

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Daniel Sergio Presta García

MÉTODO PARA ANÁLISE DA
CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA
DE RODOVIAS BRASILEIRAS DE PISTA SIMPLES

Porto Alegre

2008

Daniel Sergio Presta García

**Método para Análise da Consistência Geométrica
de Rodovias Brasileiras de Pista Simples**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção, modalidade Acadêmica, na área de concentração em Sistemas de Transportes.

Orientador: Luis Antonio Lindau, *Ph.D.*

Porto Alegre

2008

Daniel Sergio Presta García

**Método para Análise da Consistência Geométrica
de Rodovias Brasileiras de Pista Simples**

Esta tese foi julgada adequada para a obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção na modalidade Acadêmica e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Luis Antonio Lindau, *Ph.D.*
Orientador PPGEP/UFRGS

Prof. Flávio Sanson Fogliatto, *Ph.D.*
Coordenador PPGEP/UFRGS

Banca Examinadora:

Professora Maria Alice Prudêncio Jacques, *Ph.D.* (ENC/UnB)

Professora Lenise Grando Goldner, Dr^a. (UPPGEC/UFSC)

Professora Helena Beatriz Cybis, *Ph.D.* (PPGEP/UFRGS)

Professora Christine Tessele Nodari, Dr^a. (PPGEP/UFRGS)

Professora João Fortini Albano, Dr. (PPGEP/UFRGS)

Dedicatória

À meus pais e avós que me forjaram para a vida.

À meu irmão com quem sempre pude contar.

À minha esposa, companheira e minha grande paixão.

Às minhas filhas, Paola, minha estrela guia e Isadora, um lindo cometa que iluminou nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

A presente Tese de Doutorado contou com a participação de diversas pessoas, em diferentes momentos. A lembrança, muitas vezes traiçoeira, pode cometer injustiças, mas, injustiça maior seria não citar as pessoas e entidades que contribuíram, decisivamente, na conclusão desta. A todos estes meu profundo agradecimento.

Ao meu orientador, Prof. Luis Antonio Lindau, Ph.D., pela paciência, disponibilidade e pela confiança que sempre depositou em mim. Meu agradecimento.

Ao Prof. João Fortini Albano, Dr., meu orientador de graduação, primeiro chefe, membro das minhas bancas de mestrado e doutorado e, agora, colega, pela oportunidade de convivência e aprendizado. Meu agradecimento.

À Prof. Lenise Grando Goldner, Dr^a, minha orientadora de Mestrado, por ter me mostrado o caminho na vida acadêmica. Meu agradecimento.

Aos amigos e colegas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP, desta universidade pelo convívio e aprendizado. Meu agradecimento.

Aos amigos e colegas do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem – DAER/RS, que sempre emprestaram seus ouvidos a meus projetos, contribuindo com os mesmos. Meu agradecimento.

Às entidades DAER/RS e UNIVIAS, e seus funcionários, pela disponibilização dos dados necessários para a realização desta Tese. Meu agradecimento.

Ao amigo Marcelo André Wandscheer e estagiários da CIENGE que conquistaram um lugar permanente no meu coração e, também, deram sua parcela de contribuição. Sucesso a todos e meu agradecimento.

A minha pequena GRANDE família, que assim como o trigo, de aparência frágil e esbelta, verga na tempestade sem romper, para seguir adiante reerguendo-se e mantendo-se ativo. À minha família meu profundo agradecimento.

Finalmente, a Deus, pelas alegrias e tristezas, pelas vitórias e derrotas, até mesmo pelas perdas, pois só perde aquele que teve e assim este pode se considerar mais feliz do que aquele que jamais se arriscou a perder. Pela vida, meu agradecimento.

RESUMO

Via, condutor e veículo são os principais componentes de um sistema viário. A segurança viária decorre de como estes agentes se relacionam entre si. Esta relação pode ser avaliada através da velocidade operacional que o condutor aplica em seu veículo segundo a percepção de conforto e segurança repassada pela rodovia. A análise da consistência geométrica é uma ferramenta de análise para rodovias de pista simples que permite identificar o padrão de utilização das mesmas, através de modelos de estimativa da velocidade operacional e de critérios classificatórios. A análise de consistência geométrica vem sendo utilizada como ferramenta para avaliar problemas de projeto e operação de rodovias existentes e em projeto. A *Federal Highway Administration* – FHWA recomenda a utilização deste tipo de análise para avaliar a segurança viária de rodovias de pista simples. Os modelos utilizados na análise de consistência geométrica estão calibrados para condicionantes culturais do condutor, de veículos e de rodovias dos Estados Unidos. Assim, a aplicação direta do *software* IHSDM – *Interactive Highway Safety Design Model* em rodovias de pista simples do Brasil não é recomendada. A presente Tese propõe um método para análise da consistência geométrica de rodovias brasileiras de pista simples. O método utiliza modelos próprios para estimativa da velocidade operacional, critérios de aplicação das taxas de aceleração e desaceleração e propõe um índice para classificação das rodovias por quilômetro e por trecho: o ICG (índice de consistência geométrica). No estudo de caso, 14 trechos rodoviários, totalizando 225 quilômetros, são submetidos à análise pelo método proposto. A classificação obtida é confrontada com quatro índices de acidentes distintos, resultantes de uma base de dados de acidentes de seis anos, com 14.608 ocorrências. O resultado deste confronto apresenta uma correlação entre o índice de consistência geométrica por trecho, proposto, e o índice de acidentes totais e parciais de 0,59. O valor obtido confirma a relação prevista entre a frequência de acidentes e indicadores de consistência geométrica, verificada pela FHWA, surpreendendo pela sua intensidade. O melhor desempenho do índice proposto é associado a sua composição, contemplando os critérios de segurança I (consistência do projeto) e II (consistência da velocidade operacional) e ao comportamento verificado em condutores brasileiro, menos sensíveis a restrições geométricas.

Palavras-chave: consistência geométrica de rodovias, projeto geométrico, modelo de estimativa da velocidade operacional e segurança viária.

ABSTRACT

The highway, the individual users and the vehicle are the main agents of a traffic system. Traffic safety is determined by how these agents interconnect. Such relation may be assessed by the observation of the operational speed the driver uses in the vehicle according to his perception of comfort and safety of the roadways. The design consistency analysis is an assessment tool for rural two-lane highways which allows the identification of their usage patterns by using operational speed estimate models and sorting criteria. The design consistency analysis has been used as a tool to assess project and operation flaws of existing highways and projects to construct new highways. The Federal Highway Administration – FHWA recommends the use of this kind of analysis to assess the traffic safety of rural two-lane highways. The models used for the design consistency analysis are calibrated to the conditional cultural aspects of United States of America's drivers, vehicles and highways. Therefore, the straight application of IHSDM – Interactive Highway Safety Design Model software in Brazilian rural two-lane highways is not recommended. This doctoral thesis aims at presenting a method of design consistency analysis of Brazilian rural two-lane highways. Such method uses original models for estimating the operational speed, new criteria for application of acceleration vehicle dynamics rate and introduces a new index to classify highways by kilometer and by segment: the ICG or Design Consistency Index. In this case study, 14 roadway segments – of a total of 225 kilometers – were analyzed by the proposed method. The resulting classification was compared to four other accident indexes from a database of 14,608 official records collected in six years. The result of this comparison leads to a correlation between the proposed design consistency index by highways segment and the total and partial accident index of 0.59. The result confirms the foreseen relation between the accident frequency and the design consistency indicators verified by FHWA – and its intensity is astonishing. The best performance of the proposed index is associated to its composition, which involves the safety criteria I (design consistency) and II (operational speed consistency), and to the behavior observed in Brazilian drivers, less sensitive to geometric restrictions.

Keywords: highway design consistency, geometric project, operational speed estimate model and highway safety.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Principais trabalhos desenvolvidos em consistência geométrica e modelos de estimativa da velocidade operacional	37
Figura 2 – Critérios desejáveis para orientar a escolha dos raios de curvas sucessivas (DAER, 1991 e DNER, 1999)	50
Figura 3 – Condições de Aceleração e Desaceleração entre Curvas Sucessivas (FHWA, 2000)	51
Figura 4 - Estrutura de análise do software IHSDM	56
Figura 5 – Relatório gráfico da análise de <i>design consistency</i> do IHSDM	58
Figura 6 – Distribuição dos acidentes: Estados Unidos e Grã-Bretanha (Lum e Reagan, 1995)	61
Figura 7 – Diagrama das etapas para elaboração do método proposto	71
Figura 8 – V_{85} em função do raio (a) e em função inversa do raio (b).....	78
Figura 9 – V_{85} em função da declividade (a) e em função do valor absoluto da declividade (b)	79
Figura 10 – Modelos V_{85} em função do raio para faixas de declividades(FHWA, 2000).....	79
Figura 11 – V_{85} observada versus V_{85} estimada.....	86
Figura 12 – Box-plots: observados e estimados (a) e erro absoluto médio (b)	88
Figura 13 – V_{85} estimado para declividade de 0%, por diferença de lado	89
Figura 14 – V_{85} estimado para lado esquerdo, por faixa de declividade	90
Figura 15 – V_{85} do modelo proposto versus modelo FHWA (2000), por faixa de declividade.....	92
Figura 16 – V_{85} potencial x V_{85} efetiva	93
Figura 17 – Taxas de aceleração (a) e desaceleração (b), FHWA (2000).....	95
Figura 18 – Velocidades versus distâncias para taxas de acelerações típicas (ITE,1992)	96
Figura 19 – Velocidades <i>versus</i> distâncias para taxas de desacelerações usuais (ITE, 1992) .	98
Figura 20 – Cilindro secante e esferóide terrestre (Cintra, 2003)	103
Figura 21 – Mapa das Zonas UTM (IBGE, 2007).....	103
Figura 22 – Visualização parcial de dados georreferenciados, através do bloco de notas, fornecidos pelo DAER/RS para o trecho 116BRS3070	104
Figura 23 – Ajuste do quilômetro inicial na planimetria.....	106
Figura 24 – Ajuste da quilometragem entre planimetria e altimetria	107
Figura 26 – Modelo de relatório de classificação pelo CS_I , CS_{II} , ICG_{km} e ICG_{trecho}	111
Figura 27 – Trecho exemplo com classificação pelos critérios de segurança I e II e ICG_{km} .	118
Figura 28 – Fluxograma para aplicação do método proposto	121
Figura 29 – Quadro resumo do ICG, I_{UPS} e I_{RS} por trecho e por km	128
Figura 30 – Confronto de perfis de velocidades: sentido do estacionamento (a) e contrário (b)	133

Figura 31 – ICG_{trecho} <i>versus</i> velocidade de projeto	139
Figura 32 – Índices de acidentes em função do ICG_{trecho}	142

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Modelos de Estimativa da Velocidade Operacional e de Taxa de Acidentes.....	33
Tabela 2 – Comparativo entre taxa de acidentes e classificação de rodovias	34
Tabela 3 – Velocidades diretrizes para novos traçados em função da classe de projeto e do relevo	35
Tabela 4 – Modelos da V_{85} em função do raio planimétrico e da declividade.....	45
Tabela 5 – Modelos de estimativa da velocidade operacional em diferentes países.....	46
Tabela 6 – Classificação segundo o Critério de Segurança I	49
Tabela 7 – Classificação segundo Critério de Segurança II	53
Tabela 8 - Modelos para estimativa do coeficiente de atrito adotado e efetivo na Alemanha e nos Estados Unidos.....	53
Tabela 9– Classificação segundo coeficiente de atrito.....	54
Tabela 10 – Classificação segundo composição dos critérios I, II e III	55
Tabela 11 – Estatísticas dos acidentes de trânsito nas rodovias federais em 2004 e 2005.....	60
Tabela 12 – Classificação de acidentes segundo UPS.....	66
Tabela 13 – Classificação de acidentes segundo seu custo	67
Tabela 14 – Características dos trechos considerados.....	77
Tabela 15 – Dados estatísticos das variáveis independentes e da V_{85}	80
Tabela 16 – Autovalores e cargas dos componentes principais	84
Tabela 17 – Medidas de desempenho do modelo e da validação.....	87
Tabela 18 – V_{85} e redução de velocidade em função do raio	89
Tabela 19 – Taxas de aceleração segundo intervalos de velocidade.....	96
Tabela 20 – Taxas de desaceleração segundo intervalos de velocidade.....	98
Tabela 21 – Valores máximos de aceleração em aclives.....	99
Tabela 22 – Valores percentuais das taxas de aceleração máxima, segundo declividade.....	100
Tabela 23 – Pesos dados aos níveis de classificação pelos critérios de segurança I e II.....	114
Tabela 24 – Intervalos de classificação das características avaliadas	117
Tabela 25 – Intervalos de classificação do ICG	117
Tabela 26 – Determinação do ICG_{km} a partir dos critérios de segurança I e II.....	118
Tabela 27 – Estrutura da base de dados de acidentes utilizada	126
Tabela 28 – Trechos considerados no estudo de caso	127
Tabela 29 – Interpretação da correlação.....	132
Tabela 30 – Classificação pelo critério de segurança I	135
Tabela 31 – Classificação pelo critério de segurança II	136
Tabela 32 – Classificação pelo ICG_{km}	137
Tabela 33 – Resumo do ICG e I por trechos	138

Tabela 34 – Classificação por quilômetro	140
Tabela 35 – Resumo de classificação das rodovias	141

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AADT: Tráfego Médio Diário Anual [veículos/dia]

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials

ACCR: Estimativa da Taxa de Acidentes [acidentes/ 10^6 veículos-milha]

BO: Boletim de ocorrência

CAD: Computer Aided Design

CET: Companhia de Engenharia de Tráfego

CEV: Controladores Eletrônicos de Velocidade

CNT: Confederação Nacional de Transporte

DAER: Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem

DC: Taxa Angular de Curvatura

DIVIPLAN: Superintendente da Divisão de Planejamento

DNER: Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

EPTC: Empresa Pública de Transporte e Circulação

FHWA: Federal Highway Administration

HCM: Highway Capacity Manual

HDM: Highway Design and Maintenance Standards Model

I_{AcPar}: Índice de Acidentes Parcial

I_{AcTot}: Índice de Acidentes Total

I_{UPS}: Índice de Acidentes por Unidade Padrão de Severidade – UPS

I_{R\$}: Índice de Acidentes por Composição de Custo

ICG_{km}: Índice de Consistência Geométrica por Quilômetro

ICG_{trecho}: Índice de Consistência Geométrica por Trecho

IHSDM: Interactive Highway Safety Design Model

OM: Operations Manual

ONG: Organização Não Governamental

RS: Rio Grande do Sul

SE: Superelevação

SL: Superlargura

SRE: Sistema Rodoviário Estadual

UPS: Unidade Padrão de Severidade

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

V₈₅: Velocidade correspondente ao 85° Percentil da distribuição de velocidades, também considerada, neste estudo como representativa da Velocidade Operacional

V_{85e} : Velocidade Operacional Efetiva

V_{85p} : Velocidade Operacional Potencial

V_d : Velocidade de Projeto (Diretriz)

VDM : Volume Diário Médio

VDM_A : Volume Diário Médio Anual Equivalente

\bar{X} : média aritmética

σ : Desvio padrão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
1.1	CONTEXTO	19
1.2	JUSTIFICATIVAS E MOTIVAÇÕES	23
1.2.1	De ordem sócio-econômica	23
1.2.2	De ordem prática	24
1.3	OBJETIVOS.....	25
1.3.1	Objetivo principal.....	25
1.3.2	Objetivos específicos.....	25
1.4	LIMITAÇÕES DO TRABALHO	25
1.4.1	Geográfica	25
1.4.2	Quanto ao veículo tipo	26
1.4.3	Quanto ao tipo de rodovia	26
1.4.4	Das mais variadas ordens	27
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	27
2	REFERENCIAL TEÓRICO	29
2.1	A CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE	29
2.1.1	Geometria da via x velocidade x acidentes.....	30
2.1.1.1	Planimétricas	30
2.1.1.2	Altimétricas	31
2.1.1.3	Seções transversais	31
2.1.1.4	Outras	31
2.1.2	Conceitos relacionados à velocidade.....	34
2.1.3	Consistência geométrica: linha do tempo.....	36
2.1.4	Consistência geométrica: o método.....	40
2.1.5	Modelos de estimativa da velocidade operacional.....	40
2.1.5.1	Modelo proposto por Lamm <i>et al.</i> (1990).....	41
2.1.5.2	Modelos da Federal Highway Administration	45
2.1.5.3	Outros modelos.....	46
2.1.6	Classificação em segmentos segundo sua consistência geométrica	47
2.1.6.1	Critério de Segurança I: consistência do projeto.....	48
2.1.6.2	Critério de Segurança II: consistência da velocidade operacional	49
2.1.6.3	Critério de Segurança III: coeficiente de atrito no dimensionamento da superelevação	53
2.1.6.4	Classificação dos Projetos Segundo Composição dos Critérios I a III	54
2.1.7	A consistência geométrica através do IHSDM.....	55

