCIDADE ENTRE O VEÍCULO RÁPIDO E O VEÍCULO LENTO

Velocidade de projeto (kmh)	Diferença de Velocidades (kmh)
48	19,2
64	17,6
80	16,0
96	14,4
112	12,8

FONTE: Glennon, 1988.

O desenvolvimento do modelo considerou diferentes comprimentos para o veículo ultrapassado: passeio e caminhões com comprimento de 17 m (55 pés), 20 m (65 pés) e 33 m (110 pés).

A Tabela 3.13 apresenta os resultados obtidos.

TABELA 3.13
VALORES MÍNIMOS PARA A DVU – GLENNON

V (km/h)	DVU _{passageiro} (m)	DVU _{caminhão 17 m} (m)	DVU _{caminhão 20 m} (m)	DVU _{caminhão 33 m} (m)
60	201	228	234	255
80	249	288	294	294
100	297	345	354	354
110	342	396	414	414

FONTE: Glennon, 1988.

3.8.7. Harwood e Glennon (1989)

Neste trabalho foi pesquisada a sensibilidade dos valores mínimos para a DVU calculados de acordo com o modelo de Glennon (Glennon, 1988), considerando veículos de passeio e caminhões com diferentes características.

Foram consideradas maiores diferenças de velocidade quando da ultrapassagem de veículos de passeio sobre caminhões e a hipótese de ultrapassagem de caminhão sobre veículo de passeio. Nesta última alternativa foi considerada taxa de desaceleração menor para o veículo rápido (caminhão).

Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 3.14.

TABELA 3.14
VALORES MÍNIMOS PARA A DVU – HARWOOD E GLENNON

V (km/h)	DVU ₁ (m)	DVU ₂ (m)	DVU ₃ (m)	DVU ₄ (m)
30	98	105	105	105
50	158	173	180	203
60	210	240	263	293
80	263	308	338	383
100	308	375	413	473
110	360	435	488	563

1 – ultrapassagem de veículo de passeio sobre veículo de passeio

2 – ultrapassagem de veículo de passeio sobre caminhão

3 – ultrapassagem de caminhão sobre veículo de passeio

4 – ultrapassagem de caminhão sobre caminhão

FONTE: Harwood e Glennon, 1989.

3.8.8. Rillet et al. (1990)

Este trabalho teve por objetivo principal avaliar o impacto do comprimento do veículo lento sobre as distâncias necessárias para a realização das ultrapassagens, considerando o eventual uso das rodovias de pista simples por caminhões de grande comprimento.

Na dedução foram considerados veículos de passeio com comprimento de 5 m (veículo rápido) e caminhões (veículos lentos) com comprimentos de 15, 20, 25 e 30 m.

O desenvolvimento teórico fundamentou-se na existência da posição crítica durante a manobra de ultrapassagem, tomando por referência a dedução realizada por Glennon.

A dedução contemplou análise crítica do modelo desenvolvido por Glennon, concluindo que as velocidades obtidas para o veículo rápido após o retorno à faixa da direita para as manobras interrompidas (atrás do veículo lento) seriam muito baixas. Observou-se também que os tempos de separação considerados no modelo Glennon seriam muito baixos – cerca de 1 segundo – eventualmente inferiores ao comprimento de um veículo de passeio, conforme a velocidade considerada.

A principal alteração, em relação ao modelo desenvolvido por Glennon, foi o tempo de separação entre os veículos, considerado como função da velocidade.

A dedução também contemplou a hipótese de que, na manobra interrompida, o veículo rápido sofreria desaceleração até determinada velocidade mínima e aguardaria o avanço do veículo lento para retornar à faixa da direita atrás deste e que o espaçamento entre o veículo rápido e o veículo lento seria função da velocidade de projeto ao invés da diferença de velocidades..

Os autores incluíram a distância necessária para atingir a posição crítica na DVU mínima necessária, a exemplo de Lieberman.

Os resultados obtidos foram comparados aos obtidos por Glennon e aos indicados no MUTCD, constatando-se o crescimento das diferenças com o incremento das velocidades.

FIGURA 3.10
DVU MÍNIMA PARA SINALIZAÇÃO
 FONTE: RILLET, 1990.

Comparando os resultados obtidos com os valores recomendados nas normas para projeto (RTAC – *Roads and Transportation Association of Canada*), verificou-se que os valores sugeridos seriam adequados para manobras de ultrapassagens envolvendo apenas veículos de passeio para velocidades de até 90 km/h.

FIGURA 3.11
DVU MÍNIMA PARA PROJETO
 FONTE: RILLET, 1990.

Também foi realizada a análise de sensibilidade para a DVU necessária, considerando a variação das taxas de aceleração. A conclusão foi de que a variação da distância total necessária (soma da distância percorrida até a posição crítica e a da

distância ainda a percorrer) foi pequena, com variação dos componentes que compõem a soma.

O estudo também concluiu que a distância de separação entre os veículos rápido e lento é influenciada pela diferença de velocidades entre estes veículos.

Quanto maior a aceleração do veículo rápido, menor a distância percorrida até a posição crítica e maior a distância a percorrer a partir deste ponto, de acordo com os autores.

Com maiores velocidades consideradas para o veículo rápido, maiores seriam as distâncias necessárias para completar a manobra de ultrapassagem.

O estudo também analisou o impacto da distância de separação entre VR e VL, concluindo que este parâmetro tem influência sobre a DVU necessária. Quanto maior o espaçamento, maior a distância necessária para completar a manobra.

Rillet concluiu que as hipóteses sobre o comportamento dos motoristas durante a manobra de ultrapassagem têm grande influência em relação aos valores de DVU obtidos.

Os valores calculados, apresentados na Tabela 3.15, foram superiores aos obtidos por Glennon e aos indicados no *Green Book*.

TABELA 3.15
DVU - RILLET ET AL

V (km/h)	DVU _{VL passeio} (m)	DVU _{VL caminhão} (m)
60	217	308
70	295	394
80	389	492
90	487	586
100	586	677
110	689	773

FONTE: Rillet et al, 1990

3.8.9. Machado Netto e Setti (1994)

Este modelo foi desenvolvido com base nos estudos desenvolvidos por Glennon e Rillet et al.

As principais hipóteses consideradas foram:

- a DVU máxima ocorreria na posição crítica;
- as velocidades do veículo rápido e do veículo oposto, ao final da manobra de ultrapassagem seriam iguais à velocidade de projeto para a rodovia;
- o veículo rápido poderia alcançar a posição crítica com velocidade inferior à de projeto, neste caso a aceleração seria mantida até que fosse alcançada a velocidade de projeto.

A dedução matemática foi fundamentada nos digramas distância percorrida x tempo para o veículo rápido, o veículo lento e o veículo em sentido oposto.

Para calibração dos parâmetros para utilização do modelo foram realizadas observações a partir de um veículo de teste em rodovias na região de São Carlos no Estado de São Paulo.

Tais observações, segundo os autores, indicaram que alguns dos parâmetros considerados nos modelos de Glennon e de Rillet seriam válidos para as rodovias brasileiras, como o intervalo de 1 s para o tempo de reação-percepção e para separação entre o veículo rápido e o veículo lento no início da manobra. Para conversão do intervalo de tempo em distância foi considerada a velocidade do veículo lento, de acordo com Rillet et Al.

Os autores consideraram que a diferença de velocidade entre o veículo rápido e o veículo lento varia de acordo com a velocidade de projeto, conforme hipótese considerada por Glennon. Também foram considerados valores médios, obtidos na literatura para as taxas de aceleração e desaceleração dos veículos.

Os autores consideraram como a DVU mínima a distância total percorrida pelo veículo rápido antes e após alcançar a posição crítica.

Foram considerados veículos lentos de diversos comprimentos: veículos de passeio, caminhões com comprimentos de 13,20 m (unitário), 18,15 m (semi-reboques), 19,80 m (veículo unitário e reboque) e 30,0 m (rodotrem / treminhão). Como veículo rápido foi considerado apenas o veículo de passeio.

Na Tabela 3.16 são apresentados os valores calculados para a DVU mínima de acordo com o modelo deduzido.

TABELA 3.16
VALORES MÍNIMOS PARA A DVU – MACHADO NETTO E SETTI

V (km/h)	DVU _{passeio} (m)	DVU _{caminhão 13,5 m} (m)	DVU _{caminhão 18,2 m} (m)	DVU _{caminhão 19,8 m} (m)	DVU _{caminhão 30,0 m} (m)
48	102	116	128	132	158
64	185	205	223	229	266
80	296	325	349	358	409
97	454	496	529	540	609
113	661	719	763	778	868

FONTE: Machado Netto e Setti, 1994

3.8.10. Hassan, Easa e Halim (1996)

Este modelo foi desenvolvido a partir do modelo de Glennon, considerando algumas modificações, em especial as distâncias de separação entre os veículos. Tais distâncias foram consideradas proporcionais às velocidades.

Foi considerada a hipótese de que, na posição crítica, a distância necessária para interromper a manobra seria igual àquela necessária para completá-la.

Também foi considerado que, ao alcançar a posição crítica, o veículo rápido já teria atingido a velocidade de projeto, tendo condições de completar a manobra com segurança e com distâncias de separação adequadas entre o veículo rápido e o veículo lento e entre o veículo rápido e o veículo que se aproxima em sentido oposto ao final da manobra de ultrapassagem.

Outra hipótese considerada foi a de que as diferenças de velocidade entre o veículo rápido e o veículo lento variariam de acordo com a velocidade de projeto (de acordo

com Glennon); também foram consideradas hipóteses teóricas sobre as taxas de aceleração e desaceleração.

Os autores também consideraram que seria improvável que os motoristas de veículos rápidos interrompessem a manobra de ultrapassagem quando a posição crítica resultasse com o veículo rápido à frente do veículo lento e consideraram esta hipótese no desenvolvimento matemático do modelo proposto.

Neste modelo foi considerado intervalo de tempo de percepção-reação para que o motorista do veículo rápido, na posição crítica, decida se vai ou não completar a manobra de ultrapassagem.

A Figura 3.12 mostra os resultados obtidos considerando manobras de ultrapassagem sobre veículos de passeio e caminhões com comprimento de 25 m. Os resultados obtidos foram comparados com os recomendados pela norma canadense para projeto de geometria e pelo MUTCD.

FIGURA 3.12
DVU NECESSÁRIA PARA PROJETO
 FONTE: HASSAN, EASA E HALIM, 1996.

A análise dos resultados obtidos indicou que os valores sugeridos no MUTCD seriam inadequados para velocidades superiores a 70 km/h, considerando apenas ultrapassagens sobre veículos de passeio.

No caso de ultrapassagens de veículos de passeio sobre caminhões, os valores mínimos para a DVU indicados no MUTCD não seriam suficientes para a realização das manobras.

Por outro lado, os valores mínimos para a DVU indicados no *Green Book* garantiriam distâncias adequadas para realização de ultrapassagens de veículos de passeio sobre veículos de passeio e também de veículos de passeio sobre caminhões com 25 m de comprimento para velocidades de projeto de até 120 km/h. A partir de 120 km/h os valores mínimos para a DVU indicados no *Green Book* seriam insuficientes.

Como conclusão, os autores afirmaram que a DVU mínima indicada no *Green Book* seria bastante superior à necessária de acordo com o modelo deduzido, para velocidades entre 50 e 120 km/h, conforme a Figura 3.12 (curva referente à RTAC, norma canadense que é basicamente adaptação da metodologia proposta pela AASHTO).

Os valores mínimos para a DVU, calculados de acordo com a metodologia proposta pelos autores, são apresentados na Tabela 3.17.

TABELA 3.17
DVU MÍNIMA, SEGUNDO HASSAN, EASA E HALIM

V (km/h)	DVU (m)
50	141
55	177
60	213
70	252
80	294
90	348
100	432
105	531
110	645
120	783
130	948

FONTE: Hassam, Easa e Halim, 1996

3.8.11. Lamm (1999)

Lamm considerou a distância necessária para a realização da manobra de ultrapassagem como a soma de três parcelas:

- distância percorrida pelo veículo rápido na faixa da esquerda;
- distância percorrida pelo veículo em sentido oposto enquanto o veículo rápido ocupa a faixa da esquerda;
- distância de segurança (separação) entre o veículo rápido e o veículo em sentido oposto ao final da manobra de ultrapassagem.

Por questões de segurança, foi considerada a velocidade de operação, para o 85º percentil (V_{85}) no o cálculo da DVU.

Os valores mínimos para a DVU, segundo Lamm, são apresentados na Tabela 3.18.

TABELA 3.18
DVU MÍNIMA, SEGUNDO LAMM

V (km/h)	DVU (m)
60	475
70	500
80	525
90	575
100	625

FONTE: Lamm, 1999.

Foram consideradas as seguintes velocidades:

- $V_{VR} = 1,10 V_{85}$;
- $V_{VO} = V_{85}$;
- $V_{VL} = 0,85 V_{85}$

onde:

V_{VR} = velocidade do veículo rápido (km/h);

V_{VO} = velocidade do veículo que se aproxima em sentido oposto (km/h);

V_{VL} = velocidade do veículo lento (km/h).

Para o cálculo da DVU, o modelo considerado por Lamm admite que os motoristas estejam posicionados no centro da faixa de rolamento e que os olhos do motorista do veículo rápido estejam a 1,00 m de altura do solo.

Sugere ainda que cerca de 20% a 25% da rodovia apresente as distâncias mínimas indicadas, uniformemente distribuídas, com o objetivo de assegurar condições de operação adequadas para as rodovias de pista simples.

3.8.12. Polus, Livneh e Frischer (2000)

Os autores realizaram pesquisas de campo visando quantificar os principais componentes da DVU. Tais levantamentos foram realizados de modo a não influenciar o comportamento dos motoristas durante a realização das manobras de ultrapassagem.

Nos segmentos selecionados, a realização das manobras de ultrapassagem foi restringida apenas pela presença de veículos em sentido oposto, pois a distância de visibilidade disponível foi superior a 800 m e a AASHTO recomenda o valor de 540 m de DVU para velocidade de 80 km/h.

A velocidade média obtida variou de 72 a 80 km/h enquanto V_{85} variou de 81 a 91 km/h. A proporção de veículos comerciais (caminhões e ônibus com peso superior a 4 toneladas) variou entre 17% e 28%.

Esta pesquisa considerou as mesmas fases previstas no modelo proposto pela AASHTO para as manobras de ultrapassagem, assim como o modelo para cálculo da DVU mínima.

Foram calculados os valores médios, o desvio padrão das distâncias e os tempos das manobras de ultrapassagem. A maior das distâncias obtidas foi a percorrida pelo veículo que se aproxima em sentido oposto. A segunda maior distância foi a percorrida pelo veículo rápido na faixa da esquerda.

Algumas conclusões resultantes da análise dos dados observados foram:

- a distância percorrida pelo veículo rápido na faixa da esquerda varia de acordo com o tipo de veículo ultrapassado;
- a distância de separação entre o veículo rápido e o veículo que se aproxima em sentido oposto, quando o primeiro retorna à faixa da direita é maior quando o veículo ultrapassado é um semi-reboque do que quando o veículo lento é um veículo de passeio;
- a distância de separação entre o veículo rápido e o veículo lento, no início da manobra de ultrapassagem, é maior quando o veículo lento é um caminhão ou semi-reboque;
- da mesma maneira a distância de separação entre o veículo rápido e o veículo lento ao final da manobra de ultrapassagem é maior quando o veículo lento é comercial ou pesado;
- a brecha admissível, distância entre o veículo rápido e o veículo que se aproxima em sentido oposto quando o veículo rápido retorna à faixa da esquerda, também foi maior quando o veículo lento tratava-se de veículo comercial (ônibus ou caminhão).

A análise, de acordo com o tipo de manobra (rápida / com início atrasado), resultou nas seguintes observações:

- o tempo gasto na fase inicial da manobra é em média igual a 1,45 s (veículo de passeio sobre veículo de passeio) e de 1,36 s a 1,20 s (veículo de passeio sobre caminhão ou ônibus);
- o tempo gasto pelo veículo rápido na faixa da esquerda variou entre 10 s e 11,5 s para ultrapassagens com início atrasado (respectivamente para veículo de passeio sobre veículo de passeio e para veículo de passeio sobre caminhão);
- o tempo de separação (t_3) entre o veículo rápido e o veículo lento ao final da manobra de ultrapassagem (com o veículo rápido à frente do veículo lento), é ligeiramente inferior a 1 s (para ultrapassagem envolvendo apenas veículos de passeio) e cerca de 1,27 s quando o veículo lento trata-se de caminhão ou ônibus.

Considerando-se o tipo de veículo ultrapassado por meio da análise das curvas de frequência acumuladas para a distância percorrida na faixa da esquerda, concluiu-se a necessidade de maiores distâncias para ultrapassagens sobre caminhões.

FIGURA 3.13
CURVAS DE FREQUÊNCIAS ACUMULADAS PARA A DIFERENÇA DE VELOCIDADES
ENTRE VR E VL, CONSIDERANDO ULTRAPASSAGENS SOBRE VEÍCULOS DE
PASSEIO E SOBRE CAMINHÕES

Fonte: POLUS, 2000.

As principais conclusões foram as seguintes:

- a DVU indicada no modelo da AASHTO é ligeiramente superior (mais segura) que os valores obtidos nos levantamentos;
- apesar da proximidade entre os valores totais sugeridos para a DVU mínima, as parcelas que as compõem foram consideravelmente diferentes (especialmente a distância percorrida durante o tempo de percepção-reação e a distância percorrida pelo veículo rápido na faixa da esquerda);
- a diferença de velocidades entre o veículo rápido e o veículo lento variou de acordo com a velocidade praticada;
- o tempo de reação no início da manobra e o tempo de segurança não variaram com a velocidade;
- grande parte da aceleração do veículo rápido ocorre enquanto este ocupa a faixa da esquerda.

3.9. QUADRO COMPARATIVO DE RECOMENDAÇÕES DE NORMAS DE DIVERSOS PAÍSES PARA O CRITÉRIO GEOMÉTRICO

O quadro comparativo apresentado neste item é baseado na publicação *Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook* (Lamm, 1999), complementado com dados das normas portuguesa (Junta Autónoma de Estradas), brasileira (DNER, 1999a) e italiana.

FIGURA 3.14
ETAPAS DA MANOBRA DE ULTRAPASSAGEM
 FONTE: Lamm, 1999.

A Figura 3.14 apresenta as posições do veículo rápido, do veículo lento e do veículo em sentido oposto em vários intervalos de tempo.

Na posição A o veículo rápido segue o veículo lento, caracterizando a fase inicial de uma manobra de ultrapassagem com início atrasado. Na posição B o veículo rápido começa a ocupar a faixa da esquerda.

Em C é atingida a posição crítica, onde, teoricamente, a distância necessária para completar a manobra de ultrapassagem seria igual àquela necessária para interrompê-la.

Após ultrapassar a posição crítica (ponto C), o motorista do veículo rápido é induzido a completar a manobra de ultrapassagem, pois, para interrompê-la seria necessária distância de visibilidade superior àquela para completá-la.

Na posição D o motorista do veículo rápido completa a manobra de ultrapassagem e retorna à faixa da direita.

A Figura 3.14 também apresenta a localização do veículo em sentido oposto em função da posição ocupada pelo veículo rápido.

Na Tabela 3.19 são apresentados os valores mínimos de DVU recomendados em diversos países em função da velocidade e da distância considerada entre o veículo rápido e o veículo que se aproxima em sentido oposto, de acordo com a indicação na Figura 3.14.

As metodologias empregadas no Canadá, África do Sul e Brasil são praticamente adaptações ao método proposto pela AASHTO (EUA).

O critério previsto na norma australiana pressupõe três diferentes distâncias para a DVU (CSD, ESD, RSD) e define também regras para delimitação de segmentos de rodovias com permissão de ultrapassagem (sinalização).

A norma inglesa, de maneira semelhante à australiana, define mais de um conjunto de valores mínimos para a DVU (FOSD e ASD) e considera a velocidade de operação.

As normas alemã e grega consideram a velocidade de operação (V_{85}) para estabelecimento dos valores mínimos para a DVU, enquanto a norma austríaca considera a velocidade de projeto. As relações entre as velocidades dos veículos rápido, lento e em sentido oposto são as mesmas definidas no método proposto por Lamm.

TABELA 3.19.
VALORES MÍNIMOS PARA A DVU EM DIVERSOS PAÍSES

País	distância (m)	velocidade (de projeto ou de operação) (km/h)											
		30	40	50	60	70	80	85	90	100	110	120	130
Australia	A-A'	-	-	330	420	520	640	-	770	920	1100	1300	1500
	C-C'	-	-	165	205	245	300	-	360	430	500	600	700
Austria	A-A'	-	-	-	400	-	525	-	-	650	-	-	-
Canadá	A-C'	-	-	340	420	480	560	-	620	680	740	800	860
Alemanha	A-A'	-	-	-	475	500	525	-	575	625	-	-	-
Grécia	A-A'	-	-	-	475	500	525	-	575	625	-	-	-
Itália	-	-	200	-	300	-	400	-	-	500	-	600	-
África do Sul	A-C'	-	-	340	420	490	560	-	620	680	740	800	-
Suíça	B-B'	-	-	-	450	500	550	-	575	625	-	-	-
Inglaterra	B-B'	-	-	-	345	410	-	490	-	580	-	-	-
	1/2 B-B'	-	-	145	170	205	-	245	-	290	-	-	-
EUA	A-A'	200	270	345	410	485	540	-	615	670	730	775	815
Brasil (a)	A-A'	180	270	350	420	490	560	-	620	680	730	800	-
Portugal (b)	-	-	280	350	420	490	560	-	630	700	770	840	-

FONTES: Lamm, 1999
DNER, 1999a (a)
JAE (b)

3.9.1. Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais - Brasil (DNER, 1999a)

A metodologia indicada na norma brasileira é idêntica à do *Green Book*, edição publicada em 1994, ainda no sistema inglês de unidades. Provavelmente, essa é a razão das pequenas diferenças entre os valores indicados no manual da AASHTO e no manual do DNER.

Para a quantificação da distância de visibilidade disponível o Manual considera a altura dos olhos do motorista (veículo de passeio) de 1,10 m para e altura do veículo que se aproxima em sentido oposto de 1,37 m.

3.9.2. *National Association of Australian State Roads* - NAASRA - Austrália

A norma define três componentes para a definição de valores de distância de visibilidade para a realização de ultrapassagens (DVU):

- ESD – *Establishment Sight Distance* – distância de visibilidade mínima suficiente para motivar determinada proporção de motoristas a iniciar a manobra de ultrapassagem – caso tal distância de visibilidade não seja oferecida em intervalos regulares, apenas uma pequena parcela dos motoristas será estimulada a tentar realizar a manobra de ultrapassagem, e a capacidade (no caso de elevados volumes de tráfego) ou a qualidade do serviço ofertado (para baixos volumes) serão afetados;
- CSD – *Continuation Sight Distance* – distância de visibilidade crítica, que, mantida por determinada extensão de rodovia oferece a possibilidade de o motorista do veículo rápido tomar a decisão de completar ou interromper a manobra de ultrapassagem;
- RSD – *Restablishment Sight Distance* - frequência com a qual a distância CSD volta a estar disponível.

O método australiano utiliza tempos e não distâncias. Para a conversão dos intervalos de tempo em distâncias recomenda a consideração da velocidade média de projeto no trecho.

Os valores de DVU indicados correspondem ao 70º percentil das manobras de ultrapassagem.

As principais hipóteses consideradas são:

- a distância ESD é estimada a partir da brecha aceita pelo motorista de um veículo que realizaria manobra de ultrapassagem;
- a distância CSD é aquela necessária para completar as fases 2 e 3 da manobra de ultrapassagem, de acordo com a Figura 3.1;
- a distância RSD estabelece relação com o tempo gasto em espera seguindo um veículo lento até que ocorra (ou seja notada) a oportunidade de realização da manobra de ultrapassagem;
- o veículo rápido e o veículo que se aproxima em sentido oposto têm velocidades iguais à de projeto;
- a velocidade do veículo lento é inferior às velocidades do veículo rápido e do veículo em sentido oposto – sendo igual à velocidade média no seu sentido de viagem;
- as distâncias de visibilidade utilizadas consideram altura dos olhos do motorista igual a 1,15 m para veículos de passeio e altura do objeto (veículo em sentido oposto) igual a 1,15 m.

O método australiano considera – de maneira implícita – o conceito de posição crítica (ou ponto de não retorno) – uma vez que a distância CSD assegura que a porção de rodovia a ser utilizada pelo motorista do veículo rápido para completar a manobra de ultrapassagem ofereça condições de visibilidade na posição crítica.

A distância CSD também garante a possibilidade de visualizar o veículo que se aproxima em sentido oposto no trecho de interesse para a realização da manobra.

A aplicação do método é fundamentada na construção do diagrama de visibilidade disponível (considerando os alinhamentos horizontal e vertical) ao longo da rodovia no trecho em estudo, no qual devem ser lançadas as distâncias de visibilidade de projeto. Portanto – nesse modelo proposto – analisa-se um segmento de rodovia e não apenas elementos geométricos isolados.

Os segmentos propícios às manobras de ultrapassagem deverão apresentar as seguintes características:

- ter início em um ponto onde a distância ESD esteja disponível e
- encerrar-se onde a distância CSD não esteja mais disponível – ou então – a uma distância igual ao resultado da divisão da velocidade de projeto por 20 (em km/h), a partir da última posição onde a distância ESD estiver disponível – deve ser adotado o menor dos dois valores. Enquanto a distância CSD permanecer disponível, qualquer manobra de ultrapassagem iniciada pode ser completada com sucesso.

3.9.3. Inglaterra

A norma inglesa emprega dois valores de DVU para projeto:

- distância total de visibilidade para ultrapassagem (FOSD – *Full Overtaking Sight Distance*), utilizada para determinar o ponto onde o valor de visibilidade disponível se torna suficiente para a realização de ultrapassagens;
- distância de visibilidade para interrupção (ASD – *Abort Sight Distance*), utilizada para determinar o ponto em que a DVU disponível não é mais suficiente.

A distância FOSD compreende: a distância total percorrida por VR na faixa da esquerda, a distância de separação em relação a VO ao retornar à faixa da direita e a distância total percorrida por VO enquanto VR ocupa a faixa da esquerda.

Dessa forma, a norma inglesa considera que um segmento com DVU adequada tem início apenas quando o motorista de VR tenha condições de visualizar um eventual veículo que se aproxima em sentido oposto (conflito para a realização da manobra) ao passar para a faixa da esquerda.

Em contraste, assume-se que a região com DVU adequada estenda-se além da posição onde a FOSD mínima seja atingida e prossiga até onde a ASD esteja disponível. Adota-se para a ASD metade do valor considerado para a FOSD. Não há justificativas para essa hipótese, mas esse procedimento é equivalente ao da norma

australiana em que a distância equivalente à ASD (CSD) é igual a uma estimativa da distância entre VR (ao atingir a posição crítica) e VO.

Considera-se a velocidade de operação referente ao 85º percentil (V_{85}).

3.9.4. Áustria, Alemanha e Grécia

Para a fixação de valores de projeto para a distância de visibilidade para a realização de manobras de ultrapassagem, as normas alemã e grega consideram a velocidade V_{85} , enquanto a norma austríaca utiliza a velocidade de projeto.

Durante a manobra de ultrapassagem é adotada a hipótese de que o veículo rápido tenha velocidade de 110% de V_{85} , o veículo lento 85% de V_{85} e o veículo que se aproxima em sentido oposto velocidade igual à V_{85} .

3.9.5. Junta Autónoma de Estradas (JAE) - Portugal

De acordo com a norma portuguesa, o tempo gasto em uma manobra de ultrapassagem pode variar de 4 a 15 segundos, considerando o 95º percentil do total de manobras

A norma portuguesa sugere expressão a seguir para o cálculo da DVU:

$$DVU = 7 * VT \text{ (equação 3.4)}$$

onde VT (km/h) é a velocidade do fluxo de tráfego.

3.10. QUADRO COMPARATIVO DE VALORES PARA A DVU MÍNIMA EM DIVERSOS PAÍSES PARA O CRITÉRIO DE SINALIZAÇÃO

O quadro comparativo apresentado na Tabela 3.20 é baseado na publicação *Passing Sight Distance Criteria* (NCHRP, 2005) e apresenta os valores mínimos de DVU considerados em diversos países para definição de segmentos com ultrapassagem proibida.