2.2	ACIDENTES VIÁRIOS NO BRASIL E NO MUNDO	59
2.2.1	Análise da segurança viária: fatores envolvidos.....	61
2.2.2	Análise da segurança viária: técnicas.....	62
2.2.2.1	Auditoria de segurança viária.....	62
2.2.2.2	Análise de conflitos de tráfego.....	63
2.2.2.3	Outras abordagens	63
2.2.3	Análise da segurança viária: indicadores.....	63
2.2.3.1	Unidade padrão de severidade – UPS	66
2.2.3.2	Custos por acidente	66
2.2.3.3	Índice de acidentes adotado.....	67
2.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
3	MÉTODO PROPOSTO PARA ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA.....	70
3.1	ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO	70
3.2	OPERACIONALIZAÇÃO DO PROCESSO.....	72
3.3	ELABORAÇÃO DE MODELO DE PREVISÃO DA V_{85} POTENCIAL.....	73
3.3.1	Projeto do experimento.....	73
3.3.1.1	Identificação do intervalo da amostra	73
3.3.1.2	Determinação do tamanho da amostra por curva	74
3.3.1.3	Veículo tipo	74
3.3.1.4	Método para coleta de dados de velocidade pontual.....	74
3.3.1.5	Método para coleta de dados topográficos	75
3.3.1.6	Considerações sobre os segmentos em estudo	75
3.3.1.7	Dados sobre as rodovias do estudo.....	76
3.3.2	Análise das variáveis	77
3.3.2.1	Análise da V_{85} em função da variável raio.....	77
3.3.2.2	Análise da V_{85} em função da declividade	78
3.3.2.3	Análise da V_{85} em função do lado da curva	80
3.3.3	Variáveis e intervalos	80
3.3.4	Modelos de previsão da V_{85} gerados.....	81
3.3.4.1	V_{85} função raio planimétrico	81
3.3.4.2	V_{85} função de elementos geométricos	82
3.3.4.3	V_{85} função componentes principais.....	84
3.3.5	Validação e medidas de desempenho.....	86
3.3.5.1	Erros	86
3.3.5.2	Box-plots	87

3.3.6	Análise de sensibilidade da V_{85p}	88
3.3.6.1	Coeficiente linear	88
3.3.6.2	Variável raio	88
3.3.6.3	Variável lado	89
3.3.6.4	Variável declividade.....	90
3.3.6.5	Variável aclive.....	91
3.3.7	Análise comparativa: V_{85p} versus modelos FHWA	91
3.4	MODELO PARA OBTENÇÃO DA V_{85} EFETIVA	93
3.4.1	Considerações sobre aceleração e desaceleração	94
3.4.1.1	Taxas usuais de aceleração.....	95
3.4.1.2	Taxas usuais de desaceleração	97
3.4.1.3	Fator de correção da aceleração em aclives	99
3.5	MÉTODO PARA CONVERSÃO DE DADOS GEORREFERENCIADOS EM ELEMENTOS GEOMÉTRICOS	100
3.5.1	Receptores GPS	101
3.5.2	Base de dados georreferenciados	102
3.5.3	Obtenção de elementos plani-altimétricos através de plataforma CAD	105
3.6	MÉTODO PARA CLASSIFICAÇÃO DE RODOVIAS ATRAVÉS DO ICG	105
3.6.1	Atividades de ajuste da base de dados plani-altimétricos	105
3.6.1.1	Ajuste do quilômetro inicial segundo SRE (2005).....	106
3.6.1.2	Ajuste da quilometragem entre planimetria e altimetria	106
3.6.2	Determinação da V_{85} potencial e efetiva por sentido	108
3.6.3	Método para classificação pelo CS_I e CS_{II}	110
3.6.4	Cálculo do ICG_{km} e ICG_{trecho}	113
3.6.4.1	Determinação dos pesos para as classificações pelos critérios de segurança I e II.....	113
3.6.4.2	Determinação do critério de segurança composto do intervalo CS_C	114
3.6.4.3	Ajuste da amplitude e determinação do ICG_{km} e do ICG_{trecho}	115
3.6.4.4	Classificação nos intervalos bom, regular e fraco	116
3.6.4.5	Exemplo de aplicação do método no cálculo do ICG_{km}	117
3.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	119
4	ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO NA CLASSIFICAÇÃO DE RODOVIAS	120
4.1	ROTEIRO PARA APLICAÇÃO DO MÉTODO	120
4.1.1	Dados necessários para processamento	121
4.1.1.1	Dados plani-altimétricos.....	122
4.1.1.2	Dados georreferenciados	122

4.1.2	Estrutura do método	123
4.1.2.1	Determinação da velocidade operacional potencial – V_{85p}	123
4.1.2.2	Determinação da velocidade operacional efetiva – V_{85e}	124
4.1.2.3	CrITÉRIOS de classificação I e II, e ICG	124
4.1.2.4	Conversão de dados georreferenciados em elementos plani-altimétricos	124
4.2	RODOVIAS SELECIONADAS: CRITÉRIOS DE SELEÇÃO E DESCARTE.....	125
4.2.1	Seleção / descarte regional	125
4.2.2	Seleção / descarte por dados de acidentes	125
4.2.3	Seleção / descarte por dados de VDM	126
4.2.4	Seleção / descarte por questões diversas.....	127
4.3	PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA O ESTUDO DE CASO	128
4.3.1	Estabelecimento da velocidade de projeto	128
4.3.2	Estabelecimento das velocidades inicial e final.....	129
4.3.3	Taxas de aceleração e desaceleração utilizadas	129
4.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	129
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	131
5.1	ANÁLISE DO MÉTODO PROPOSTO: V_{85E} VERSUS IHSDM	131
5.2	ANÁLISE DA CLASSIFICAÇÃO OBTIDA NO ESTUDO DE CASO	134
5.2.1	CrITÉrio de segurança I	134
5.2.2	CrITÉrio de segurança II.....	135
5.2.3	Índice de consistência geométrica – ICG	136
5.2.3.1	Classificação por km	136
5.2.3.2	Classificação por trecho	137
5.3	ANÁLISE DO ÍNDICE PROPOSTO <i>VERSUS</i> ÍNDICES DE ACIDENTES VIÁRIOS.....	139
5.3.1	Classificação por km	139
5.3.2	Classificação por trecho.....	140
5.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	143
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	144
6.1	CONCLUSÕES ESPECÍFICAS	144
6.1.1	Conclusões sobre o método proposto.....	144
6.1.1.1	Modelo de estimativa da V_{85p}	144
6.1.1.2	Perfil de velocidades da V_{85e}	146
6.1.1.3	Método de classificação pelo ICG.....	147
6.1.1.4	Método para conversão de dados georreferenciados em elementos plani-altimétricos	148

6.1.2	Conclusões sobre a classificação dos trechos, obtida no estudo de caso.....	149
6.1.2.1	Classificação das rodovias.....	149
6.1.2.2	Velocidades de projeto	150
6.2	CONCLUSÃO GERAL	151
6.3	RECOMENDAÇÕES	152
6.3.1	Recomendações para melhoria do método proposto.....	152
6.3.2	Recomendações para estudos sobre segurança viária.....	152
	APÊNDICE A – DESIGN CONSISTENCY MODULE – DCM: PASSO A PASSO	163
	APÊNDICE B – QUADRO RESUMO: DADOS GEOMÉTRICOS E DE VELOCIDADES.....	173
	APÊNDICE C – DADOS CONSIDERADOS NO MODELO E PARA TESTE...179	
	APÊNDICE D – ESCORES PADRONIZADOS, AUTOVALORES E CARGAS183	
	APÊNDICE E – MÉTODO PARA OBTENÇÃO DOS ELEMENTOS PLANI-ALTIMÉTRICOS	187
	APÊNDICE F – ESTUDO DE CASO: TRECHOS SELECIONADOS.....	205
	APÊNDICE G – RELATÓRIOS DE ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA.....	211
	APÊNDICE H – QUADRO RESUMO DO ICG, IACTOT, IACPAR, IUPS E IR\$.....	281
	APÊNDICE I – V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E ICG.....	293
	ANEXO A – EVALUATION REPORT - DCM.....	317
	ANEXO B – DADOS DE VDM DO DAER/RS REFERENTE AO ANO DE 2006349	

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO

A consistência geométrica é um método de análise aplicado em rodovias de pista simples. Seu principal objetivo é verificar se as principais características geométricas da via estão dispostas de forma harmônica e equilibrada, oferecendo ao condutor uma percepção de conforto e segurança compatível com a de seu dimensionamento e operação. Diversos métodos para análise da consistência geométrica apresentam, em comum, modelos de estimativa da velocidade empregada pela maioria dos condutores na via. Esta velocidade, definida como velocidade operacional, é considerada como o melhor indicativo de comportamento estabelecido na relação entre os três principais agentes viários: condutor, veículo e rodovia. Através de um diagrama de perfil da velocidade operacional estimada, ao longo da via, é possível observar inconsistências como: (i) diferenças significativas entre a velocidade operacional e a de projeto – problemas no dimensionamento do projeto e (ii) a grande variação repentina de velocidade – problemas de operação.

Estudos referentes à consistência geométrica de rodovias de pista simples e de modelos de estimativa da velocidade vêm sendo desenvolvidos desde meados do século passado (Tarigan, 1954 e Emmerson, 1969). Lamm *et al.* (1988) apresentam diversos modelos de estimativa da velocidade, utilizados na análise da consistência geométrica na Alemanha, Austrália, Canadá, Estados Unidos, Grécia, Inglaterra, Itália, Jordânia, Líbano, Venezuela, entre outros países.

No final do século XX, com a ampla popularização da microinformática e de *softwares* estatísticos, diversos estudos foram publicados, como os de Islam *et al.* (1994), Lamm *et al.* (1995), Fitzpatrick *et al.* (1995) e Dixon *et al.* (1999), e consolidados por Gibreel *et al.* (1999). Em 2000, a partir do lançamento do *software* IHSDM (*Interactive Highway Safety Design Model*), a consistência geométrica adquiriu *status* de ferramenta de análise preliminar e indispensável para projetos de rodovias rurais nos Estados Unidos, sendo recomendada pela *Federal Highway Administration* – FHWA (2000).

Publicações mais recentes demonstram o interesse e atualidade do tema no meio acadêmico e por instituições responsáveis pela operação e segurança viária. Como exemplo, é

possível citar os trabalhos de: (i) Crisman e Perco (2004) e (ii) Perco (2006) que tratam da influência do segmento em clotóide das curvas de transição na consistência geométrica das vias, (iii) Hassan (2004) traça um paralelo entre o estado da arte e o estado da prática em consistência geométrica, (iv) Bella (2005) aborda sobre o efeito da largura da faixa de rolamento nos modelos de estimativa da velocidade operacional, (v) Cafiso *et al.* (2005) utilizam um veículo equipado denominado DIVAS (*Driver Instrumented Vehicle Acquisition System*) na coleta de dados para análise de possíveis inconsistências geométricas, utilizando os Critérios de Segurança I, II e III do método de consistência geométrica, (vi) Bella (2006), utilizando o simulador CRISS (*Inter-University Research Center for Road Safety*), demonstra a influência das curvas horizontais e verticais combinadas nos modelos de estimativa da velocidade operacional, (vii) Nie e Hassan (2007) avaliam o impacto das curvas horizontais de diferentes tipos de vias (rodovias de pista simples, vias urbanas e suburbanas e *freeways*) sobre a velocidade operacional, Campbell *et al.* (2007) apresentam método econômico, baseado em CAD (*Computer Aided Design*), para conversão de dados georreferenciados em elementos planimétricos da via, indispensáveis para análise da consistência geométrica, (viii) Dell'Acqua *et al.* (2007) desenvolvem e calibram modelos de estimativa da velocidade operacional para rodovias de pista simples italianas; (ix) Donnell *et al.* (2007) realizam Estudo de Caso no Estado da Pennsylvania referente à aplicação dos módulos de Crash Prediction e Design Consistency do software IHSDM e, (x) Cafiso *et al.* (2007), desenvolvem para rodovias de pista simples da Itália uma análise sobre um índice de segurança baseado na consistência geométrica.

Em grande parte dos artigos pesquisados, dois nomes se destacam: Ruediger Lamm (*University of Karlsruhe – Germany*) e Kay Fitzpatrick, Ph.D., P.E. (*Senior Research Engineer Program Manager em Texas Transportation Institute*). São também várias vezes citados Raymond A. Krammes, Yasser Hassan e George Kanellaidis.

No Brasil, trabalhos recentes como os de Santos (1998), Osório (2000), García (2003), Tsu (2003) e Trentim (2007) abordam questões relacionadas à consistência geométrica, a calibração de modelos de estimativa da velocidade operacional para rodovias de pista simples brasileiras e a aplicação do *software* IHSDM. Estes estudos, de forma indireta ou direta, procuram identificar problemas de consistência geométrica relacionados aos graves problemas de segurança viária verificados no Brasil.

Atualmente, os acidentes de trânsito matam no mundo mais de um milhão de pessoas por ano. Outras 20 a 50 milhões de pessoas são feridas. O impacto dos acidentes sobre a saúde da população contribui, de forma significativa, na diminuição da qualidade de vida e na expectativa de vida por atingir, principalmente, faixas etárias de jovens e adolescentes. Segundo a Organização Mundial da Saúde (*apud*. Ministério da Saúde, 2007), os países perdem de 1% a 2% do PIB com gastos relacionados a acidentes.

A elevada mortalidade vem sendo considerada como um problema de saúde pública e, conforme Ministério da Saúde (2007), no Brasil toma aspectos de uma verdadeira epidemia. Segundo a mesma fonte, em 2006 foram registrados 35.753 óbitos e 123.061 vítimas internadas no Sistema Único de Saúde (SUS) em decorrência da insegurança viária. Em rodovias federais a taxa de óbitos por mil quilômetros é de 106,8, enquanto na Itália tem-se 10,1, na Alemanha 10,5 e nos Estados Unidos 6,6. Nas rodovias americanas, para cada grupo de dez mil acidentes, morrem 65 pessoas; no Brasil, as mortes pulam para 544, considerando apenas rodovias federais policiadas, e 909, em todas as rodovias (Franco *et al.*, 2007).

Estudos realizados por Lamm *et al.* (1998), na Europa e Estados Unidos, demonstram que 50% dos acidentes fatais reportados ocorrem em rodovias de pista simples, sendo 30% dos casos em segmentos curvos. No Brasil, como em quase todo o mundo, a maior parte da malha rodoviária é composta por rodovias de pista simples. Segundo o IPEA (2006), as rodovias de pista simples favorecem a ocorrência de acidentes mais graves como, por exemplo, colisões frontais, principal causa de morte nas estradas federais (33 vítimas para cada cem colisões).

Dados do ano de 2005 (DENATRAN, 2006) indicam 25.427 mortes “*in-loco*” em acidentes viários no Brasil. Destes, 10.416 foram registrados em rodovias federais. No Estado do Rio Grande do Sul, em 2004, 468 mortes ocorreram nas rodovias sob a jurisdição do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem (DAER, 2005b). Não foram encontrados dados sobre a percentagem de acidentes com óbitos em rodovias de pista simples, porém sabendo que boa parte da malha viária brasileira é formada por rodovias de pista simples e que estas reúnem as principais características para a ocorrência de acidentes de maior gravidade, é possível presumir que boa parte das fatalidades em acidentes viários no Brasil ocorra sobre as mesmas.

Existem diversas abordagens de análise da segurança viária em rodovias, e em especial rodovias de pista simples. Alguns concentram esforços no evento (acidente) procurando determinar a anatomia do mesmo (identificação e compreensão dos seus componentes básicos: indivíduos, veículos, via e ambiente e aparatos institucionais e sócio-ambientais), ou sua morfologia, procurando explicar as conexões existentes entre os diversos elementos, considerando a dinâmica do acidente, visualizando-o em uma dimensão temporal e estudando as forças atuantes durante o período em que ocorreu. Nestas abordagens a análise dos acidentes, na maior parte das vezes, fica restrita à identificação e correção de “pontos críticos”. Os chamados “pontos críticos” se definem como aqueles “segmentos críticos” de rodovias onde ocorre um número de acidentes superior a um limite estabelecido para um determinado período de tempo (Mayora, 1996).

Uma análise mais abrangente, como a proposta por Lum e Reagan (1995), tenta identificar os comportamentos associados entre os três principais agentes (condutor, rodovia e veículo), entre si, e não separadamente. Este processo de análise de uma rodovia, sob a ótica da sua efetiva utilização pelos condutores e seus veículos, permite estabelecer uma relação de causa e efeito entre as características geométricas da rodovia, a velocidade operacional e a taxa de acidentes.

O conceito, implícito a esta análise, é de verificar se a percepção de segurança da via, pelo condutor, equivale à segurança real dimensionada para a mesma. Este conceito, denominado de análise da consistência geométrica, procura identificar desequilíbrios nos elementos geométricos projetados em uma rodovia que possam interferir no padrão de utilização da mesma. A velocidade operacional, neste método, é escolhida como o melhor indicativo de comportamento do condutor em seu veículo, sob condicionantes geométricas de uma via. Esta é tida, como a variável resultante que melhor expressa a percepção de segurança do condutor. O confronto da velocidade operacional em diferentes segmentos da via e ante a velocidade de projeto estabelece o que atualmente são denominados Critérios de Segurança I e II (Lamm *et al.*, 1999). Estes critérios permitem classificar e ordenar segmentos viários segundo sua consistência geométrica. A consistência geométrica é tida como uma ferramenta de análise simples e eficiente na verificação de projetos rodoviários de pista simples, sendo recomendada e empregada em vários países.