Comparando-se os valores indicados na Tabela 3.20. aos apresentados na Tabela 3.19. (DVU mínima para o desenvolvimento do projeto de geometria), nota-se a divergência entre os valores mínimos resultantes da aplicação dos critérios geométricos e de sinalização, para os países considerados.

TABELA 3.20
VALORES MÍNIMOS PARA A DEFINIÇÃO DE SEGMENTOS
COM ULTRAPASSAGEM PROIBIDA – CRITÉRIO DE SINALIZAÇÃO

PAÍS	V ₈₅ (km/h)								
	40	50	60	70	80	85	90	100	120
Austrália	-	150	180	210	240	-	270	300	-
Inglaterra	-	90	105	125	-	155	-	185	-
Canadá	-	160	200	240	275	-	330	400	-
África do Sul	-	150	180	-	250	-	-	-	400
EUA	140	160	180	210	245	-	280	320	395
Brasil	90	-	170	-	250	-	310	-	-

FONTES: NCHRP, 2005; FHWA, 2003; DNER, 1999b.

Comparando-se os valores apresentados nas Tabelas 3.19 e 3.20, nota-se que os valores mínimos para a DVU propostos para projeto e sinalização apresentam pequenas variações para as normas australiana e inglesa e grandes diferenças para as demais.

Os valores mínimos estabelecidos pelo critério sinalização podem variar entre as normas de diferentes países em função da consideração sobre a visibilidade mínima remanescente ao final do segmento com ultrapassagem permitida.

Neste contexto, devem ser considerados os critérios de regulamentação fundamentados nos segmentos de ultrapassagem com extensão reduzida (*short zone*) e nos segmentos de ultrapassagem com extensão estendida (*long zone*).

Nos países com regulamentações que consideram o conceito de segmento reduzido (*short zone*), entre eles Brasil, EUA, Canadá e Inglaterra, os motoristas devem iniciar e completar as manobras em trecho com ultrapassagem permitida, sob pena de multa.

As alturas consideradas para os olhos do motorista e para o objeto (veículo aproximando-se em sentido oposto) são parâmetros importantes para determinação da visibilidade disponível. A Tabela 3.21 apresenta os valores considerados nas normas de diversos países.

TABELA 3.21
ALTURAS CONSIDERADAS PARA VERIFICAÇÃO DA DVU DISPONÍVEL
CRITÉRIOS GEOMÉTRICO E DE SINALIZAÇÃO

PAÍS	ALTURA DOS OLHOS DO MOTORISTA (m)	ALTURA DO OBJETO (m)
Austrália	1,15	1,15
Áustria	1,00	1,00
Inglaterra	1,05	-
Canadá	1,05	-
Alemanha	1,00	1,00
Grécia	1,00	1,00
África do Sul	1,05	1,30
EUA (critério geométrico)	1,08	1,30
EUA (critério de sinalização)	1,07	1,07
Brasil (critério geométrico) ^(a)	1,10	1,37
Brasil (critério de sinalização) ^(b)	1,20	1,20

FONTES: NCHRP, 2005; (a) DNER, 1999a; (b) DNER, 1999b.

De acordo com o MUCD e com o Manual de Sinalização Rodoviária (DNER, 1999a), o comprimento mínimo dos segmentos com ultrapassagem permitida deve ser de 120 m. Caso dois segmentos com ultrapassagem proibida sejam separados por segmento com extensão inferior a 120 m, o segmento de ultrapassagem proibida deverá também agregar este segmento de pequena extensão.

A norma australiana recomenda que a extensão mínima do segmento de ultrapassagem varie de acordo com a velocidade de operação, conforme descrito na Tabela 3.22.

TABELA 3.22
DISTÂNCIA MÍNIMA ENTRE SEGMENTOS COM ULTRAPASSAGEM PROIBIDA

V_{85} (km/h)	50	60	70	80	90	100
d (m)	125	150	175	200	225	250

FONTE: NAASRA

3.11. ANÁLISE CRÍTICA DOS CRITÉRIOS E MODELOS PARA FIXAÇÃO DE VALORES MÍNIMOS PARA A DVU

A revisão bibliográfica indicou clara tendência de consideração efetiva da hipótese de interrupção da manobra de ultrapassagem nos estudos e pesquisas para desenvolvimento de modelos para fixação de valores mínimos para a DVU.

O modelo sugerido pela AASHTO considera, de maneira implícita, a possibilidade de interrupção da manobra, conforme descrito no item 3.7.2 (Critério Geométrico), mas esta possibilidade não foi contemplada quando do cálculo dos valores mínimos para a DVU, já que estes incluem tanto a distância percorrida durante o tempo de percepção-reação tanto quanto a extensão igual a $1/3$ da distância percorrida pelo veículo rápido na faixa da esquerda (posição crítica).

Neste contexto, foi definido o conceito de posição crítica, ou ponto de não retorno, que estabelece o limite para interrupção da manobra de ultrapassagem por parte do motorista do veículo rápido, pois, exatamente nesta posição, a distância de visibilidade necessária para completar a manobra seria igual à necessária para interrompê-la.

Após ter passado pela posição crítica, o motorista do veículo rápido seria induzido a completar a manobra de ultrapassagem, tendo em vista que a distância de visibilidade necessária para interrompê-la seria superior à necessária para completá-la.

É importante observar que a conceituação da posição crítica variou de acordo com os estudos e pesquisas realizados. A definição citada neste item corresponde àquela desenvolvida por Glennon em 1989 e que se mostrou a mais consistente, já que resultou do aperfeiçoamento da conceituação e do desenvolvimento matemático formulados por Lieberman e foi empregada também por outros autores.

A consolidação da formulação matemática para previsão da possibilidade de interrupção da manobra de ultrapassagem após o seu início (posição crítica) fundamentou a crítica, realizada por muitos autores, de que seria conservadora a inclusão da distância percorrida pelo veículo que deseja realizar a ultrapassagem durante o tempo de percepção - reação na DVU mínima necessária, pois o motorista

do veículo rápido, caso julgue que não tenha condições de completar a manobra com segurança, poderá desacelerar o seu veículo e retornar à faixa da direita, atrás do veículo lento. Esta parcela é considerada no modelo proposto pela AASHTO (distância d_1), motivando críticas aos valores mínimos para a DVU indicados no *Green Book*.

A hipótese de interrupção da manobra para o estabelecimento dos valores mínimos para a DVU aumenta o número de variáveis associadas ao processo de realização da ultrapassagem, como taxa de desaceleração imposta ao veículo rápido, velocidade atingida pelo veículo rápido para o retorno à faixa da direita atrás do veículo lento, distância de separação entre o veículo lento e o veículo rápido ao término da ultrapassagem e comprimento do veículo lento.

Com a consolidação do conceito de posição crítica e, conseqüentemente, do modelo matemático para estabelecimento de valores mínimos para a DVU, foram desenvolvidos novos modelos de previsão de valores mínimos para a DVU considerando a ultrapassagem sobre veículos longos (Rillet et al; Harwood e Glennon; Hassan, Easa e Halim e Machado Netto e Setti), situação que não é prevista no modelo sugerido pela AASHTO, tornando-o, mais uma vez, objeto de críticas, tendo em vista que, nas rodovias de pista simples é freqüente a necessidade de ultrapassagem sobre veículos longos (caminhões), especialmente em aclives.

Outro aspecto divergente entre o modelo sugerido pela AASHTO e os estudos e pesquisas desenvolvidos refere-se à diferença de velocidades entre o veículo rápido e o veículo lento durante a realização da manobra de ultrapassagem. O *Green Book* considera a diferença constante e igual a 15 km/h, independentemente da velocidade. Glennon, em um primeiro trabalho, e posteriormente outros autores consideraram a diferença de velocidades variável, de acordo com a velocidade, a exemplo do que é empregado no MUTCD.

A Figura 3.15 apresenta os valores mínimos para a DVU sugeridos pela AASHTO, MUTCD e alguns dos principais estudos e pesquisas.

FIGURA 3.15
VALORES MÍNIMOS PARA A DVU

Analisando-se a Figura 3.15 verifica-se que:

- os valores obtidos por Harwood e Glennon são bastante próximos à DVU mínima indicada no MUTCD;
- o modelo desenvolvido por Hassan, Easa e Halim apresentou resultados próximos aos de Harwood e Glennon para velocidades de até 80 km/h e valores de DVU superiores para velocidades mais altas; mas é necessário considerar que abordagem desenvolvida por Hassan, Easa e Halim trouxe contribuição relevante para a segurança, ao considerar a baixa probabilidade de escolha da opção de interrupção da realização da manobra de ultrapassagem por parte do motorista do veículo rápido quando a posição crítica resultasse com o veículo rápido (ainda na faixa de rolamento destinada ao fluxo de tráfego em sentido oposto) à frente do veículo lento;
- o modelo desenvolvido por Rillet et al obteve elevados valores mínimos para a DVU (menores apenas que os propostos pela AASHTO), mas considerou hipóteses bastante conservadoras para a possibilidade de interrupção da manobra de ultrapassagem;

- os valores obtidos por Machado Netto e Setti foram bastante próximos aos de Hassan, Easa e Halim e consideraram condições locais referentes às características das rodovias, frota de veículos e comportamento dos motoristas brasileiros.

Entretanto os estudos e pesquisas desenvolvidos não consideraram a análise do fluxo em sentido oposto para a ocorrência de intervalos (brechas ou *gaps*) suficientes para possibilitar a realização das manobras de ultrapassagem, atentando preferencialmente para a interrupção da ultrapassagem (posição crítica), com o veículo rápido retornando à faixa da esquerda atrás de veículo lento sem conseguir completar a ultrapassagem.

Considerando uma situação extrema, onde uma rodovia apresentasse condições de geometria favoráveis e distâncias de visibilidade adequadas, porém com volumes de fluxo de tráfego extremamente elevados no sentido oposto, a operação em tal situação seria bastante prejudicada e a proporção de sucesso para realização de manobras de ultrapassagem (com o veículo rápido completando-a à frente do veículo lento) seria bastante baixa.

Mas nesta situação, de acordo com a tendência dos estudos e pesquisas desenvolvidos, a DVU mínima necessária seria inferior àquela recomendada no *Green Book* e as manobras de ultrapassagem poderiam ser interrompidas garantindo a segurança, mas não necessariamente a qualidade do nível de serviço ofertado pela rodovia.

Talvez a hipótese de efetiva conclusão da manobra de ultrapassagem considerada no *Green Book*, com o veículo em sentido oposto aproximando-se do veículo rápido enquanto este ocupa a faixa da esquerda, classificada como conservadora por muitos autores, tenha por objetivo contemplar este tipo de situação extrema. De qualquer maneira seria interessante estudar a possibilidade de aprimoramento desta consideração no modelo para estabelecimento de valores mínimos proposto pela AASHTO.

As mudanças no modelo proposto pela AASHTO também se fazem necessárias em função de que os parâmetros considerados referem-se a pesquisas realizadas na década de 1930 nos Estados Unidos. É bastante razoável esperar que as condições técnicas dos veículos, as características das rodovias e o comportamento médio dos motoristas tenham sofrido alterações relevantes desde então. A mesma observação se aplica à realidade brasileira que não necessariamente reflete as características observadas nos Estados Unidos, ressaltando a relevância de estudos nacionais sobre a questão.

Observa-se que grande parte dos modelos para fixação de valores mínimos de projeto para a DVU, inclusive o da AASHTO, considera a velocidade de projeto e não a velocidade de operação (V_{85}). A adoção desse procedimento é preocupante em segmentos de rodovia onde a velocidade de operação seja superior à velocidade de projeto, já que a DVU mínima resultante seria inferior à efetivamente necessária.

Esta situação deve ser analisada criteriosamente, pois é possível que, atualmente, os maiores valores de DVU recomendados pelo *Green Book* compensem ocorrências onde a velocidade de operação seja superior à de projeto.

Tendo em vista a necessidade de mudanças no método proposto pela AASHTO, o TRB (*Transportation Research Board*) patrocina o projeto NCHRP (*National Cooperative Highway Research Program*) 15-26, denominado *Passing Sight Distance Criteria* (Critérios para Distância de Visibilidade de Ultrapassagem).

Os objetivos deste projeto são: o desenvolvimento de um modelo para previsão de distâncias de visibilidade de ultrapassagem consistente com as condições atuais locais (verificadas nos Estados Unidos, país onde está sendo desenvolvido o projeto) e resolução das incompatibilidades apresentadas entre os valores mínimos recomendados no *Green Book* e no MUTCD.

Salienta-se que este novo critério para estabelecimento de valores mínimos para a DVU está sendo desenvolvido de maneira conveniente para que os resultados obtidos sejam incorporados ao *Green Book* e ao MUTCD, de acordo com informações do TRB.

Infelizmente até o momento a pesquisa em desenvolvimento patrocinada pelo TRB não contempla o emprego das velocidades de operação nem a análise mais criteriosa sobre a influência do fluxo em sentido oposto para fixação dos valores mínimos para a DVU, de acordo com o relatório preliminar emitido (NCHRP, 2005).

4. ESTUDO DE CASO

Este capítulo apresenta a metodologia empregada para a coleta de dados, os parâmetros considerados para análise, os segmentos selecionados e os dados obtidos.

Também descreve a lógica empregada para a análise dos dados e os resultados das observações, de acordo com a metodologia proposta.

Ao final, é realizada análise de sensibilidade dos parâmetros envolvidos no processo de realização de manobras de ultrapassagem.

4.1. METODOLOGIA PARA A REALIZAÇÃO DOS LEVANTAMENTOS DE CAMPO

O principal objetivo do estudo de caso é o levantamento de conjunto de dados sobre a realização de manobras de ultrapassagem representativo das condições prevalentes nas rodovias do país.

Para a realização do levantamento de dados foram selecionados trechos de rodovias de pista simples com volumes diários médios de veículos (VDMs) e com condições adequadas de geometria e de visibilidade que possibilitassem a realização de manobras de ultrapassagem.

Para cada rodovia analisada foi definido um posto de observação para levantamento de dados. Os trechos selecionados apresentaram as condições necessárias para realização de manobras de ultrapassagem durante as sessões de coleta de dados, como visibilidade adequada, seção transversal homogênea e presença de acostamento.

As observações foram realizadas durante o dia e na ausência de:

- chuvas e nevoeiros;
- acidentes nas aproximações do segmento selecionado;
- interferências sobre as condições de operação do fluxo de tráfego;
- desvios do fluxo de tráfego.

A imposição de tais condições teve por objetivo excluir observações que pudessem ser afetadas por fatores alheios à realização das manobras de ultrapassagem.

4.1.1. Parâmetros para análise

Os principais parâmetros considerados foram os seguintes:

- tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda durante a realização da manobra de ultrapassagem;
- velocidade média do veículo rápido durante a ocupação da faixa da esquerda;
- velocidade média do veículo lento durante a manobra de ultrapassagem;
- velocidade do veículo que se aproxima em sentido oposto;
- diferença de velocidades entre o veículo rápido e o veículo lento;
- tempo de separação entre o veículo rápido e o veículo em sentido oposto ao final da manobra de ultrapassagem.

Também foi observado, para cada ultrapassagem registrada, o respeito por parte do motorista do veículo rápido em relação à sinalização de proibição de realização da manobra.

4.1.2. Equipamento para Coleta de Dados

Foi utilizada máquina filmadora com *zoom*, tripé de apoio e baterias. Foram empregadas duas baterias, que asseguraram autonomia de cerca de 4 (quatro) horas por sessão de coleta de dados.

4.1.3. Postos de Observação

A câmera filmadora foi instalada nos postos de observação, com visibilidade privilegiada do segmento selecionado para coleta de dados, possibilitando a filmagem do fluxo de tráfego durante a sessão. O posicionamento da câmera foi definido de forma que os motoristas não notassem sua presença e pudessem alterar seu comportamento durante a ultrapassagem.

Os postos de observação foram posicionados em áreas internas às faixas de domínio da rodovia, de modo a dispensar solicitação de autorização para entrada em propriedades particulares.

4.1.4. Tabulação dos Dados para Análise

A primeira providência tomada após o término de cada sessão de coleta de dados foi a realização de cópia de segurança das filmagens no padrão VHS.

Os equipamentos utilizados para tabulação dos dados foram os seguintes: televisor colorido, videocassete e cronômetro manual.

Para cada manobra foram medidos o tempo de permanência na faixa da esquerda e o tempo de separação entre o veículo rápido e o veículo que eventualmente se aproxima em sentido oposto.

FIGURA 4.1
POSIÇÃO DO VEÍCULO RÁPIDO PARA MEDIÇÃO DO TEMPO
DE PERMANÊNCIA NA FAIXA DA ESQUERDA

A Figura 4.1 indica as posições do veículo rápido para medição do tempo de permanência na faixa da esquerda (tempo decorrido entre os instantes C e B).

Na posição B o veículo rápido está totalmente posicionado na faixa da esquerda, ou seja, a roda traseira direita cruzou a faixa demarcatória.

Na posição D o veículo rápido já retornou à faixa da direita, isto é, a roda traseira esquerda já cruzou a faixa demarcatória.

A Figura 4.2 ilustra o critério utilizado para medição do tempo de separação entre o veículo rápido e o veículo que se aproxima em sentido oposto.

FIGURA 4.2
MEDIÇÃO DO TEMPO DE SEPARAÇÃO ENTRE O VEÍCULO RÁPIDO
E O VEÍCULO QUE SE APROXIMA EM SENTIDO OPOSTO
AO FINAL DA MANOBRA DE ULTRAPASSAGEM

O tempo de separação entre o veículo rápido e o veículo em sentido oposto foi medido entre os instantes B, quando o veículo rápido retorna à faixa da direita e C, quando o veículo em sentido oposto passa pela posição na qual o veículo rápido retornou à faixa da direita.

4.1.5. Cálculo das Velocidades

A velocidade média dos veículos rápido, lento e em sentido oposto (VR, VL e VO) foi calculada considerando a sinalização horizontal da superfície do pavimento, conforme ilustrado na Figura 4.3. Para tanto foi medida a distância de espaçamento entre as faixas amarelas tracejadas e o seu comprimento.

FIGURA 4.3
CÁLCULO DA VELOCIDADE MÉDIA

A distância percorrida foi obtida a partir da contagem do número de intervalos de faixas amarelas tracejadas multiplicado pela distância correspondente à soma do comprimento de uma faixa amarela e do espaçamento entre duas faixas consecutivas (parâmetro “a” na Figura 4.3.).

Para a contagem do número de intervalos foram utilizadas as imagens do fluxo de tráfego. Obtida a distância “d”, a velocidade média foi calculada por meio da seguinte expressão:

$$V = \frac{d}{t_B - t_A} \text{ (equação 4.1);}$$

onde:

V = velocidade do veículo (m/s);

d = distância percorrida pelo veículo Z entre os pontos a e b (m);

$t_B - t_A$ = tempo gasto pelo veículo z para percorrer a distância d (s).

4.2. RODOVIAS E TRECHOS SELECIONADOS

4.2.1. Critérios de Seleção Utilizados e Identificação dos Trechos Seleccionados

A fase inicial para identificação de rodovias para a realização dos levantamentos de campo consistiu na análise do Mapa Rodoviário do Estado de São Paulo – Edição 2005, elaborado pelo Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo (DER/SP).

Após a seleção inicial de um primeiro conjunto de rodovias foram consultados os Relatórios de Estatística de Tráfego – Evolução Histórica por Rodovia, disponibilizados na página do DER/SP na Internet (www.der.sp.gov.br).

O parâmetro considerado para seleção dos trechos de rodovia, nesta fase inicial, foi o VDM – Volume Diário Médio. A referência foi o valor de 5.000 veículos por dia, correspondente ao VDM do trecho entre a SP-330 e Campo Limpo Paulista da rodovia SP-354, onde foi realizado o levantamento piloto deste trabalho.

A seguir são apresentados as rodovias e os trechos selecionados na fase preliminar:

- SP-332 – entre Caieiras e Jundiaí;
- SP-270 – entre Vargem Grande Paulista e São Roque;
- SP-274 – entre São Roque e Itapevi;
- SP-250 – entre Vargem Grande Paulista e Ibiúna.

Além destes segmentos já havia sido definido também o trecho SP-330 – Campo Limpo Paulista da SP-354, onde foi realizado o levantamento piloto.

Cada segmento selecionado foi objeto de vistoria técnica para verificação da viabilidade da realização dos levantamentos de dados no local.

Para a análise da viabilidade das observações foram considerados, para cada segmento, as características geométricas das rodovias, o grau de ocupação ao longo de suas margens a interferência do entorno sobre as condições de operação do fluxo

de tráfego, as condições de segurança para execução dos trabalhos e o posicionamento dos postos de observação.

Após análises realizadas em campo, foram selecionados os segmentos apresentados na Tabela 4.1 para as sessões de coleta de dados:

TABELA 4.1
LOCALIZAÇÃO DOS POSTOS DE OBSERVAÇÃO

RODOVIA	km	MUNICÍPIO
SP-250	49,0	Vargem Grande Paulista
SP-270	51,0	São Roque
SP-332	49,5	Jundiaí
SP-354	43,0	Franco da Rocha

Infelizmente não foi possível realizar a sessão de coleta de dados na SP-250 devido à operação de um radar móvel nas proximidades do local determinado para instalação do posto de observação, inviabilizando a pesquisa nesta rodovia.

A seguir é apresentado o Mapa de Localização (Figura 4.4) com os segmentos selecionados para a coleta de dados.

FIGURA 4.4.
MAPA DE LOCALIZAÇÃO

4.2.1.1. Segmento nº 1 – SP-270 – km 51,0

A Figura 4.5 ilustra, de maneira esquemática, as principais características em planta e perfil, do trecho selecionado na rodovia SP-270, bem como a localização dos segmentos com ultrapassagem proibida. O limite legal de velocidade para o segmento é de 80 km/h.

FIGURA 4.5
PLANTA, PERFIL E SEGMENTOS COM ULTRAPASSAGEM PROIBIDA
SEGMENTO Nº 1 – SP-270 – km 51,0

A Figura 4.6. apresenta a seção transversal típica deste segmento.

FIGURA 4.6
SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA
SEGMENTO Nº 1 – SP-270 – km 51,0

As Fotos 4.1. e 4.2. ilustram as características do segmento no sentido São Roque e Cotia, respectivamente.

FOTO 4.1
SEGMENTO Nº 1 – SP-270 – km 51,0 - VISTA DO SENTIDO SÃO ROQUE

FOTO 4.2
SEGMENTO Nº 1 – SP-270 – km 51,0 – VISTA DO SENTIDO COTIA

A Figura 4.7 apresenta o espaçamento entre as linhas tracejadas amarelas pintadas sobre a superfície do pavimento, utilizadas para determinação da distância percorrida pelos veículos.

FIGURA 4.7
ESPAÇAMENTO ENTRE OS ELEMENTOS DE SINALIZAÇÃO
SEGMENTO N^o 1 – SP-270 – km 51,0

4.2.1.2. Segmento nº 2 – SP-332 – km 49,5

Na Figura 4.8, são apresentadas, de maneira esquemática, as principais características em planta e perfil do trecho selecionado na rodovia SP-332, bem como indicação dos segmentos com ultrapassagem proibida. O limite legal de velocidade no segmento é de 80 km/h.

FIGURA 4.8
PLANTA, PERFIL E SEGMENTOS COM ULTRAPASSAGEM PROIBIDA
SEGMENTO Nº 2 – SP-332 – km 49,5

A Figura 4.9 apresenta a seção transversal típica para este segmento.

FIGURA 4.9
SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA
SEGMENTO Nº 2 – SP-332 – km 49,5

As Fotos 4.3. e 4.4. ilustram as características do segmento no sentido de Jundiá e de Caieiras, respectivamente.

FOTO 4.3
SEGMENTO Nº 2 – SP-332 – km 49,5 – VISTA DO SENTIDO JUNDIAÍ

FOTO 4.4
SEGMENTO Nº 2 – SP-332 – km 49,5 – VISTA DO SENTIDO CAIEIRAS

A Figura 4.10 apresenta o espaçamento entre as linhas tracejadas amarelas pintadas sobre a superfície do pavimento, utilizadas para determinação da distância percorrida pelos veículos.

FIGURA 4.10
ESPAÇAMENTO ENTRE OS ELEMENTOS DE SINALIZAÇÃO
SEGMENTO N^o 2 – SP-332 – km 49,5

4.2.1.3. Segmento nº 3 – SP-354 – km 43,0

Na Figura 4.11, são apresentadas, de maneira esquemática, as principais características em planta e perfil, do trecho selecionado na rodovia SP-354, bem como indicação dos segmentos com ultrapassagem proibida. O limite legal de velocidade no segmento é de 80 km/h.

FIGURA 4.11
PLANTA, PERFIL E SEGMENTOS COM ULTRAPASSAGEM PROIBIDA
SEGMENTO Nº 3 – SP-354 – km 43,0

A Figura 4.12 apresenta a seção transversal típica para este segmento.

FIGURA 4.12
SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA
SEGMENTO Nº 3 – SP-354 – km 43,0

As Fotos 4.5 e 4.6 ilustram as características do segmento no sentido da SP-330 e de Campo Limpo Paulista, respectivamente.

FOTO 4.5
SEGMENTO N° 3 – SP-354 – km 43,0 – VISTA DO SENTIDO SP-330

FOTO 4.6
SEGMENTO N° 3 – SP-354 – km 43,0 – VISTA DO SENTIDO CAMPO LIMPO PAULISTA

A Figura 4.13 apresenta o espaçamento entre as linhas tracejadas amarelas pintadas sobre a superfície do pavimento, utilizadas para determinação da distância percorrida pelos veículos.

FIGURA 4.13
ESPAÇAMENTO ENTRE OS ELEMENTOS DE SINALIZAÇÃO
SEGMENTO N^o 3 – SP-354 – km 43,0

4.3. DADOS COLETADOS E CÁLCULO DAS VELOCIDADES

Além do levantamento piloto (realizado em 27/04/2005), foram realizadas mais quatro sessões de coleta de dados, conforme indicação a seguir.

TABELA 4.2
DATAS DOS LEVANTAMENTOS E NÚMERO DE OBSERVAÇÕES

RODOVIA	DATA DO LEVANTAMENTO	NÚMERO DE OBSERVAÇÕES
SP-270	17/11/2005	53
SP-270	24/11/2005	70
SP-332	16/11/2005	90
SP-354	23/11/2005	101
SP-354	27/04/2005	85
TOTAL		399

As planilhas com a tabulação dos dados e as velocidades calculadas são apresentadas nos anexos A (SP-270), B (SP-332) e C (SP-354).

4.4. ANÁLISE DAS OBSERVAÇÕES

4.4.1. Considerações Gerais

Para análise das observações foram considerados os gráficos de frequências acumuladas com o objetivo de contemplar o caráter comportamental das variáveis estudadas.

Foram desenvolvidas as seguintes análises:

- velocidades dos veículos (rápido, lento e em sentido oposto);
- diferença de velocidade entre o veículo rápido e o veículo lento;
- tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda;
- respeito à sinalização horizontal durante a realização da manobra de ultrapassagem.

Além da análise de todas as observações, sem qualquer tipo de classificação, foram considerados diversos agrupamentos para as manobras de ultrapassagens com o objetivo de detectar possíveis tendências de comportamento.

Os agrupamentos das observações para análise das velocidades dos veículos consideraram:

- o sentido de circulação do fluxo de tráfego;
- o tipo de manobra de ultrapassagem: com início atrasado ou rápida;
- o tipo de veículo ultrapassado: passeio, caminhão ou mais de um veículo
- a presença (ou não) de veículo aproximando-se em sentido oposto.

Para as manobras de ultrapassagem com presença de veículo aproximando-se em sentido oposto foi realizada análise adicional considerando o tipo de veículo (passeio ou caminhão).

Com exceção do agrupamento considerando o sentido de circulação, as análises contemplaram o estudo dos dados de cada rodovia em separado e em conjunto (os dados referentes às três rodovias reunidos).

A análise em separado foi realizada com o objetivo de identificar eventuais características peculiares a uma determinada rodovia.

Os resultados das análises são apresentados a seguir.

4.4.2. Velocidades dos Veículos (Rápido, Lento e em Sentido Oposto)

Na Tabela 4.3 são apresentadas as quantidades de observações consideradas para o desenvolvimento da análise de velocidade dos veículos.

TABELA 4.3
NÚMERO DE OBSERVAÇÕES – VELOCIDADES DOS VEÍCULOS

	TODAS AS RODOVIAS	SP-270	SP-332	SP-354
TODAS AS OBSERVAÇÕES				
VR	392	121	90	181
VL	393	122	89	182
VO	67	18	8	41
SENTIDO DE CIRCULAÇÃO				
S1				
VR	-	18	27	104
VL	-	19	26	105
VO	-	3	5	24
S2				
VR	-	103	63	77
VL	-	103	63	77
VO	-	15	3	17
TIPO DE MANOBRA				
INÍCIO ATRASADO				
VR	364	117	87	160
VL	364	118	86	160
RÁPIDA				
VR	28	4	3	21
VL	29	4	3	22
VEÍCULO LENTO				
PASSEIO	233	84	42	107
CAMINHÃO	118	27	41	50
MAIS DE UM VEÍCULO	41	10	7	24
PRESENÇA DE VO				
COM VO				
VR	68	16	8	44
VL	69	17	8	44
SEM VO				
VR	324	105	82	137
VL	324	105	81	138

4.4.2.1. Análise conjunta entre as três rodovias

Na Figura 4.14 são apresentadas as curvas de frequências acumuladas para a totalidade das observações realizadas, referentes às velocidades dos veículos rápidos (VR), lentos (VL) e em sentido oposto (VO). Observa-se que os veículos rápidos apresentaram as maiores velocidades e os veículos lentos as menores, conforme esperado. Os veículos em sentido oposto apresentaram velocidades menores que as

dos veículos rápidos e maiores que a dos veículos lentos, posicionando-se em uma curva intermediária.

FIGURA 4.14
VELOCIDADES DOS VEÍCULOS VR, VL E VO PARA AS TRÊS RODOVIAS
(SP-270, SP-332 E SP-354)

Na Figura 4.15 são apresentadas as curvas de frequências acumuladas para as velocidades de VR, VL e VO para cada rodovia (SP-270, SP-332 e SP-354). A análise desta figura indica que na SP-332 foram verificadas as menores velocidades praticadas para todos os tipos de veículos. As velocidades praticadas na SP-270 e na SP-354 foram bastante próximas para todos os tipos de veículos.

FIGURA 4.15
VELOCIDADES DOS VEÍCULOS VR, VL E VO PARA AS RODOVIAS
SP-270, SP-332 E SP-354

4.4.2.2. Análise para cada rodovia em separado

Nas Figuras 4.16, 4.17 e 4.18 são apresentadas as curvas de frequências acumuladas para as velocidades de VR, VL e VO para cada trecho de rodovia observado.

Considerando-se estas três figuras verifica-se a mesma tendência indicada nas Figuras 4.14 e 4.15; maior velocidade para os veículos rápidos, menor velocidade para os veículos lentos e velocidade intermediária para os veículos em sentido oposto.

Desta forma a tendência de velocidades intermediárias para os veículos em sentido oposto foi caracterizada para os três trechos de rodovias estudados e deve ser

considerada no desenvolvimento de modelo alternativo para definição de valores mínimos para a DVU.

FIGURA 4.16
VELOCIDADES DOS VEÍCULOS VR, VL E VO PARA A RODOVIA SP-270

FIGURA 4.17
VELOCIDADES DOS VEÍCULOS VR, VL E VO PARA A RODOVIA SP-332

FIGURA 4.18
VELOCIDADES DOS VEÍCULOS VR, VL E VO PARA A RODOVIA SP-354

4.4.2.3. Sentido de Circulação

A Figura 4.19, referente às velocidades dos veículos na SP-270, mostra que as velocidades observadas no sentido de São Roque foram superiores em relação ao sentido de Caieiras, resultando consistente com as características do trecho estudado em função do delive neste sentido de circulação, de acordo com o esquema apresentado na Figura 4.5.

No sentido de São Roque são verificadas as mesmas tendências observadas nas Figuras 4.14 e 4.16 com velocidade maior para os veículos rápidos, menor para os lentos e intermediárias para o veículo que se aproxima em sentido oposto.

A exceção fica por conta da curva referente à velocidade de VO no sentido de Cotia, o que pode ser justificado pela pequena quantidade de observações (apenas 3).

FIGURA 4.19
VELOCIDADES DOS VEÍCULOS VR, VL E VO PARA A RODOVIA SP-270

A Figura 4.20, referente às velocidades dos veículos na SP-332, indica que as velocidades no sentido de Caieiras são maiores, o que justifica-se pela ocorrência de declive neste sentido de circulação, conforme esquema apresentado na Figura 4.8.

FIGURA 4.20
VELOCIDADES DOS VEÍCULOS VR, VL E VO PARA A RODOVIA SP-332

Não foi possível caracterizar de maneira satisfatória a tendência das velocidades dos veículos em sentido oposto na SP-332 (Figura 4.20) em razão da pequena quantidade de observações (apenas 5, de acordo com a Tabela 4.3).

A análise das observações referentes à SP-354, apresentadas na Figura 4.21, indicou pequena variação das velocidades de acordo com o sentido de circulação do fluxo de tráfego, diferentemente do verificado nas observações referentes à SP-270 e à SP-332. Considerando a Figura 4.11, verifica-se o segmento estudado não apresenta rampa longitudinal que pudesse ocasionar variação da velocidade dos veículos, diferentemente do verificado nas rodovias SP-270 e SP-332.

FIGURA 4.21
VELOCIDADES DOS VEÍCULOS VR, VL E VO PARA A RODOVIA SP-354

A Figura 4.21 mostra a tendência de velocidades intermediárias para o veículo em sentido oposto na SP-354 considerando os sentidos de circulação.

4.4.2.4. Tipo de Manobra para Todas as Rodovias

Na Figura 4.22 são apresentadas as curvas de frequências acumuladas para as velocidades dos veículos rápidos e dos veículos lentos considerando o tipo de manobra de ultrapassagem (rápida ou com início atrasado) para todas as observações realizadas.

A análise desta figura permite concluir que, de acordo com as observações realizadas, a velocidade dos veículos rápidos é maior nas manobras rápidas do que nas manobras com início atrasado, confirmando a hipótese considerada nos critérios geométricos de emprego desta situação, que seria a mais crítica, para estabelecimento dos valores mínimos para a DVU.

FIGURA 4.22
VELOCIDADES DOS VEÍCULOS VR, VL PARA TODAS AS RODOVIAS
DE ACORDO COM O TIPO DE MANOBRA

4.4.2.5. Tipo de Manobra para cada Rodovia

Nas Figuras 4.23 e 4.24 são representadas as curvas de freqüências acumuladas para as velocidades dos veículos rápidos para todas as observações e para cada rodovia para as manobras com início atrasado e para as manobras rápidas.

Considerando-se estas duas figuras conclui-se que as menores velocidades dos veículos rápidos foram observadas na rodovia SP-332 tanto para as manobras com início atrasado quanto para as rápidas.

FIGURA 4.23
VELOCIDADES DOS VEÍCULOS RÁPIDOS
PARA MANOBRAS COM INÍCIO ATRASADO

FIGURA 4.24
VELOCIDADES DOS VEÍCULOS RÁPIDOS
PARA MANOBRAS RÁPIDAS

Nas Figuras 4.25 e 4.26 são representadas as curvas de freqüências acumuladas para as velocidades dos veículos lentos para todas as observações e para cada rodovia para as manobras com início atrasado e para as manobras rápidas

FIGURA 4.25
VELOCIDADES DOS VEÍCULOS LENTOS
PARA MANOBRAS COM INÍCIO ATRASADO

FIGURA 4.26
VELOCIDADES DOS VEÍCULOS LENTOS PARA MANOBRAS RÁPIDAS

Analisando-se as figuras acima citadas conclui-se que as observações referentes à SP-332 apresentaram as menores velocidades para os veículos lentos.

Portanto as observações referentes à SP-332 apresentaram as menores velocidades para o veículo rápido e para o veículo lento, independentemente do tipo de manobra.

Considerando-se as conclusões obtidas na seção 4.4.2.1. e as listadas acima é possível afirmar que a tendência de menores velocidades observadas na SP-332 manteve-se para o veículo rápido e para o veículo lento tanto para as manobras com início atrasado quanto para as manobras rápidas, ou seja, o ambiente de velocidades intrínseco ao trecho de é mantido independentemente do veículo considerado (rápido ou lento) ou do tipo de manobra realizada (rápida ou com início atrasado).

4.4.2.6. Velocidades dos Veículos Rápidos de acordo com o Tipo de Veículo Ultrapassado – Todas as Rodovias

A Figura 4.27 foi elaborada considerando-se todas as observações e mostra que as maiores velocidades foram observadas nas ultrapassagens sobre mais de um veículo, seguidas das manobras sobre veículos de passeio. As menores velocidades observadas para os veículos rápidos foram verificadas nas manobras de ultrapassagem sobre caminhões.

FIGURA 4.27
VELOCIDADES DOS VEÍCULOS RÁPIDOS DE ACORDO COM
O TIPO DE VEÍCULO ULTRAPASSADO

4.4.2.7. Velocidades dos Veículos Rápidos de acordo com o Veículo Ultrapassado – para cada Rodovia

As Figuras 4.28, 4.29 e 4.30, para as rodovias SP-270, SP-332 e SP-354, corroboram as conclusões obtidas a partir da Figura 4.27, excetuados alguns segmentos localizados, descritos a seguir.

- Na SP-270 as observações indicaram maiores velocidades dos veículos rápidos nas ultrapassagens sobre veículos de passeio do que nas ultrapassagens sobre mais de um veículo para frequências acumuladas inferiores a 30% e também foram observadas maiores velocidades dos veículos rápidos nas ultrapassagens sobre caminhões em relação às ultrapassagens sobre veículos de passeio para frequências acumuladas entre 40% e 70% (Figura 4.28);
- Na SP-332 as velocidades dos veículos rápidos foram superiores em manobras sobre veículos de passeio em relação àquelas sobre mais de um veículo para frequências acumuladas entre 20% e 55% (Figura 4.29).

FIGURA 4.28
VELOCIDADES DOS VEÍCULOS RÁPIDOS NA SP-270
DE ACORDO COM O TIPO DE VEÍCULO ULTRAPASSADO

FIGURA 4.29
VELOCIDADES DOS VEÍCULOS RÁPIDOS NA SP-332
DE ACORDO COM O TIPO DE VEÍCULO ULTRAPASSADO

FIGURA 4.30
VELOCIDADES DOS VEÍCULOS RÁPIDOS NA SP-354
DE ACORDO COM O TIPO DE VEÍCULO ULTRAPASSADO

4.4.2.8. Velocidades dos Veículos Rápidos considerando a presença de Veículo em Sentido Oposto

A Figura 4.31 mostra que, para todas as rodovias, as velocidades dos veículos rápidos são maiores quando há veículo aproximando-se em sentido oposto.

FIGURA 4.31
VELOCIDADES DOS VEÍCULOS RÁPIDOS DE ACORDO COM A PRESENÇA DE
VEÍCULO EM SENTIDO OPOSTO

4.4.2.9. Velocidades dos Veículos Lentos de acordo com a presença de Veículo em Sentido Oposto

A Figura 4.32 mostra que, em geral, as velocidades dos veículos lentos, assim como as velocidades dos veículos rápidos (item 4.4.2.8.) também são maiores quando há veículo aproximando-se em sentido oposto.

FIGURA 4.32
VELOCIDADES DOS VEÍCULOS LENTOS DE ACORDO COM A PRESENÇA DE
VEÍCULO EM SENTIDO OPOSTO

4.4.3. Diferença de Velocidades entre o Veículo Rápido e o Veículo Lento

Na Tabela 4.4 são apresentadas as quantidades de observações consideradas para o desenvolvimento da análise de diferença de velocidades entre o veículo rápido e o veículo lento.

TABELA 4.4
NÚMERO DE OBSERVAÇÕES – DIFERENÇA DE VELOCIDADES ENTRE O VEÍCULO RÁPIDO E O VEÍCULO LENTO

	TODAS AS RODOVIAS	SP-270	SP-332	SP-354
TODAS AS OBSERVAÇÕES	391	121	89	181
SENTIDO DE CIRCULAÇÃO				
S1	-	18	26	104
S2	-	103	63	77
TIPO DE MANOBRA				
INÍCIO ATRASADO	363	117	86	160
RÁPIDA	28	4	3	21
VEÍCULO LENTO				
PASSEIO	233	84	42	107
CAMINHÃO	117	27	40	50
MAIS DE UM VEÍCULO	41	10	7	24
PRESENÇA DE VO				
COM VO	68	16	8	44
SEM VO	323	105	81	137
TIPO DE VEÍCULO EM SENTIDO OPOSTO				
PASSEIO	48	12	4	32
CAMINHÃO	20	4	4	12

4.4.3.1. Análise conjunta entre as três rodovias

Na Figura 4.33 são apresentadas as curvas de frequências acumuladas para diferenças de velocidade entre o veículo rápido e o veículo lento para todas os trechos estudados, mostrando que houve variação deste parâmetro em função das velocidades particadas pelo veículo rápido e pelo veículo lento e também de acordo com o segmento estudado.

Esta observação é contrária à hipótese admitida no método proposto pela AASHTO, deque a diferença de velocidades entre o veículo rápido e o veículo lento seria de 15 km/h, independentemente da velocidade de projeto considerada.

As maiores diferenças de velocidades entre os veículos rápidos e lentos foram verificadas para as observações realizadas na SP-270, seguidas pelas da SP-354 e da SP-332.

FIGURA 4.33
DIFERENÇA DE VELOCIDADES ENTRE OS VEÍCULOS RÁPIDOS E LENTOS

Comparando-se as observações acima com as análises referentes à Figura 4.15 (velocidades dos veículos), verifica-se que a rodovia que apresentou as menores velocidades (SP-332) também apresentou as menores diferenças de velocidades. As observações referentes à SP-270 apresentaram as maiores velocidades (para grande parte das observações) e maiores diferenças de velocidades entre o veículo rápido e o veículo lento.

4.4.3.2. Sentido de Circulação

As observações mostraram que a diferença de velocidades variou de acordo com o sentido de circulação para cada rodovia, de acordo com a Figura 4.34..

Para a SP-332 foram observadas maiores diferenças de velocidades no sentido Jundiaí em comparação às do sentido Caieiras. Para a SP-354 foram observadas maiores diferenças no sentido SP-330 em relação ao sentido Campo Limpo Paulista.

As observações referentes à SP-270 mostraram oscilação entre os dois sentidos de circulação.

FIGURA 4.34
DIFERENÇA DE VELOCIDADES ENTRE OS VEÍCULOS RÁPIDOS E LENTOS DE
ACORDO COM O SENTIDO DE CIRCULAÇÃO

4.4.3.3. Tipo de Manobra

As diferenças de velocidade entre os veículos rápidos e lentos também apresentaram variação de acordo com o tipo de manobra considerando-se as curvas de frequências acumuladas apresentadas na Figura 4.35, sendo que as manobras com início atrasado apresentaram menores diferenças de velocidade do que as rápidas, confirmando que a consideração de manobra de ultrapassagem com início atrasado como situação típica para estabelecimento de valores mínimos para a DVU é mais crítica em relação à manobra rápida.

FIGURA 4.35
DIFERENÇA DE VELOCIDADES ENTRE OS VEÍCULOS RÁPIDOS E LENTOS DE
ACORDO COM O SENTIDO DE CIRCULAÇÃO E O TIPO DE MANOBRA

Foi verificada a mesma tendência mostrada na Figura 4.33, ou seja, maiores diferenças de velocidades para as observações na SP-270, seguidas daquelas referentes à SP-354, e, por último da SP-332, tanto para as manobras com início atrasado quanto para as rápidas. Isso indica que, da mesma forma que as velocidades são associadas às condições da rodovia, as diferenças de velocidade também o são.

4.4.3.4. Tipo de Veículo Ultrapassado

De acordo com a Figura 4.36, as maiores diferenças de velocidades foram observadas para as manobras sobre mais de um veículo, seguidas das ultrapassagens

sobre caminhões (até frequência acumulada de aproximadamente 95%) e, por último, as ultrapassagens sobre veículos de passeio (até frequência acumulada de aproximadamente 90%).

FIGURA 4.36
DIFERENÇA DE VELOCIDADES ENTRE OS VEÍCULOS RÁPIDOS E LENTOS DE
ACORDO COM O TIPO DE VEÍCULO ULTRAPASSADO

Comparando-se as observações resultantes da interpretação das Figuras 4.36 e 4.27 (velocidade de VR considerando o tipo de veículo ultrapassado), conclui-se que:

- Para ultrapassagens sobre mais de um veículo foram observadas maiores velocidades dos veículos rápidos e maior diferença de velocidades entre o veículo rápido e o veículo lento;
- As ultrapassagens sobre veículo de passeio apresentaram velocidade do veículo rápido menor do que as manobras sobre mais de um veículo e a menor diferença de velocidades entre o veículo rápido e o veículo lento;

- Para as ultrapassagens sobre caminhão foram observadas as menores velocidades dos veículos rápidos e maior diferença de velocidades (sendo inferior apenas à curva referente às ultrapassagens sobre mais de um veículo).

Estas conclusões sobre as observações realizadas mostram-se coerentes com o que seria esperado.

As Figuras 4.37, 4.38 e 4.39 apresentam as curvas de frequências acumuladas para as rodovias SP-270, SP-332 e SP-354. As curvas referentes às rodovias SP-270 e SP-354 apresentam comportamento semelhante às curvas exibidas na Figura 4.36.

A exceção ficou por conta das observações referentes a SP-332, onde as manobras de ultrapassagem sobre mais de um veículo apresentaram menores diferenças de velocidade entre o veículo rápido e o veículo lento para frequências acumuladas a partir de 30%.

Desconsiderando-se a curva referente às manobras de ultrapassagem sobre mais de um veículo para a SP-332 (Figura 4.38, com 7 observações) é possível afirmar que foram mantidas as tendências verificadas na Figura 4.36.

FIGURA 4.37
DIFERENÇA DE VELOCIDADES ENTRE OS VEÍCULOS RÁPIDOS E LENTOS DE
ACORDO COM O TIPO DE VEÍCULO ULTRAPASSADO – SP-270

FIGURA 4.38
DIFERENÇA DE VELOCIDADES ENTRE OS VEÍCULOS RÁPIDOS E LENTOS DE
ACORDO COM O TIPO DE VEÍCULO ULTRAPASSADO – SP-332

FIGURA 4.39
DIFERENÇA DE VELOCIDADES ENTRE OS VEÍCULOS RÁPIDOS E LENTOS DE
ACORDO COM O TIPO DE VEÍCULO ULTRAPASSADO – SP-354

4.4.3.5. Presença de Veículo em Sentido Oposto

De acordo com a Figura 4.40, a diferença de velocidade entre o veículo rápido e o veículo lento variou de acordo com a presença ou não de veículo em sentido oposto.

FIGURA 4.40
DIFERENÇA DE VELOCIDADES ENTRE OS VEÍCULOS RÁPIDOS E LENTOS DE
ACORDO COM A PRESENÇA DE VEÍCULO EM SENTIDO OPOSTO

Em geral, foram observadas maiores diferenças de velocidades para as manobras de ultrapassagem com presença de veículo em sentido oposto. As exceções ficaram por conta da rodovia SP-270 para frequências acumuladas inferiores a 60% e para a rodovia SP-332 para frequências acumuladas superiores a 95%.

Comparando-se as Figuras 4.40 e 4.31 (velocidades dos veículos rápidos de acordo com a presença de veículo em sentido oposto), nota-se comportamento semelhante entre os conjuntos de curvas: maiores velocidades para os veículos rápidos e diferenças e velocidades para rodovia SP-270, menores para a SP-332 e intermediários para a SP-354, com predominância de valores mais elevados para as manobras com presença de veículo aproximando-se em sentido oposto.

4.4.3.6. Tipo de Veículo em Sentido Oposto

A Figura 4.41 indica que a diferença de velocidades entre os veículos rápidos e lentos para manobras de ultrapassagem com presença de veículo em sentido oposto variou de acordo o tipo de veículo em sentido oposto.

FIGURA 4.41
DIFERENÇA DE VELOCIDADES ENTRE OS VEÍCULOS RÁPIDOS E LENTOS DE
ACORDO COM O TIPO DE VEÍCULO EM SENTIDO OPOSTO

Em geral foram observadas maiores diferenças de velocidade entre o veículo rápido e o veículo lento quando o veículo em sentido oposto tratava-se de caminhão.

A exceção ficou por conta das observações referentes à rodovia SP-270.

4.4.4. Tempo de Permanência do Veículo Rápido na Faixa da Esquerda

Na Tabela 4.5 são apresentadas as quantidades de observações consideradas para o desenvolvimento da análise do tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda.

TABELA 4.5
NÚMERO DE OBSERVAÇÕES – TEMPO DE PERMANÊNCIA DO VEÍCULO RÁPIDO NA FAIXA DA ESQUERDA

	TODAS AS RODOVIAS	SP-270	SP-332	SP-354
TODAS AS OBSERVAÇÕES	396	122	90	184
SENTIDO DE CIRCULAÇÃO				
S1	-	103	63	108
S2	-	19	27	76
TIPO DE MANOBRA				
INÍCIO ATRASADO	368	118	87	163
RÁPIDA	28	4	3	21
VEÍCULO LENTO				
PASSEIO	237	85	42	110
CAMINHÃO	117	27	41	49
MAIS DE UM VEÍCULO	42	10	7	25
PRESENÇA DE VO				
COM VO	70	16	8	46
SEM VO	326	106	82	138
TIPO DE VEÍCULO EM SENTIDO OPOSTO				
PASSEIO	50	12	4	34
CAMINHÃO	20	4	4	12

4.4.4.1. Análise conjunta entre as três rodovias

Na Figura 4.42 é apresentada a curva de frequências acumuladas para o tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda para todas as observações realizadas que indica que 90% das ultrapassagens foram realizadas com tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda de até 10 s.

FIGURA 4.42
TEMPO DE PERMANÊNCIA DO VEÍCULO RÁPIDO NA FAIXA DA
ESQUERDA – TODAS AS OBSERVAÇÕES

Os maiores tempos de permanência na faixa da esquerda foram verificados para as observações referentes à SP-332, seguidos da SP-354 e da SP-270, de acordo com a Figura 4.43.

FIGURA 4.43
TEMPO DE PERMANÊNCIA DO VEÍCULO RÁPIDO NA FAIXA DA
ESQUERDA – DE ACORDO COM A RODOVIA

Conclui-se que, para as observações referentes à SP-332, o maior tempo de permanência na faixa da esquerda (Figura 4.43) é coerente com as menores velocidades observadas (Figuras 4.15, 4.23 e 4.24) e com as menores diferenças de velocidade entre o veículo rápido e o veículo lento (Figura 4.33).

Considerando ainda a Figura 4.43, as observações referentes à SP-270 apresentaram menores tempos de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda, maiores velocidades (Figuras 4.15, 4.23 e 4.24) e maiores diferenças de velocidades entre o veículo rápido e o veículo lento (Figura 4.33).

Considerando o exposto nos dois parágrafos anteriores conclui-se que os resultados obtidos foram compatíveis ao esperado

4.4.4.2. Sentido de Circulação

De acordo com as curvas de frequências acumuladas apresentadas na Figura 4.44 para os segmentos de rodovia estudados, o tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda variou de acordo com sentido de circulação, a exemplo do verificado para as velocidades dos veículos (Figura 4.15) e para as diferenças de velocidades entre os veículos (Figura 4.34).

FIGURA 4.44
TEMPO DE PERMANÊNCIA DO VEÍCULO RÁPIDO NA FAIXA DA
ESQUERDA – DE ACORDO COM A RODOVIA E O SENTIDO DE CIRCULAÇÃO

As conclusões obtidas na seção anterior também são válidas considerando-se os resultados das observações classificadas quanto ao sentido de circulação.

Considerando as Figuras 4.20, 4.21 e 4.22, conclui-se que os maiores tempos de permanência na faixa da esquerda estão associados às menores velocidades e vice-versa.

4.4.4.3. Tipo de Manobra

Nas manobras com início atrasado os veículos rápidos ocuparam a faixa da esquerda por mais tempo, de acordo com a interpretação da Figura 4.45, resultado coerente com o previsto, indicando como correta a consideração da manobra com início atrasado para dedução dos valores mínimos para a DVU.

FIGURA 4.45
TEMPO DE PERMANÊNCIA DO VEÍCULO RÁPIDO NA FAIXA DA
ESQUERDA – DE ACORDO COM O TIPO DE MANOBRA

Verifica-se que, para frequências acumuladas superiores a 90%, as frequências acumuladas referentes ao tempo de permanência tornam-se praticamente iguais para as manobras rápidas e para as ultrapassagens com início atrasado.

As observações referentes às manobras com início atrasado apresentaram menor velocidade para os veículos rápidos (Figura 4.22), menor diferença de velocidade entre o veículo rápido e o veículo lento (Figura 4.35) e maior tempo de permanência

na faixa da esquerda em relação às manobras rápidas, o que é esperado: quanto menores as velocidades dos veículos rápidos e a diferença de velocidades entre os veículos rápidos e os lentos, maior será o tempo de permanência na faixa da esquerda para realização de manobra de ultrapassagem e vice-versa.

A análise por rodovia (Figura 4.46) também resulta na mesma conclusão do parágrafo anterior (para frequências acumuladas de até 75% na SP-270, até 60% na SP-332 e até 90% na SP-354).

FIGURA 4.46
TEMPO DE PERMANÊNCIA DO VEÍCULO RÁPIDO NA FAIXA DA
ESQUERDA – DE ACORDO COM O TIPO DE MANOBRA E A RODOVIA

4.4.4.4. Tipo de Veículo Ultrapassado

A Figura 4.47. indica que o tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda variou de acordo com o tipo de veículo ultrapassado.

Os maiores tempos de permanência foram observados para as ultrapassagens sobre mais de um veículo, seguidas das manobras sobre caminhões e veículos de passeio, conforme esperado.

Considerando-se a Figura 4.47, verifica-se que os tempos de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda para manobras de ultrapassagem sobre caminhão e veículo de passeio passaram a ficar bastante próximos para frequências acumuladas superiores a 90% das observações realizadas.

FIGURA 4.47
TEMPO DE PERMANÊNCIA DO VEÍCULO RÁPIDO NA FAIXA DA
ESQUERDA – DE ACORDO COM O TIPO DE VEÍCULO ULTRAPASSADO

Comparando-se as conclusões obtidas a partir da análise conjunta das Figuras 4.47, 4.36 e 4.27, é possível verificar que :

- o tempo de permanência na faixa da esquerda foi maior para as ultrapassagens sobre mais de um veículo, apesar das maiores diferenças de velocidade entre o veículo rápido e o veículo lento e das maiores velocidades verificadas para os veículos rápidos nestas manobras;
- o tempo de permanência na faixa da esquerda para ultrapassagens sobre veículos de passeio foi o menor observado (Figura 4.47) apesar das menores diferenças de velocidades entre os veículos rápidos e lentos, caracterizando a influência do comprimento do veículo ultrapassado;
- o tempo de permanência na faixa da esquerda para ultrapassagens sobre caminhões foi intermediário (entre veículos de passeio e mais de um veículo), apesar das menores velocidades observadas para os veículos rápidos.

Analisando-se as rodovias individualmente (Figuras 4.48, 4.49 e 4.50) é possível concluir que na grande maioria das frequências acumuladas, para as manobras de ultrapassagem sobre veículo de passeio ou caminhão, foi repetido o padrão de

comportamento descrito nos parágrafos anteriores, inclusive considerando as curvas para diferença de velocidades entre os veículos rápidos e lentos (Figuras 4.37 4.38 e 4.39) e para velocidades dos veículos rápidos (Figuras 4.28, 4.29 e 4.30).