No decorrer da revisão bibliográfica serão tratados, em profundidade, os diferentes métodos e modelos utilizados na consistência geométrica. O que é possível

antecipar, é que a maioria dos métodos de consistência geométrica baseia-se na análise do perfil de velocidades ao longo da via. Estas são obtidas através de modelos que relacionam a velocidade operacional com as características geométricas da rodovia.

O presente trabalho trata sobre o desenvolvimento e calibração de um método para análise da consistência geométrica de rodovias brasileiras de pista simples, de modelos necessários para estimar a velocidade operacional a partir dos elementos geométricos da rodovia e de como transformar as bases de dados georreferenciadas nestes elementos.

1.2 JUSTIFICATIVAS E MOTIVAÇÕES

O evento acidente viário não pode ser tratado como uma simples fatalidade pela sociedade. Cabe aos estudiosos do assunto tentar identificar relações de causa-efeito, modelar comportamentos e, principalmente, reunir informações consistentes sobre o assunto.

O emprego do método de análise da consistência geométrica, identificando e ordenando segmentos com potenciais mais significativos para a ocorrência de acidentes, justifica-se como uma poderosa ferramenta de análise da segurança viária, tanto para projetos rodoviários como para rodovias já implantadas.

1.2.1 De ordem sócio-econômica

Segundo IPEA (2006), um acidente com ilesos agrega ao custo do acidente R\$ 1.207,00 já um único ferido agrega R\$ 38.256,00 e um morto R\$ 281.216,00. A estimativa é que no Brasil, os impactos econômicos cheguem a mais de R\$ 24,6 bilhões, em decorrência dos acidentes viários (IPEA, 2006).

Segundo o Ministério do Planejamento (2006 e 2007), o Orçamento da União para os exercícios financeiros de 2006 e 2007 indicou para o Ministério dos Transportes 8 e 10,6 bilhões de reais, respectivamente. Os valores, além de serem reduzidos para um país com dimensões continentais, equivalem a menos de 1% do total do orçamento, identificando a baixa prioridade dada pelo governo federal ao setor. A situação torna-se ainda mais grave ao verificar-se que os investimentos na malha viária, bem como na sua segurança, em quase todos os anos encabeçam o cartel de cortes do orçamento, reduzindo ainda mais os investimentos.

Com baixos investimentos, sem medidas eficazes, atuando com paliativos e ignorando o elevado custo à sociedade, sucessivos governos promovem a política de imputar à vítima (de acidente viário) a própria culpa. Sob esta ótica, atribuir ao condutor a completa responsabilidade apresenta-se para a sociedade como o ditado popular “*o que não tem remédio, remediado está*”.

No entanto, uma abordagem sobre como a via vem sendo utilizada e onde se devem priorizar os investimentos pode ser uma medida efetiva de redução de acidentes. A análise da consistência geométrica permite estabelecer como condutor, veículo e rodovia interagem, a partir da estimativa da velocidade operacional da via e do confronto desta com a velocidade de projeto e da análise de sua variabilidade.

Preservar vidas e reduzir o ônus dos acidentes viários para a sociedade brasileira são justificativas sócio-econômicas de tal ordem que, por si só, formaram toda a base motivacional para o presente estudo.

1.2.2 De ordem prática

A viabilidade técnica e econômica da pesquisa foram critérios considerados para a realização da mesma. Entre as condicionantes de ordem prática mais relevantes, podem-se citar três:

- bases de dados georreferenciados reúnem grande quantidade de informações que, através de método específico, podem fornecer os principais parâmetros geométricos de rodovias. Agrega-se a isto, o baixo custo de obtenção das mesmas;
- o Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem – DAER/RS já possui base de dados com mais de 14 mil quilômetros da malha do Estado georreferenciada, disponibilizando acesso à mesma para o presente estudo;
- a *Federal Highway Administration* – FHWA recomendar a utilização do software *Interactive Highway Safety Design Model* – IHSDM como ferramenta de auditoria de projetos e rodovias por considerar uma medida preliminar bastante eficiente na análise da segurança viária.

A simplicidade e eficiência da utilização de bases de dados georreferenciados, associada a disponibilidade dos mesmos, através do DAER/RS, e ao fato da análise da consistência geométrica ser considerada pela FHWA uma das principais ferramentas de

análise para a segurança viária de rodovias oferece, portanto, uma oportunidade a ser explorada neste estudo.

1.3 OBJETIVOS

O presente estudo, dando continuidade a trabalhos anteriores (GARCÍA *et al.*, 2003a, 2003b, 2003c, 2004; BOCANEGRA 2005), possui vários objetivos específicos de forma a dar condições de realização ao seu objetivo principal.

1.3.1 Objetivo principal

Desenvolver e validar método para análise e classificação de rodovias de pista simples, segundo sua consistência geométrica.

1.3.2 Objetivos específicos

Com o intuito de alcançar o objetivo principal, realizaram-se diversas atividades que apresentam, por si só, valores associados de interesse ao planejamento em segurança viária. São elas:

- desenvolvimento e validação de modelo de previsão da velocidade operacional potencial e efetiva para rodovias do Estado do Rio Grande do Sul;
- método para conversão de dados georreferenciados em elementos geométricos de rodovias.
- definição e calibração de indicadores de consistência geométrica;
- estudo da associação entre a classificação obtida para um conjunto de rodovias, segundo método proposto, com índices de acidentes registrados nas mesmas (estudo de caso).

1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Este trabalho apresenta quatro níveis de limitações claramente definidos.

1.4.1 Geográfica

Os dados utilizados no presente trabalho estão limitados geograficamente ao Estado do Rio Grande do Sul, visto que as rodovias consideradas fazem parte dos Pólos de Concessão Rodoviária do Estado. Acredita-se que o modelo de previsão da velocidade

operacional possa, através de calibração, ser utilizado em âmbito nacional e internacional, permitindo o emprego do método em qualquer parte do mundo.

1.4.2 Quanto ao veículo tipo

O modelo de estimativa da velocidade operacional, deste trabalho, é concebido a partir de dados de velocidades pontuais de veículos de passeio. Embora a base de dados utilizada (GARCÍA, 2002) apresente 7823 medições de velocidades pontuais, divididas entre veículos de passeio, carga e ônibus, apenas os dados de veículos de passeio (5655) foram considerados satisfatórios. Associado a este fato, o interesse em tabular resultados entre o método proposto e os obtidos a partir da análise de “*design consistency*” do *software* IHSDM (2006) – que gera diagramas de velocidades apenas para veículos de passeios, de 5 tipos distintos – determinou a opção pelos veículos de passeio.

1.4.3 Quanto ao tipo de rodovia

O presente estudo focalizou rodovias pavimentadas de uma única pista com duas faixas em sentidos contrários em regiões não urbanas, também denominadas de rodovias de pista simples. A largura da faixa de rolamento oscilou entre 3,30 e 3,60 metros. Características dos acostamentos, quanto a sua existência e largura, não foram consideradas como fatores limitantes ou impeditivos para seleção.

Rodovias em regiões montanhosas, onduladas e planas formaram a base de dados do estudo. Entre a classificação funcional das rodovias, procurou-se trabalhar com dados de rodovias arteriais, coletoras e locais sem restrições referentes a sua principal função (mobilidade ou acessibilidade). Quanto ao enquadramento na Classe da Rodovia (DAER/RS 1991; DNER 1999), não foram considerados os trechos de rodovias do tipo Classe 0 (Especial), Classe 1-A por apresentarem-se em mais de uma pista e, Classe 4 por possuírem características geométricas significativamente inferiores às demais classes.

Embora, neste estudo, não tenha sido definido um limite máximo para o Volume Diário Médio (VDM), é importante ressaltar que volumes horários elevados interferem na velocidade operacional com significativa redução da mesma, comprometendo o modelo de estimativa da V_{85} .

É importante salientar que todos os trechos viários do estudo fazem parte de Pólos de Concessão Rodoviária e apresentam, de uma forma geral, boas condições de pavimento, sinalização e geometria segundo CNT (2007).

1.4.4 Das mais variadas ordens

A limitação do estudo para rodovias rurais de pista simples abrange inúmeras situações passíveis de restrição. Entre as mais verificadas, foram retiradas da base de dados original:

- interseções;
- trechos duplicados ou com terceira faixa para veículos lentos;
- trechos com construções de porte e/ou invasões junto à faixa de domínio (com atrito lateral significativo);
- controladores eletrônicos de velocidade (CEVs) ostensivos e de grande impacto na redução de velocidade;
- obras de arte de grande vulto (pontes, viadutos, túneis);
- pedágios.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta tese está organizada em 6 capítulos, incluindo ainda, as referências bibliográficas e anexos.

No Capítulo 1 – INTRODUÇÃO é apresentada uma visão inicial do tema a ser abordado na presente tese. Também são abordados os objetivos propostos, suas justificativas, limitações e a estrutura do trabalho.

O Capítulo 2 – REFERENCIAL TEÓRICO está dividido em duas partes. A primeira parte trata sobre o método de consistência geométrica, apresentando uma revisão da literatura disponível quanto a estudos sobre velocidades, projetos geométricos, normas e métodos de estimativa da velocidade operacional e de classificação de rodovias segundo sua consistência geométrica. Na segunda parte, procura-se dar uma visão sobre acidentes viários, o custo destes para a sociedade, os principais agentes envolvidos, técnicas de análise e indicadores disponíveis.

O Capítulo 3 – MÉTODO PARA ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA descreve, em detalhes, os fundamentos presentes no método proposto. Este capítulo é constituído e separado em quatro partes complementares:

- Elaboração de modelo de previsão da V_{85} potencial;
- Modelo para obtenção da V_{85} efetiva;
- Método para conversão de dados georreferenciados em elementos geométricos;
- Método para classificação de rodovias através do ICG.

No Capítulo 4 – ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DO MÉTODO NA CLASSIFICAÇÃO DE RODOVIAS é desenvolvido um estudo de caso, com a aplicação do método proposto em diferentes trechos de rodovias do Estado do Rio Grande do Sul.

O Capítulo 5 – ANÁLISE DOS RESULTADOS está dividido em três partes:

- Análise do método proposto: V_{85e} versus IHSDM;
- Análise da classificação obtida no estudo de caso;
- Análise do índice proposto versus índices de acidentes viários.

Os dois primeiros itens tratam sobre o modelo de estimativa da velocidade operacional potencial e efetiva e seu confronto com os modelos preconizados pela FHWA para rodovias dos Estados Unidos. No terceiro item é desenvolvida análise sobre a classificação das rodovias do estudo de caso, segundo os Critérios de Segurança I e II e os indicadores ICG_{km} e ICG_{trecho} . O último item aborda análise da correlação entre a classificação obtida para as rodovias segundo o índice ICG e dados de uma série histórica de seis anos de acidentes nas mesmas.

O Capítulo 6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES apresenta as considerações finais da pesquisa, suas limitações e recomendações para futuros trabalhos na área.

Finalizam a tese as referências, anexos e apêndices.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo está dividido em duas partes. Na primeira, apresenta-se a consistência geométrica como uma das principais ferramentas de análise de rodovias de pista simples, abordando a relação entre geometria da via, velocidade e acidentes, os principais conceitos de velocidade e uma linha de tempo dos trabalhos considerados marcos na área. O corpo principal deste capítulo tem por objetivo apresentar o método de consistência geométrica, com seus modelos de estimativa da velocidade operacional e critérios classificatórios. Neste tópico, também é abordado o método proposto pelo IHSDM.

Com o objetivo de identificar um indicador de acidentes passível de ser utilizado no confronto com a classificação obtida pelo método proposto, a segunda parte oferece informações sobre acidentes viários no Brasil e no mundo, estatísticas e resoluções, derivando para a análise da segurança viária, fatores envolvidos, principais indicadores e técnicas de análise.

As considerações finais, antecipando-se ao capítulo três, ressaltam a importância do método de análise e como este deve estar configurado para ser amplamente utilizado nas rodovias e projetos rodoviários do Brasil.

2.1 A CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE

As melhores práticas para realização do projeto geométrico rodoviário vêm sendo consolidadas através de Normas Técnicas desde os primórdios do veículo automotor. Um bom projeto deve oferecer características geométricas compatíveis com a expectativa de segurança e conforto do condutor do veículo. Aspectos relacionados ao veículo (dimensões, potência, capacidade de frenagem), a morfologia da região (montanhosa, ondulada ou plana) e a classe da rodovia são utilizados como elementos definidores da velocidade de projeto da mesma, tabelada nas Normas Técnicas (DNER, 1999; DAER/RS, 1991). A velocidade de projeto é tida como a principal variável de dimensionamento da via. É por este motivo que a velocidade de projeto (também denominada de diretriz) é utilizada no dimensionamento de diferentes dispositivos viários, como o raio, a superelevação, a superlargura e as distâncias de visibilidade (GARCÍA, 2002).

Por outro lado, a velocidade adotada pelo condutor do veículo está associada a condicionantes físicas e operacionais da via, ambientais, do veículo e do próprio motorista (culturais, limitantes, entre outras). Esta resulta dos diferentes graus de percepção destes fatores por parte do condutor do veículo. Através desta linha de análise, a velocidade empregada pelo condutor no veículo pode ser considerada como resultante de diversas variáveis físicas e comportamentais.

A análise da consistência geométrica de uma rodovia tem por objetivo verificar se as principais características geométricas da via estão dispostas de forma harmônica e equilibrada. Para tanto, quase a totalidade dos métodos de análise da consistência geométrica desenvolvidos utiliza modelos para estimar o comportamento do condutor perante diferentes condições geométricas da via. Os modelos permitem estimar as velocidades empregadas ao longo da via (variável dependente), segundo diferentes condicionantes geométricas (variáveis independentes). Os confrontos destas velocidades entre si e com a velocidade de projeto permitem estabelecer critérios para classificação dos segmentos viários, segundo sua consistência geométrica (LAMM *et al.*, 1988).

Por sua simplicidade de aplicação, através de *softwares* específicos, a consistência geométrica adquiriu o *status* de ferramenta de análise preliminar e indispensável para projetos de rodovias rurais nos Estados Unidos, a partir da recomendação da *Federal Highway Administration* – FHWA, em 2000. Outra vantagem deste tipo de análise é a possibilidade de seu emprego tanto em projetos novos de rodovias, quanto em rodovias já implantadas.

2.1.1 Geometria da via x velocidade x acidentes

A conformação espacial de uma rodovia pode prevenir ou estimular a ocorrência de acidentes. Técnicos e especialistas, desde os primórdios dos estudos de projetos viários, reconhecem a existência de uma correlação entre os elementos geométricos e a incidência de acidentes na via. Lamm *et al.* (1999) indicam, de forma resumida, os principais fatores associados a problemas de segurança viária, reportados ao longo de décadas:

2.1.1.1 Planimétricas

- existe uma relação inversa entre o raio da curva e taxas de acidente. Curvas com grandes raios apresentam taxas de acidentes significativamente menores que curvas com raios inferiores a 100 metros;

- curvas com raios inferiores a 200 metros apresentam valores equivalentes ao dobro na taxa de acidentes, se comparadas com curvas de raio superior a 400 metros. Para curvas de raios maiores não é possível verificar um decréscimo significativo na taxa de acidentes;
- uma grande variabilidade no raio de curvas consecutivas reduz a segurança viária (curvas desbalanceadas), sendo considerado um dos principais elementos na ocorrência de acidentes;
- a variação da curvatura (função do raio da curva) é tida como o parâmetro predileto, por técnicos e especialistas, para a determinação da velocidade operacional, influenciando significativamente esta;
- o uso de segmentos de clotóides em curvas de transição aumenta a segurança, para raios circulares inferiores a 200 metros, quando confrontados com curvas simples de mesmo raio. Para raios maiores não se verifica este ganho.

2.1.1.2 Altimétricas

- greides com declividade entre 0% e $\pm 2\%$ são os mais seguros;
- greides com declividade de até 6% apresentam um pequeno impacto na segurança, enquanto valores superiores a este são mais propensos a acidentes;
- os declives são mais perigosos que os aclives.

2.1.1.3 Seções transversais

- taxas de acidente decrescem para larguras de faixa de rolamento iguais ou superiores a 3,75 metros;
- taxas de acidente decrescem para acostamentos de 2,50 metros ou superiores (para rodovias com grande VDM) e entre 1,50 e 2,00 metros (baixo VDM);

2.1.1.4 Outras

- acidentes mais graves ocorrem para VDM altos e baixos, reduzindo-se em VDM médios;
- quanto maior o VDM, maior a redução nas taxas de custo de acidentes (podem ocorrer acidentes em maior número mas com menor gravidade);

- quanto maior as distâncias de visibilidade, menor a taxa de acidentes. Altas taxas de acidentes estão registradas a distâncias de visibilidade inferiores a 100 metros. Já para valores superiores a 150 metros não é observada uma relação significativa;
- a taxa de acidentes decresce em rodovias com velocidades de projeto elevadas, definidas em 80 km/h ou mais;
- rodovias com elementos geométricos equilibrados apresentam taxas de acidentes viários mais baixas. Entende-se por elementos geométricos equilibrados a conformação espacial da rodovia que ofereça ao condutor do veículo um padrão de uso sem sobressaltos.

As relações apresentadas acima são genéricas, sendo possível identificar comportamentos opostos aos citados. Situações tidas como em favor da segurança que podem produzir efeitos contrários são, por exemplo: (i) velocidades de projeto elevadas (ii) raios mais amplos e (iii) larguras de faixas de rolamento maiores. Estas características de projeto oferecem uma percepção de segurança maior ao condutor, fazendo com que este trafegue a velocidades superiores, o que pode aumentar a probabilidade de acidentes mais graves. Por outro lado, um exemplo típico de comportamento em favor da segurança, ocorre em rodovias com grande tortuosidade (grande seqüência de curva de raios pequenos), em regiões montanhosas. Estas rodovias podem apresentar taxas de acidentes inferiores a rodovias com amplas tangentes, em regiões planas, em função da percepção de segurança observada pelo condutor para cada caso.

A velocidade, ou o excesso desta, é tida como um dos principais elementos na ocorrência e na gravidade dos acidentes viários. Resultados de pesquisas realizadas desde o início dos anos 70 concluíram que (OM, 1972):

- os condutores selecionam sua velocidade pelas condições que encontram na rodovia e não por controles externos existentes ou pelo velocímetro;
- os condutores, em geral, respondem favoravelmente a limites de velocidades razoáveis e ignoram os excessivamente altos ou baixos;
- a severidade dos acidentes cresce com as altas velocidades. Entretanto, a frequência dos acidentes decresce quando os limites colocados são apropriados ou realísticos;
- o limite de velocidade estabelecido deve estar de acordo com as velocidades praticadas pela média dos condutores ditos prudentes (85 percentil dos condutores). Em caso contrário, este limite não será considerado;

- a maior parte das violações é cometida pelos condutores locais que estão familiarizados com a rodovia e seu entorno.

Diferentes estudos indicam uma relação de causa e efeito entre elementos geométricos da via, velocidade e acidentes. Garber e Ehrhart (2000), em seus estudos sobre rodovias do Estado da Virgínia, Estados Unidos, consideram possível a geração de modelos que relacionam a taxa de acidentes aos efeitos provenientes da velocidade, fluxo de veículos e características geométricas das vias. Lamm *et al.* (1995), em estudo anterior sobre rodovias da Alemanha e dos Estados Unidos, já apresentavam modelos de estimativa da velocidade operacional e da taxa de acidentes em função da taxa angular de curvatura e da largura da faixa. A Tabela 1 apresenta os modelos obtidos.

Tabela 1 – Modelos de Estimativa da Velocidade Operacional e de Taxa de Acidentes

País	Modelo	Faixa [m]	Modelo	R ²	Equação
Alemanha	V ₈₅	3,66	$V_{85} = 37,50 + 24,81 \times e^{(-0,145 \times DC)}$	-	(1)
		3,05	$V_{85} = 37,50 + 23,03 \times e^{(-0,190 \times DC)}$	-	(2)
	ACCR	≥3,35	$ACCR = -0,29 + 0,37 \times DC$	0,33	(3)
		<3,35	$ACCR = -0,50 + 0,55 \times DC$	0,35	(4)
Estados Unidos	V ₈₅	3,66	$V_{85} = 59,75 - 1,00 \times DC$	0,82	(5)
		3,05	$V_{85} = 55,65 - 1,02 \times DC$	0,75	(6)
	ACCR	3,66	$ACCR = -0,55 + 1,08 \times DC$	0,73	(7)
		3,05	$ACCR = -1,02 + 1,51 \times DC$	0,30	(8)

Fonte: Lamm *et al.* (1995)

Onde:

V₈₅ = estimativa da velocidade operacional desenvolvida por 85% dos usuários da via no segmento em estudo [milhas/h]

ACCR = estimativa da taxa de acidentes [acidentes/10⁶ veículos-milha]

DC = taxa angular de curvatura [° / 100 pés] para o intervalo de 0° a 25°

A *Federal Highway Administration* (FHWA, 2000) recomenda a classificação de rodovias através da análise da diferença entre velocidades operacionais de elementos planimétricos sucessivos (curvas e tangentes), como a técnica que melhor indica problemas de

segurança. Em estudos realizados em 291 segmentos de rodovias de pista simples, no Estado de Washington, com velocidade limite de 88,5 km/h entre os anos de 1993 e 1995, foi possível estabelecer uma relação de causa e efeito entre a classificação dos segmentos viários e a taxa de acidentes apresentada na Tabela 2. Os dados de acidentes utilizados na análise restringiram-se aos relacionados à saída de veículos da pista, colisões frontais e colisões de veículos que trafegam no mesmo sentido, por serem considerados os acidentes mais suscetíveis às condicionantes geométricas da rodovia. Acidentes envolvendo pedestres, animais, bicicletas, entre outros, não foram computados, por considerar-se que estão sujeitos a fatores alheios ao escopo do estudo.

Tabela 2 – Comparativo entre taxa de acidentes e classificação de rodovias

Caso	Classificação Intervalo	Número de Curvas Horizontais	Total de acidentes em 3 anos	Exposição [10⁶ veic.km]	Taxa de acid. [acid./10⁶ veic.km]
Bom	$\Delta V_{85} \leq 10$ km/h	4518	1483	3206,06	0,46
Regular	$10 \text{ km/h} < \Delta V_{85} \leq 20$ km/h	622	217	150,46	1,44
Fraco	$\Delta V_{85} > 20$ km/h	147	47	17,05	2,76
	Total	5287	1747	3373,57	0,52

Fonte: FHWA (2000)

A Tabela 2 apresenta uma taxa de acidentes três vezes superior para segmentos classificados como projetos regulares, em relação a projetos bons e de seis vezes entre projetos fracos e bons, segundo classificação proposta por Lamm *et al.* (1995), para o Critério de Segurança II a ser visto ainda neste capítulo. A FHWA (2000) conclui que, embora a análise da consistência geométrica não pretenda gerar modelos de previsão de acidentes, os modelos gerados ilustraram a natureza do relacionamento entre a consistência geométrica e a segurança, tendo seu emprego recomendado pela mesma em projetos ou vias existentes.

2.1.2 Conceitos relacionados à velocidade

Neste estudo, por muitas vezes, serão mencionados diferentes tipos de velocidades. Faz-se, então, necessária uma breve descrição com a caracterização de cada um dos tipos de velocidades utilizados no trabalho.

- **velocidade de projeto ou diretriz:** segundo DNER (1999), "a velocidade diretriz é a velocidade selecionada para fins de projeto da via e que condiciona as principais características da mesma, tais como: curvatura, superelevação e distância de visibilidade, das quais depende a operação segura e confortável dos veículos". A velocidade diretriz representa a maior velocidade a ser atingida por um veículo padrão, em um trecho viário, mantendo-se as condições de segurança dentro de valores pré-estabelecidos no projeto. No Brasil, bem como no Estado do Rio Grande do Sul (DAER/RS, 1991), a velocidade diretriz é função da classe de projeto e do relevo, podendo variar entre o limite máximo de 120 km/h (classe 0 ou especial em região plana) e mínimo de 30 km/h (classe 4 em região montanhosa), conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Velocidades diretrizes para novos traçados em função da classe de projeto e do relevo

Classe de Projeto	Velocidades diretrizes para projeto (km/h)		
	Relevo		
	Plano	Ondulado	Montanhoso
Classe 0	120	100	80
Classe I	100	80	60
Classe II	100	70	50
Classe III	80	60	40
Classe IV	80 – 60	60 - 40	40 - 30

Fonte: DNER (1999)

- **velocidade operacional:** o termo velocidade operacional, desde meados do século XX, vem apresentando diferentes definições (HCM, 1950; Matson et al., 1955; AASHTO, 1990, entre outros). Segundo Fitzpatrick *et al.* (1995), a velocidade operacional é aquela efetivamente observada em veículos em um determinado trecho viário. Atualmente, a definição mais adotada assume que a velocidade operacional é: “a velocidade na qual observam-se os condutores operando seus veículos em condições de fluxo livre” (AASHTO, 2001). Segundo a mesma publicação, o percentil 85 da distribuição de velocidades observadas, “é a medida mais frequentemente utilizada como velocidade operacional em um particular segmento geométrico característico”.

- **velocidade desejada:** neste trabalho, a velocidade desejada é definida como a velocidade operacional máxima que o condutor aplica em seu veículo em condições geométricas favoráveis (longas tangentes em nível).
- **velocidade regulamentada:** também denominada de limite de velocidade, é a velocidade permitida para uma rodovia ou segmentos desta. Limites razoáveis, próximos à velocidade operacional da via, normalmente são bem aceitos, enquanto que limites excessivamente baixos poderão ser ignorados pelos motoristas.
- **velocidade pontual:** é a obtida da medição da velocidade instantânea de um veículo em um determinado ponto, ou pequeno segmento da rodovia. Para fins deste estudo, a velocidade pontual deveria ser medida apenas em veículos em condição de fluxo livre, de forma a servir como base de dados para a obtenção da velocidade operacional utilizada na construção do modelo.

2.1.3 Consistência geométrica: linha do tempo

A análise da consistência geométrica é considerada uma poderosa ferramenta de análise das rodovias e de sua segurança viária (GIBREEL *et al.*, 1999). Desde meados do século passado, são desenvolvidos estudos que tentam identificar relações de causa e efeito entre elementos geométricos da via e suas características de operação, velocidade e segurança.

Trabalhos como os de Tarigan (1954), Emmerson (1969), McLean (1979), Glennon (1985), Lamm *et al.* (1988), Krammes *et al.* (1993), Islam *et al.* (1994), Fitzpatrick *et al.* (1995), Poe *et al.* (1996), Fitzpatrick *et al.* (1999), Fitzpatrick *et al.* (2000), Poe; Mason (2000) e Schurr *et al.* (2002) avaliaram modelos de previsão da velocidade operacional em curvas horizontais.

Outros pesquisadores tentaram estabelecer relações para previsão da velocidade operacional em tangentes – Parma (1997), Dixon *et al.* (1999), Fitzpatrick *et al.* (1999) e Polus *et al.* (2000). A Figura 1, através de uma ‘linha de tempo’, apresenta alguns dos trabalhos considerados mais relevantes na área de consistência geométrica e de estimativa da velocidade operacional.

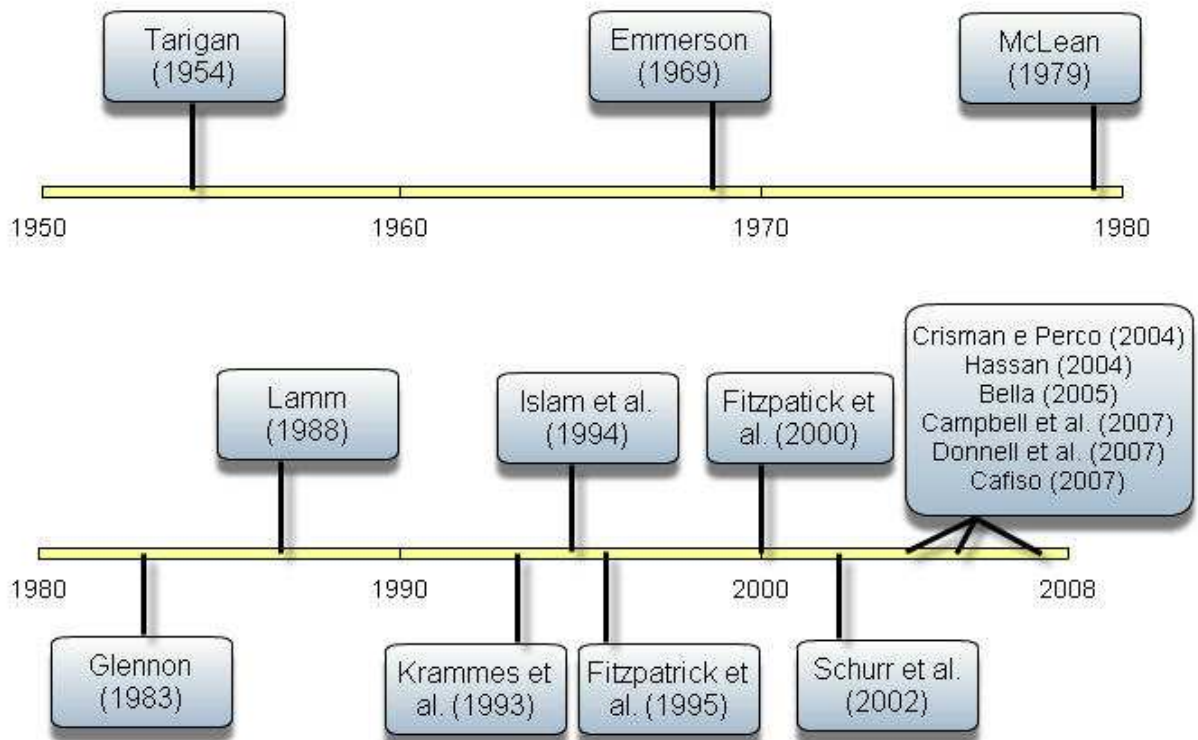


Figura 1 – Principais trabalhos desenvolvidos em consistência geométrica e modelos de estimativa da velocidade operacional

O modelo de estimativa da velocidade operacional de Tarigan (1954) é tido, pela maioria dos pesquisadores, como a primeira referência na área. Utilizando uma base de dados de 35 curvas, nos estados americanos de Illinois, Maryland, Minnesota, New York e South Carolina e o método estatístico de regressão linear simples, Tarigan (1954) estabeleceu uma relação entre o raio planimétrico e a velocidade 90 percentil com coeficiente de determinação igual a 0,86, conforme Equação 9.

$$V_{90} = 88,87 - \frac{2554,76}{R} \quad (9)$$

Onde:

V_{90} = velocidade desenvolvida por 90% dos usuários da via no segmento em estudo [km/h]

R = raio da curva [m]

Emmerson (1969), em pesquisa desenvolvida com uma base de dados de seis curvas, analisou o coeficiente de atrito nas mesmas e sua relação com a velocidade observada através de radares, confrontando esta última com a velocidade de projeto.

McLean (1979) identificou que projetos de rodovias de pista simples na Austrália apresentavam condições de uso diferenciadas, conforme sua velocidade de projeto. Para alinhamentos baseados na velocidade de projeto de 110 km/h, ou maior, o comportamento do condutor, em termos de velocidade operacional, parecia estar de acordo com a velocidade projetada. Nas rodovias com alinhamentos projetados para velocidades entre 90 e 110 km/h, a velocidade operacional variava conforme as condicionantes geométricas do traçado, apresentando um valor abaixo do projetado para as curvas horizontais. Já para rodovias com velocidade de projeto igual ou inferior a 90 km/h, as velocidades operacionais apresentavam-se sempre além do limite de projeto, sendo consideradas, constantemente, como excesso de velocidade. No seu estudo propõe a estimativa da velocidade operacional a partir das condicionantes geométricas da rodovia.

Glennon *et al.* (1985) realizaram pesquisas para estudar a segurança e características de operação em rodovias de pista simples. Metodologias interdependentes de investigação foram empregadas incluindo:

- análise multivariada de acidentes;
- simulação de operação veículo/condutor;
- estudos sobre o comportamento dos veículos em curvas horizontais e;
- estudos analíticos dos problemas específicos à operação em curvas horizontais.

Em suas análises é observada a relevância do raio e comprimento da curva horizontal, bem como da sua superelevação, como fatores essenciais nos estudos de acidentes. No mesmo trabalho são apresentadas contramedidas para reduzir a frequência e a gravidade dos acidentes nas rodovias de pista simples.

Na linha do tempo, para os estudos sobre a consistência geométrica, o ano de 1988 representa um grande marco. Lamm *et al.* (1988), em análise baseada nas velocidades de projeto e operacional, volume e dados de acidentes em 261 segmentos viários no Estado de New York, lança as bases para a classificação rodoviária segundo a consistência geométrica, pelos critérios de segurança I, II e III. Os critérios de classificação são considerados de tal importância para este trabalho que serão tratados em tópico específico.

Na última década do século XX, com a ampla popularização da informática, tornou-se possível desenvolver e aplicar rotinas computacionais de análise que permitissem simular diferentes cenários, avaliando problemas relacionados à consistência geométrica de

rodovias. Krammes *et al.* (1993) desenvolvem método computacional de análise da consistência geométrica utilizando modelos de estimativa da velocidade operacional e critérios de classificação. Para tanto, utilizou uma base de dados de 138 curvas e 78 tangentes em cinco estados dos Estados Unidos. A classificação obtida foi confrontada com registros de acidentes viários em 1126 segmentos curvos de três estados americanos, identificando o aumento de acidentes nos segmentos onde se verifica uma redução brusca da velocidade. Islam *et al.* (1994), utilizando uma rodovia de pista simples do Estado de Utah, Estados Unidos, mostra que a velocidade operacional é função não-linear do grau de curvatura. Propõem, ainda, que a consistência geométrica seja avaliada a partir da diferença entre a velocidade operacional em tangente e a velocidade de projeto. Fitzpatrick *et al.* (1995) preocupam-se com as implicações legais de acidentes relacionados à velocidade de projeto, sugerindo a alteração da definição da mesma pela AASHTO. Em seus estudos, apenas rodovias com elementos geométricos definidos para velocidades de projeto iguais ou superiores a 70 km/h, apresentavam velocidade operacional não superior a esta.