FIGURA 4.48
TEMPO DE PERMANÊNCIA DO VEÍCULO RÁPIDO NA FAIXA DA ESQUERDA – DE ACORDO COM O TIPO DE VEÍCULO ULTRAPASSADO – SP-270

FIGURA 4.49
TEMPO DE PERMANÊNCIA DO VEÍCULO RÁPIDO NA FAIXA DA ESQUERDA – DE ACORDO COM O TIPO DE VEÍCULO ULTRAPASSADO – SP-332

FIGURA 4.50
TEMPO DE PERMANÊNCIA DO VEÍCULO RÁPIDO NA FAIXA DA ESQUERDA –
DE ACORDO COM O TIPO DE VEÍCULO ULTRAPASSADO – SP-354

4.4.4.5. Presença de Veículo em Sentido Oposto

O tempo de permanência na faixa da esquerda variou de acordo com a presença ou não de veículo aproximando-se em sentido oposto de acordo com a análise da Figura 4.51, sendo que as manobras de ultrapassagem sem presença de veículo em sentido oposto apresentaram os maiores tempos de permanência.

Para frequências acumuladas superiores a 90%, as diferenças entre as curvas tornaram-se praticamente nulas.

FIGURA 4.51
TEMPO DE PERMANÊNCIA DO VEÍCULO RÁPIDO NA FAIXA DA ESQUERDA DE
ACORDO COM A PRESENÇA DE VEÍCULO EM SENTIDO OPOSTO

Considerando a análise conjunta das curvas apresentadas nas Figuras 4.51, 4.52 (tempo na faixa da esquerda), 4.40 (diferença de velocidades) e 4.31 (velocidades dos veículos rápidos) foram obtidos resultados compatíveis com o esperado: menores tempos de permanência na faixa da esquerda, maiores diferenças de velocidades e maiores velocidades dos veículos rápidos para ultrapassagens com presença de veículo em sentido oposto e o contrário para as ultrapassagens sem veículo em sentido oposto.

FIGURA 4.52
TEMPO DE PERMANÊNCIA DO VEÍCULO RÁPIDO NA FAIXA DA ESQUERDA DE ACORDO COM A PRESENÇA DE VEÍCULO EM SENTIDO OPOSTO E A RODOVIA

4.4.4.6.. Tipo de Veículo em Sentido Oposto

De acordo com a Figura 4.53, houve variação do tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda considerando o tipo de veículo aproximando-se em sentido oposto. Em geral foram observados maiores tempos de permanência na faixa da esquerda quando da presença de caminhão aproximando-se em sentido oposto.

As diferenças tornaram-se bastante reduzidas para frequências acumuladas iguais ou superiores a 95%.

Analisando o tempo de permanência na faixa da esquerda para cada rodovia (Figura 4.54), conclui-se que os maiores foram observados quando o veículo em

sentido oposto tratava-se de caminhão, exceto para as observações referentes à rodovia SP-354, onde os tempos de permanência para veículo de passeio aproximando-se em sentido oposto foram superiores para frequências acumuladas entre 20% e 85%.

FIGURA 4.53
TEMPO DE PERMANÊNCIA DO VEÍCULO RÁPIDO NA FAIXA DA ESQUERDA DE ACORDO COM O TIPO DE VEÍCULO EM SENTIDO OPOSTO

FIGURA 4.54
TEMPO DE PERMANÊNCIA DO VEÍCULO RÁPIDO NA FAIXA DA ESQUERDA DE ACORDO COM O TIPO DE VEÍCULO EM SENTIDO OPOSTO E A RODOVIA

4.4.5. Tempo de Separação entre os Veículos Rápidos e os Veículos em Sentido Oposto ao Final da Manobra de Ultrapassagem

Na Tabela 4.6 são apresentadas as quantidades de observações consideradas para o desenvolvimento da análise do tempo de separação entre os veículos rápidos e os veículos em sentido oposto ao final da manobra de ultrapassagem.

TABELA 4.6
NÚMERO DE OBSERVAÇÕES – TEMPO DE SEPARAÇÃO ENTRE O VEÍCULO RÁPIDO E O VEÍCULO EM SENTIDO OPOSTO AO FINAL DA MANOBRA DE ULTRAPASSAGEM

	TODAS AS RODOVIAS	SP-270	SP-332	SP-354
TODAS AS OBSERVAÇÕES	74	19	7	48
SENTIDO DE CIRCULAÇÃO				
S1	-	3	3	19
S2	-	16	4	29
TIPO DE MANOBRA				
INÍCIO ATRASADO	65	18	7	40
RÁPIDA	9	1	0	8
VEÍCULO LENTO				
PASSEIO	42	14	1	27
CAMINHÃO	21	3	5	13
MAIS DE UM VEÍCULO	11	2	1	8
TIPO DE VEÍCULO EM SENTIDO OPOSTO				
PASSEIO	50	13	3	34
CAMINHÃO	24	6	4	14

4.4.5.1. Análise conjunta entre as três rodovias

A Figura 4.55 indica que houve variação do tempo de separação para as diferentes rodovias pesquisadas.

As observações referentes à rodovia SP-332 apresentaram os maiores tempos de separação para frequências acumuladas entre 40% e 95%. Ressalta-se que, dentre as rodovias pesquisadas, a SP-332 é a única que apresenta acostamento não pavimentado e com largura variável no trecho analisado.

As rodovias SP-270 e SP-354 apresentaram tempos de separação próximos entre si, e menores em relação à SP-332.

FIGURA 4.55
TEMPO DE SEPARAÇÃO ENTRE O VEÍCULO RÁPIDO E
O VEÍCULO EM SENTIDO OPOSTO

A análise conjunta das Figuras 4.55, 4.43, 4.15 e 4.33 permite as seguintes conclusões:

- Na rodovia SP-332 apesar das menores velocidades dos veículos rápidos e lentos (Figura 4.15), menor diferença de velocidades entre VR e VL (Figura 4.33) e maior tempo de permanência na faixa da esquerda (Figura 4.43), foram observados os maiores tempos de separação entre os veículos rápidos e em sentido oposto ao final da manobra de ultrapassagem;
- Para a SP-270 ocorreu o oposto: apesar das maiores velocidades dos veículos rápidos e lentos (Figura 4.15), maiores diferenças de velocidades (Figura 4.33), menor tempo de permanência na faixa da esquerda (Figura 4.43) foram observados menores tempos de separação entre o veículo rápido e o veículo em sentido oposto ao final da manobra de ultrapassagem em relação à SP-332 (para frequências acumuladas superiores a 45%).

Assim, considerando a análise conjunta das observações verifica-se, de acordo com as observações realizadas, que maiores velocidades, maiores diferenças de velocidades e menores tempos de permanência na faixa da esquerda para realização

da manobra de ultrapassagem não resultam necessariamente em maior segurança, ou seja, maior tempo de separação entre o veículo rápido e o veículo em sentido oposto ao final da manobra de ultrapassagem.

4.4.5.2. Sentido de Circulação

Os tempos de separação variaram de acordo com o sentido de circulação do fluxo e tráfego, conforme mostrado na Figura 4.56, assim como as velocidades dos veículos e as diferenças de velocidades entre o veículo rápido e o veículo lento.

FIGURA 4.56
TEMPO DE SEPARAÇÃO ENTRE O VEÍCULO RÁPIDO E O VEÍCULO
EM SENTIDO OPOSTO CONSIDERANDO O SENTIDO DE
CIRCULAÇÃO DO FLUXO DE TRÁFEGO

4.4.5.3. Tipo de Manobra

A Figura 4.57 mostra que o tempo de separação observado foi maior para as manobras rápidas do que para as manobras com início atrasado, consolidando o caráter crítico deste tipo de manobra de ultrapassagem.

Devido ao reduzido número de observações com presença de veículos em sentido oposto não foi possível elaborar as curvas de frequências acumuladas para as manobras rápidas para as rodovias SP-270 e SP-332.

Comparando as Figuras 4.57 e 4.46 (tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda) verifica-se que as manobras com início atrasado apresentam os maiores tempos na faixa da esquerda e os menores tempos de separação, enquanto as manobras rápidas apresentam menores tempos de permanência na faixa da esquerda e maiores tempos de separação, ou seja, quanto maior o tempo na faixa da esquerda, menor o tempo de separação e vice-versa, de acordo com as observações realizadas.

FIGURA 4.57
TEMPO DE SEPARAÇÃO ENTRE O VEÍCULO RÁPIDO E O VEÍCULO
EM SENTIDO OPOSTO CONSIDERANDO O TIPO DE MANOBRA

4.4.5.4. Tipo de Veículo Ultrapassado

A Figura 4.58, elaborada considerando todas as observações com presença de veículo em sentido oposto mostra que houve variação do tempo de separação de acordo com o tipo de veículo ultrapassado.

Os maiores tempos de separação foram observados para as ultrapassagens sobre mais de um veículo (para frequências acumuladas entre 20% e 85%). As manobras sobre caminhões apresentaram os menores tempos de separação, sendo que para as ultrapassagens sobre veículos de passeio foram observados valores intermediários.

Observa-se que foram verificados tempos de separação maiores nas ultrapassagens sobre mais de um veículo, apesar destas apresentarem maior tempo de permanência na faixa da esquerda (Figura 4.47).

FIGURA 4.58
TEMPO DE SEPARAÇÃO ENTRE O VEÍCULO RÁPIDO E O VEÍCULO
EM SENTIDO OPOSTO CONSIDERANDO O TIPO DE VEÍCULO ULTRAPASSADO

A Figura 4.59, referente às observações realizadas na SP-270, indica que os tempos de separação foram superiores quando da ultrapassagem sobre caminhões.

FIGURA 4.59
TEMPO DE SEPARAÇÃO ENTRE O VEÍCULO RÁPIDO E O VEÍCULO
EM SENTIDO OPOSTO CONSIDERANDO O
TIPO DE VEÍCULO ULTRAPASSADO – SP-270

FIGURA 4.60
TEMPO DE SEPARAÇÃO ENTRE O VEÍCULO RÁPIDO E O VEÍCULO
EM SENTIDO OPOSTO CONSIDERANDO O
TIPO DE VEÍCULO ULTRAPASSADO – SP-332

FIGURA 4.61
TEMPO DE SEPARAÇÃO ENTRE O VEÍCULO RÁPIDO E
O VEÍCULO EM SENTIDO OPOSTO CONSIDERANDO O TIPO DE VEÍCULO
ULTRAPASSADO – SP-354

4.4.5.5. Tipo de Veículo em Sentido Oposto

De acordo com a Figura 4.62, houve variação do tempo de separação entre os veículos rápidos e o veículo em sentido oposto ao final da manobra de ultrapassagem de acordo com o tipo de veículo que se aproxima (caminhão ou veículo de passeio)

Considerando todas as observações (curvas vermelhas) nota-se que os tempos de separação foram ligeiramente superiores para a presença de caminhão em sentido oposto.

Esta tendência também foi bastante nítida para as observações referentes à rodovia SP-270 (curvas verdes).

Para a SP-354 (curvas azuis) e para a SP-332, foi verificado o contrário: maior tempo de separação quando da aproximação de veículo de passeio no sentido oposto.

FIGURA 4.62
TEMPO DE SEPARAÇÃO ENTRE O VEÍCULO RÁPIDO E O VEÍCULO
EM SENTIDO OPOSTO CONSIDERANDO O TIPO DE VEÍCULO EM SENTIDO
OPOSTO.

4.4.6. Respeito à Sinalização

O respeito à sinalização foi analisado sob dois aspectos:

- Respeito ao limite legal de velocidade;
- Respeito à sinalização horizontal (definição dos segmentos de ultrapassagem).

4.4.6.1. Respeito ao Limite Legal de Velocidade

Considerando que a velocidade regulamentada para as três rodovias é de 80 km/h, conclui-se, a partir da análise da Figura 4.14, que as velocidades praticadas foram superiores às regulamentadas para grande parte das observações.

Ainda de acordo com a Figura 4.14, a velocidade regulamentada de 80 km/h foi respeitada por cerca de 20% dos veículos rápidos, 50% dos veículos em sentido oposto e cerca de 70% dos veículos lentos.

A Figura 4.16 (SP-270) mostra que, nas manobras de ultrapassagem observadas, a velocidade regulamentada de 80 km/h foi respeitada por menos de 20% dos veículos rápidos, por pouco mais de 40% dos veículos em sentido oposto e por cerca de 60% dos veículos lentos.

Para a SP-332, a Figura 4.17, mostra que a velocidade regulamentada foi respeitada por cerca de 60% dos veículos rápidos, por 85% dos veículos em sentido oposto e por mais de 90% dos veículos lentos.

A Figura 4.18 (SP-354) aponta que a velocidade regulamentada foi observada por cerca de 10% dos motoristas dos veículos rápidos, 50% dos veículos em sentido oposto e menos de 80% dos veículos lentos.

Portanto o maior índice de respeito aos limites legais de velocidade corresponde às observações referentes à SP-332, que apresentou as menores velocidades praticadas.

4.4.6.2. Respeito à Definição de Segmentos com Ultrapassagem Proibida

Para análise do respeito dos motoristas em relação à sinalização horizontal, as observações foram agrapadas considerando o sentido de circulação, o tipo de manobra, o tipo de veículo ultrapassado, a presença de veículo em sentido oposto e o tipo de veículo em sentido oposto.

4.4.6.2.1. De acordo com o Sentido de Circulação

As Tabelas 4.7 e 4.8 apresentam o número de observações em que a sinalização de regulamentação de ultrapassagem foi respeitada e desrespeitada.

TABELA 4.7
RESPEITO À SINALIZAÇÃO DE ACORDO COM O SENTIDO DE CIRCULAÇÃO

RODOVIA	SENTIDO	SIM	NÃO	TOTAL	
SP-270	Cotia	7	13	20	123
	São Roque	91	12	103	
SP-332	Caieiras	19	8	27	90
	Jundiaí	20	43	63	
SP-354	Campo Limpo Paulista	71	37	108	186
	SP-330	60	18	78	
TOTAL		268	131	399	

TABELA 4.8
RESPEITO À SINALIZAÇÃO DE ACORDO COM O SENTIDO DE CIRCULAÇÃO (%)

RODOVIA	SENTIDO	SIM	NÃO
SP-270	Cotia	35,00%	65,00%
	São Roque	88,35%	11,65%
SP-332	Caieiras	70,37%	29,63%
	Jundiaí	31,75%	68,25%
SP-354	Campo Limpo Paulista	65,74%	34,26%
	SP-330	76,92%	23,08%
TOTAL		67,17%	32,83%

Analisando-se os números apresentados na Tabela 4.7, observa-se que a rodovia que apresentou maior índice de respeito à sinalização por parte dos motoristas foi a SP-354, em ambos os sentidos de circulação (cerca de 2/3 do total) (Tabela 4.8).

Para as observações referentes à SP-332, no sentido Caieiras, houve respeito à sinalização em mais de 70% das observações. No sentido São Roque, na SP-270, o índice foi de 88%.

Os segmentos que apresentam maior índice de desrespeito à sinalização foram: SP-270 no sentido de Cotia e SP-332 no sentido de Jundiaí (65% e 68%, respectivamente).

Considerando-as Figuras 4.5 e 4.8 (SP-270 e SP-332, respectivamente), verifica-se que, de acordo com a sinalização sobre a superfície do pavimento, na SP-270, no sentido de Cotia e, na SP-332, no sentido de Jundiaí, as manobras de ultrapassagem são proibidas em segmentos onde há visibilidade disponível para tal tipo de manobra, o que justifica o elevado índice desrespeito à sinalização.

A partir da análise das Tabelas 4.7 e 4.8, é possível concluir que, na rodovia onde foram verificadas as maiores velocidades praticadas, as observações referentes à SP-270 apresentaram o maior índice de respeito à sinalização regulamentatória de ultrapassagem.

4.4.6.2.2. De acordo com o Tipo de Manobra

Nas Tabelas 4.9 e 4.10 são apresentadas as quantidades de observações em que a sinalização de regulamentação de ultrapassagem foi respeitada e desrespeitada, considerando as manobras rápidas e com início atrasado.

Considerando-se a Tabela 4.10, é possível afirmar que, em geral, as manobras com início atrasado apresentaram maior índice de respeito à sinalização regulamentada para os segmentos com ultrapassagem proibida.

A exceção ficou por conta do grupo de observações referentes à SP-332, onde, as velocidades praticadas pelos motoristas foram inferiores às outras rodovias.

TABELA 4.9
RESPEITO À SINALIZAÇÃO DE ACORDO COM O TIPO DE MANOBRA

RODOVIA	TIPO DE MANOBRA	SIM	NÃO	TOTAL	
SP-270	Início Atrasado	96	23	119	123
	Rápida	2	2	4	
SP-332	Início Atrasado	38	49	87	90
	Rápida	1	2	3	
SP-354	Início Atrasado	115	49	164	186
	Rápida	16	6	22	
TODAS	Início Atrasado	249	121	370	399
	Rápida	19	10	29	
TOTAL		268	131	399	

TABELA 4.10
RESPEITO À SINALIZAÇÃO DE ACORDO COM O TIPO DE MANOBRA (%)

RODOVIA	TIPO DE MANOBRA	SIM	NÃO
SP-270	Início Atrasado	80,67%	19,33%
	Rápida	50,00%	50,00%
SP-332	Início Atrasado	43,68%	56,32%
	Rápida	33,33%	66,67%
SP-354	Início Atrasado	70,12%	29,88%
	Rápida	72,73%	27,27%
TODAS	Início Atrasado	67,30%	32,70%
	Rápida	65,52%	34,48%
TOTAL		67,17%	32,83%

Há que se considerar também que, na SP-332, a maioria das observações ocorreu no sentido Jundiaí, onde, em grande parte das manobras, não houve respeito por parte dos motoristas à regulamentação de proibição de ultrapassagem, conforme descrito no item 4.4.6.1., o que influenciou o resultado obtido.

Portanto, não foi verificada diferença significativa em relação ao respeito à sinalização considerando as manobras de ultrapassagem rápidas e com início atrasado, de acordo com as observações realizadas.

4.4.6.2.3. De acordo com o Tipo de Veículo Ultrapassado

As Tabelas 4.11 e 4.12 apresentam as quantidades de observações agrupadas de acordo com o tipo de veículo ultrapassado e a proporção de respeito à sinalização.

A rodovia que apresentou maior índice de respeito à sinalização, considerando o tipo de veículo ultrapassado, foi a SP-270.

Neste item a SP-332 também apresentou elevados índices de desrespeito à sinalização, o que é justificado pelas considerações realizadas nos itens anteriores.

Considerando-se as observações referentes às rodovias SP-270 e SP-354, verifica-se que, para ultrapassagens sobre veículo de passeio ou caminhão houve grande índice de respeito à sinalização (superior a 70%).

TABELA 4.11
RESPEITO À SINALIZAÇÃO DE ACORDO COM O TIPO DE VEÍCULO ULTRAPASSADO

RODOVIA	VEÍCULO ULTRAPASSADO	SIM	NÃO	TOTAL	
SP-270	passeio	66	20	86	123
	caminhão	23	4	27	
	mais de 1 veículo	9	1	10	
SP-332	passeio	15	27	42	90
	caminhão	24	17	41	
	mais de 1 veículo	0	7	7	
SP-354	passeio	81	30	111	186
	caminhão	37	13	50	
	mais de 1 veículo	13	12	25	
TODAS	passeio	162	77	239	399
	caminhão	84	34	118	
	mais de 1 veículo	22	20	42	

Considerando-se as ultrapassagens sobre mais de um veículo, as rodovias SP-332 e SP-354 apresentaram os maiores índices de desrespeito à sinalização de

regulamentação (100% e 48%, respectivamente). Na SP-270 o índice de desrespeito foi de apenas 10%.

TABELA 4.12
RESPEITO À SINALIZAÇÃO DE ACORDO COM O TIPO DE
VEÍCULO ULTRAPASSADO (%)

RODOVIA	SENTIDO	SIM	NÃO
SP-270	passaio	76,74%	23,26%
	caminhão	85,19%	14,81%
	mais de 1 veículo	90,00%	10,00%
SP-332	passaio	35,71%	64,29%
	caminhão	58,54%	41,46%
	mais de 1 veículo	0,00%	100,00%
SP-354	passaio	72,97%	27,03%
	caminhão	74,00%	26,00%
	mais de 1 veículo	52,00%	48,00%
TODAS	passaio	67,78%	32,22%
	caminhão	71,19%	28,81%
	mais de 1 veículo	52,38%	47,62%

Como o índice de desrespeito foi de cerca de 50% para a SP-354 e a SP-332, de maneira geral apresentou baixos índices de respeito em função de sinalização inadequada, não foi possível caracterizar uma tendência bem definida considerando o respeito à sinalização em relação ao tipo de veículo ultrapassado.

4.4.6.2.4. Considerando a Presença de Veículo em Sentido Oposto

As Tabelas 4.13 e 4.14 apresentam, respectivamente, o número de observações de acordo com presença de veículo em sentido oposto e a proporção de respeito à sinalização.

Assim como na análise considerando o tipo de veículo ultrapassado, a SP-270 apresentou o maior índice de respeito à sinalização, independentemente da presença de veículo aproximando-se em sentido oposto durante a realização da manobra de ultrapassagem.

TABELA 4.13
RESPEITO À SINALIZAÇÃO DE ACORDO COM A PRESENÇA DE VEÍCULO EM
SENTIDO OPOSTO

RODOVIA	SENTIDO	SIM	NÃO	TOTAL	
SP-270	com VO	14	3	17	123
	sem VO	84	22	106	
SP-332	com VO	4	4	8	90
	sem VO	35	47	82	
SP-354	com VO	24	22	46	186
	sem VO	107	33	140	
TODAS	com VO	42	29	71	399
	sem VO	226	102	328	
TOTAL		268	131	399	

TABELA 4.14
RESPEITO À SINALIZAÇÃO DE ACORDO COM A PRESENÇA DE VEÍCULO EM
SENTIDO OPOSTO (%)

RODOVIA	SENTIDO	SIM	NÃO
SP-270	com VO	82,35%	17,65%
	sem VO	79,25%	20,75%
SP-332	com VO	50,00%	50,00%
	sem VO	42,68%	57,32%
SP-354	com VO	52,17%	47,83%
	sem VO	76,43%	23,57%
TODAS	com VO	59,15%	40,85%
	sem VO	68,90%	31,10%
TOTAL		67,17%	32,83%

Na SP-332 houve empate técnico em relação ao respeito à sinalização de acordo com a presença ou não de veículo aproximando-se em sentido oposto, ocorrendo o mesmo para as observações referentes à SP-354 para manobras com presença de VO. Ainda na SP-354, as manobras de ultrapassagem sem presença de veículo aproximando-se em sentido oposto apresentaram elevado índice de respeito à sinalização (superior a 75%).

Considerando a análise acima não é possível afirmar que as observações realizadas permitam definir uma tendência clara de respeito ou desrespeito à sinalização de regulamentação de segmentos com ultrapassagem proibida em relação à presença ou não de veículo aproximando-se em sentido oposto durante a realização da manobra.

4.4.6.2.5. Considerando o Tipo de Veículo em Sentido Oposto

Na Tabela 4.15 são indicados o número de observações de acordo com o tipo de veículo aproximando-se em sentido oposto (caminhão ou veículo de passeio) e os índices de respeito à sinalização.

Analisando-se a Tabela 4.16 verifica-se que, para as rodovias SP-332 e SP-354, o tipo de veículo aproximando-se em sentido oposto não exerce influência sobre o respeito ou não à regulamentação de ultrapassagem.

A mesma conclusão é válida para as observações referentes à SP-270, que apresentou elevado índice de respeito à sinalização (superior a 75%) independentemente do tipo de veículo que se aproxima em sentido oposto.

TABELA 4.15
RESPEITO À SINALIZAÇÃO DE ACORDO COM O TIPO DE VEÍCULO
EM SENTIDO OPOSTO

RODOVIA	SENTIDO	SIM	NÃO	TOTAL	
SP-270	caminhão	11	2	13	17
	passeio	3	1	4	
SP-332	caminhão	2	2	4	8
	passeio	2	2	4	
SP-354	caminhão	18	16	34	46
	passeio	6	6	12	
TODAS	caminhão	31	20	51	71
	passeio	11	9	20	
TOTAL		42	29	71	

TABELA 4.16
RESPEITO À SINALIZAÇÃO DE ACORDO COM O TIPO DE VEÍCULO
EM SENTIDO OPOSTO (%)

RODOVIA	SENTIDO	SIM	NÃO
SP-270	caminhão	84,62%	15,38%
	passaio	75,00%	25,00%
SP-332	caminhão	50,00%	50,00%
	passaio	50,00%	50,00%
SP-354	caminhão	52,94%	47,06%
	passaio	50,00%	50,00%
TODAS	caminhão	60,78%	39,22%
	passaio	55,00%	45,00%
TOTAL		67,17%	40,85%

4.4.7. Resumo com as Principais Conclusões das Análises Realizadas

O resumo apresentado neste item tem por objetivo reunir as principais conclusões obtidas nos itens anteriores.

4.4.7.1. Velocidades dos Veículos

- Os veículos em sentido oposto apresentaram velocidades inferiores às dos veículos rápidos e superiores às velocidades dos veículos lentos (Figuras 4.14, 4.15, 4.16 e 4.17);
- As velocidades variaram de acordo com a rodovia (Figura 4.15);
- A velocidade regulamentada (80 km/h para todas as rodovias) foi inferior às velocidades praticadas pelos veículos em várias faixas de frequências acumuladas (Figuras 4.16, 4.17, 4.18);
- A velocidade dos veículos variou de acordo o sentido de circulação (Figuras 4.19, 4.20, 4.21);
- As velocidades dos veículos rápidos foram maiores para as manobras rápidas em relação às manobras com início atrasado. (Figura 4.22);
- As velocidades dos veículos rápidos foram superiores nas ultrapassagens sobre mais de um veículo (Figura 4.27). A mesma tendência foi verificada para cada rodovia (Figuras 4.28, 4.29, 4.30);
- As velocidades dos veículos rápidos foram maiores para as manobras com presença de veículo em sentido oposto (Figura 4.31). A mesma tendência foi verificada para cada rodovia em (Figura 4.32).

4.4.7.2. Diferença de Velocidades entre os Veículos Rápidos e os Veículos Lentos

- A diferença de velocidades variou entre as rodovias estudadas (Figura 4.33) e também de acordo com o sentido de circulação (Figura 4.34). A diferença de velocidades e as velocidades praticadas apresentaram comportamentos

semelhantes – menores diferenças para as maiores velocidades e vice-versa (Figuras 4.33 e 4.15);

- Os veículos rápidos apresentaram maiores velocidades para as manobras rápidas do que as manobras com início atrasado (Figura 4.35);
- As manobras sobre mais de um veículo apresentaram as maiores diferenças de velocidade (Figura 4.36);
- Os veículos rápidos apresentaram maiores velocidades nas manobras com presença de veículo em sentido oposto (Figura 4.40);
- Foram observadas maiores velocidades dos veículos rápidos quando da presença de caminhão em sentido oposto quando da presença de veículo de passeio em sentido oposto. A exceção ficou por conta da SP-270 (Figura 4.41).

4.4.7.3. Tempo de Permanência do Veículo Rápido na Faixa da Esquerda

- Foram verificados maiores tempos de permanência na faixa da esquerda associados às menores velocidades dos veículos rápidos e menores diferenças de velocidades (Figuras 4.43, 4.33 e 4.15);
- Foram verificados maiores tempos de permanência na faixa da esquerda para as manobras com início atrasado do que para as rápidas (Figura 4.45);
- O tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda foi maior para ultrapassagens sobre mais de um veículo seguido daquelas sobre caminhão e, em último as ultrapassagens sobre veículo de passeio (Figura 4.47), tendência que apenas não foi mantida para as observações referentes à SP-332 – caminhão x passeio (Figura 4.49);
- O tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda foi menor para as manobras com presença de veículo em sentido oposto (Figura 4.51). Verificou-se que, para frequências acumuladas a partir de 90% as diferenças foram praticamente nulas;

- Foram observados maiores tempos de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda para as ultrapassagens sobre caminhão, quando comparadas às manobras sobre veículo de passeio (Figura 4.53). As diferenças tornaram-se bastante reduzidas para frequências acumuladas iguais ou superiores a 95%.