Em 2000 um novo marco é estabelecido com o *software* IHSDM – *Interactive Highway Safety Design Model* – e suas ferramentas de análise de rodovias, sendo uma destas o módulo de consistência geométrica (Fitzpatrick *et al.*, 2000). O *software* passa a ser recomendado pela FHWA – *Federal Highway Administration* – para análise das rodovias nos Estados Unidos. A análise da consistência geométrica através do IHSDM é parte integrante do referencial teórico desta tese, sendo abordado mais adiante.

Nos últimos anos, diversos trabalhos vêm sendo produzidos sobre a consistência geométrica, seus modelos de estimativa da velocidade operacional e critérios de classificação. Schurr *et al.* (2002), em seus estudos sobre velocidade de projeto, de operação e limite de velocidade, desenvolveram modelos de estimativa da velocidade a partir do percentil 85 e 95 de velocidades observadas para rodovias com limites de velocidade de 55, 60 e 65 milhas/hora. Nos seus estudos apresentaram procedimentos para ajudar a determinar uma velocidade razoável para novos projetos e rodovias já existentes. Crisman e Perco (2004) avaliaram a influência do segmento em clotóide das curvas de transição na consistência geométrica das vias. Hassan (2004) traça um paralelo entre o estado da arte e o estado da prática em consistência geométrica.

Nas referências consultadas, a consistência geométrica é tida como um método simples e eficiente que permite identificar problemas geométricos em projetos e rodovias já

construídas que afetam a segurança viária. Sua importância é percebida na quantidade de publicações registradas e na disseminação de estudos em boa parte dos países do mundo.

2.1.4 Consistência geométrica: o método

O método tradicional de análise da consistência geométrica está baseado em dois núcleos básicos:

- Modelos de estimativa da velocidade operacional;
- Critérios classificatórios dos segmentos.

Os modelos de estimativa da velocidade operacional, quando empregados em rodovias com características geométricas conhecidas, geram o perfil, ou também denominado diagrama, de velocidades. Os critérios classificatórios dos segmentos utilizam o perfil de velocidades para o ordenamento entre situações mais ou menos favoráveis.

Existem inúmeros modelos de estimativa da velocidade operacional. Estes variam conforme as características do país, da forma funcional dos modelos e das variáveis empregadas. O mesmo não ocorre com os critérios classificatórios, que apresentam pouca variação entre diferentes estudos. Na seqüência do presente trabalho são abordados os tópicos referentes aos modelos de estimativa da velocidade operacional mais conhecidos, os principais critérios de classificação e o método de análise da consistência geométrica segundo o IHSDM.

2.1.5 Modelos de estimativa da velocidade operacional

A análise da consistência geométrica pressupõe o estudo de como a rodovia efetivamente vem sendo utilizada. A velocidade empregada em condição de fluxo livre é considerada a melhor medida do comportamento associado ao condutor, veículo e rodovia, bem como a suas inter-relações. Desta forma, o diagrama de velocidades operacionais de um trecho viário oferece indicativos sobre condições geométricas da via que estão intrinsecamente associadas ao padrão cultural do condutor e às características técnicas do veículo, permitindo identificar se os elementos geométricos estão ou não equilibrados. Confrontar este diagrama de velocidades ao longo da via e compará-lo a velocidade de projeto faz parte da abordagem preconizada pela análise da consistência geométrica.

As condicionantes geométricas de rodovias de pistas simples decorrem da definição por norma de valores limites (mínimos e máximos) a partir da classe da rodovia, do relevo da região, das características do veículo padrão e, conseqüentemente, da definição da velocidade de projeto. Pode-se afirmar, então, que os elementos geométricos limites estão relacionados à velocidade de projeto.

Na possibilidade de oferecer condições geométricas superiores às definidas como limite por norma, a maioria dos projetistas tende a utilizar condicionantes geométricas, principalmente o raio planimétrico, com valores superiores aos do limite da norma. Embora este procedimento ofereça uma pretensa solução “a favor da segurança” por oferecer características geométricas menos críticas, acaba alterando o padrão de utilização da via pelo condutor.

A análise de projetos viários sob a ótica de seu usuário padrão permite identificar se o projeto está ou não ajustado à sua efetiva utilização. A velocidade operacional (V_{85}) é considerada pela maior parte dos pesquisadores como a informação mais representativa do tipo de utilização que os condutores apresentam em determinadas condições geométricas da via. Modelos de estimativa da V_{85} procuram identificar a relação de causa e efeito entre condicionantes geométricas das rodovias de pista simples e a velocidade operacional observada.

2.1.5.1 Modelo proposto por Lamm *et al.* (1990)

O modelo proposto por Lamm *et al.* (1990), também citado por Tarris *et al.* (1996) em seu trabalho, é o resultado dos estudos realizados no período entre a primavera de 1984 e o verão de 1987 em rodovias de pista simples no estado de Nova Iorque, Estados Unidos.

A base de dados foi constituída de 322 segmentos de curvas de diversos valores de raio. Estes segmentos de curva deveriam obedecer alguns critérios pré-definidos como a inexistência da influência de interseções, greides iguais ou inferiores a 5% e tráfego médio diário anual (AADT) entre 400 e 5000 veículos por dia. A condição de fluxo livre foi obtida considerando apenas os veículos com um *gap* mínimo superior a 6 segundos entre si.

Em seus estudos para a determinação de um modelo para a velocidade operacional, foram consideradas as seguintes características das vias: (i) taxa angular de

curvatura, (ii) largura da pista, (iii) largura do acostamento, (iv) declividade longitudinal, (v) distância de visibilidade, (vi) comprimento da curva e (vii) tráfego médio diário anual.

O modelo preliminar obtido pelo método de regressão linear múltipla, a partir das variáveis independentes apresentadas acima, é expresso pela Equação 10.

$$V_{85} = 34,700 - 1,005 \times DC + 2,081 \times LW + 0,174 \times SW + 0,0004 \times AADT \quad (10)$$

Onde:

V_{85} = velocidade desenvolvida por 85% dos usuários da via no segmento em estudo [milhas/h]

DC = taxa angular de curvatura [° / 100 pés]

LW = largura da pista [pés]

SW = largura do acostamento [pés]

AAADT = tráfego médio diário anual [veículos/dia]

A equação obtida apresenta um coeficiente de determinação elevado ($R^2 = 0,842$), indicando a capacidade de se explicar a velocidade operacional (variável dependente) através das variáveis independentes utilizadas. É importante ressaltar que as variáveis declividade longitudinal, distância de visibilidade e comprimento da curva não aparecem no modelo proposto. Este fato decorre da análise estatística indicar tais variáveis como não significativas para um nível de confiança adotado de 95%.

Dando prosseguimento a suas análises, Lamm *et al.* (1990) resolvem simplificar o modelo obtido, expresso pela Equação 10, considerando apenas uma única variável independente: a taxa angular de curvatura. Este procedimento foi adotado por Lamm *et al.* (1990) em virtude da pequena contribuição (5,5%) das demais variáveis para o modelo. A Equação 11 expressa a relação entre a velocidade operacional e a taxa angular de curvatura de curvas horizontais:

$$V_{85} = 58,656 - 1,135 \times DC \quad (11)$$

Onde:

V_{85} = velocidade desenvolvida por 85% dos usuários da via no segmento em estudo [milhas/h]

DC = taxa angular de curvatura [° / 100 pés]

Este novo modelo, bem mais simples que o anterior, apresenta um coeficiente de determinação um pouco abaixo do primeiro, mas com valor elevado ($R^2 = 0,787$). A simplicidade do modelo, associado à capacidade de explicar a velocidade operacional em função da variável independente taxa angular de curvatura, levam Lamm *et al.* (1990) a adotar este modelo como o mais representativo da relação analisada.

Para utilizar o raio, e não a taxa angular de curvatura como variável independente, Lamm *et al.* (1995) apresentam a Equação 12:

$$DC = \frac{360}{2 \times \pi \times R} = \frac{5729,6}{R} \quad (12)$$

Onde:

DC = taxa angular de curvatura [° / 100 pés]

R = raio da curva [pés]

Para efeito de conversão às unidades empregadas no Brasil, tem-se que 1 milha inglesa equivale a 1,609 quilômetros e 1 pé é igual a 0,3048 metros. Desta forma, a Equação 11, proposta por Lamm *et al.* (1990), pode ser representada pela Equação 13:

$$V_{85} = 94,398 - \frac{3188,656}{R} \quad (13)$$

Onde:

V_{85} = velocidade desenvolvida por 85% dos usuários da via no segmento em estudo [km/h]

R = raio da curva [m]

Cabe ressaltar que a Equação 13 atribui uma velocidade operacional em tangente (raio igual a infinito) equivalente a 94,398 quilômetros por hora, como a velocidade máxima a ser desenvolvida pela maioria dos motoristas, nas referidas condições de pista e sem qualquer restrição legal na mesma.

O modelo proposto por Lamm *et al.* (1990) estabelece uma relação entre a velocidade operacional e o raio de curvas circulares. Curvas com elementos de transição – clotóides – apresentam, em determinados segmentos, raio variável. Para simplificar a utilização desta equação em curvas de transição, Lamm *et al.* (1996) propõem a correção da taxa angular de curvatura a partir da Equação 14:

$$CCR_s = \frac{\left(\frac{L_{CR}}{R} + \frac{L_{CL1}}{2 \times R} + \frac{L_{CL2}}{2 \times R} \right) \times 63700}{L} \quad (14)$$

Onde:

L = comprimento da curva ($L_{CR} + L_{CL1} + L_{CL2}$) [km]

CCR_s = taxa de ajuste da curvatura [° / km]

L_{CR} = comprimento da curva circular [m]

R = raio da curva circular [m]

L_{CL1} = comprimento do primeiro ramo da clotóide [m]

L_{CL2} = comprimento do segundo ramo da clotóide [m]

DC = taxa angular de curvatura [° / 100 pés]

A conversão da curva de transição em sua circular equivalente se dá através da Equação 15:

$$DC \cong \frac{CCR_s}{32,8} \quad (15)$$

Onde:

DC = taxa angular de curvatura [° / 100 pés]

CCR_s = Taxa de ajuste da curvatura [° / km]

Em síntese, em seus estudos para elaboração de um modelo de velocidade operacional como função das características geométricas de rodovias de pista simples, Lamm *et al.* (1990) consideraram diferentes elementos geométricos em sua análise. Parâmetros como declividade longitudinal, distância de visibilidade e comprimento da curva foram considerados não significativos para o modelo proposto. Já os elementos largura da pista, largura do acostamento e o tráfego médio diário anual, utilizados na elaboração de um modelo mais complexo, não apresentaram melhora significativa nos resultados, sendo descartados.

No mesmo estudo, a análise da velocidade operacional em pavimentos molhados não apresentou diferença estatisticamente significativa em relação à velocidade operacional em pavimentos secos. Este resultado sugere que, para o motorista comum, o fato da pista se apresentar molhada, ou apenas úmida, não é considerado pelo mesmo um fator para a redução da velocidade. Contudo, sabe-se que o atrito transversal entre o pneu e o pavimento é significativamente mais baixo em pistas molhadas, o que acarreta sérios problemas de segurança. Desta forma, descartando-se a variável independente “condições do pavimento”

(seco ou molhado), o modelo sugerido por Lamm *et al.* (1990) apresenta como única variável independente a taxa angular de curvatura ou seu respectivo raio.

2.1.5.2 Modelos da Federal Highway Administration

A Federal Highway Administration (FHWA, 2000) apresenta dez distintos modelos de estimativa da velocidade operacional, conforme condições do alinhamento. Entre estes modelos, gerados a partir de dados coletados em 176 segmentos de rodovias de pista simples, quatro estimam a velocidade operacional em função do raio de curvas horizontais para diferentes intervalos de declividades.

A análise dos modelos propostos permitiu a observação dos seguintes fatos:

- a velocidade operacional em curvas horizontais com grandes raios (acima de 800 metros) é similar à praticada em longas tangentes;
- a velocidade operacional sofre significativa redução em raios inferiores a 250 metros;
- a análise em curvas com transição identificou que a utilização de espirais não altera de forma significativa a velocidade operacional, em comparação a curvas circulares.

A Tabela 4 apresenta os modelos de estimativa da V_{85} , conforme intervalos de declividades, em função do raio planimétrico. A FHWA (2000) utiliza outros modelos de estimativa da velocidade operacional para os segmentos viários onde elementos como o parâmetro da curva vertical e a distância de visibilidade são considerados relevantes.

Tabela 4 – Modelos da V_{85} em função do raio planimétrico e da declividade

Declividade	Modelo	R^2	Equação
$-9\% \leq i < -4\%$	$V_{85} = 102,10 - 3077,13/R$	0,58	(16)
$-4\% \leq i < 0\%$	$V_{85} = 105,98 - 3709,90/R$	0,76	(17)
$0\% \leq i < 4\%$	$V_{85} = 104,82 - 3574,51/R$	0,76	(18)
$4\% \leq i < 9\%$	$V_{85} = 96,61 - 2752,19/R$	0,53	(19)

Fonte: FHWA (2000)

Onde:

V_{85} = velocidade operacional [km/h];

R = raio da curva [m].

É importante ressaltar que os modelos de estimativa da velocidade operacional da Tabela 4 indicam o valor máximo, ou potencial, previsto para as condições de alinhamento

sugeridas. Taxas de aceleração e desaceleração, apresentadas em FHWA (2000), permitem introduzir efeitos de curvas e declividades anteriores e posteriores sobre o veículo e condutor, fazendo com que o modelo possa fornecer uma estimativa da velocidade operacional mais próxima da real, denominada velocidade operacional efetiva.

2.1.5.3 Outros modelos

Diversos tipos de modelos de estimativa da velocidade operacional vêm sendo gerados e calibrados segundo características peculiares, avaliadas para cada país ou região. Além do raio planimétrico, são utilizadas outras variáveis independentes como a taxa angular de curvatura, largura da faixa de rolamento, velocidade diretriz, entre outras. A Tabela 5 fornece um pequeno resumo de modelos gerados em diferentes países. É importante salientar que as equações de 20 a 29 indicam apenas alguns estudos realizados nestes países, de forma a ilustrar sua diversidade em forma funcional e de variáveis independentes.

Tabela 5 – Modelos de estimativa da velocidade operacional em diferentes países

Autor	País	Modelo	R²	Equação
Lamm (1993)	Alemanha	$V_{85} = 10^6 / (8270 + 7,20 \times CCR_s)$	0,73	(20)
McLean (1979)	Austrália	$V_{85} = 53,80 + 0,464 \times V_F - 3260/R + 85000/R^2$	0,92	(21)
Morrall e Talarico (1994)	Canadá	$V_{85} = \exp(4,561 - 5,86 \times 10^{-3} \times DC)$	0,63	(22)
Ottesen e Krammes (1994)	Estados Unidos	$V_{85} = 103,04 - 0,0477 \times CCR_s$	0,80	(23)
Kanellaidis et al. (1990)	Grécia	$V_{85} = 32,20 + 0,839 \times V_d + 2226,9/R - 533,6/\sqrt{R}$	0,93	(24)
Kerman et al. (1982)	Inglaterra	$V_{85} = (V_a - V_a^3) / (398 \times R)$	0,91	(25)
Dell'Acqua et al. (2007)	Itália	$V_{85} = -2073,70/R + 31029/R^2 + 0,87 \times V_{env}$	0,81	(26)
Al-Masaeid et al. (1995)	Jordânia	$V_{85} = 3,64 + 1,78 \times DC$	0,51	(27)
Choueiri et al. (1995)	Líbano	$V_{85} = 91,03 - 0,050 \times CCR_s$	0,81	(28)
Andueza (2000)	Venezuela	$V_{85C} = 98,25 - \frac{2795}{R_2} - \frac{894}{R_1} + 7,486 \times DC + 9,308 \times L_T$	0,81	(29)
		$V_{85T} = 100,69 - \frac{3032}{R_1} + 27,819 \times L_T$	0,72	

Fonte: Dell'Acqua et al. (2007)

Onde:

CCR_S = Taxa de ajuste da curvatura [° / km];

R = raio da curva [m];

R_1 = raio da curva anterior [m];

R_2 = raio da curva subsequente [m];

DC = taxa angular de curvatura [° / 100 pés];

L_T = comprimento da tangente antes da curva [m];

V_{85} = velocidade operacional [km/h];

V_{85C} = velocidade operacional na curva [km/h];

V_{85T} = velocidade operacional na tangente [km/h];

V_d = velocidade diretriz [km/h];

V_F = velocidade desejada [km/h];

V_{env} = maior V_{85} verificada em longas tangentes [km/h];

2.1.6 Classificação em segmentos segundo sua consistência geométrica

Por décadas, a elaboração de um projeto geométrico viário apresentava duas condicionantes básicas:

- Respeito às normas existentes;
- Limitações orçamentárias (minimizar custos de construção).

O respeito às normas existentes estabelecia os limites mínimos de segurança para o projeto, enquanto a limitação orçamentária indicava seus limites máximos. Com a utilização da informática, etapas de cálculo extremamente demoradas foram reduzidas a milésimos de segundos. Este fato permitiu que projetistas pudessem dispor de mais tempo e melhores ferramentas de trabalho para “refinar” o projeto geométrico e enquadrar o mesmo mais próximo de um ou de outro limite.

A análise de um projeto geométrico, sob a ótica de sua efetiva utilização, consiste em, observando as duas condicionantes básicas anteriores, verificar se este gera um tipo de utilização não prevista na etapa de definição do mesmo. Um exemplo típico deste fato decorre da tentativa de projetistas oferecerem, isoladamente, melhores condições viárias. Um projeto viário de Classe III em região montanhosa, segundo DNER (1999), indica a adoção de uma velocidade de projeto de 40 km/h. Todos os parâmetros geométricos são dimensionados a partir desta velocidade. Supondo que o projetista responsável consiga oferecer ao projeto

condicionantes planimétricas bem acima dos limites mínimos estabelecidos na norma (raios mais amplos, por exemplo), poder-se-ia afirmar que o projeto apresentaria uma melhor condição de segurança. Entretanto, raios mais amplos podem alterar o padrão de comportamento do condutor, de forma a este elevar sua velocidade. O projetista, ao oferecer uma melhor condição de projeto (raio planimétrico), não percebe que todos os demais elementos geométricos permanecem dimensionados para a velocidade de 40 km/h, quando esta não é mais a referência para este projeto. Logo, tem-se, neste caso hipotético, sérios problemas de dimensionamento (superelevação, superlargura e distâncias de visibilidade) que implicam em problemas de segurança.

Estados Unidos e Alemanha recomendam a classificação de projetos viários em três grupos distintos, segundo: Critério de Segurança I: consistência do projeto (critério da diferença entre velocidade operacional e velocidade de projeto), Critério de Segurança II: consistência da velocidade operacional (critério da diferença entre velocidades operacionais de curvas sucessivas) – LAMM *et al.* (1988). Um terceiro critério avalia o coeficiente de atrito para o dimensionamento da superelevação.

2.1.6.1 Critério de Segurança I: consistência do projeto

A possibilidade de determinar a velocidade operacional através de modelos matemáticos, confrontando-a com a velocidade de projeto, permite a análise da diferença entre estes valores. Lamm *et al.* (1990) consideram a possibilidade de classificação de um projeto em três níveis distintos, conforme a diferença apresentada entre a velocidade de projeto e a velocidade operacional. O mesmo critério é adotado e recomendado na Alemanha e Estados Unidos (LAMM *et al.*, 1995; FHWA, 2000; LAMM *et al.*, 1999). O projeto geométrico ao ser analisado por este critério pode apresentar três condições distintas:

- **Caso 1 (Projeto Bom):** é a condição ideal entre projeto e utilização da via. Neste caso, o módulo da diferença entre velocidade operacional e a velocidade diretriz não é superior a 10 quilômetros por hora ($|V_{85} - V_d| \leq 10$ km/h). Segmentos de rodovias que se enquadram neste caso não necessitam de adaptações ou correções em seu traçado.
- **Caso 2 (Projeto Regular):** esta condição ocorre para diferenças entre 10 a 20 quilômetros por hora (10 km/h $< |V_{85} - V_d| \leq 20$ km/h). As curvas classificadas neste intervalo deverão sofrer adaptações, a fim de restabelecer as condições de segurança idealizadas em projeto. Para tanto, deve-se utilizar como referência a velocidade

efetivamente empregada pelos motoristas (velocidade operacional), e não mais a velocidade diretriz. Geralmente, a correção da superelevação reequilibra a curva.

- **Caso 3 (Projeto Fraco):** verificada nas situações onde a diferença entre as velocidades operacional e de projeto é superior a 20 quilômetros por hora ($|V_{85} - V_d| > 20$ km/h). Esta situação determina uma condição de projeto com sérios problemas de dimensionamento. Curvas que apresentam diferenças desta ordem devem ser reprojctadas, de forma a restabelecer condições mínimas de segurança, para o padrão de utilização das mesmas.

A Tabela 6 apresenta de forma sintética a classificação de rodovias, segundo o critério da diferença entre a velocidade operacional e a de projeto.

Tabela 6 – Classificação segundo o Critério de Segurança I

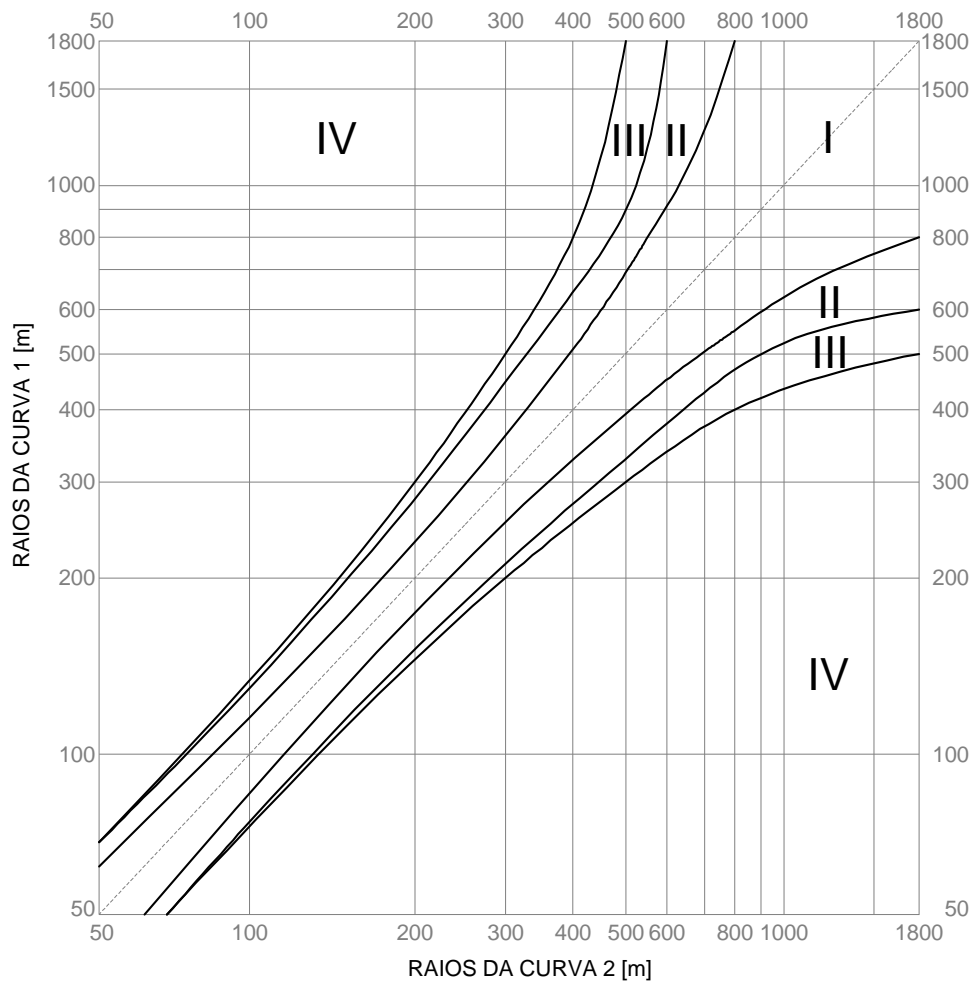
Caso	Classificação	Considerações para análise
1	Projeto Bom	$ V_{85} - V_d \leq 10$ km/h
2	Projeto Regular	$10 \text{ km/h} < V_{85} - V_d \leq 20$ km/h
3	Projeto Fraco	$ V_{85} - V_d > 20$ km/h

Fonte: Lamm *et al.* (1988)

2.1.6.2 Critério de Segurança II: consistência da velocidade operacional

Um projeto viário deve apresentar um padrão de fluidez. Segundo DAER (1991), “curvas sucessivas, por considerações operacionais e de aparência, deverão desejavelmente manter um inter-relacionamento, de modo a evitar variações abruptas de curvaturas, situação antinatural que surpreende e confunde o motorista”.

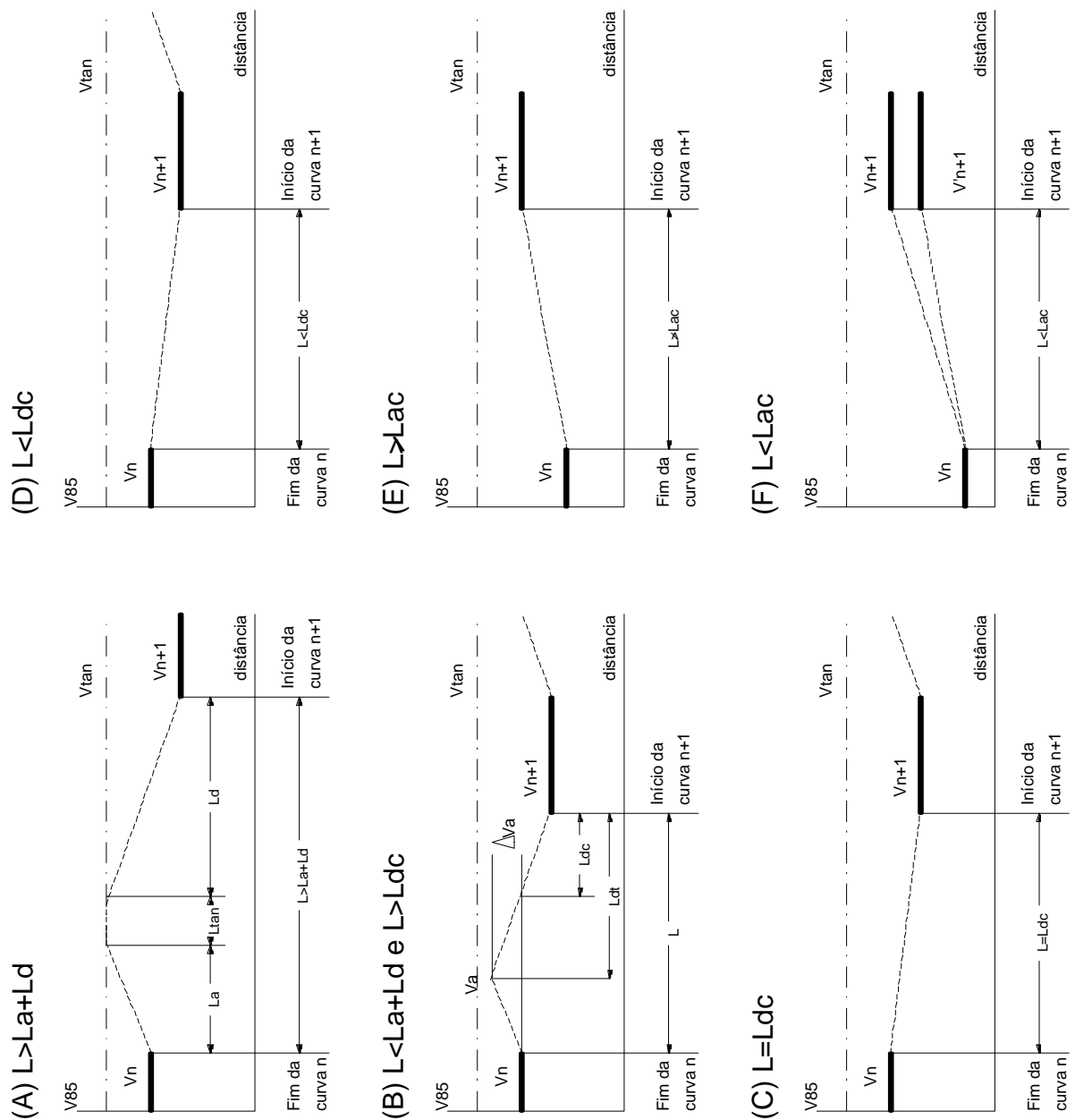
Tanto DAER (1991) como DNER (1999) utilizam a mesma recomendação de raios sucessivos, apresentada na Figura 2. O mesmo ábaco, com pequenas alterações, pode ser encontrado nas normas de projeto geométrico da Alemanha e Grécia. Pela Figura 2 pode-se observar que, para uma curva de raio de 400 metros, o intervalo de raios para uma sucessão desejável é de 330 a 510 metros, aproximadamente. Já uma sucessão considerada boa permitiria um intervalo maior, entre 270 e 640 metros, e uma sucessão aceitável apresentaria, como limite mínimo e máximo 250 e 800 metros, respectivamente. Valores fora desta última faixa devem ser evitados.



- Zona I : Sucessão desejável
- Zona II : Sucessão boa
- Zona III: Sucessão aceitável
- Zona IV: Sucessão a evitar quando possível

Figura 2 – Critérios desejáveis para orientar a escolha dos raios de curvas sucessivas (DAER, 1991 e DNER, 1999)

O mesmo objetivo estabelece a análise de curvas sucessivas a partir da variação da velocidade operacional. A Figura 3 (FHWA, 2000) apresenta seis condições básicas da variação da velocidade (aceleração / desaceleração) ao longo de duas curvas consecutivas. Para tanto, admite-se que ao longo da curva circular a variação da velocidade é desprezível, fazendo com que as acelerações e desacelerações ocorram apenas nos trechos em reta (intertangentes).



Convenções

V_{tan}	:V85 para longas tangentes
V_n	:V85 da curva n
V_{n+1}	:V85 da curva n+1
V'_{n+1}	:V85 da curva n+1 para uma taxa de aceleração assumida
V_a	:V85 da curva n+1 para uma taxa de aceleração assumida
ΔV_a	:velocidade máxima atingida na condição B
L	:comprimento entre duas curvas sucessivas
L_a	:comprimento necessário para atingir V_{tan} , partindo de V_n , em aceleração
L_d	:comprimento necessário para atingir V_{n+1} , partindo de V_{tan} , em desaceleração
L_{tan}	:comprimento entre duas curvas percorrido com V_{tan}
L_{dt}	:comprimento necessário para atingir V_{n+1} , partindo de V_a , em desaceleração
L_{dc}	:comprimento de desaceleração entre as curvas
L_{ac}	:comprimento de aceleração entre as curvas

Figura 3 – Condições de Aceleração e Desaceleração entre Curvas Sucessivas (FHWA, 2000)

Conforme a condição do comprimento da intertangente, da velocidade operacional na primeira curva, da velocidade operacional na curva subsequente, das taxas de aceleração e desaceleração podem ocorrer seis situações distintas:

- Apenas a condição (A), da Figura 3, indica que após desenvolver a primeira curva, o condutor pode atingir sua velocidade operacional para segmentos em reta, passando a reduzir esta conforme a percepção das condições oferecidas pela curva subsequente. Esta condição permite afirmar que, para este caso específico, não há influência sobre a velocidade operacional desenvolvida na curva 2 a partir da velocidade operacional desenvolvida na curva 1.
- As condições (B), (C) e (D) embora representem processos de desaceleração entre uma curva e sua subsequente, apresentam transições diferentes. Na condição (B) o condutor pode desenvolver, por um determinado trecho, a aceleração de seu veículo, desacelerando na seqüência. A condição (C) permite uma desaceleração com taxas consideradas favoráveis (entre 1,00 e 1,48 m/s²). Já a condição (D), representa a situação mais crítica, por caracterizar o comprimento da intertangente insuficiente para a desaceleração da velocidade em níveis considerados favoráveis. Nesta última condição o condutor terá que empregar uma taxa de desaceleração acima do intervalo considerado favorável, em detrimento da segurança viária.
- As condições (E) e (F) representam a retomada da velocidade em comprimentos de intertangente superior (E) ou inferior (F) ao valor atribuído para níveis de aceleração considerados favoráveis (entre 0,54 e 0,89 m/s²).

A utilização de modelo de estimativa da velocidade operacional permite a identificação da mesma para um conjunto de raios planimétricos. A análise da variação desta velocidade ao longo de uma rodovia possibilita classificar a mesma em três casos distintos:

- **Caso 1 (Projeto Bom):** é a condição ideal entre projeto e utilização da via. Neste caso, o módulo da diferença entre as velocidades operacionais de elementos planimétricos sucessivos (curva-curva, tangente-curva) é inferior ou igual a 10 quilômetros por hora ($|V_{85\ i} - V_{85\ i+1}| \leq 10$ km/h). Nestes casos, considera-se que o projeto viário apresenta uma consistência no alinhamento horizontal quanto a sua sucessão de curvas e tangentes, não ocasionando problemas de operação aos veículos.
- **Caso 2 (Projeto Regular):** esta condição ocorre quando o módulo da diferença entre as velocidades operacionais está no intervalo entre 10 a 20 quilômetros por hora (10 km/h $< |V_{85\ i} - V_{85\ i+1}| \leq 20$ km/h). As curvas e tangentes que se encontram neste intervalo apresentam problemas de inconsistência geométrica que poderão ser resolvidos mediante sinalização apropriada, não necessitando de reprojeto.