4.4.7.4. Tempo de Separação entre o Veículo Rápido e o Veículo em Sentido Oposto ao Final da Manobra de Ultrapassagem

- O tempo de separação entre os veículos variou de acordo com as rodovias pesquisadas. A rodovia SP-332 apresentou os maiores tempos de separação (Figura 4.55);
- O tempo de separação variou, para cada rodovia, de acordo com o sentido de circulação (Figura 4.56);
- Os tempos de separação foram maiores para as manobras rápidas (Figura 4.57) em relação àquelas com início atrasado;
- Os tempos de separação foram maiores para ultrapassagens sobre mais de um veículo (Figura 4.58), em relação às ultrapassagens sobre veículos de passeio e caminhões.

4.4.7.5. Respeito à Sinalização

De acordo com o item 4.4.6. os maiores índices de desrespeito à sinalização horizontal foram observados na rodovia SP-270 no sentido de Cotia e na rodovia SP-332 no sentido de Jundiaí. Em ambos os locais há visibilidade disponível para realização de manobra de ultrapassagem, mas a sinalização sobre a superfície do pavimento indica a proibição. Ressalta-se que, nos dois locais, não há ocorrências previstas no Manual de Sinalização Rodoviária do DNER nem no MUTCD que justifiquem tal proibição, configurando-se assim, desvio das práticas recomendadas para a sinalização horizontal.

O desrespeito ao limite legal de velocidade generalizado, mas menor para as observações referentes à SP-332 onde as velocidades praticadas foram menores.

4.5. ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE OS PARÂMETROS

Com o objetivo de analisar a viabilidade de um modelo para previsão de manobras de ultrapassagem a partir das observações realizadas considerando correlações entre parâmetros associados à realização das manobras de ultrapassagem foram desenvolvidos estudos preliminares de dependência de indicados no Quadro 4.1.

QUADRO 4.1
ANÁLISES DE CORRELAÇÃO ENTRE PARÂMETROS

ANÁLISE	EIXO X	EIXO Y
1	Velocidade do Veículo Rápido (km/h)	Velocidade do Veículo Lento (km/h)
2	Velocidade do Veículo Rápido (km/h)	Tempo de Permanência do Veículo Rápido na Faixa da Esquerda (s)
3	Diferença de velocidades entre o Veículo Rápido e o Veículo Lento (km/h)	Tempo de Permanência do Veículo Rápido na Faixa da Esquerda (s)
4	Velocidade do Veículo Rápido (km/h)	Diferença de velocidades entre o Veículo Rápido e o Veículo Lento (km/h)
5	Diferença de Velocidades (km/h)	Tempo de Separação entre o Veículo Rápido e o Veículo que se Aproxima em Sentido Oposto (s)
6	Velocidade do Veículo Rápido (km/h)	Tempo de Separação entre o Veículo Rápido e o Veículo que se Aproxima em Sentido Oposto (s)
7	Tempo de Permanência do Veículo Rápido na Faixa da Esquerda (s)	Tempo de Separação entre o Veículo Rápido e o Veículo que se Aproxima em Sentido Oposto (s)

Tendo em vista os resultados das análises realizadas no item 4.4. deste trabalho, as análises de dependência entre parâmetros foram realizadas da seguinte forma:

- As observações foram separadas em grupos, de acordo com a rodovia em que foram realizadas;

- Os dados de cada rodovia foram divididos de acordo com o sentido de circulação do fluxo de tráfego;
- As análises foram divididas considerando o tipo de veículo ultrapassado (passeio, caminhão).

A análise foi realizada para as manobras com início atrasado (maioria das observações) e com presença de veículo aproximando-se em sentido oposto.

Os parâmetros foram dispostos em gráficos cartesianos para a realização de regressão linear simples, considerando o método dos mínimos quadrados.

Tendo em vista a maior quantidade de observações com presença de veículo em sentido oposto na SP-354, esta rodovia foi escolhida para o desenvolvimento da análise preliminar.

A Tabela 4.17 apresenta os valores dos coeficientes de correlação (R^2) obtidos para as regressões lineares.

TABELA 4.17
VALORES DE R^2 DE ACORDO COM O TIPO DE VEÍCULO
ULTRAPASSADO

ANÁLISE	SENTIDO SP-330			SENTIDO CAMPO LIMPO PAULISTA		
	PASSEIO / CAMINHÃO	PASSEIO	CAMINHÃO	PASSEIO / CAMINHÃO	PASSEIO	CAMINHÃO
1	0,5876	0,7139	0,3730	0,4830	0,1451	0,5675
2	0,0354	3X10-5	0,0721	0,0023	0,2715	0,0513
3	0,1114	0,0851	0,0794	0,0370	0,4625	0,0577
4	0,2395	0,2420	0,5074	0,0831	0,5596	0,0676
5	0,0085	0,3729	0,0037	0,0084	0,1742	0,0293
6	0,0101	0,1390	0,0708	0,0478	0,0122	0,0916
7	0,2379	0,3359	0,0699	0,0435	0,0277	0,0279

Os dados apresentados na Tabela 4.17 indicam baixos coeficientes de correlação para todas as análises realizadas, excetuando-se a relação entre a velocidade do veículo lento em função da velocidade do veículo rápido para ultrapassagens sobre veículo de passeio no sentido SP-330 ($R^2=0,7139$).

Este resultado indica a adequação da utilização das curvas de frequências acumuladas para as análises, propícias ao estudo de variáveis comportamentais.

5. PROPOSIÇÃO DE MODELOS ALTERNATIVOS

Neste capítulo inicialmente são realizadas comparações entre os resultados das observações efetuadas e, posteriormente propostos métodos alternativos para a fixação de valores mínimos para a DVU para os critérios geométrico e de sinalização.

5.1. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DAS OBSERVAÇÕES COM O MODELO PROPOSTO PELA AASHTO

De acordo com o modelo proposto pela AASHTO, para a velocidade de 80 km/h, que é a regulamentada para todos os segmentos de rodovias pesquisados, a DVU necessária seria de 540 m, sendo que a distância percorrida na faixa da esquerda (d_2) seria de 233 m, com 10,48 s de permanência na faixa da esquerda (t_2), de acordo com a Tabela 3.6.

Considerando $t_2=10,48$ s e a Figura 4.42 (tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda) para todas as observações, verifica-se que este tempo atende a cerca de 90% das observações realizadas.

Para a Figura 4.43 (tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda segundo a rodovia), considerando $t_2=10,48$ s, verifica-se o atendimento a cerca de 85% das frequências acumuladas para a SP-332, que apresentou os maiores tempos de permanência na faixa da esquerda.

Portanto, foram atendidos percentis superiores a 80% das frequências acumuladas considerados para a dedução dos valores mínimos para a DVU no modelo proposto pela AASHTO (item 3.7.2.1.).

A mesma conclusão é válida para as Figuras 4.44 a 4.54 (tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda de acordo com o sentido de circulação, com o tipo de manobra, com o tipo de veículo ultrapassado, com a presença de veículo em sentido oposto e com o tipo de veículo em sentido oposto), excetuando-se as Figuras 4.47 (tipo de veículo ultrapassado), 4.48 (tipo de veículo ultrapassado – SP-270),

4.50 (tipo de veículo ultrapassado – SP-354) e 4.54 (tipo de veículo em sentido oposto).

Nas Figuras 4.47 a 4.50, que consideram o tipo de veículo ultrapassado, a única curva a apresentar tempo de permanência de veículo rápido na faixa da esquerda superior a 10,48 s para o percentil de 80% refere-se às ultrapassagens sobre mais de um veículo, hipótese não prevista no modelo proposto pela AASHTO.

Analisando-se a Figura 4.54, seria necessário considerar o percentil de 75% para que a curva referente à ultrapassagem com presença de caminhão em sentido oposto na rodovia SP-332 atendesse ao tempo de permanência de 10,48 s na faixa da esquerda.

A seguir é apresentada a Tabela 5.1., com os tempos de permanência correspondentes ao 80º e ao 90º percentis (t_{80} e t_{90} , respectivamente).

Portanto, é possível concluir que, para o tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda, os valores previstos no modelo proposto pela AASHTO são superiores aos observados, mantidas as restrições citadas anteriormente.

Os tempos de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda propostos pelo método da AASHTO atenderiam inclusive às ultrapassagens sobre caminhão, de acordo com as observações realizadas.

Verificou-se que as velocidades praticadas foram superiores às regulamentadas para todas as rodovias. Esta observação é de suma importância, pois, admitindo-se que a velocidade regulamentada seja igual à de projeto, as velocidades dos veículos estariam sendo subestimadas, o que resultaria em DVU mínima para projeto inferior à efetivamente necessária.

Observou-se também que a velocidade do veículo que se aproxima em sentido oposto foi inferior à velocidade do veículo rápido. Portanto a hipótese de que o veículo que se aproxima em sentido oposto teria a mesma velocidade do veículo rápido seria conservadora, de acordo com as observações realizadas, e forneceria margem de segurança para a fixação de valores mínimos para a DVU que consideram esta possibilidade.

TABELA 5.1
TEMPO DE PERMANÊNCIA DO VEÍCULO RÁPIDO NA FAIXA DA ESQUERDA PARA
O 80º E O 90º PERCENTIS DAS OBSERVAÇÕES REALIZADAS

tipo de análise	rodovia	alternativa	t ₈₀ (s)	t ₉₀ (s)
geral	todas as rodovias		8,38	9,86
	SP-270		8,11	9,40
	SP-332		9,50	11,50
	SP-354		8,01	9,38
sentido de circulação	SP-270	CO	8,10	11,03
		SR	8,12	9,39
	SP-332	CAI	7,43	8,33
		JUN	10,60	13,18
	SP-354	CLP	8,46	10,30
		SP-330	7,10	8,64
tipo de manobra	todas as rodovias	início atrasado	8,41	9,84
		rápida	7,70	9,60
	SP-270	início atrasado	8,10	9,42
		rápida	9,10	9,30
	SP-332	início atrasado	9,60	11,65
		rápida	8,20	8,35
tipo de veículo ultrapassado	todas as rodovias	mais de um veículo	12,90	14,35
		caminhão	8,26	9,38
		passeio	7,58	9,02
	SP-270	mais de um veículo	11,75	12,00
		caminhão	8,10	9,08
		passeio	7,29	8,88
	SP-332	mais de um veículo	15,80	16,65
		caminhão	8,23	9,95
		passeio	9,20	9,95
	SP-354	mais de um veículo	12,00	14,25
		caminhão	8,53	9,53
		passeio	7,07	8,00
presença de veículo em sentido oposto	todas as rodovias	com VO	7,83	9,50
		sem VO	8,47	9,90
	SP-270	com VO	5,90	6,70
		sem VO	8,32	9,70
	SP-332	com VO	8,35	11,60
		sem VO	9,60	11,47
	SP-354	com VO	7,97	10,20
		sem VO	8,03	9,22
tipo de veículo em sentido oposto	todas as rodovias	passeio	7,50	9,00
		caminhão	8,25	10,50
	SP-270	passeio	4,90	5,40
		caminhão	8,10	8,30
	SP-332	passeio	8,10	8,30
		caminhão	11,60	11,80
	SP-354	passeio	8,55	9,80
		caminhão	7,80	10,40

Para a comparação do tempo de separação entre o veículo rápido e o veículo que se aproxima em sentido oposto (t_{sep90}) foi considerado o 90º percentil das frequências acumuladas observadas empregado no método proposto pela AASHTO e apresentado na Tabela 5.2.

TABELA 5.2
TEMPO DE SEPARAÇÃO ENTRE O VEÍCULO RÁPIDO E O VEÍCULO EM SENTIDO
OPOSTO AO FINAL DA MANOBRA DE ULTRAPASSAGEM, REFERENTE AO
90º PERCENTIL DAS OBSERVAÇÕES REALIZADAS

tipo de análise	rodovia	alternativa	t_{sep90} (s)
geral	todas as rodovias		8,43
	SP-270		8,28
	SP-332		10,65
	SP-354		9,55
sentido de circulação	SP-270	CO SR	6,35 8,35
	SP-332	CAI JUN	10,80 2,93
	SP-354	CLP SP-330	9,53 10,55
tipo de manobra	todas as rodovias	início atrasado rápida	8,25 13,05
	SP-270	início atrasado rápida	8,30 -
	SP-332	início atrasado rápida	10,65 -
	SP-354	início atrasado rápida	8,00 13,10
tipo de veículo ultrapassado	todas as rodovias	mais de um veículo caminhão passeio	8,45 7,73 9,63
	SP-270	mais de um veículo caminhão passeio	5,40 6,35 8,40
	SP-332	mais de um veículo caminhão passeio	- 10,75 -
	SP-354	mais de um veículo caminhão passeio	10,60 5,35 9,83
tipo de veículo em sentido oposto	todas as rodovias	passeio caminhão	8,50 8,40
	SP-270	passeio caminhão	6,35 8,35
	SP-332	passeio caminhão	7,85 10,80
	SP-354	passeio caminhão	9,80 7,80

Considerando a separação das observações realizadas na SP-332 daquelas realizadas na SP-270 e na SP-354 foram obtidos os seguintes valores para o tempo de separação entre o veículo rápido e o veículo em sentido oposto ao final da manobra de ultrapassagem para o 90º percentil da curva de frequências acumuladas (t_{sep90}):

- 10,65 s para a SP-332;
- 9,83 s para a SP-270 e para a SP-354.

Tendo em vista as variações das velocidades observadas considerando cada rodovia pesquisada, bem como o sentido de circulação, seria interessante utilizar a velocidade de operação (V_{85}) em substituição à velocidade de projeto, para a determinação das distâncias percorridas pelos veículos a partir do tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda.

A velocidade de operação seria representativa para o caso das manobras rápidas, onde o veículo que realiza a manobra de ultrapassagem não sofre redução de velocidade ao aproximar-se de um veículo lento. Para as manobras com início atrasado a velocidade de operação (V_{85}) seria superior à velocidade do veículo rápido, mas, ainda assim, poderia ser utilizada, de maneira a fornecer certa margem de segurança para as distâncias calculadas.

Com relação à diferença de velocidade entre o veículo rápido e o veículo lento, o valor de 15 km/h sugerido pela AASHTO atende a cerca de 20% das observações referentes à SP-270, 30% das relativas à SP-354 e 45% para os dados coletados na SP-332.

Quanto menor o percentil de frequências acumuladas, maior a segurança, ou seja, proporção menor de ultrapassagens apresentaria menor diferença de velocidades e, conseqüentemente, necessidade de maiores distâncias de visibilidade de ultrapassagem.

Portanto, no caso da SP-332 que apresenta menores velocidades, o valor de 15 km/h pode não ser considerado adequado, já que corresponde a quase metade das observações realizadas, ou seja, em praticamente 45% das ultrapassagens observadas a diferença de velocidades entre os veículos rápido e lento foi inferior a 15 km/h,

sugerindo necessidade de distâncias maiores para a realização da manobra de ultrapassagem, de acordo com a metodologia proposta pela AASHTO.

O ideal seria que a diferença de velocidades entre os veículos rápido e lento fosse proporcional às velocidades praticadas, de modo que fosse menor para ambientes de baixas velocidades e maior para segmentos com maior velocidade de operação, de maneira semelhante ao considerado pelo MUTCD e pelos modelos desenvolvidos por Glennon e outros autores.

5.2. PROPOSIÇÃO DE MODELOS ALTERNATIVOS PARA A FIXAÇÃO DE VALORES MÍNIMOS PARA A DVU

Tendo em vista as dificuldades que envolvem a obtenção da velocidade de operação (V_{85}) que demandariam extensas pesquisas em vias existentes para caracterização das condições das vias brasileiras (caracterização do *background* / perfil de velocidades praticadas), e a carência de informações sobre o tema no Brasil, propõe-se a utilização da velocidade de projeto, mantidas as restrições mencionadas anteriormente, tendo em vista a aplicabilidade do modelo.

Para a verificação da disponibilidade da DVU ao longo do perfil longitudinal da via recomenda-se a adoção da altura de 1,10 m para os olhos do motorista e de 1,37 m para o veículo aproximando-se em sentido oposto, conforme indicado no Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (DNER, 1999a). Estas alturas devem ser empregadas tanto para o desenvolvimento do projeto de geometria quanto para a elaboração do projeto de sinalização.

A seguir são apresentados os modelos alternativos para fixação de valores mínimos para os critérios de sinalização e de geometria.

5.2.1. Método Alternativo para o Critério de Sinalização

Para o critério de sinalização propõe-se a utilização do parâmetro t_{90} – tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda referente ao 90º percentil de frequências acumuladas referente a todas as observações.

A DVU mínima proposta para sinalização (DVU_{SIN}) é calculada por meio da seguinte expressão:

$$DVU_{SIN} = t_{90} * \frac{V_{proj}}{3,6} \quad (\text{equação 5.1})$$

onde:

DVU_{SIN} = valor mínimo para a DVU para demarcação da superfície do pavimento (m);

V_{proj} = velocidade de projeto para o segmento de rodovia em análise (km/h);

t_{90} = tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda referente ao 90º percentil de frequências acumuladas das observações realizadas (s).

Para t_{90} foi considerado o valor de 11,7 s, referente ao 90º percentil de frequências acumuladas, considerando o tempo de permanência na faixa da esquerda para as manobras de ultrapassagem com início atrasado para a rodovia SP-332 obtido a partir da Figura 4.46 A curva referente à SP-332 foi escolhida por ter apresentado os maiores tempos de permanência na faixa da esquerda e a manobra com início atrasado por representar a situação mais crítica para projeto.

A Tabela 5.3 apresenta os valores mínimos para a DVU propostos para desenvolvimento do projeto de sinalização.

TABELA 5.3.
VALORES MÍNIMOS PARA A DVU - SINALIZAÇÃO

V_{proj} (km/h)	DVU (m) Critério Proposto
30	100
40	130
50	165
60	195
70	230
80	260
90	300
100	325
110	360
120	390
130	425

Os valores propostos no método alternativo também devem ser considerados para definição do espaçamento mínimo entre segmentos de rodovia com ultrapassagem proibida conforme a velocidade de projeto.

Como exemplo: considerando-se a velocidade de projeto de 80 km/h, a distância mínima entre segmentos com ultrapassagem proibida, de acordo com o critério proposto, será de 260 m.

A Figura 5.1 apresenta gráfico comparando os valores mínimos para a DVU apresentados na Tabela 5.3.

FIGURA 5.1
DVU MÍNIMA – CRITÉRIO PROPOSTO PARA SINALIZAÇÃO

De acordo com a Figura 5.1 e com a Tabela 5.3 os valores mínimos obtidos para o método alternativo para sinalização e os recomendados pelo MUTCD são bastante próximos bem como a distância d_2 referente ao método proposto pela AASHTO (para velocidades de até 80 km/h).

5.2.2. Método Alternativo para o Critério Geométrico

A DVU mínima para o modelo alternativo para o critério geométrico é calculada por meio da seguinte expressão:

$$DVU_{GEOM} = d_1' + d_2' + d_3' + d_4' \quad (\text{equação 5.2})$$

onde:

- d_1' = distância percorrida pelo veículo rápido durante o tempo de percepção-reação (m);
- d_2' = distância percorrida pelo veículo rápido durante o tempo de permanência na faixa da esquerda (m);
- d_3' = distância de separação entre o veículo rápido e o veículo em sentido oposto (s).
- d_4' = distância percorrida pelo veículo em sentido oposto durante 2/3 do tempo que o veículo rápido ocupa a faixa da esquerda;

Para o cálculo de d_1' foi considerada a seguinte expressão:

$$d_1' = t_{pr} * \frac{V_{proj}}{3,6} \quad (\text{equação 5.3})$$

onde:

- t_{pr} = tempo de percepção-reação (s);
- V_{proj} = velocidade de projeto (km/h);

Para o tempo de percepção - reação foi adotado o valor de 3,0 s, empregado para dimensionamento de faixas de mudança de velocidade e considerado adequado para esta situação (percepção – reação do motorista do veículo rápido e posicionamento deste na faixa da esquerda).

A consideração da velocidade de projeto para a distância percorrida durante o tempo de percepção – reação superestima o valor da parcela d_1' , já que, na manobra de ultrapassagem com início atrasado, o veículo rápido tem velocidade inferior à de projeto e ainda terá de sofrer aceleração para alcançar esta velocidade. Entretanto a utilização da equação 5.3 dispensa a consideração de taxa de aceleração do veículo rápido, bem como do diferencial de velocidades entre o veículo rápido e o veículo lento, conforme utilizado no método proposto pela AASHTO.

Ressalta-se que, diferentemente do modelo empregado pela AASHTO, a distância d_1' foi calculada considerando efetivamente a velocidade de projeto, enquanto o Green Book considera velocidades de percurso para o veículo rápido.

A parcela d_2' foi calculada por meio da seguinte expressão:

$$d_2' = t_{90} * \frac{V_{proj}}{3,6} \quad (\text{equação 5.4})$$

onde:

t_{90} = tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda referente ao 90º percentil de frequências acumuladas das observações realizadas (s).

Para t_{90} foi considerado o valor de 9,9 s, referente ao 90º percentil de frequências acumuladas, considerando o tempo de permanência na faixa da esquerda para todas as observações, obtido a partir da Figura 4.42, diferentemente do tempo utilizado para o cálculo da DVU mínima para sinalização. Este procedimento se justifica em função da maior margem de segurança para a DVU calculada para o critério geométrico, que considera as fases completas da manobra de ultrapassagem, enquanto o critério para fixação de valores mínimos para a DVU para sinalização considera apenas a distância percorrida pelo veículo rápido enquanto este ocupa a faixa da esquerda.

A parcela d_3' foi considerada como idêntica à parcela d_3 do método proposto pela AASHTO, em virtude da indisponibilidade de outros parâmetros para estimá-la.

A distância percorrida pelo veículo em sentido oposto (d_4') foi calculada de acordo com a seguinte equação:

$$d_4' = \frac{2}{3} * t_{90} * \frac{(V_{proj} - dvo)}{3,6} \quad (\text{equação 5.5})$$

dvo = diferença de velocidade entre o veículo rápido e o veículo em sentido oposto (km/h).

Para t_{90} foi considerado o mesmo valor empregado para o cálculo de d_2' . Para dvo foi considerado o valor de 10 km/h, obtido a partir da Figura 4.14.

A parcela d_4' considera 2/3 do tempo de permanência do veículo rápido na faixa da esquerda, de maneira análoga ao método da AASHTO, que utiliza 2/3 da distância percorrida pelo veículo rápido durante a ocupação da faixa da esquerda.

A Tabela 5.4 apresenta as parcelas constituintes da DVU mínima e os valores recomendados.

TABELA 5.4
VALORES MÍNIMOS PARA A DVU – CRITÉRIO GEOMÉTRICO

V_{proj} (km/h)	d_1' (m)	d_2' (m)	d_3' (m)	d_4' (m)	total (m)	DVU _{GEOM}
30	25	82	8	37	152	155
40	33	110	21	55	218	220
50	42	137	35	73	287	290
60	50	164	48	91	353	355
70	58	192	61	110	420	420
80	67	219	69	128	482	485
90	75	246	80	146	548	550
100	83	274	90	164	612	615
110	92	301	100	183	675	680
120	100	329	110	201	739	740
130	108	356	120	219	803	805

Na Figura 5.2 apresentam-se os valores propostos para a DVU mínima para o critério de sinalização para o critério alternativo e os valores propostos pela AASHTO.

Observa-se que os valores propostos para DVU_{GEOM} são inferiores aos correspondentes valores recomendados no *Green Book* para todas as velocidades, bem como as suas parcelas constituintes.

FIGURA 5.2
DVU MÍNIMA – CRITÉRIO GEOMÉTRICO

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Seria interessante que os critérios para fixação de valores mínimos para a DVU para os projetos de geometria e sinalização contemplassem hipóteses compatíveis, considerando que as manobras de ultrapassagem apresentam características próprias que não se alteram em função da ótica sob a qual são analisadas.

Conforme apresentado neste trabalho, existem incompatibilidades entre os critérios empregados pelo *Green Book* e pelo MUTCD:

- as extensões mínimas para a DVU indicadas no *Green Book* são bastante superiores às recomendadas no MUTCD;
- o *Green Book* considera a velocidade de projeto enquanto o MUTCD considera a velocidade de operação;
- o *Green Book* considera altura dos olhos do motorista de 1,08 m e do objeto de 1,30 m para verificação da DVU disponível ao longo da rodovia, enquanto o MUTCD considera altura de 1,07 m tanto para os olhos do motorista quanto para a altura do veículo que se aproxima em sentido oposto.

Nos critérios empregados no Brasil essas inconsistências se repetem, tendo em vista que o Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (DNER, 1999a) e o Manual de Sinalização Rodoviária (DNER, 1999b) consideram os critérios empregados no *Green Book* e no MUTCD, respectivamente.

Atualmente, no meio rodoviário, a aplicação dos critérios de sinalização é bem definida e de ordem prática, sendo empregados para estabelecimento de segmentos com ultrapassagem proibida e demarcação da superfície do pavimento.

Não é possível afirmar que o mesmo ocorra com os critérios geométricos, especialmente o recomendado pela AASHTO.

A principal justificativa para a utilização do critério geométrico seria elevar o padrão de qualidade oferecido durante a operação das rodovias de pista simples.

Mas há que se considerar que as rodovias de pista simples, excetuando-se as de Classe I-B e algumas de Classe II, apresentam padrões de projeto mais restritos,

tornando difícil o atendimento aos valores mínimos das distâncias de visibilidade de ultrapassagem propostos no método da AASHTO.

Os elevados valores mínimos para a DVU indicados no *Green Book* podem até mesmo inibir a utilização do critério geométrico durante o desenvolvimento de projetos rodoviários, em virtude das restrições referentes aos custos de implantação e/ou reabilitação envolvidos.

Entretanto, o Capítulo 3 apresentou estudos e pesquisas desenvolvidos que consideram o conceito de posição crítica durante a realização da manobra de ultrapassagem e que resultaram em valores mínimos para a DVU mais próximos aos indicados nos critérios de sinalização, fornecendo assim, maior embasamento teórico para sua utilização.

O emprego dos valores mínimos para a DVU de acordo com estes estudos e pesquisas deverá ser analisado criteriosamente pois, de acordo com a análise crítica, tais critérios ainda não consolidaram o aspecto relacionado ao padrão de qualidade de operação para a rodovia de pista simples de acordo com o método proposto pela AASHTO.

Assim como o conceito de posição crítica (e interrupção da manobra de ultrapassagem) foi desenvolvido e consolidado ao longo de sucessivos estudos e pesquisas, o impacto do fluxo em sentido oposto e o seus efeitos sobre a realização das manobras de ultrapassagem também deverá ser explicitado de maneira matematicamente consistente e fisicamente coerente, inclusive no método proposto pela AASHTO.

Para a utilização da velocidade de operação seria necessária a utilização de modelos de previsão (*background*) de velocidades ou então a realização de pesquisas com esta finalidade específica. A análise de disponibilidade da DVU ao longo da rodovia em análise seria segmentada de acordo com o sentido de tráfego e também de acordo com a distribuição das velocidades de operação ao longo do desenvolvimento do traçado.

Em virtude da falta de pesquisas sobre o tema no Brasil, os métodos propostos indicaram a utilização da velocidade de projeto, visando viabilizar a sua aplicação.

Recomenda-se também que, para a verificação da visibilidade disponível ao longo da rodovia em planta e perfil, o critério geométrico e de sinalização utilizem valores idênticos para a altura dos olhos do motorista. O mesmo se aplica à altura do objeto (veículo que se aproxima em sentido oposto).

Cabe ressaltar que as conclusões sobre as observações e a conseqüente proposição de métodos alternativos para a fixação de valores mínimos para demarcação e critério geométrico estão fundamentadas em um número de cerca de 400 observações referentes a rodovias próximas da capital do Estado de São Paulo.

Tendo em vista as dimensões continentais de nosso país e a conseqüente variação regional das características das rodovias, dos volumes de fluxo de tráfego e de suas flutuações, composição e características da frota de veículos e do comportamento dos motoristas, é possível que observações realizadas em diferentes regiões influenciassem as conclusões obtidas.

De qualquer maneira a realização da pesquisa foi positiva já que permitiu a obtenção, análise e comparação de parâmetros diretamente relacionados às manobras de ultrapassagem, proposição de modelos simplificados para a fixação de valores mínimos para a DVU para sinalização e projeto de geometria com critérios com hipóteses compatíveis entre si, fornecendo subsídios para estudo do tema no Brasil e apontando consistências e incompatibilidades relacionadas às metodologias propostas no *Green Book* e no MUTCD.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO. **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets**. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington DC, 1994. 1006p. ISBN 1-56051-068-4

AASHTO. **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets**. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington DC, 2001. 905p.