- **Caso 3 (Projeto Fraco):** diferença de velocidades operacionais superior em 20 quilômetros por hora, ou mais ($|V_{85 i} - V_{85 i+1}| > 20$ km/h), determina uma condição de projeto com problemas sérios de fluidez. Curvas que apresentam diferenças desta ordem devem ser reprojatadas, de forma a restabelecer a consistência dos diferentes elementos geométricos sucessivos.

A Tabela 7 apresenta, de forma resumida, a classificação de rodovias segundo o critério da diferença entre velocidades operacionais de elementos planimétricos sucessivos (curva-curva, tangente-curva) .

Tabela 7 – Classificação segundo Critério de Segurança II

Caso	Classificação	Considerações para análise
1	Projeto Bom	$ V_{85 i} - V_{85 i+1} \leq 10$ km/h
2	Projeto Regular	$10 \text{ km/h} < V_{85 i} - V_{85 i+1} \leq 20$ km/h
3	Projeto Fraco	$ V_{85 i} - V_{85 i+1} > 20$ km/h

Fonte: Lamm *et al.* (1988)

2.1.6.3 Critério de Segurança III: coeficiente de atrito no dimensionamento da superelevação

Lamm *et al.* (1995) apresentam como um terceiro critério de análise, a classificação de um projeto geométrico segundo a diferença entre o coeficiente de atrito transversal adotado e o coeficiente de atrito efetivo.

A Tabela 8 apresenta as Equações 30 a 33 que reproduzem as condições de coeficiente de atrito adotado e efetivo, obtidos dos estudos de Lamm *et al.* (1995) na Alemanha e nos Estados Unidos.

Tabela 8 - Modelos para estimativa do coeficiente de atrito adotado e efetivo na Alemanha e nos Estados Unidos

País	Modelo	R ²	Equação
Alemanha	$f_R = 0,078 + 7,95 \times 10^{-3} \times DC - 2,9 \times 10^{-4} \times (DC)^2$	0,408	(30)
	$f_{RD} = 0,023 + 2,02 \times 10^{-2} \times DC - 4,7 \times 10^{-4} \times (DC)^2$	0,679	(31)
Estados Unidos	$f_R = 0,092 + 8,10 \times 10^{-3} \times DC - 2,3 \times 10^{-4} \times (DC)^2$	0,887	(32)
	$f_{RD} = 0,014 + 2,25 \times 10^{-2} \times DC - 5,7 \times 10^{-4} \times (DC)^2$	0,864	(33)

Fonte: Lamm *et al.* (1988)

Onde:

f_R = coeficiente de atrito adotado [adimensional]

f_{RD} = coeficiente de atrito efetivo [adimensional]

DC = taxa angular de curvatura [° / 100 pés] para o intervalo entre 0° e 20°

A utilização das equações 30 a 33 permite a classificação das curvas em três categorias distintas, como pode ser visto a seguir:

- **Caso 1 (Projeto Bom):** é a condição ideal. Neste caso, a diferença entre o coeficiente de atrito adotado e o efetivo deve ser inferior a +0,02 ($f_R - f_{RD} \geq +0,02$). Segmentos de rodovias que se enquadrem neste caso não necessitam de adaptações ou correções em seu traçado.
- **Caso 2 (Projeto Regular):** esta condição ocorre quando a diferença entre o coeficiente de atrito adotado e o efetivo oscilar entre +0,02 e -0,02 ($+0,02 > f_R - f_{RD} \geq -0,02$). As curvas que se encontrarem neste intervalo deverão sofrer adaptações na superelevação. Geralmente, um novo dimensionamento desta, a partir da V_{85} , corrige o problema.
- **Caso 3 (Projeto Fraco):** diferenças entre o coeficiente de atrito adotado e efetivo inferiores a -0,02 ($f_R - f_{RD} < -0,02$) caracterizam a curva como de Caso 3. Normalmente, curvas que apresentam diferenças desta ordem devem ser reprojctadas, de forma a restabelecer condições mínimas de segurança.

A Tabela 9 apresenta, de forma resumida, a classificação de rodovias segundo o critério do coeficiente de atrito no dimensionamento da superelevação.

Tabela 9– Classificação segundo coeficiente de atrito

Caso	Classificação	Considerações para análise
1	Projeto Bom	$f_R - f_{RD} \geq +0,02$
2	Projeto Regular	$+0,02 > f_R - f_{RD} \geq -0,02$
3	Projeto Fraco	$f_R - f_{RD} < -0,02$

Fonte: Lamm *et al.* (1988)

2.1.6.4 Classificação dos Projetos Segundo Composição dos Critérios I a III

A avaliação da consistência do projeto geométrico, a partir dos três critérios expostos acima, permite identificar problemas pontuais ou em todo o projeto.

A sistematização de análise destes projetos pressupõe uma separação classificada dos mesmos. Lamm *et al.* (1995) sugerem a aplicação da Tabela 10 para a classificação do Módulo de Segurança para Projetos Geométricos de Rodovias.

Tabela 10 – Classificação segundo composição dos critérios I, II e III

Classificação do módulo de segurança	Classificação segundo critérios I, II e III
Projeto Bom	3 bons
	2 bons e 1 regular
	2 bons e 1 fraco
Projeto Regular	3 regulares
	2 regulares e 1 bom
	2 regulares e 1 fraco
	1 bom, 1 regular e 1 fraco
Projeto Fraco	3 fracos
	2 fracos e 1 bom
	2 fracos e 1 regular

Fonte: Lamm *et al.* (1995)

Em seus estudos comparativos entre os resultados obtidos, a partir da classificação das rodovias segundo o módulo de segurança proposto, e as taxas de acidentes efetivas em segmentos viários de rodovias alemãs, Lamm *et al.* (1995) observaram uma correspondência entre elevadas taxas de acidentes e a classificação dos segmentos em projeto fraco.

2.1.7 A consistência geométrica através do IHSDM

O *software* IHSDM – *Interactive Highway Safety Design Model* – é um produto da *Federal Highway Administration's Safety Research and Development Program*, com ferramentas para análise da segurança e operação de rodovias de pista simples (IHSDM, 2006). A partir de dados vinculados a características geométricas da via, o *software* simula um padrão de utilização da mesma, sendo possível avaliar o projeto geométrico antes da sua efetiva implantação. É possível, também, utilizar o IHSDM na análise de rodovias existentes, identificando pontos críticos e avaliando projetos alternativos. Para rodovias já implantadas o *software* permite a inclusão de dados adicionais, como seu volume diário médio e dados de acidentes, de forma a refinar suas estimativas.

A versão 3.00, de setembro de 2006, utilizada para fins deste estudo, está disponível para *download* gratuito através do site <http://www.ihsdm.org/public/index.html> (na

atualização deste texto verificou-se já estar disponível a versão 4.0 no mesmo *link*). Para tanto, faz-se necessário o cadastramento prévio do interessado. É importante salientar que o IHSDM está dimensionado para o emprego na avaliação de rodovias rurais de pista simples, não podendo ser utilizado em rodovias que não se enquadrem nesta categoria.

O IHSDM possui quatro ferramentas de análise da rodovia e uma para interseções (Figura 4). Neste estudo, serão apresentadas apenas as ferramentas relacionadas à análise da rodovia, com especial atenção ao método que é objeto da presente Tese: *Design Consistency Module*.

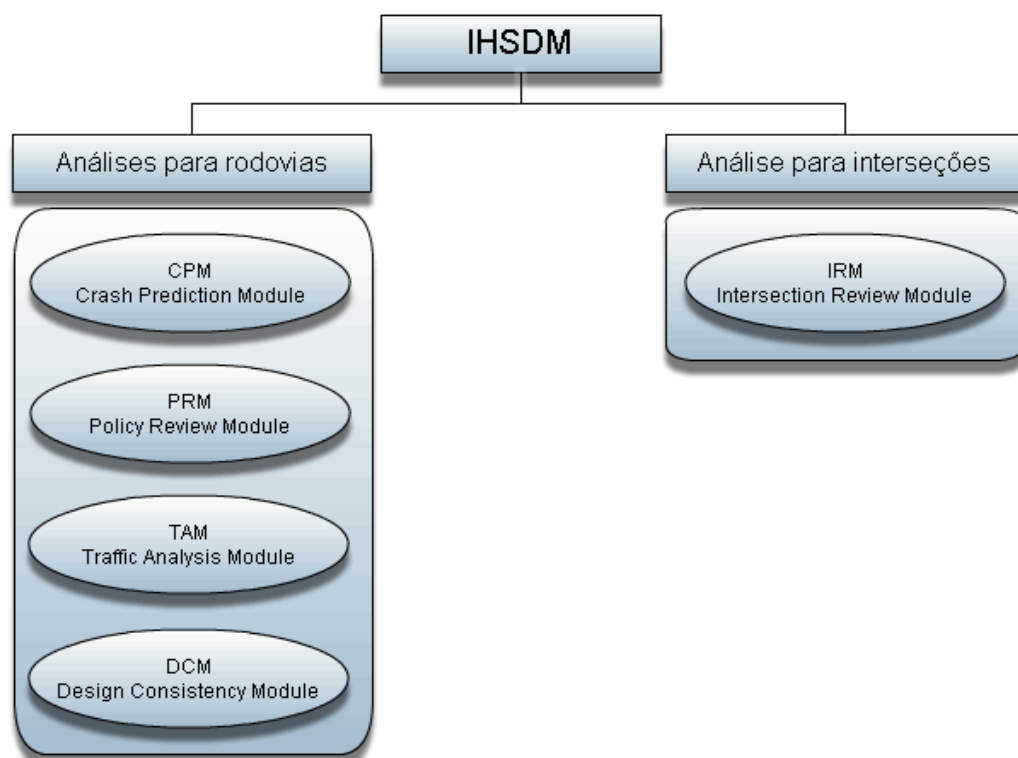


Figura 4 - Estrutura de análise do software IHSDM

- **Policy Review Module – PRM:** módulo de análise do projeto de uma rodovia segundo as normas estabelecidas. O IHSDM utiliza a norma americana da AASHTO 1994; é possível alterar valores tabelados de forma a ajustar a análise para as normas de outros países. O PRM identifica e aponta os elementos de projeto que não alcançaram os níveis mínimos exigidos pela norma.
- **Crash Prediction Module – CPM:** módulo que permite estimar dados referentes à segurança viária, através de relatório específico com informações referentes a frequências de acidentes esperados e sua gravidade. Para tanto, utiliza informações

sobre a geometria da via (plani-altimétrica e de seção transversal), volume diário médio - VDM, características do entorno, interseções e distribuição do tráfego. O CPM pode ser utilizado tanto em rodovias em fase de projeto, como naquelas já implantadas. Neste último caso, o sistema oferece a possibilidade de se agregarem dados históricos de acidentes, utilizando-os para uma análise mais robusta. O módulo pode, ainda, ser calibrado conforme a experiência de acidentes viários de cada país.

- ***Design Consistency Module – DCM:*** a análise da consistência geométrica é o foco principal desta tese. O *Design Consistency Module* parte da premissa básica de que os condutores cometem menos erros em zonas onde a geometria da via se adapta as suas expectativas, do que naquelas onde as características geométricas fogem, significativamente, do esperado. Desta forma, o bom projeto é aquele que, de forma equilibrada, repassa ao condutor uma percepção de segurança compatível com a que verdadeiramente oferece.

O diagrama de velocidades – também denominado de perfil de velocidades – é considerado o elemento mais representativo do comportamento dos condutores em relação às características geométricas observadas pelos mesmos. O diagrama de velocidade é obtido a partir de modelos de estimativa da velocidade operacional e de simulações de tráfego através do TWOPAS¹.

A consistência geométrica é verificada segundo os critérios de segurança I e II. Enquanto o primeiro analisa a consistência do projeto geométrico, verificando as diferenças entre a velocidade operacional e a de projeto, o segundo avalia a consistência da velocidade operacional entre elementos planimétricos sucessivos. O critério de segurança III não é considerado por não estar diretamente relacionado aos modelos de estimativa da velocidade operacional.

A Figura 5 mostra relatório gráfico de um trecho rodoviário de 1,6 quilômetro, gerado no *Design Consistency Module* do IHSDM. O relatório oferece diferentes gráficos, todos eles compartilhando a mesma abscissa, que se refere ao estaqueamento da rodovia dado em quilômetros. No exemplo, os 5 primeiros gráficos, de cima para baixo, oferecem informações sobre a geometria da via, quanto às suas interseções, elevação, parâmetro da parábola (K Value), ângulo de curvatura e raio, respectivamente. Já o

¹ O TWOPAS é um modelo de simulação microscópica para tráfego em rodovias de pista simples, utilizado pelo HCM2000 para análise operacional de rodovias de pista simples com faixas adicionais (TRB, 2000).

gráfico da extremidade inferior, apresenta como ordenada as diferentes velocidades representadas no mesmo, em quilômetros por hora. A linha pontilhada indica a velocidade de projeto, a traço-ponto a velocidade desejada e a linha contínua representa a velocidade operacional.

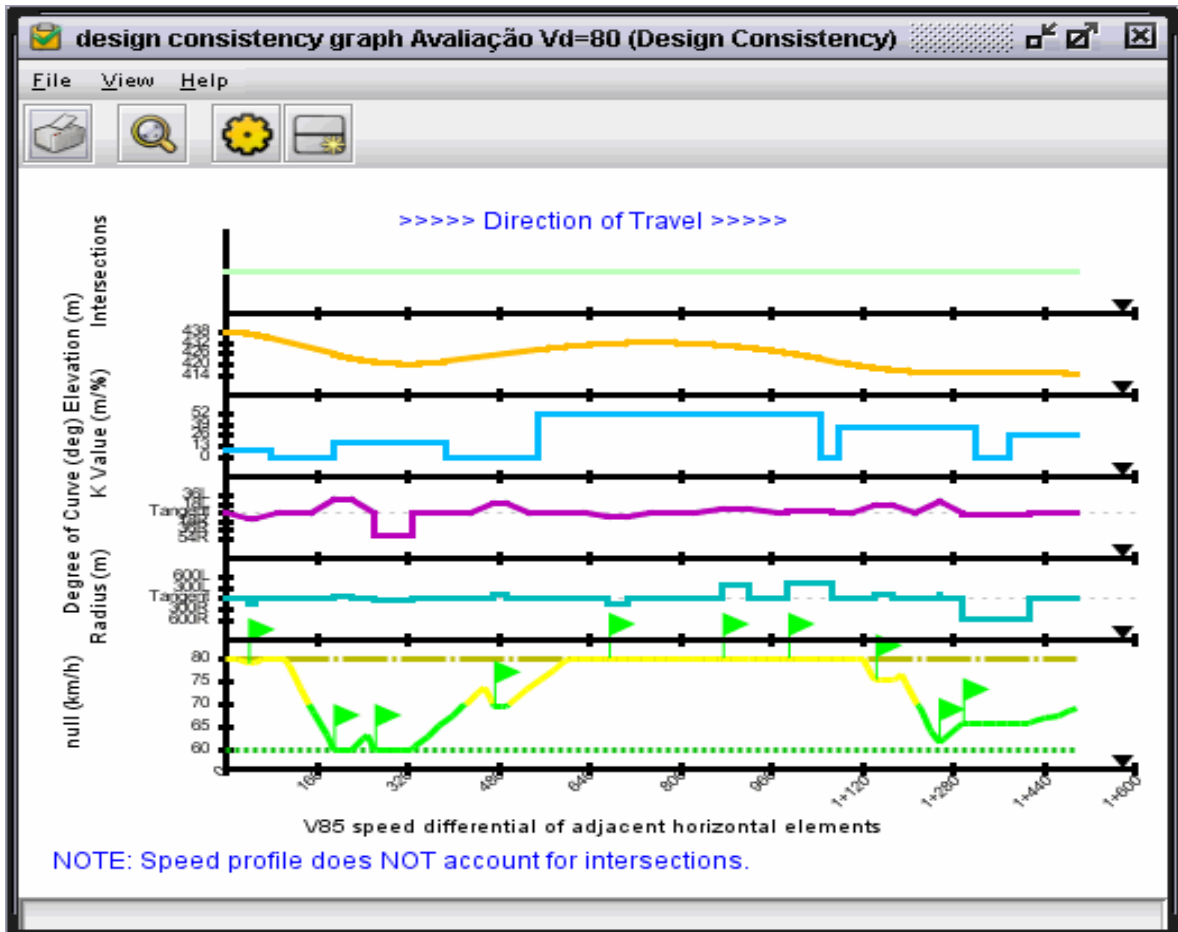


Figura 5 – Relatório gráfico da análise de *design consistency* do IHSDM

A diferença entre a velocidade operacional e a velocidade de projeto, conforme visto em 2.1.6.1, oferece três classificações distintas que são expressas, pelo *software* IHSDM, na cor verde para Caso 1, amarela para Caso 2 e vermelha para Caso 3. É possível observar na Figura 5 que a linha contínua que representa a velocidade operacional possui diferente coloração, conforme sua classificação (no exemplo acima, o trecho em estudo apresentou segmentos classificados em verde e amarelo, Caso 1 e 2, respectivamente).