AASHTO. **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets**., American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington DC, 2004.

AUSTRALIA. Austroads. **Rural Road Design**: Guide to the Geometric Design of Rural Roads. Sidney, 1993. 60 p. ISBN 0-85588-231-X.

DNER, **Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais**, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico, Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro, 1999a , 195 p.

DNER, **Manual de Sinalização Rodoviária**, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico, Divisão de Capacitação Tecnológica. Rio de Janeiro, 2ª edição, 1999b , 175 p.

FHWA, **Manual on Uniform Traffic Control and Devices**, Federal Highway Administration, Washington DC, 1988.

FHWA, **Manual on Uniform Traffic Control and Devices**, Federal Highway Administration, Washington DC, 2000.

FHWA, **Manual on Uniform Traffic Control and Devices**, Federal Highway Administration, Washington DC, 2003.

GLENNON; J.C. New and Improved Model of Passing Sight Distance on Two Lane Highways. **Transportation Research Record 1195**. Washington DC, 1988.

HARWOOD, D.W.; GLENNON, J.C. Framework for Design and Operation of Passing Zones on Two Lane Highways. **Transportation Research Record 601**. Washington DC, 1976.

KABBACH, F.I. **Notas de Aula da Disciplina PTR-5725 / EPUSP**. São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004

KABBACH, F.I. Contribuição para o Estudo e Implantação de Faixas Adicionais em Rampas Ascendentes de Rodovias de Pista Simples. Tese de doutorado. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1992, 333p.

LAMM, R.; PSARIANOS, B.; MAILAENDER, T. **Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook**, New York, McGraw Hill, 1999, ISBN 0-07-038295-6. Paginação irregular

HARWOOD, D.W.; GLENNON, J.C. Passing Sight Distance Design for Passenger Cars and Trucks. **Transportation Research Record 1208**. Washington DC, 1989.

HARWOOD, D.W. et al. International Sight Distance Design Practices. **International Symposium on Highway Geometric Design Practices**. Boston, Massachusetts, 1995

HASSAN, Y; EASA, S.M., HALIM A.O.A. Design Considerations for Passing Sight Distance and Passing Zones. **International Symposium on Highway Geometric Design Practices**. Boston , Massachusetts, 1995.

HASSAN, Y; EASA, S.M., HALIM A.O.A. Passing Sight Distance on Two Lane Highways: Review and Revision. **Transportation Research Part A, Vol. 30**. Washington DC, 1996.

LIEBERMAN, E.B. Model for Calculating Safe Passing Sight Distances on Two Lane Rural Roads. **Transportation Research Record 869**. Washington DC, 1982.

PRISK, C.W. Passing Practices on Rural Highways. **Highway Research Board Proceedings, vol 21**. Washington DC, 1941.

RILLET L. R.; HUTCHINSON B. G.; WHITNEY M. Mechanics of the passing maneuver and the impact of large trucks. **Transportation Research Record Part A Vol. 24A(2)**. Washington DC, 1990.

SAITO M. (1984) Evaluation of the Adequacy of the MUTCD Minimum Passing Sight Distance Requirement for Aborting the Passing Maneuver. **Institute of Transportation Engineers Journal**. 1984.

TRB, **Highway Capacity Manual, Special Report 209**, Transportation Research Board, National Research Council, Washington DC, 2000. Paginação irregular.

TRB, **NCHRP – Synthesis 299 – Recent Geometric Design Research for Improved Safety and Operations**, Transportation Research Board, National Cooperative Highway Research Program, Washington DC, 2000.

TRB, **NCHRP Project 15-26 – Passing Sight Distance Criteria – Interim Report**, Transportation Research Board, National Cooperative Highway Research Program, Washington DC, 2005.

VAN VALKENBURG, G. W; MICHAEL H. L.. Criteria for No Passing Zones. **Highway Research Record 366**. Washington DC, 1971.

WEAVER. G.D.; GLENNON, J.C. Design and Stripping for Safe Passing Operations. **Highway Research Record 390. Highway Research Board**. Washington DC, 1972.

RODOVIA: SP-270 - km 51

PARCIAL	NÚMERO TOTAL	HORA	SENTIDO	TIPO	VR		VL	VO	tempo na faixa da esquerda (seg)	tempo de separação (seg)	respeito à sinalização	observação (ões)
					tipo	passoio	passoio	-				
1	1	8:40	S.R.	IA	tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,54 112 113,90	3,07 80 93,81	-	6,03	-	sim	-
2	2	8:49	S.R.	IA	tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,69 128 124,88	5,03 128 91,61	-	5,31	-	sim	VL afastou-se para o acostamento
3	3	9:04	S.R.	IA	tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,22 112 125,22	4,19 96 82,48	-	3,08	-	sim	VR sinalizou a manobra
4	4	9:04	S.R.	IA	tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,59 112 112,31	5,65 112 71,36	-	5,84	-	sim	-
5	5	9:06	COTIA	IA	tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	- - -	3,06 48 56,47	0,88 16 1047,27	-	1,00	sim	pequena separação entre VR e VO
6	6	9:10	S.R.	IA	tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,36 96 103,16	5,44 128 84,71	-	4,85	-	sim	-
7	7	9:20	S.R.	IA	tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,06 96 112,94	5,50 112 73,31	-	9,47	-	sim	-
8	8	9:21	S.R.	IA	tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	4,37 160 131,81	2,28 64 101,05	-	4,37	-	sim	-
9	9	9:24	S.R.	IA	tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	4,15 112 97,16	4,94 96 69,96	-	3,75	-	sim	VL afastou-se para o acostamento

RODOVIA: SP-270 - km 51

10	10	9:27	S.R.	R	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 3,84 112 105,00	passaio 2,66 64 86,62	-	4,56	-	não	a manobra foi completada em local não permitido - VR sinalizou retorno à faixa da direita
11	11	9:32	S.R.	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 3,84 128 120,00	passaio 5,53 128 83,33	-	5,00	-	sim	-
12	12	9:34	S.R.	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 1,94 64 118,76	passaio 1,78 48 97,08	-	3,34	-	sim	-
13	13	9:35	S.R.	IA	múltipla	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 3,50 112 115,20	* caminhão 3,15 80 91,43	-	8,10	4,47	sim	ultrapassagem sobre 3 veículos de passaio
14	14	9:38	S.R.	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 3,09 96 111,84	passaio 3,63 80 79,34	-	7,37	-	sim	-
15	15	9:39	S.R.	IA	múltipla	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 2,91 128 158,35	* 3,15 96 109,71	-	7,38	-	sim	VR ultrapassou 2 veículos de passaio
16	16	9:39	S.R.	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 1,84 80 156,52	passaio 3,15 96 109,71	-	6,97	-	sim	VR aguardou o veículo que vinha à sua frente realizar a ultrapassagem
17	17	9:43	S.R.	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 3,50 128 131,66	passaio 3,46 96 99,88	-	3,69	-	sim	-
18	18	9:46	S.R.	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 3,47 112 116,20	passaio 2,90 80 99,31	passaio 2,18 64 1691,01	3,76	1,00	sim	-
19	19	9:57	S.R.	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 2,78 80 103,60	passaio 3,56 80 80,90	-	2,00	-	sim	-

RODOVIA: SP-270 - km 51

20	20	9:59	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	5,12	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,16 80 91,14	2,75 64 83,78	-				
21	21	10:00	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	5,19	-	não	VR finalizou a ultrapassagem em local proibido
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,16 32 99,31	4,18 96 82,68	-				
22	22	10:03	COTIA	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	5,46	-	não	ultrapassagem realizada em trecho proibido
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,31 64 99,74	2,03 48 85,12	-				
23	23	10:08	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	4,38	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	4,09 128 112,67	1,78 32 64,72	-				
24	24	10:13	COTIA	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	7,35	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,78 96 124,32	2,03 64 113,50	-				
25	25	10:26	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	7,28	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,28 80 126,32	2,72 80 105,88	-				
26	26	10:29	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	7,59	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,37 80 121,52	2,75 64 83,78	-				
27	27	10:31	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	4,00	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,85 144 134,85	2,82 80 102,13	-				
28	28	10:34	COTIA	IA	múltipla	tipo	passaio	passaio	-	9,00	-	não	finalizou a manobra em trecho proibido - ultrapassou 2 veículos de passaio
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,84 64 125,22	3,63 96 95,21	-				
29	29	10:35	S.R.	IA	múltipla	tipo	passaio	passaio	-	10,94	-	sim	ultrapassou 2 veículos de passaio
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	4,00 128 115,20	4,44 112 90,81	-				

RODOVIA: SP-270 - km 51

30	30	10:35	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	3,97	-	sim	-
						tempos (seg)	2,78	4,44	-				
						distâncias (m)	80	112	-				
31	31	10:35	S.R.	IA	simples	velocidades (km/h)	103,80	90,81	-	5,88	-	sim	-
						tipo	passaio	caminhão	-				
						tempos (seg)	3,09	3,53	-				
32	32	10:35	S.R.	IA	simples	distâncias (m)	96	96	-	4,85	5,25	sim	VR completou a manobra em local proibido - ultrapassou 2 veículos de passeio
						velocidades (km/h)	111,84	97,90	-				
						tipo	passaio	caminhão	passaio				
33	33	10:36	S.R.	IA	simples	tempos (seg)	2,38	3,53	2,43	5,38	-	sim	-
						distâncias (m)	80	96	64				
						velocidades (km/h)	121,01	97,90	94,81				
34	34	10:36	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	-	8,46	-	sim	não foi possível mensurar o tempo na faixa da esquerda
						tempos (seg)	2,47	2,84	-				
						distâncias (m)	80	64	-				
35	35	10:37	S.R.	IA	simples	velocidades (km/h)	116,80	81,13	-	4,88	-	sim	-
						tipo	passaio	caminhão	-				
						tempos (seg)	2,72	2,84	-				
36	36	10:37	COTIA	IA	simples	distâncias (m)	80	64	-	4,53	-	sim	-
						velocidades (km/h)	105,88	81,13	-				
						tipo	passaio	caminhão	-				
37	37	10:37	COTIA	IA	simples	tempos (seg)	2,09	2,84	-	7,25	-	não	VR terminou a manobra em trecho proibido
						distâncias (m)	64	64	-				
						velocidades (km/h)	110,24	81,13	-				
38	38	10:38	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	-	2,66	-	sim	-
						tempos (seg)	2,53	4,25	-				
						distâncias (m)	64	64	-				
39	39	10:39	S.R.	IA	simples	velocidades (km/h)	91,07	54,21	-	5,31	-	sim	-
						tipo	passaio	caminhão	-				
						tempos (seg)	3,31	4,25	-				
						distâncias (m)	80	64	-	2,66	-	sim	-
						velocidades (km/h)	87,01	54,21	-				
						tipo	passaio	caminhão	-				
						tempos (seg)	3,25	2,84	-	5,31	-	sim	-
						distâncias (m)	96	64	-				
						velocidades (km/h)	106,34	81,13	-				
						tipo	passaio	caminhão	-	5,31	-	sim	-
						tempos (seg)	2,43	3,34	-				
						distâncias (m)	80	80	-				
						velocidades (km/h)	118,52	86,23	-				
						tipo	passaio	caminhão	-				
						tempos (seg)	2,43	3,34	-				
						distâncias (m)	80	80	-				
						velocidades (km/h)	118,52	86,23	-				
						tipo	passaio	caminhão	-				

RODOVIA: SP-270 - km 51

40	40	10:40	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	7,47	-	sim	-
						tempos (seg)	4,00	3,78	-				
						distâncias (m)	128	112	-				
41	41	10:46	S.R.	R	simples	velocidades (km/h)	115,20	106,67	-	3,00	-	sim	-
						tipo	passaio	passaio	-				
						tempos (seg)	1,38	2,25	-				
42	42	10:48	S.R.	IA	simples	distâncias (m)	48	48	-	3,57	-	sim	-
						velocidades (km/h)	125,22	76,80	-				
						tipo	passaio	caminhão	-				
43	43	10:48	S.R.	IA	simples	tempos (seg)	3,06	1,41	-	4,47	-	sim	-
						distâncias (m)	96	32	-				
						velocidades (km/h)	112,94	81,70	-				
44	44	10:52	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	-	5,43	8,47	sim	-
						tempos (seg)	2,75	1,41	-				
						distâncias (m)	80	32	-				
45	45	10:57	S.R.	IA	simples	velocidades (km/h)	104,73	81,70	-	3,62	5,75	sim	-
						tipo	passaio	passaio	-				
						tempos (seg)	2,44	3,22	3,03				
46	46	10:59	S.R.	IA	simples	distâncias (m)	80	96	96	4,72	-	sim	-
						velocidades (km/h)	118,03	107,33	114,06				
						tipo	passaio	passaio	-				
47	47	11:02	S.R.	IA	simples	tempos (seg)	3,38	2,41	2,03	5,59	-	sim	-
						distâncias (m)	96	64	48				
						velocidades (km/h)	102,25	95,60	85,12				
48	48	11:09	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	4,41	-	sim	VL afastou-se para o acostamento
						tempos (seg)	2,28	4,19	-				
						distâncias (m)	80	112	-				
49	49	11:10	S.R.	IA	simples	velocidades (km/h)	126,32	96,23	-	4,22	-	sim	-
						tipo	passaio	passaio	-				
						tempos (seg)	2,56	6,09	-				
49	49	11:10	S.R.	IA	simples	distâncias (m)	96	160	-	4,22	-	sim	-
						velocidades (km/h)	135,00	94,58	-				
						tipo	passaio	passaio	-				
49	49	11:10	S.R.	IA	simples	tempos (seg)	5,31	8,00	-	4,22	-	sim	-
						distâncias (m)	160	160	-				
						velocidades (km/h)	108,47	72,00	-				
49	49	11:10	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	4,22	-	sim	-
						tempos (seg)	4,19	5,16	-				
						distâncias (m)	128	128	-				
49	49	11:10	S.R.	IA	simples	velocidades (km/h)	109,98	89,30	-	4,22	-	sim	-
						tipo	passaio	passaio	-				
						tempos (seg)	4,19	5,16	-				
49	49	11:10	S.R.	IA	simples	distâncias (m)	128	128	-	4,22	-	sim	-
						velocidades (km/h)	109,98	89,30	-				
						tipo	passaio	passaio	-				

RODOVIA: SP-270 - km 51

50	50	11:11	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	5,72	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	4,95 128 95,01	3,66 80 78,69	-				
51	51	11:13	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	6,15	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	5,09 128 90,53	6,53 112 61,75	-				
52	52	11:14	S.R.	IA	múltipla	tipo	passaio	*	-	13,00	-	sim	VR ultrapassou 3 veículos de passaio
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	6,66 208 112,43	6,97 128 66,11	-				
53	53	11:14	S.R.	IA	múltipla	tipo	passaio	*	-	11,59	-	não	VR ultrapassou 2 veículos de passaio
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,94 96 117,55	6,97 128 66,11	-				
1	54	10:19	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	6,78	-	sim	VL afastou-se para o acostamento
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	4,03 96 85,76	3,50 64 65,83	-				
2	55	10:19	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	11,22	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	4,50 112 89,60	3,97 80 72,54	-				
3	56	10:21	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	passaio	3,25	4,78	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,94 80 73,10	2,69 48 64,24	3,16 80 91,14				
4	57	10:21	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	5,43	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,75 96 92,16	3,94 80 73,10	-				
5	58	10:26	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	passaio	5,31	3,28	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,69 64 85,65	5,69 96 60,74	1,41 32 81,70				
6	59	10:26	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	7,40	-	sim	sinalizou a manobra
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,16 48 80,00	3,90 64 59,08	-				

RODOVIA: SP-270 - km 51

17	70	10:51	S.R.	IA	simples	tipo	passeio		-	9,34	-	sim	-
						tempos (seg)	3,56	4,04					
						distâncias (m)	48	48					
18	71	10:51	S.R.	IA	múltipla	tempos (seg)	passeio		-	9,18	-	sim	-
						distâncias (m)	2,38	2,75					
						velocidades (km/h)	64	48					
19	72	10:51	S.R.	IA	simples	tempos (seg)	passeio		-	8,38	-	sim	-
						distâncias (m)	1,41	2,75					
						velocidades (km/h)	32	48					
20	73	10:56	S.R.	IA	simples	tempos (seg)	passeio		-	4,03	1,72	sim	-
						distâncias (m)	3,13	1,44					
						velocidades (km/h)	80	32					
21	74	10:57	S.R.	IA	simples	tempos (seg)	passeio		-	8,66	-	sim	VR sinalizou a manobra
						distâncias (m)	2,72	2,37					
						velocidades (km/h)	48	32					
22	75	10:58	COTIA	IA	simples	tempos (seg)	passeio		-	3,69	-	não	ultrapassou em trecho proibido
						distâncias (m)	4,53	5,50					
						velocidades (km/h)	112	112					
23	76	11:06	COTIA	IA	simples	tempos (seg)	passeio		-	4,97	-	sim	VL afastou-se para o acostamento
						distâncias (m)	89,01	73,31					
						velocidades (km/h)	113,26	85,42					
24	77	11:06	COTIA	R	simples	tempos (seg)	passeio		-	2,25	6,09	não	-
						distâncias (m)	3,56	3,40					
						velocidades (km/h)	112	32					
25	78	11:07	S.R.	IA	simples	tempos (seg)	passeio		-	9,19	-	sim	-
						distâncias (m)	2,81	1,78					
						velocidades (km/h)	64	32					
26	79	11:12	S.R.	IA	simples	tempos (seg)	passeio		-	6,53	-	sim	-
						distâncias (m)	81,99	64,72					
						velocidades (km/h)	96,00	69,96					

RODOVIA: SP-270 - km 51

27	80	11:12	COTIA	IA	simples	tipo	passoio	passoio	passoio	3,84	4,50	3,84	não	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,40 64 96,00	2,03 48 85,12	2,92 64 78,90					
28	81	11:12	S.R.	IA	simples	tipo	passoio	passoio	passoio	5,16	6,37	5,16	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,53 80 113,83	6,87 144 75,46	1,25 32 92,16					
29	82	11:24	COTIA	IA	simples	tipo	passoio	passoio	passoio	-	6,53	-	não	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,07 64 75,05	4,53 80 63,58	-					
30	83	11:25	COTIA	IA	simples	tipo	passoio	passoio	passoio	-	6,53	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,28 96 105,37	3,19 64 72,23	-					
31	84	11:26	COTIA	IA	simples	tipo	passoio	caminhão	passoio	-	5,29	-	não	VR completou a manobra em local proibido
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,78 48 97,08	3,19 64 72,23	-					
32	85	11:28	S.R.	IA	simples	tipo	passoio	passoio	passoio	-	7,16	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,84 48 93,91	1,72 32 66,98	-					
33	86	11:31	S.R.	IA	simples	tipo	passoio	passoio	passoio	-	5,13	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,72 80 77,42	1,28 16 45,00	-					
34	87	11:37	COTIA	IA	simples	tipo	passoio	passoio	passoio	-	7,13	-	não	VL afastou-se para a direita para permitir a realização da ultrapassagem
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	- - -	- - -	-					
35	88	11:41	S.R.	IA	simples	tipo	caminhão	passoio	passoio	-	6,66	-	não	VL afastou-se para o acostamento
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	4,22 80 68,25	2,25 32 51,20	-					
36	89	11:47	S.R.	IA	simples	tipo	passoio	passoio	caminhão	-	6,72	4,06	sim	VR sinalizou a manobra
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,00 48 86,40	1,44 32 80,00	0,94 16 61,28					

RODOVIA: SP-270 - km 51

37	90	11:48	COTIA	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	7,94	-	não	iniciou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,40 32 82,29	2,35 32 49,02	-				
38	91	11:49	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	carinhão	6,00	8,22	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,46 96 99,88	2,10 48 82,29	1,25 16 46,08				
39	92	11:51	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	passaio	2,81	3,15	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,19 64 105,21	2,31 48 74,81	1,40 32 82,29				
40	93	11:56	S.R.	IA	múltipla	tipo	passaio	*	-	8,41	-	sim	VR ultrapassou 2 veículos
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,34 48 73,85	2,50 32 46,08	-				
41	94	11:56	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	7,16	-	não	VR completou a manobra em local proibido
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,35 48 73,53	2,50 32 46,08	-				
42	95	12:07	COTIA	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	3,66	-	não	VR realizou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,31 64 99,74	2,41 48 71,70	-				
43	96	12:11	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	6,10	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,56 64 90,00	1,62 32 71,11	-				
44	97	12:17	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	3,75	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,59 32 72,45	2,47 32 46,64	-				
45	98	12:17	S.R.	IA	múltipla	tipo	passaio	*	-	11,60	-	sim	VR ultrapassou 3 veículos de passaio
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,28 48 75,79	2,25 32 51,20	-				
46	99	12:17	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	5,78	-	não	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	5,66 96 61,06	2,25 32 51,20	-				

RODOVIA: SP-270 - km 51

47	100	12:21	S.R.	IA	múltipla	tipo	passaio	*	passaio	5,12	4,69	sim	VR ultrapassou 2 veículos
						tempos (seg)	2,21	1,91	2,34				
48	101	12:34	S.R.	IA	simples	distâncias (m)	48	32	3	10,78	-	sim	-
						velocidades (km/h)	78,19	60,31	73,85				
49	102	12:42	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	6,00	-	não	VR finalizou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg)	2,25	2,56	-				
50	103	12:42	S.R.	IA	simples	distâncias (m)	48	32	-	8,22	-	não	VR finalizou a manobra em trecho proibido
						velocidades (km/h)	72,91	63,30	-				
51	104	12:43	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	5,06	-	sim	-
						tempos (seg)	2,15	1,82	-				
52	105	12:43	S.R.	IA	simples	distâncias (m)	48	32	-	5,34	-	sim	-
						velocidades (km/h)	80,37	63,30	-				
53	106	12:47	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	9,50	-	não	a manobra foi realizada em trecho proibido
						tempos (seg)	2,72	2,54	-				
54	107	12:49	S.R.	IA	simples	distâncias (m)	64	48	-	5,50	-	sim	-
						velocidades (km/h)	84,71	68,03	-				
55	108	12:54	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	-	5,57	-	não	a manobra foi finalizada em trecho proibido
						tempos (seg)	1,93	1,52	-				
56	109	13:00	COTIA	IA	múltipla	distâncias (m)	48	32	-	11,50	-	sim	VR ultrapassou 2 veículos
						velocidades (km/h)	89,53	75,79	-				
57	110	13:00	COTIA	IA	múltipla	tipo	passaio	passaio	-	11,50	-	sim	VR ultrapassou 2 veículos
						tempos (seg)	2,72	2,90	-				
58	111	13:00	COTIA	IA	múltipla	distâncias (m)	64	48	-	11,50	-	sim	VR ultrapassou 2 veículos
						velocidades (km/h)	84,71	59,59	-				
59	112	13:00	COTIA	IA	múltipla	tipo	passaio	passaio	-	11,50	-	sim	VR ultrapassou 2 veículos
						tempos (seg)	1,84	2,85	-				
60	113	13:00	COTIA	IA	múltipla	distâncias (m)	48	48	-	11,50	-	sim	VR ultrapassou 2 veículos
						velocidades (km/h)	93,91	60,63	-				
61	114	13:00	COTIA	IA	múltipla	tipo	passaio	passaio	-	11,50	-	sim	VR ultrapassou 2 veículos
						tempos (seg)	2,10	3,18	-				
62	115	13:00	COTIA	IA	múltipla	distâncias (m)	64	80	-	11,50	-	sim	VR ultrapassou 2 veículos
						velocidades (km/h)	109,71	90,57	-				
63	116	13:00	COTIA	IA	múltipla	tipo	passaio	*	-	11,50	-	sim	VR ultrapassou 2 veículos
						tempos (seg)	2,28	3,53	-				
64	117	13:00	COTIA	IA	múltipla	distâncias (m)	80	80	-	11,50	-	sim	VR ultrapassou 2 veículos
						velocidades (km/h)	126,32	81,59	-				

RODOVIA: SP-270 - km 51

57	110	13:01	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	4,85	-	sim	sinalizou a manobra
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,03 80 95,05	2,72 64 84,71	-				
58	111	13:05	S.R.	IA	múltipla	tipo	passaio	passaio *	-	9,75	-	sim	VR sinalizou a manobra
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,00 80 96,00	4,75 96 72,76	-				
59	112	13:05	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	2,59	-	sim	VR sinalizou a manobra
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,59 64 88,96	4,75 96 72,76	-				
60	113	13:08	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	-	6,59	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	6,81 160 84,58	2,97 48 58,18	-				
61	114	13:11	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	5,81	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,03 48 85,12	1,65 32 69,82	-				
62	115	13:14	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	-	8,16	-	sim	VR sinalizou a manobra
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,35 64 68,78	3,94 48 43,86	-				
63	116	13:18	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	3,75	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,10 80 92,90	2,34 32 49,23	-				
64	117	13:24	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	4,53	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,19 32 96,81	1,47 32 78,37	-				
65	118	13:26	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	-	7,10	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,47 80 116,60	2,12 48 81,51	-				
66	119	13:27	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	5,94	-	não	VR completou a manobra em local proibido
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,97 80 96,97	2,94 48 58,78	-				

RODOVIA: SP-270 - km 51

67	120	13:27	S.R.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	3,96	-	sim	-
						tempos (seg)	2,18	3,16	-				
						distâncias (m)	64	64	-				
68	121	13:32	COTIA	IA	simples	tipos	passaio	caminhão	-	4,72	-	não	VR realizou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg)	1,81	2,62	-				
						distâncias (m)	32	32	-				
69	122	13:45	S.R.	IA	simples	tipos	passaio	caminhão	-	5,44	-	sim	-
						tempos (seg)	3,35	1,32	-				
						distâncias (m)	64	16	-				
70	123	13:48	COTIA	IA	simples	tipos	passaio	passaio	-	8,09	-	não	VR iniciou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg)	2,37	1,78	-				
						distâncias (m)	64	32	-				
						velocidades (km/h)	97,22	64,72	-				

RODOVIA: SP-332 - km 49,5

NÚMERO		HORA	SENTIDO	TIPO	VR			VL	VO	tempo na faixa da esquerda (seg)		tempo de separação (seg)	respeito à sinalização	observação (ões)
PARCIAL	TOTAL				passoio	caminhão	-	tempo (seg)	distâncias (m)	velocidades (km/h)	tempo (seg)	distâncias (m)	velocidades (km/h)	
1	124	9:08	Jundiaí	IA	simples	2,25	1,09	-	-	4,63	-	-	sim	-
						48	16	-	-					
						76,80	52,84	-	-					
2	125	9:10	Jundiaí	IA	simples	passoio	caminhão	-	-	7,90	-	-	sim	-
						2,10	4,37	-	-					
						32	32	-	-					
						54,86	26,36	-	-					
3	126	9:11	Caieiras	IA	simples	passoio	passoio	-	-	5,69	-	-	sim	-
						1,41	2,47	-	-					
						32	48	-	-					
						81,70	69,96	-	-					
4	127	9:13	Jundiaí	IA	múltipla	passoio	*	-	-	16,94	-	-	não	completou a manobra em trecho proibido - ultrapassou 2 caminhões - sinalizou a manobra
						1,25	1,72	-	-					
						16	16	-	-					
						46,08	33,49	-	-					
5	128	9:22	Jundiaí	IA	simples	passoio	caminhão	-	-	5,62	-	-	sim	sinalizou a manobra
						1,00	1,19	-	-					
						16	16	-	-					
						57,60	48,40	-	-					
6	129	9:24	Jundiaí	IA	simples	passoio	passoio	-	-	15,56	-	-	não	iniciou e completou a manobra em trecho proibido
						2,66	3,53	-	-					
						48	48	-	-					
						64,96	48,95	-	-					
7	130	9:31	Jundiaí	R	simples	passoio	passoio	-	-	8,03	-	-	não	finalizou a manobra em trecho proibido
						1,82	2,53	-	-					
						48	48	-	-					
						94,95	68,30	-	-					
8	131	9:31	Jundiaí	R	simples	passoio	caminhão	-	-	7,69	-	-	sim	sinalizou a manobra
						3,79	4,06	-	-					
						48	32	-	-					
						45,59	28,37	-	-					
9	132	9:31	Jundiaí	IA	simples	passoio	caminhão	-	-	6,44	-	-	não	iniciou e completou a manobra em trecho proibido
						2,31	4,06	-	-					
						32	32	-	-					
						49,87	28,37	-	-					

RODOVIA: SP-332 - km 49,5

10	133	9:32	Jundiáí	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	caminhão	-	-	-	6,65	-	não	iniciou a manobra em trecho proibido
						distâncias (m)	48	48	32	-	-	-				
						velocidades (km/h)	74,81	64,72	-	-	-	-				
11	134	9:36	Jundiáí	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	passaio	-	-	-	8,59	-	não	iniciou a manobra em trecho proibido
						distâncias (m)	2,25	2,65	-	-	-	-				
						velocidades (km/h)	48	48	48	-	-	-				
						velocidades (km/h)	76,80	65,21	-	-	-	-				
12	135	9:36	Caieiras	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	caminhão	-	-	-	3,97	-	sim	VR sinalizou a manobra
						distâncias (m)	2,96	-	-	-	-	-				
						velocidades (km/h)	48	-	-	-	-	-				
						velocidades (km/h)	58,38	-	-	-	-	-				
13	136	9:36	Caieiras	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	caminhão	-	-	-	6,15	-	sim	-
						distâncias (m)	3,03	4,13	-	-	-	-				
						velocidades (km/h)	48	48	48	-	-	-				
						velocidades (km/h)	57,03	41,84	-	-	-	-				
14	137	9:39	Jundiáí	IA	múltipla	tipo	tempos (seg)	passaio	*	-	-	-	14,18	-	não	iniciou e completou a manobra em trecho proibido - ultrapassou 2 veículos de passeio
						distâncias (m)	2,03	3,22	-	-	-	-				
						velocidades (km/h)	48	64	-	-	-	-				
						velocidades (km/h)	85,12	71,55	-	-	-	-				
15	138	9:43	Caieiras	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	passaio	-	-	-	6,59	-	sim	-
						distâncias (m)	2,80	2,25	-	-	-	-				
						velocidades (km/h)	64	48	-	-	-	-				
						velocidades (km/h)	82,29	76,80	-	-	-	-				
16	139	9:45	Jundiáí	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	caminhão	-	-	-	6,44	-	não	completou a manobra em trecho proibido
						distâncias (m)	2,41	3,44	-	-	-	-				
						velocidades (km/h)	32	32	-	-	-	-				
						velocidades (km/h)	47,80	33,49	-	-	-	-				
17	140	9:48	Caieiras	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	caminhão	-	-	-	7,60	-	sim	VR sinalizou a manobra
						distâncias (m)	2,40	2,09	-	-	-	-				
						velocidades (km/h)	48	32	-	-	-	-				
						velocidades (km/h)	72,00	55,12	-	-	-	-				
18	141	9:48	Jundiáí	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	caminhão	-	-	-	6,13	-	sim	completou a manobra em trecho proibido
						distâncias (m)	2,13	1,72	-	-	-	-				
						velocidades (km/h)	32	16	-	-	-	-				
						velocidades (km/h)	54,08	33,49	-	-	-	-				
19	142	9:49	Jundiáí	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	passaio	-	-	-	9,65	-	não	completou a manobra em trecho proibido - sinalizou a ultrapassagem
						distâncias (m)	2,25	2,56	-	-	-	-				
						velocidades (km/h)	48	48	-	-	-	-				
						velocidades (km/h)	76,80	67,50	-	-	-	-				

RODOVIA: SP-332 - km 49,5

20	143	9:51	Jundiaí	IA	simples	tipo	passoio	passoio	-	6,43	-	não	iniciou a manobra em local proibido
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,41 48 71,70	2,00 32 57,60	-				
21	144	9:54	Caieiras	IA	simples	tipo	passoio	caminhão	-	7,50	-	sim	VR sinalizou a manobra
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,88 48 91,91	2,28 48 75,79	-				
22	145	9:58	Jundiaí	IA	simples	tipo	passoio	caminhão	-	10,87	-	sim	VR sinalizou a manobra
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,37 64 68,37	6,00 80 48,00	-				
23	146	10:05	Jundiaí	IA	simples	tipo	passoio	caminhão	-	7,69	-	não	VR iniciou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,03 48 57,03	3,78 48 45,71	-				
24	147	10:05	Jundiaí	IA	múltipla	tipo	passoio	*	-	11,47	-	não	iniciou e completou a manobra em trecho proibido - ultrapassou 1 caminhão e 1 veículo de passeio
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,38 64 96,81	2,34 48 73,85	-				
25	148	10:10	Jundiaí	IA	simples	tipo	passoio	passoio	-	8,69	-	não	completou a manobra em local proibido
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,87 64 80,28	2,41 48 71,70	-				
26	149	10:12	Jundiaí	IA	simples	tipo	passoio	passoio	-	6,90	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,03 64 76,04	2,75 48 62,84	-				
27	150	10:12	Jundiaí	IA	simples	tipo	passoio	caminhão	-	6,69	-	sim	iniciou a manobra em local proibido
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	4,12 64 55,92	4,60 48 37,57	-				
28	151	10:15	Caieiras	IA	simples	tipo	caminhão	caminhão	passoio	6,07	7,89	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,21 32 95,21	2,47 48 69,96	2,25 48 76,80				
29	152	10:19	Caieiras	IA	simples	tipo	passoio	caminhão	caminhão	7,50	10,66	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,15 80 91,43	4,53 80 63,58	2,75 32 41,89				

RODOVIA: SP-332 - km 49,5

30	153	10:19	Jundiaí	IA	simples	tipo	passoio	caminhão	-	8,81	-	sim	-
						tempos (seg)	2,41	3,69	-				
						distâncias (m)	48	48	-				
31	154		Caieiras	IA	simples	tempos (seg)	3,06	2,44	-	4,50	-	não	completou a manobra em trecho proibido
						distâncias (m)	48	32	-				
						velocidades (km/h)	56,47	47,21	-				
32	155		Caieiras	IA	simples	tipo	passoio	caminhão	-	6,22	-	sim	-
						tempos (seg)	2,03	3,53	-				
						distâncias (m)	48	80	-				
33	156		Jundiaí	IA	simples	tempos (seg)	6,51	4,13	-	5,44	-	não	iniciou a manobra em trecho proibido
						distâncias (m)	128	48	-				
						velocidades (km/h)	70,78	41,84	-				
34	157	10:29	Caieiras	IA	múltipla	tipo	passoio	* caminhão	-	11,59	5,91	não	completou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg)	2,28	2,78	1,13				
						distâncias (m)	64	64	16				
35	158	10:31	Caieiras	IA	simples	tempos (seg)	2,56	2,16	-	5,94	-	sim	-
						distâncias (m)	64	48	-				
						velocidades (km/h)	90,00	80,00	-				
36	159	10:32	Jundiaí	IA	simples	tipo	caminhão	passoio	-	11,28	-	não	VR iniciou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg)	2,78	2,66	-				
						distâncias (m)	48	32	-				
37	160	10:32	Jundiaí	IA	simples	tempos (seg)	2,28	3,47	-	6,34	-	sim	-
						distâncias (m)	64	64	-				
						velocidades (km/h)	101,05	66,40	-				
38	161	10:45	Jundiaí	IA	simples	tipo	passoio	caminhão	caminhão	8,22	0,72	não	VR completou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg)	3,22	3,41	1,53				
						distâncias (m)	48	32	32				
39	162	10:51	Jundiaí	IA	simples	tempos (seg)	53,66	33,78	75,29	11,12	-	não	VR iniciou a manobra em trecho proibido
						distâncias (m)	80	64	-				
						velocidades (km/h)	72,54	59,08	-				

RODOVIA: SP-332 - km 49,5

40	163	10:54	Jundiaí	IA	simples	tipo	passoio	passoio	-	12,91	-	não	VR completou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg)	2,87	3,15	-				
						distâncias (m)	64	64	-				
41	164	10:54	Jundiaí	IA	simples	tempos (seg)	2,88	1,81	-	9,35	-	sim	-
						distâncias (m)	64	32	-				
						velocidades (km/h)	85,97	63,65	-				
42	165	10:56	Jundiaí	IA	simples	tipo	caminhão	passoio	-	6,84	-	sim	-
						tempos (seg)	3,22	3,34	-				
						distâncias (m)	48	32	-				
43	166	10:56	Jundiaí	IA	múltipla	tempos (seg)	2,37	3,22	-	15,54	-	não	iniciou e finalizou a manobra em região proibida - ultrapassou van e caminhão
						distâncias (m)	48	48	-				
						velocidades (km/h)	72,91	53,66	-				
44	167	10:58	Caieiras	IA	simples	tipo	passoio	caminhão	-	6,97	-	sim	sinalizou a manobra de ultrapassagem
						tempos (seg)	2,00	1,94	-				
						distâncias (m)	48	32	-				
45	168	10:58	Jundiaí	IA	simples	tempos (seg)	1,81	2,22	-	6,94	-	sim	-
						distâncias (m)	48	48	-				
						velocidades (km/h)	95,47	77,84	-				
46	169	11:01	Jundiaí	IA	múltipla	tipo	passoio	passoio	-	5,75	-	não	a manobra foi iniciada e finalizada em trecho proibido
						tempos (seg)	3,03	4,09	-				
						distâncias (m)	64	64	-				
47	170	11:01	Jundiaí	IA	simples	tempos (seg)	2,87	4,09	-	6,06	-	não	completou a manobra em trecho proibido - sinalizou a ultrapassagem
						distâncias (m)	64	64	-				
						velocidades (km/h)	80,28	56,33	-				
48	171	11:02	Caieiras	IA	simples	tipo	passoio	passoio	-	3,53	-	não	a manobra foi realizada em trecho proibido
						tempos (seg)	2,19	2,25	-				
						distâncias (m)	48	32	-				
49	172	11:04	Jundiaí	IA	simples	tempos (seg)	78,90	51,20	-	8,12	-	não	a manobra foi finalizada em trecho proibido
						distâncias (m)	48	48	-				
						velocidades (km/h)	50,23	30,42	-				

RODOVIA: SP-332 - km 49,5

60	183	11:22	Caieiras	IA	simples	tipo	passoio	caminhão	-	6,22	-	não	finalizou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg)	2,90	3,44	-				
						distâncias (m)	64	64	-				
						velocidades (km/h)	79,45	66,98	-				
61	184	11:22	Caieiras	IA	simples	tipo	passoio	passoio	-	9,35	-	sim	-
						tempos (seg)	3,28	3,55	-				
						distâncias (m)	80	80	-				
						velocidades (km/h)	87,80	81,13	-				
62	185	11:23	Jundiaí	IA	simples	tipo	passoio	passoio	-	9,15	-	não	VR iniciou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg)	3,44	4,72	-				
						distâncias (m)	80	96	-				
						velocidades (km/h)	83,72	73,22	-				
63	186	11:24	Caieiras	IA	simples	tipo	passoio	caminhão	-	8,16	-	sim	-
						tempos (seg)	3,53	4,47	-				
						distâncias (m)	64	64	-				
						velocidades (km/h)	65,27	51,54	-				
64	187	11:36	Jundiaí	IA	simples	tipo	passoio	passoio	-	7,91	-	não	VR iniciou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg)	3,78	4,42	-				
						distâncias (m)	80	80	-				
						velocidades (km/h)	76,19	65,16	-				
65	188	11:38	Caieiras	IA	simples	tipo	passoio	passoio	passoio	8,03	-	não	VR iniciou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg)	2,47	3,59	1,97				
						distâncias (m)	64	80	48				
						velocidades (km/h)	93,28	80,22	87,72				
66	189	11:40	Jundiaí	IA	simples	tipo	passoio	caminhão	-	13,29	-	não	VR iniciou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg)	8,16	9,25	-				
						distâncias (m)	144	144	-				
						velocidades (km/h)	63,53	56,04	-				
67	190	11:40	Jundiaí	IA	simples	tipo	passoio	passoio	-	8,19	-	sim	-
						tempos (seg)	4,37	4,72	-				
						distâncias (m)	80	64	-				
						velocidades (km/h)	65,90	48,81	-				
68	191	11:40	Jundiaí	IA	simples	tipo	passoio	passoio	-	6,06	-	sim	-
						tempos (seg)	3,12	1,81	-				
						distâncias (m)	80	32	-				
						velocidades (km/h)	92,31	63,65	-				
69	192	11:41	Jundiaí	IA	simples	tipo	passoio	caminhão	-	10,06	-	sim	-
						tempos (seg)	5,03	7,66	-				
						distâncias (m)	96	96	-				
						velocidades (km/h)	68,71	45,12	-				

RODOVIA: SP-332 - km 49,5

70	193	11:42	Jundiaí	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	passaio	-	-	-	VR iniciou a manobra em trecho proibido
						distâncias (m)	3,82	4,40	80	80	80	7,59	-
						velocidades (km/h)	75,39	65,45	-	-	-	-	-
71	194	11:42	Jundiaí	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	passaio	-	-	-	VR iniciou a manobra em trecho proibido - sinalizou a ultrapassagem
						distâncias (m)	4,04	4,40	96	80	-	6,81	-
						velocidades (km/h)	85,54	65,45	-	-	-	-	-
72	195	11:42	Caieiras	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	caminhão	-	-	-	-
						distâncias (m)	4,00	2,88	-	-	-	5,72	-
						velocidades (km/h)	96	32	-	-	-	-	-
73	196	11:42	Caieiras	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	passaio	-	-	-	VR iniciou a manobra em trecho proibido
						distâncias (m)	2,84	3,22	64	64	-	5,66	-
						velocidades (km/h)	81,13	71,55	-	-	-	-	-
74	197	11:48	Jundiaí	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	passaio	-	-	-	VR iniciou a manobra em trecho proibido
						distâncias (m)	3,84	4,06	80	80	-	8,09	-
						velocidades (km/h)	75,00	70,94	-	-	-	-	-
75	198	11:50	Jundiaí	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	passaio	-	-	-	VR iniciou a manobra em trecho proibido
						distâncias (m)	3,25	4,15	96	96	-	9,82	-
						velocidades (km/h)	106,34	83,28	-	-	-	-	-
76	199	11:51	Jundiaí	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	caminhão	-	-	-	VR iniciou a manobra em trecho proibido
						distâncias (m)	5,94	7,97	112	112	-	13,04	-
						velocidades (km/h)	67,88	50,59	-	-	-	-	-
77	200	12:01	Jundiaí	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	passaio	-	-	-	VR sinalizou a ultrapassagem
						distâncias (m)	4,41	5,37	96	96	-	7,47	-
						velocidades (km/h)	78,37	64,36	-	-	-	-	-
78	201	12:01	Caieiras	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	caminhão	-	-	-	VR iniciou a manobra em trecho proibido
						distâncias (m)	3,44	4,19	96	96	-	5,87	-
						velocidades (km/h)	100,47	82,48	-	-	-	-	-
79	202	12:07	Caieiras	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	passaio	-	-	-	VR iniciou a manobra em trecho proibido
						distâncias (m)	2,13	2,75	64	64	-	4,19	-
						velocidades (km/h)	108,17	83,78	-	-	-	-	-

RODOVIA: SP-332 - km 49,5

80	203	12:24	Jundiáí	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passado 5,06 96 68,30	passado 6,59 96 52,44	- - -	8,00	-	não	VR iniciou a manobra em trecho proibido - sinalizou a ultrapassagem
81	204	12:24	Jundiáí	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passado 2,69 64 85,65	passado 4,25 64 54,21	- - -	5,35	-	não	VR realizou a manobra em trecho proibido
82	205	12:25	Jundiáí	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passado 4,34 96 79,63	passado 5,16 96 66,98	- - -	9,21	-	não	VR iniciou a manobra em trecho proibido - sinalizou o retorno à faixa da direita
83	206	12:26	Caieiras	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passado 4,31 96 80,19	caminhão 5,06 96 68,30	- - -	7,00	-	sim	VR sinalizou a ultrapassagem
84	207	12:27	Jundiáí	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passado 3,87 96 89,30	caminhão 4,50 80 64,00	- - -	5,22	-	não	VR iniciou a manobra em trecho proibido - sinalizou a ultrapassagem
85	208	12:28	Jundiáí	IA	múltipla	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passado 3,12 64 73,85	passado 3,25 64 70,89	- - -	13,85	-	não	VR finalizou a manobra em trecho proibido - sinalizou a ultrapassagem - ultrapassou 2 veículos de passeio
86	209	12:31	Caieiras	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passado 4,16 96 83,08	caminhão 5,78 96 59,79	- - -	7,22	-	sim	VR sinalizou início e retorno à faixa da direita
87	210	12:32	Jundiáí	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passado 5,13 96 67,37	caminhão 5,63 96 61,39	- - -	7,56	-	não	VR iniciou a manobra em trecho proibido
88	211	12:32	Jundiáí	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passado 1,60 32 72,00	caminhão 2,00 32 57,60	- - -	7,44	-	não	VR finalizou a manobra em trecho proibido - sinalizou a ultrapassagem
89	212	12:33	Caieiras	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passado 1,50 32 76,80	caminhão 1,81 32 63,65	passado 2,94 64 78,37	2,87	6,18	sim	ocorrência de ultrapassagem no sentido oposto
90	213	12:33	Jundiáí	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passado 3,22 80 89,44	passado 3,28 64 70,24	passado 3,22 64 71,55	4,97	2,72	não	VR realizou a manobra em trecho proibido

RODOVIA: SP-354 - km 43

NÚMERO PARCIAL	TOTAL	HORA	SENTIDO	TIPO	tempo na faixa da esquerda (seg)			VO	tempo de separação (seg)	respeito à sinalização	observação (ões)
					VR	VL	tempo (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)				
1	214	0:00:42	SP-330	IA	simples	passoio	passoio	-	4,66	-	finalizou a manobra em trecho proibido
					tempos (seg)	3,13	4,38				
					distâncias (m)	72	72				
2	215	0:01:34	C.L.P.	IA	simples	passoio	passoio	-	4,54	-	sim
					tempos (seg)	2,69	4,66				
					distâncias (m)	60	60				
3	216	0:01:38	C.L.P.	IA	simples	passoio	passoio	-	9,25	-	sim
					tempos (seg)	2,78	4,44				
					distâncias (m)	72	72				
4	217	0:01:58	C.L.P.	IA	simples	passoio	passoio	-	7,71	-	sim
					tempos (seg)	1,88	2,78				
					distâncias (m)	48	48				
5	218	0:02:06	SP-330	IA	simples	passoio	passoio	-	3,59	-	sim
					tempos (seg)	1,93	3,03				
					distâncias (m)	48	48				
6	219	0:02:25	SP-330	IA	simples	passoio	passoio	passoio	2,32	11,43	sim
					tempos (seg)	1,72	2,41	2,46			
					distâncias (m)	48	48	36			
7	220	0:02:50	C.L.P.	R	simples	passoio	passoio	-	4,38	-	a manobra foi completada em trecho proibido
					tempos (seg)	3,72	3,84				
					distâncias (m)	72	48				
8	221	0:02:50	C.L.P.	R	simples	passoio	passoio	-	5,00	-	a manobra foi realizada em local não permitido - VR sinalizou a manobra
					tempos (seg)	-	3,84				
					distâncias (m)	#VALOR!	48				
9	222	0:04:20	C.L.P.	IA	simples	passoio	caminhão	caminhão	10,03	7,75	a manobra foi finalizada em local não permitido - VR sinalizou a manobra
					tempos (seg)	2,72	3,15	3,15			
					distâncias (m)	72	72	72			

RODOVIA: SP-354 - km 43

10	223	0:04:25	C.L.P.	IA	simples	tipo	passoio	passoio	-	3,84	-	não	a manobra foi completada em local não permitido - VR sinalizou retorno à faixa da direita
						tempos (seg)	2,47	3,06	-				
						distâncias (m)	48	48	-				
11	224	0:05:00	SP-330	IA	simples	tempos (seg)	69,96	56,47	-	6,53	-	sim	-
						distâncias (m)	passoio	caminhão	-				
						velocidades (km/h)	1,72	2,09	-				
12	225	0:05:30	C.L.P.	IA	simples	tempos (seg)	36	36	-	5,84	-	sim	-
						distâncias (m)	75,35	62,01	-				
						velocidades (km/h)	passoio	passoio	-				
13	226	0:05:37	C.L.P.	IA	simples	tempos (seg)	2,59	3,16	-	4,25	-	sim	em comboio - VR sinalizou a manobra - VL afastou-se para a direita
						distâncias (m)	60	60	-				
						velocidades (km/h)	83,40	68,35	-				
14	227	0:05:38	C.L.P.	IA	simples	tempos (seg)	passoio	caminhão	-	8,00	-	sim	em comboio - ultrapassou junto com o veículo à sua frente - VL afastou-se para a direita
						distâncias (m)	2,94	3,47	-				
						velocidades (km/h)	60	60	-				
15	228	0:05:44	C.L.P.	IA	simples	tempos (seg)	73,47	62,25	-	8,03	-	sim	-
						distâncias (m)	passoio	passoio	-				
						velocidades (km/h)	2,94	3,25	-				
16	229	0:05:51	C.L.P.	IA	simples	tempos (seg)	72	72	-	6,22	-	sim	-
						distâncias (m)	88,16	79,75	-				
						velocidades (km/h)	passoio	passoio	-				
17	230	0:05:57	SP-330	IA	simples	tempos (seg)	2,65	3,53	-	7,15	-	sim	-
						distâncias (m)	72	72	-				
						velocidades (km/h)	97,81	73,43	-				
18	231	0:06:11	C.L.P.	IA	simples	tempos (seg)	passoio	passoio	-	7,31	-	sim	-
						distâncias (m)	3,03	3,44	-				
						velocidades (km/h)	84	84	-				
19	232	0:06:30	SP-330	IA	simples	tempos (seg)	99,80	87,91	-	7,19	-	sim	-
						distâncias (m)	passoio	passoio	-				
						velocidades (km/h)	2,53	3,63	-				
						tempos (seg)	72	72	-				
						distâncias (m)	102,45	71,40	-				
						velocidades (km/h)	passoio	passoio	-				
						tempos (seg)	2,16	2,06	-				
						distâncias (m)	48	36	-				
						velocidades (km/h)	80,00	62,91	-				

RODOVIA: SP-354 - km 43

20	233	0:06:50	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	4,78	-	não	completou a manobra em local proibido
						tempos (seg)	2,22	2,53	-				
						distâncias (m)	60	48	-				
21	234	0:07:39	C.L.P.	IA	simples	velocidades (km/h)	97,30	68,30	-	9,32	-	sim	VR sinalizou a manobra
						tipo	passaio	caminhão	-				
						tempos (seg)	1,37	1,72	-				
22	235	0:07:42	C.L.P.	IA	simples	distâncias (m)	24	24	-	8,97	-	não	VR completou a manobra em local proibido
						velocidades (km/h)	63,07	50,23	-				
						tipo	passaio	caminhão	-				
23	236	0:08:00	C.L.P.	IA	simples	tempos (seg)	2,57	2,97	-	8,32	-	sim	-
						distâncias (m)	48	48	-				
						velocidades (km/h)	67,24	58,18	-				
24	237	0:08:30	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	-	6,91	-	sim	VR sinalizou o retorno à faixa da direita
						tempos (seg)	1,41	4,31	-				
						distâncias (m)	36	84	-				
25	238	0:09:00	C.L.P.	IA	simples	velocidades (km/h)	91,91	70,16	-	5,87	3,50	sim	VR sinalizou o retorno à faixa da direita
						tipo	passaio	caminhão	-				
						tempos (seg)	4,09	2,56	-				
26	239	0:09:24	SP-330	IA	simples	distâncias (m)	84	48	-	5,59	-	sim	-
						velocidades (km/h)	73,94	67,50	-				
						tipo	passaio	caminhão	-				
27	240	0:09:31	SP-330	R	simples	tempos (seg)	1,25	1,78	2,78	3,53	-	sim	VL afastou-se para o acostamento
						distâncias (m)	36	36	60				
						velocidades (km/h)	103,68	72,81	77,70				
28	241	0:09:50	SP-330	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	-	4,03	-	sim	-
						tempos (seg)	2,25	2,82	-				
						distâncias (m)	60	60	-				
29	242	0:10:10	C.L.P.	IA	simples	velocidades (km/h)	96,00	76,60	-	6,47	-	não	VR completou a manobra em local proibido
						tipo	passaio	caminhão	-				
						tempos (seg)	2,44	4,09	-				
						distâncias (m)	48	60	-	6,47	-	sim	-
						velocidades (km/h)	70,82	52,81	-				
						tipo	passaio	caminhão	-				
						tempos (seg)	2,22	3,03	-	6,47	-	sim	-
						distâncias (m)	60	60	-				
						velocidades (km/h)	97,30	71,29	-				
						tipo	passaio	caminhão	-	6,47	-	sim	-
						tempos (seg)	3,47	3,62	-				
						distâncias (m)	72	60	-				
						velocidades (km/h)	74,70	59,67	-				
						tipo	passaio	caminhão	-				
						tempos (seg)	3,47	3,62	-				
						distâncias (m)	72	60	-				
						velocidades (km/h)	74,70	59,67	-				

RODOVIA: SP-354 - km 43

30	243	0:10:26	SP-330	IA	simples	tipo	passoio	passoio	-	5,13	-	sim	-
						tempos (seg)	2,25	2,87	-				
						distâncias (m)	60	60	-				
31	244	0:10:56	C.L.P.	IA	simples	tempos (seg)	1,53	2,38	-	6,00	-	sim	-
						distâncias (m)	48	48	-				
						velocidades (km/h)	112,94	72,61	-				
32	245	0:11:10	C.L.P.	IA	múltipla	tipo	passoio	passoio	-	8,40	-	não	VR completou a manobra em local proibido - ultrapassou 2 veículos de passoio
						tempos (seg)	1,93	2,31	-				
						distâncias (m)	48	48	-				
33	246	0:11:35	SP-330	IA	múltipla	tempos (seg)	2,06	2,56	-	5,41	-	sim	-
						distâncias (m)	48	48	-				
						velocidades (km/h)	83,88	67,50	-				
34	247	0:11:47	SP-330	R	múltipla	tipo	passoio	caminhão	-	-	-	sim	não foi possível mensurar o tempo na faixa da esquerda
						tempos (seg)	2,19	3,25	-				
						distâncias (m)	72	72	-				
35	248	0:11:51	SP-330	IA	simples	tempos (seg)	2,19	3,85	3,53	5,35	3,06	sim	-
						distâncias (m)	72	84	72				
						velocidades (km/h)	118,36	78,55	73,43				
36	249	0:12:13	SP-330	R	simples	tipo	passoio	*	-	7,35	-	sim	VR ultrapassou 2 caminhões
						tempos (seg)	1,25	2,03	-				
						distâncias (m)	36	36	-				
37	250	0:12:52	C.L.P.	IA	simples	tempos (seg)	2,75	3,62	-	5,87	-	sim	VL afastou-se para a direita
						distâncias (m)	60	60	-				
						velocidades (km/h)	78,55	59,67	-				
38	251	0:13:13	SP-330	IA	múltipla	tipo	passoio	*	-	5,34	-	sim	VR ultrapassou 2 veículos de passoio
						tempos (seg)	2,10	3,12	-				
						distâncias (m)	60	60	-				
39	252	0:13:20	SP-330	IA	simples	tempos (seg)	1,56	2,57	2,91	4,75	0,28	sim	VR aguardou ser ultrapassado para realizar a manobra
						distâncias (m)	36	48	60				
						velocidades (km/h)	83,08	67,24	74,23				

RODOVIA: SP-354 - km 43

40	253	0:13:41	SP-330	IA	simples	tipo	passoio	passoio	-	sim	-	-
						tempos (seg)	2,28	3,06	-			
						distâncias (m)	60	60	-			
41	254	0:13:54	SP-330	IA	simples	tempos (seg)	1,47	1,81	-	sim	-	VL afastou-se para a direita
						distâncias (m)	36	36	-			
						velocidades (km/h)	88,16	71,60	-			
42	255	0:14:10	C.L.P.	IA	simples	tipo	passoio	passoio	-	sim	-	-
						tempos (seg)	2,12	3,00	-			
						distâncias (m)	60	60	-			
43	256	0:14:17	SP-330	IA	simples	tempos (seg)	1,88	2,53	-	sim	-	-
						distâncias (m)	48	48	-			
						velocidades (km/h)	91,91	68,30	-			
44	257	0:14:35	SP-330	IA	simples	tipo	passoio	passoio	-	sim	-	-
						tempos (seg)	2,47	2,78	-			
						distâncias (m)	60	60	-			
45	258	0:14:45	C.L.P.	IA	simples	tempos (seg)	87,45	77,70	-	sim	-	-
						distâncias (m)	60	60	-			
						velocidades (km/h)	99,08	84,05	-			
46	259	0:14:46	C.L.P.	IA	múltipla	tipo	passoio	*	-	não	-	ultrapassou 2 veículos de passoio - completou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg)	2,25	3,12	-			
						distâncias (m)	72	72	-			
47	260	0:15:04	C.L.P.	IA	simples	tempos (seg)	115,20	83,08	-	sim	3,69	VR sinalizou a manobra de ultrapassagem
						distâncias (m)	2,06	3,16	0,70			
						velocidades (km/h)	60	72	12			
48	261	0:15:11	SP-330	IA	simples	tempos (seg)	104,85	82,03	61,71	sim	-	-
						distâncias (m)	passoio	passoio	-			
						velocidades (km/h)	-	-	-			
49	262	0:15:23	SP-330	IA	simples	tipo	passoio	passoio	caminhão	sim	4,15	-
						tempos (seg)	2,04	2,84	0,28			
						distâncias (m)	48	48	12			
						tempos (seg)	84,71	60,85	51,43			
						distâncias (m)	-	-	-			
						velocidades (km/h)	-	-	-			

RODOVIA: SP-354 - km 43

50	263	0:15:44	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio		-
						tempos (seg)	2,81	3,35	
						distâncias (m)	72	72	
51	264	0:15:55	SP-330	IA	simples	tempos (seg)	passaio		-
						distâncias (m)	2,22	3,00	
						velocidades (km/h)	60	48	
52	265	0:16:09	C.L.P.	IA	simples	tempos (seg)	passaio		-
						distâncias (m)	97,30	57,60	
						velocidades (km/h)	71,70	63,53	
53	266	0:16:17	C.L.P.	IA	múltipla	tipo	passaio		-
						tempos (seg)	2,91	2,00	
						distâncias (m)	72	36	
54	267	0:16:35	C.L.P.	IA	múltipla	tempos (seg)	passaio		-
						distâncias (m)	89,07	64,80	
						velocidades (km/h)	90,95	71,40	
55	268	0:17:20	SP-330	IA	simples	tipo	passaio		-
						tempos (seg)	2,85	3,91	
						distâncias (m)	72	84	
56	269	0:17:53	SP-330	IA	simples	tempos (seg)	passaio		-
						distâncias (m)	97,81	77,34	
						velocidades (km/h)	97,44	72,00	
57	270	0:18:19	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio		-
						tempos (seg)	2,19	2,50	
						distâncias (m)	48	36	
58	271	0:19:00	C.L.P.	IA	simples	tempos (seg)	passaio		-
						distâncias (m)	1,38	1,84	
						velocidades (km/h)	93,91	70,43	
59	272	0:20:15	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio		-
						tempos (seg)	2,29	3,66	
						distâncias (m)	48	48	
						tempos (seg)	passaio		-
						distâncias (m)	75,46	47,21	
						velocidades (km/h)			

RODOVIA: SP-354 - km 43

60	273	0:20:30	SP-330	IA	múltipla	tipo	passaio	*	-	6,91	-	sim	VR ultrapassou 1 caminhão e 1 veículo de passeio
						tempos (seg)	3,56	4,48	-				
						distâncias (m)	96	96	-				
						velocidades (km/h)	97,08	77,14	-				
61	274	0:21:03	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	-	7,28	-	sim	-
						tempos (seg)	2,16	3,66	-				
						distâncias (m)	72	72	-				
						velocidades (km/h)	120,00	70,82	-				
62	275	0:21:09	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	-	7,28	-	sim	-
						tempos (seg)	1,31	2,40	-				
						distâncias (m)	36	36	-				
						velocidades (km/h)	98,93	54,00	-				
63	276	0:21:36	SP-330	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	4,68	-	sim	-
						tempos (seg)	2,34	3,38	-				
						distâncias (m)	72	72	-				
						velocidades (km/h)	110,77	76,69	-				
64	277	0:22:16	C.L.P.	IA	múltipla	tipo	passaio	*	-	9,91	-	não	VR ultrapassou 2 veículos de passeio - finalizou a manobra em trecho proibido - sinalizou a manobra
						tempos (seg)	2,59	3,10	-				
						distâncias (m)	72	72	-				
						velocidades (km/h)	100,08	83,61	-				
65	278	0:22:28	SP-330	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	7,72	-	sim	-
						tempos (seg)	2,63	3,34	-				
						distâncias (m)	72	72	-				
						velocidades (km/h)	98,56	77,60	-				
66	279	0:22:46	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	6,75	-	não	VR sinalizou a manobra - finalizou a ultrapassagem em local proibido
						tempos (seg)	1,47	1,94	-				
						distâncias (m)	36	36	-				
						velocidades (km/h)	88,16	66,80	-				
67	280	0:22:47	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	2,78	-	não	VR finalizou a ultrapassagem em local proibido - aguardou o veículo à sua frente tomar a faixa da esquerda
						tempos (seg)	1,44	2,00	-				
						distâncias (m)	36	36	-				
						velocidades (km/h)	90,00	64,80	-				
68	281	0:22:57	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	6,25	-	sim	VR sinalizou a manobra de ultrapassagem
						tempos (seg)	2,37	2,25	-				
						distâncias (m)	60	48	-				
						velocidades (km/h)	91,14	76,80	-				
69	282	0:23:05	SP-330	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	-	4,10	-	sim	-
						tempos (seg)	0,75	1,38	-				
						distâncias (m)	18	18	-				
						velocidades (km/h)	86,40	46,96	-				

RODOVIA: SP-354 - km 43

70	283	0:23:21	C.L.P.	IA	múltipla	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 2,69 96 128,48	*	- 4,32 96 80,00	- - -	9,16	-	não	VR ultrapassou pelo acostamento do lado oposto - ultrapassou 1 veículo de passaioe 1 caminhão
71	284	0:23:43	C.L.P.	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 2,72 72 95,29	caminhão 3,07 72 84,43	- - -	- - -	7,84	-	não	completou a manobra em local proibido - sinalizou a manobra
72	285	0:23:57	SP-330	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 1,00 24 86,40	passaio 1,34 24 64,48	- - -	- - -	4,15	-	sim	-
73	286	0:24:26	SP-330	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 1,12 24 77,14	passaio 1,63 24 53,01	- - -	- - -	3,09	-	sim	VL afastou-se para a direita
74	287	0:24:44	C.L.P.	IA	múltipla	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 2,06 48 83,88	* 3,66 72 70,82	- - -	- - -	6,68	-	sim	VR ultrapassou 1 veículo de passaio e 1 caminhão
75	288	0:24:55	SP-330	R	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 2,46 72 105,37	passaio 2,72 72 95,29	- - -	- - -	6,47	-	sim	-
76	289	0:25:20	C.L.P.	IA	múltipla	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 2,09 48 82,68	* 2,59 48 66,72	- - -	- - -	10,09	-	não	VR completou a manobra em trecho proibido - ultrapassou 3 veículos de passaio
77	290	0:25:30	C.L.P.	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 2,88 72 90,00	passaio 3,13 72 82,81	- - -	- - -	5,66	-	sim	-
78	291	0:25:41	C.L.P.	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 2,56 72 101,25	passaio 3,19 72 81,25	- - -	- - -	3,68	-	sim	-
79	292	0:25:55	C.L.P.	IA	simples	tipo tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 2,72 72 95,29	passaio 3,28 72 79,02	- - -	- - -	5,40	-	sim	VR sinalizou o retorno à faixa da direita

RODOVIA: SP-354 - km 43

80	293	0:25:56	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	-	5,66	-	sim	-
						tempos (seg)	3,50	4,53	-				
						distâncias (m)	72	72	-				
81	294	0:26:12	SP-330	IA	simples	tempos (seg)	2,85	3,44	-	7,81	-	sim	VR sinalizou a manobra
						distâncias (m)	72	72	-				
						velocidades (km/h)	90,95	75,35	-				
82	295	0:27:02	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	-	6,75	-	sim	-
						tempos (seg)	2,44	3,21	-				
						distâncias (m)	72	72	-				
83	296	0:27:20	C.L.P.	IA	simples	tempos (seg)	1,90	2,13	-	9,60	-	não	VR completou a manobra em local proibido
						distâncias (m)	48	48	-				
						velocidades (km/h)	90,95	81,13	-				
84	297	0:27:39	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	-	5,18	-	sim	-
						tempos (seg)	2,31	3,38	-				
						distâncias (m)	72	72	-				
85	298	0:27:50	SP-330	IA	simples	tempos (seg)	112,21	78,69	-	7,00	-	sim	-
						distâncias (m)	48	48	-				
						velocidades (km/h)	85,12	81,51	-				
1	299	13:25	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	-	5,50	-	sim	-
						tempos (seg)	1,22	1,53	-				
						distâncias (m)	36	36	-				
2	300	13:26	C.L.P.	IA	simples	tempos (seg)	106,23	84,71	-	6,47	-	não	completou a manobra em trecho proibido
						distâncias (m)	-	-	-				
						velocidades (km/h)	-	-	-				
3	301	13:27	SP-330	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	passaio	5,47	3,53	sim	-
						tempos (seg)	1,47	1,81	1,22				
						distâncias (m)	36	36	36				
4	302	13:32	C.L.P.	R	simples	tempos (seg)	88,16	71,60	-	4,25	-	sim	-
						distâncias (m)	1,06	1,40	-				
						velocidades (km/h)	122,26	92,57	-				

RODOVIA: SP-354 - km 43

5	303	13:34	SP-330	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	passaio	1,82	5,47	1,82	sim	-
						tempos (seg)	1,28	1,62	0,98					
						distâncias (m)	36	36	24					
6	304	13:37	SP-330	R	simples	tempos (seg)	1,22	1,66	-	-	4,91	-	sim	-
						distâncias (m)	36	36	-					
						velocidades (km/h)	106,23	78,07	-					
7	305	13:41	SP-330	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	passaio	-	5,59	-	não	iniciou a manobra em local proibido
						tempos (seg)	1,34	1,85	-					
						distâncias (m)	36	36	-					
8	306	13:45	C.L.P.	R	simples	tempos (seg)	1,19	1,69	-	-	6,00	-	sim	-
						distâncias (m)	36	36	-					
						velocidades (km/h)	108,91	76,89	-					
9	307	13:45	C.L.P.	IA	múltipla	tipo	passaio	*	-	-	12,87	-	não	completou a manobra em trecho proibido - ultrapassou 2 veículos de passeio
						tempos (seg)	1,84	1,35	-					
						distâncias (m)	48	36	-					
10	308	11:54	C.L.P.	R	simples	tempos (seg)	1,32	1,99	1,56	9,78	3,62	9,78	sim	-
						distâncias (m)	48	48	48					
						velocidades (km/h)	130,91	86,94	110,59					
11	309	11:55	SP-330	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	passaio	-	6,28	-	não	iniciou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg)	2,21	2,59	-					
						distâncias (m)	60	60	-					
12	310	11:56	SP-330	IA	múltipla	tempos (seg)	1,66	2,93	2,66	10,75	8,84	10,75	não	iniciou a manobra em trecho proibido - ultrapassou 3 veículos 2 passeio e um caminhão
						distâncias (m)	60	60	60					
						velocidades (km/h)	130,12	73,72	81,20					
13	311	11:56	SP-330	IA	múltipla	tipo	passaio	*	passaio	7,25	8,88	7,25	não	iniciou a manobra em trecho proibido - ultrapassou 3 veículos 2 passeio e um caminhão
						tempos (seg)	1,66	2,94	2,62					
						distâncias (m)	60	60	60					
14	312	11:56	SP-330	IA	simples	tempos (seg)	2,03	2,47	2,72	4,69	6,62	4,69	não	iniciou a manobra em trecho proibido - VL afastou-se para a direita
						distâncias (m)	60	60	60					
						velocidades (km/h)	106,40	87,45	79,41					

RODOVIA: SP-354 - km 43

15	313	11:57	C.L.P.	R	múltipla	tipo	tempos (seg)	passaio	passaio	-	-	-	iniciou a manobra em trecho proibido - VL afastou-se para a direita
						distâncias (m)	1,06	36	1,16	36	10,56	4,69	não
						velocidades (km/h)	122,26	111,72	-	-	-	-	-
16	314	11:58	C.L.P.	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	passaio	-	-	-	iniciou a manobra em trecho proibido - VL afastou-se para a direita
						distâncias (m)	2,19	2,85	6,00	60	6,00	-	sim
						velocidades (km/h)	98,63	75,79	-	-	-	-	-
17	315	11:58	C.L.P.	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	passaio	-	-	-	iniciou a manobra em trecho proibido - VL afastou-se para a direita
						distâncias (m)	2,31	2,94	8,43	60	8,43	-	sim
						velocidades (km/h)	93,51	73,47	-	-	-	-	-
18	316	11:58	C.L.P.	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	passaio	-	-	-	iniciou a manobra em trecho proibido - VL afastou-se para a direita
						distâncias (m)	2,15	2,94	8,34	60	8,34	-	sim
						velocidades (km/h)	100,47	73,47	-	-	-	-	-
19	317	11:59	C.L.P.	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	passaio	-	-	-	iniciou a manobra em trecho proibido - VL afastou-se para a direita
						distâncias (m)	2,59	1,53	7,81	36	7,81	-	sim
						velocidades (km/h)	100,08	84,71	-	-	-	-	-
20	318	12:00	C.L.P.	R	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	passaio	-	-	-	iniciou a manobra em trecho proibido - VL afastou-se para a direita
						distâncias (m)	1,09	1,31	4,87	36	4,87	7,50	sim
						velocidades (km/h)	118,90	98,93	90,00	-	-	-	-
21	319	12:00	SP-330	IA	múltipla	tipo	tempos (seg)	passaio	passaio	-	-	-	iniciou a manobra em trecho proibido - VL afastou-se para a direita
						distâncias (m)	2,37	3,15	9,03	60	9,03	-	sim
						velocidades (km/h)	91,14	68,57	-	-	-	-	-
22	320	12:00	C.L.P.	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	passaio	-	-	-	iniciou a manobra em trecho proibido - VL afastou-se para a direita
						distâncias (m)	-	-	6,15	-	6,15	3,28	não
						velocidades (km/h)	-	-	-	-	-	-	-
23	321	12:02	C.L.P.	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	passaio	-	-	-	iniciou a manobra em trecho proibido - VL afastou-se para a direita
						distâncias (m)	2,97	3,22	11,44	72	11,44	-	sim
						velocidades (km/h)	87,27	80,50	-	-	-	-	-
24	322	12:03	C.L.P.	IA	simples	tipo	tempos (seg)	passaio	passaio	-	-	-	iniciou a manobra em trecho proibido - VL afastou-se para a direita
						distâncias (m)	1,50	1,72	7,65	36	7,65	0,28	não
						velocidades (km/h)	86,40	75,35	-	-	-	-	-

RODOVIA: SP-354 - km 43

25	323	12:04	C.L.P.	IA	simples	tipo	passoio	caminhão	-	8,87	-	não	completou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,53 36 84,71	1,78 36 72,81	-				
26	324	12:05	SP-330	IA	simples	tipo	passoio	caminhão	passoio	5,00	4,91	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,25 60 96,00	3,22 60 67,08	1,91 48 90,47				
27	325	12:05	SP-330	IA	múltipla	tipo	passoio	*	-	4,50	-	sim	ultrapassou 1 caminhão e 1 veículo de passeio
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,47 60 87,45	3,32 60 65,06	-				
28	326	12:05	SP-330	IA	múltipla	tipo	passoio	*	-	6,63	-	sim	ultrapassou 1 caminhão e 1 veículo de passeio
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,75 48 98,74	3,13 60 69,01	-				
29	327	12:07	SP-330	IA	simples	tipo	passoio	passoio	-	6,00	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,40 60 90,00	2,84 60 76,06	-				
30	328	12:07	SP-330	IA	simples	tipo	passoio	passoio	-	6,47	-	sim	iniciou a manobra após o veículo à sua frente
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,38 60 90,76	3,07 60 70,36	-				
31	329	12:08	SP-330	IA	simples	tipo	passoio	caminhão	-	4,15	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,75 48 98,74	2,19 48 78,90	-				
32	330	12:09	SP-330	IA	simples	tipo	passoio	caminhão	-	8,53	-	não	iniciou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,22 60 97,30	3,10 60 69,68	-				
33	331	12:13	SP-330	IA	simples	tipo	passoio	passoio	passoio	4,12	3,82	não	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,43 36 90,63	1,75 36 74,06	1,16 24 74,48				
34	332	12:14	SP-330	IA	simples	tipo	passoio	passoio	-	9,82	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,03 60 106,40	2,15 60 100,47	-				

RODOVIA: SP-354 - km 43

35	333	12:14	SP-330	IA	simples	tipo	passaio		-
						tempos (seg)	1,56	1,97	
						distâncias (m)	48	48	
36	334	12:18	C.L.P.	IA	simples	tempos (seg)	110,77		-
						distâncias (m)	60	60	
						velocidades (km/h)	94,74	89,63	
37	335	12:18	SP-330	IA	múltipla	tipo	passaio		-
						tempos (seg)	1,25	2,91	
						distâncias (m)	36	60	
38	336	12:19	SP-330	IA	simples	tempos (seg)	103,68		-
						distâncias (m)	60	60	
						velocidades (km/h)	92,31	80,30	
39	337	12:19	SP-330	IA	simples	tipo	passaio		-
						tempos (seg)	3,35	3,60	
						distâncias (m)	84	84	
40	338	12:19	SP-330	IA	simples	tempos (seg)	90,27		-
						distâncias (m)	60	60	
						velocidades (km/h)	92,57	74,06	
41	339	12:19	SP-330	IA	simples	tipo	passaio		-
						tempos (seg)	2,32	3,59	
						distâncias (m)	60	60	
42	340	12:20	C.L.P.	IA	simples	tempos (seg)	93,10		-
						distâncias (m)	60	60	
						velocidades (km/h)	93,10	60,17	
43	341	12:20	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio		-
						tempos (seg)	2,32	3,07	
						distâncias (m)	60	60	
44	342	12:24	C.L.P.	IA	simples	tempos (seg)	93,10		-
						distâncias (m)	91,91	69,90	
						velocidades (km/h)	77,70	62,79	

RODOVIA: SP-354 - km 43

45	343	12:24	C.L.P.	IA	múltipla	tipo	passaio	*	-	14,44	-	sim	ultrapassou 1 caminhão e 2 veículos de passeio
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,38 60 90,76	3,60 60 60,00	-				
46	344	12:33	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	caminhão	6,37	9,59	não	finalizou a manobra em trecho proibido - sinalizou a ultrapassagem
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,59 72 100,08	3,00 60 72,00	3,00 72 86,40				
47	345	12:34	C.L.P.	R	simples	tipo	passaio	passaio	passaio	2,78	3,65	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,03 60 106,40	2,50 60 86,40	2,53 60 85,38				
48	346	12:36	C.L.P.	R	múltipla	tipo	passaio	*	passaio	14,35	3,53	não	finalizou a manobra em trecho proibido - ultrapassou 3 veículos de passeio
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,35 72 110,30	2,81 60 76,87	2,35 48 73,53				
49	347	12:36	C.L.P.	R	simples	tipo	passaio	passaio	passaio	4,22	13,28	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,91 60 113,09	2,78 60 77,70	2,35 48 73,53				
51	348	12:38	C.L.P.	IA	múltipla	tipo	passaio	*	passaio	9,03	8,10	sim	VR ultrapassou 2 caminhões
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	- - -	- - -	- - -				
52	349	12:39	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	passaio	6,69	-	não	realizou a manobra em trecho proibido - sinalizou a manobra
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,59 36 81,51	2,72 60 79,41	- - -				
53	350	12:41	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	passaio	7,25	3,31	não	realizou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,09 24 79,27	1,91 24 45,24	2,50 48 69,12				
54	351	12:42	SP-330	IA	múltipla	tipo	passaio	*	passaio	4,53	-	sim	ultrapassou 2 veículos de passeio
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	3,07 72 84,43	2,68 60 80,60	- - -				
55	352	12:43	C.L.P.	R	simples	tipo	passaio	passaio	passaio	11,16	6,57	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,31 60 93,51	2,75 60 78,55	1,34 36 96,72				

RODOVIA: SP-354 - km 43

56	363	12:43	C.L.P.	IA	simples	tempo (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 2,81 72 92,24	passaio 3,03 72 85,54	passaio 2,16 48 80,00	7,96	6,43	sim	sinalizou o retorno à faixa da direita
57	364	12:45	C.L.P.	IA	simples	tempo (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 1,00 24 86,40	carinhão 1,22 24 70,82	-	6,79	-	não	realizou a manobra em trecho proibido - sinalizou a manobra
58	365	12:52	SP-330	IA	simples	tempo (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 2,03 60 106,40	passaio 2,94 60 73,47	-	4,69	-	sim	VL afastou-se para a direita
59	366	12:52	SP-330	R	simples	tempo (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 2,43 72 106,67	passaio 2,54 48 68,03	-	3,72	-	sim	VR sinalizou a manobra
60	367	12:52	SP-330	R	simples	tempo (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 2,25 72 115,20	passaio 2,54 48 68,03	-	2,66	-	sim	-
61	368	12:52	SP-330	IA	simples	tempo (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 2,10 60 102,86	passaio 1,28 24 67,50	-	5,57	-	não	realizou a manobra em trecho proibido
62	369	12:53	SP-330	IA	simples	tempo (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 2,53 60 85,38	passaio 3,00 60 72,00	passaio 1,63 36 79,51	3,87	5,50	sim	-
63	360	12:53	C.L.P.	IA	múltipla	tempo (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 2,19 60 98,63	* 2,46 60 87,80	-	19,72	-	não	completou a manobra em trecho proibido - ultrapassou 2 veículos de passaio
64	361	12:53	C.L.P.	IA	múltipla	tempo (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 1,94 60 111,34	* 2,47 60 87,45	passaio 2,03 60 106,40	6,50	1,31	sim	ultrapassou 2 veículos de passaio
65	362	12:57	SP-330	IA	múltipla	tempo (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	passaio 1,88 60 114,89	passaio 2,37 60 91,14	passaio 2,15 60 100,47	7,12	4,22	não	iniciou a manobra em trecho proibido

RODOVIA: SP-354 - km 43

66	363	12:58	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	-	7,97	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,47 60 87,45	2,62 60 82,44	-				
67	364	12:59	C.L.P.	IA	múltipla	tipo	passaio	*	-	9,63	-	sim	ultrapassou 3 veículos de passaio
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,09 60 103,35	2,62 60 82,44	-				
68	365	13:00	SP-330	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	caminhão	7,56	1,53	não	iniciou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,15 60 100,47	3,06 60 70,59	2,44 60 88,52				
69	366	13:00	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	passaio	5,56	5,35	não	manobra realizada em trecho proibido
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,28 60 94,74	2,44 60 88,52	2,44 60 88,52				
70	367	13:03	SP-330	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	-	8,82	-	não	VR iniciou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,41 60 89,63	2,82 60 76,60	-				
71	368	13:03	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	7,82	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,59 60 83,40	2,81 60 76,87	-				
72	369	13:07	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	6,43	6,16	sim	VL afastou-se para o acostamento
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,22 60 97,30	2,25 60 96,00	-				
73	370	13:11	SP-330	IA	simples	tipo	passaio	passaio	-	9,41	-	não	iniciou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,78 60 121,35	2,19 60 98,63	-				
74	371	13:12	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	-	7,13	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,09 60 103,35	2,91 60 74,23	-				
75	372	13:12	C.L.P.	IA	múltipla	tipo	passaio	*	-	11,72	-	sim	ultrapassou 2 veículos de passaio e 1 caminhão
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,29 36 100,47	1,56 36 83,08	-				

RODOVIA: SP-354 - km 43

76	373	13:13	C.L.P.	IA	múltipla	tipo	passoio	*	passoio	14,34	6,50	não	completou a manobra em trecho proibido - ultrapassou 3 veículos de passoio e um caminhão
						tempos (seg)	1,16	1,47					
						distâncias (m)	36	36					
77	374	13:13	C.L.P.	IA	simples	tempos (seg)	1,12	1,56	7,00	6,81	sim	-	
						distâncias (m)	36	36					
						velocidades (km/h)	115,71	83,08					
78	375	13:14	SP-330	IA	simples	tipo	passoio	passoio	5,38	4,19	não	VR iniciou a manobra em trecho proibido	
						tempos (seg)	1,44	2,03					
						distâncias (m)	36	36					
79	376	13:14	SP-330	IA	simples	tempos (seg)	1,87	2,19	6,77	-	sim	-	
						distâncias (m)	48	48					
						velocidades (km/h)	92,41	78,90					
80	377	13:15	SP-330	IA	simples	tipo	passoio	caminhão	5,56	-	sim	sinalizou a manobra	
						tempos (seg)	1,62	2,22					
						distâncias (m)	36	48					
81	378	13:17	C.L.P.	IA	simples	tempos (seg)	1,47	1,50	4,21	3,50	não	realizou a manobra em trecho proibido - VL afastou-se para a direita	
						distâncias (m)	48	36					
						velocidades (km/h)	117,55	86,40					
82	379	13:17	C.L.P.	IA	simples	tipo	passoio	passoio	3,56	-	sim	-	
						tempos (seg)	1,40	1,66					
						distâncias (m)	36	36					
83	380	13:20	C.L.P.	IA	simples	tempos (seg)	1,25	1,87	4,72	-	sim	-	
						distâncias (m)	36	36					
						velocidades (km/h)	92,57	78,07					
84	381	13:23	SP-330	IA	simples	tipo	passoio	passoio	3,66	4,19	não	iniciou a manobra em trecho proibido	
						tempos (seg)	1,56	1,97					
						distâncias (m)	48	48					
85	382	13:25	C.L.P.	IA	simples	tempos (seg)	1,10	1,72	7,25	4,88	sim	-	
						distâncias (m)	36	36					
						velocidades (km/h)	108,91	98,93					

RODOVIA: SP-354 - km 43

86	383	13:25	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	7,05	3,78	não	realizou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,65 60 81,51	passaio 2,32 48 74,48 passaio 1,60 36 81,00				
87	384	13:28	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	4,97	-	não	completou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,40 60 90,00	2,72 60 79,41 passaio -				
88	385	13:28	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	7,34	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,94 60 111,34	2,90 60 74,48 passaio -				
89	386	13:28	C.L.P.	R	simples	tipo	passaio	caminhão	5,06	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,44 36 90,00	1,85 36 70,05 passaio -				
90	387	13:29	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	12,09	4,16	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	2,38 60 90,76	3,04 60 71,05 passaio -				
91	388	13:33	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	passaio	2,60	-	sim	-
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,25 36 103,68	1,97 36 65,79 passaio -				
92	389	13:42	SP-330	IA	simples	tipo	passaio	passaio	6,47	-	sim	sinalizou a manobra
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,91 48 90,47	1,81 36 71,60 passaio -				
93	390	13:43	C.L.P.	IA	simples	tipo	passaio	caminhão	5,50	4,81	sim	sinalizou a manobra
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,69 48 102,25	2,18 48 79,27 passaio -				
94	391	13:49	C.L.P.	R	simples	tipo	passaio	passaio	6,72	-	não	finalizou a manobra em trecho proibido
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,34 36 96,72	1,63 36 79,51 passaio -				
95	392	13:50	SP-330	R	simples	tipo	passaio	caminhão	2,65	7,06	não	iniciou a manobra em trecho proibido - não foi possível calcular a velocidade de VO
						tempos (seg) distâncias (m) velocidades (km/h)	1,09 36 118,90	1,87 36 69,30 passaio -				