Já a diferença entre as velocidades operacionais de elementos planimétricos sucessivos, conforme visto em 2.1.6.2, é representada no gráfico através de bandeiras coloridas com a mesma convenção. No exemplo, todas as bandeiras se apresentaram em verde, indicando que a sucessão entre os elementos planimétricos da via pode ser classificada

no Caso 1 (projeto bom). O relatório completo de *Design Consistency Module* gerado pelo IHSDM, para um trecho rodoviário, pode ser apreciado no Anexo A.

- **Traffic Analysis Module – TAM:** na análise através do *Traffic Analysis Module*, aspectos vinculados a características da frota (percentagem de veículos de passeio e de carga, por exemplo) são utilizados na estimativa de um diagrama de velocidades. Análises das distâncias de visibilidade e simulações de tráfego através do TWOPAS, também integram o método.

Apresenta-se no Apêndice A, passo a passo, a sistemática desenvolvida junto ao *software* IHSDM para proceder à análise de consistência geométrica através do módulo de *Design Consistency Module – DCM*.

2.2 ACIDENTES VIÁRIOS NO BRASIL E NO MUNDO

Acidentes de trânsito em rodovias podem ser considerados problemas de saúde pública. Os acidentes de trânsito em rodovias representaram, em 1990, a nona principal causa de morte entre humanos. Estimativas prevêem que em 2020 os acidentes de trânsito possam assumir a terceira posição (MURRAY; LOPES, 1990).

Mais de 1,17 milhão de pessoas morrem e mais de 10 milhões ficam feridas em acidentes de trânsito nas rodovias, a cada ano, em todo o mundo. O Brasil ocupa a 25ª posição entre 94 países em número de fatalidades decorrentes de acidentes viários para cada 10.000 veículos (THE WORLD BANK, 2001).

As estatísticas sobre acidentes de trânsito no Brasil, embora os significativos esforços no seu aprimoramento, apresentam algumas inconsistências graves. Dados publicados pelo próprio Governo são contestados por outras instâncias do mesmo. Segundo o Ministério da Saúde (2001), o número de mortes em acidentes de trânsito no ano de 1997 foi 48% superior aos 24 mil registrados pelo DENATRAN (2001). No Anuário Estatístico de Acidentes de Trânsito de 2005 (DENATRAN, 2006) estão registradas 25.427 mortes, enquanto, para o mesmo período, o Ministério da Saúde contabiliza 34.381. Esta diferença deve-se a diversos fatores, em especial ao não registro como vítima fatal àquela que vem falecer por decorrência dos ferimentos no hospital.

Informações sobre acidentes em rodovias indicam que o número de mortes registradas, apesar do recuo de 2,4% no total de acidentes entre 2004 e 2005, teve um acréscimo de 2,3% passando de 10.186 em 2004 para 10.416 em 2005 (IPEA, 2006). No

mesmo período, a frota de veículos automotores passou de 39.240.875 para 42.071.961 (valores referentes a dezembro do respectivo ano). A Tabela 11 apresenta demais indicadores sobre acidentes em rodovias federais nos anos de 2004 e 2005.

Tabela 11 – Estatísticas dos acidentes de trânsito nas rodovias federais em 2004 e 2005

Item	2004	2005	Var
Total acidentes	112457	109745	-2,4%
Nº. de veículos envolvidos	190731	184458	-3,3%
Nº. de pessoas envolvidas	457409	414663	-9,3%
Nº. mortes local	6119	6352	3,8%
Nº. mortes pós-acidente	4067	4064	-0,1%
Total mortes	10186	10416	2,3%
Mortes total / 1.000 acidentes	90,6	94,9	4,3
Nº. acidentes / morte	11,0	10,5	-0,5
Nº. acidentes / morte local	18,4	17,3	-1,1
Total feridos (feridos local + pós-acidente - feridos que vêm a óbito)	87728	84818	-3,3%
Feridos total / 1.000 acidentes	780,1	772,9	-7,2
Nº. acidentes / ferido	1,3	1,3	0,0

Fonte: IPEA (2006)

Dados mais recentes (Ministério da Saúde, 2007) indicam que as mortes no trânsito, no Brasil, tiveram um crescimento de 9% entre os anos de 2002 e 2005, revertendo a tendência de queda registrada a partir de 1998. Enquanto em 2002, 32.753 pessoas morreram em acidentes viários, em 2005 os registros de óbitos chegaram a 35.753. Entre as faixas etárias mais afetadas, as vítimas fatais com idade entre 20 e 39 anos representam 45% do total de óbitos, enquanto a faixa entre 40 e 59 anos representa 26%.

Dados de 2006 indicam que o número de internações decorrentes de acidentes no trânsito totalizou 123.061 no Sistema Único de Saúde (SUS), ao custo de R\$ 118 milhões. IPEA (2006) demonstrou que os impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras estão estimados em R\$ 24,6 bilhões, relacionados à perda de produção e/ou à interrupção das atividades das vítimas.

Segundo o Ministério da Saúde (2007), “As causas das preocupantes estatísticas estão relacionadas ao consumo excessivo de bebidas alcoólicas, a alta de velocidade, não uso de capacetes ou de cinto de segurança e problemas na infra-estrutura de rodovias e vias públicas”. A Organização Mundial da Saúde divulgou sua posição sobre o tema (OMS, 2007):

- Lesões de trânsito são sério problema global de saúde pública e de desenvolvimento. Espera-se que a sua magnitude aumente consideravelmente nos próximos anos;
- Lesões de trânsito têm um impacto imenso sobre as vidas dos jovens;
- Lesões de trânsito podem ser evitadas;
- Segurança nas rodovias não é um acidente;
- A cooperação internacional é crucial para o fortalecimento nacional dos esforços pela segurança nas rodovias.

A consolidação, em âmbito mundial, das premissas de que “lesões de trânsito podem ser evitadas” e que “a segurança nas rodovias não é um acidente”, fortalece a utilização de diversas ferramentas de Análise da Segurança Viária.

2.2.1 Análise da segurança viária: fatores envolvidos

Os métodos de análise de segurança viária procuram determinar os principais fatores envolvidos na ocorrência de acidentes. Lum e Reagan (1995), em estudos realizados nos Estados Unidos e Grã-Bretanha, identificaram que, quase a totalidade de acidentes viários, pode ser atribuída a três principais fatores: rodovia, veículo e condutor. Evoluindo em suas análises, consideram que o fator condutor é responsável de forma isolada por 57% dos acidentes e de forma conjunta em 94%. Da mesma forma, a rodovia contribui com 3% isoladamente, com contribuição total de 35% e o veículo com 2% e 12%, respectivamente.

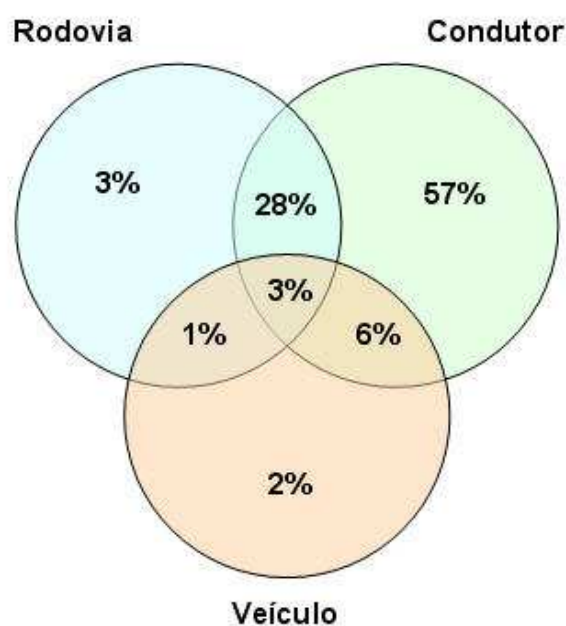


Figura 6 – Distribuição dos acidentes: Estados Unidos e Grã-Bretanha (LUM; REAGAN, 1995)

Panitz (1996) e Meneses *et al.* (1999) consideram que a responsabilidade do condutor do veículo é de mais fácil identificação, fazendo com que causas associadas não sejam percebidas e/ou reportadas. Embora o componente humano seja aquele identificado como o de maior percentual de falhas, ações preventivas no componente viário e veículo podem reduzir falhas humanas e, conseqüentemente, acidentes (PEO, 2002). A análise dos fatores de forma associada, na tentativa de identificar e avaliar o potencial de acidentes, é a atribuição fim da auditoria de segurança viária (NODARI; LINDAU, 2001).

2.2.2 Análise da segurança viária: técnicas

Atualmente, existem diferentes abordagens para a análise da segurança viária. É possível classificar estas em duas categorias distintas: técnicas reativas e técnicas pró-ativas.

As técnicas reativas foram desenvolvidas com o objetivo de resolver problemas existentes relacionados à segurança viária. Entre as principais técnicas reativas de análise da segurança viária pode-se citar:

- Inspeções do local;
- Investigação de acidentes;
- Videoanálise.

As técnicas pró-ativas, conforme Nodari (2003), “... envolvem iniciativas voltadas ao tratamento dos locais que apresentam elevado potencial de ocorrência de acidentes, ao invés de ocorrência real de acidentes...”. A auditoria de segurança viária, a análise de conflitos de tráfego, entre outras abordagens, são tidas como exemplos de medidas pró-ativas.

2.2.2.1 Auditoria de segurança viária

A Auditoria de Segurança Viária (ASV) surgiu no Reino Unido, no início da década de 80 (PROCTOR; BELCHER, 1993). Na década de 90, o IHT – The Institution of Highways & Transportation editou manual com os procedimentos a serem considerados para a Auditoria de Segurança Viária (IHT, 1996). No Brasil, o primeiro trabalho reconhecido como de Auditoria de Segurança Viária trata do projeto de sinalização semafórica da cidade de São Paulo (SCARINGELA *et. al.*, 1995).

A ASV deve ser realizada por um ou mais examinadores qualificados e independentes em um processo que segue uma série de procedimentos pré-estabelecidos e

gera, ao término, um relatório de análise do projeto ou da via já construída e em operação. Nodari (2003) propõe método de avaliação da segurança potencial de segmentos rodoviários não urbanos e com pista simples.

2.2.2.2 Análise de conflitos de tráfego

O acidente viário não pode ser considerado uma mera fatalidade, existe um conjunto de fatores presentes, para viabilizar o mesmo. Sob esse enfoque, a análise de conflitos de tráfego procura identificar os ditos “quase-acidentes” (manobras evasivas entre usuários, de forma a evitar o acidente). Os “quase-acidentes” ocorrem em quantidades significativamente superiores aos acidentes, permitindo o emprego de técnicas estatísticas na análise. Sua aplicação é recomendada em interseções e acessos.

2.2.2.3 Outras abordagens

Okamoto e Koshi (1989), Fridström e Ingebrigtsen (1991), Miaou e Lum (1993), Shankar et. al. (1995), Al-Masaeid (1997) e Wang et. al. (1998) propõem modelos de previsão de acidentes viários através de variáveis vinculadas às características físicas das rodovias. O pressuposto básico de todos estes estudos é de que para diferentes condicionantes da via são observados diferentes comportamentos entre os condutores, e que estes comportamentos podem estar associados a um acréscimo ou decréscimo de situações que possam levar à ocorrência de um acidente viário.

O presente trabalho, embora não tenha por objetivo modelar acidentes segundo características físicas da rodovia, assemelha-se a este tipo de abordagem por classificar diferentes segmentos viários segundo seu padrão de utilização, obtido através dos elementos geométricos da via e de modelos de estimativa da velocidade. Em estudo de caso, a classificação obtida é confrontada com índices de acidentes, de forma a identificar se a correlação pode ser interpretada como alta, baixa ou nula.

2.2.3 Análise da segurança viária: indicadores

A utilização de uma base de dados consistentes é uma condição básica para o desenvolvimento de qualquer tipo de análise da segurança viária. Além de confiável, os dados devem ser em grande número, de forma a minimizar o fator imponderável. Para tanto, bases

históricas e agregadas (sem a eliminação e/ou classificação por tipo de acidente, veículos, etc.) são as mais utilizadas.

A análise da segurança viária utiliza indicadores como elementos que permitem estabelecer comparação e proporção entre vias distintas. Também é possível avaliar a segurança viária de uma via a partir de sua série histórica. Entre os principais indicadores de segurança utilizados no mundo estão:

- número de acidentes com vítimas por 10.000 veículos;
- vítimas fatais por 10.000 veículos;
- número de acidentes por 10^6 veículos-quilômetro;
- vítimas fatais por 10^6 quilômetros-ano;
- número de acidentes por 100.000 habitantes-ano;
- vítimas fatais por 100.000 habitantes-ano.

Enquanto os quatro primeiros itens podem ser considerados indicadores da segurança no trânsito, os dois últimos são indicadores de segurança pública (RETZKO, 1997).

Para confrontar a classificação de segmentos viários, através da análise de consistência geométrica, com dados de acidentes é necessária a utilização de um indicador que registre a posição do acidente na rodovia através do seu marco quilométrico. Embora pareça uma questão básica e presente nos Boletins de Ocorrência – BOs das Polícias Rodoviárias Federal e Estadual, o marco quilométrico nem sempre está próximo e/ou implantado na rodovia. Além disso, existem casos em que os marcos quilométricos implantados e os dados geométricos da via não correspondem. Desta forma, é importante salientar a necessidade de observar o sentido, e os quilômetros iniciais e finais dos trechos viários considerados.

Uma vez referenciado ao marco quilométrico, o indicador a ser adotado para análise pode apresentar três formas distintas:

- dado “em bruto” de acidentes convertido em indicador;
- indicador com aplicação de pesos, segundo características dos acidentes;
- indicador resultante de modelos de estimativa (Empirical Bayes).

A utilização de dados “em bruto” de acidentes referenciados ao marco quilométrico deve levar em conta a extensão do segmento em estudo e seu VDM na composição de um indicador de comparação. Este indicador é o utilizado pela FHWA (2000),

conforme visto na Tabela 2. O indicador não utiliza qualquer tipo de peso na classificação dos acidentes, considerando um simples abaloamento, sem vítimas, como uma colisão frontal, com óbitos, como acidentes semelhantes na taxa de acidentes totais. O indicador pode ser desdobrado em taxa de acidentes ou taxa de acidentes com óbitos, sendo este último mais empregado.

Outro tipo de abordagem prevê a discriminação dos acidentes por tipo, aplicando pesos maiores a acidentes de maior gravidade. Este tipo de ponderação permite a utilização de todos os dados de acidentes em um único indicador, de forma mais eficiente que o caso anterior. A questão básica reside na definição dos pesos apropriados, segundo diversas condicionantes, geralmente regionais e econômicas.

Dados de acidentes por quilômetro se apresentam de forma discreta. Quando a base de dados históricos é pequena, e em locais de baixa ocorrência de acidentes, fatores imponderáveis podem afetar significativamente a distribuição dos mesmos ao longo da via, dificultando qualquer tipo de análise com os mesmos. Uma das técnicas para “refinar” essa base de dados consiste na modelagem da ocorrência dos acidentes e na aplicação do Teorema de Bayes (Empirical Bayes – EB). O Teorema de Bayes, da estatística das probabilidades combinadas, permite alterar as probabilidades obtidas pelo modelo criado a partir de novas evidências, tornando a nova estimativa mais precisa. Cafiso *et al.* (2007) utilizam esta técnica para transformar dados de acidentes observados em valores estimados pelo modelo proposto e em valores EB estimados.

Embora a modelagem de acidentes com a aplicação do Teorema de Bayes apresente, como grande vantagem, a possibilidade de atualizar os valores estimados a partir de novos dados observados, o presente trabalho adotou indicadores de acidentes “em bruto” e pela técnica de atribuição de pesos. Contribuíram para esta decisão:

- a disponibilidade de uma base de dados histórica de acidentes bastante significativa (6 anos);
- a grande quantidade de acidentes registrados nesta base de dados (14.608), minimizando o problema de dados discretos;
- o registro da gravidade do acidente através da indicação do número de feridos e mortos;
- a facilidade de obtenção de um índice para confronto com o índice de consistência geométrica – ICG, foco principal da tese.

Desta forma, o presente trabalho, pretende utilizar quatro indicadores a partir da relativização dos (i) acidentes totais, (ii) parciais, (iii) da Unidade Padrão de Severidade – UPS (DENATRAN, 1987) e (iv) dos custos de acidentes no Brasil, segundo IPEA (2006).

2.2.3.1 Unidade padrão de severidade – UPS

Com o objetivo de qualificar o tipo de acidente o DENATRAN (1987) propõe um indicador que leva em conta o número equivalente de acidentes em Unidades Padrão de Severidade – UPS. A UPS divide os acidentes em três categorias distintas, conforme Tabela 12.

Tabela 12 – Classificação de acidentes segundo UPS

Tipo de Acidente	Peso
Acidentes somente com danos materiais	1
Acidentes com ferido(s)	5
Acidentes com vítima(s) fatal(is)	13

Fonte: DENATRAN (1987)

O peso dado para cada uma das categorias, foi definido a partir de estudo para a determinação de custos de acidentes realizado pelo DNER em 1980. É importante salientar que o número de vítimas com ferimentos e de mortos por acidente não altera a pontuação e, que o acidente só pode ser classificado em um dos três níveis. Desta forma, um trecho específico com registro de 42 acidentes sem vítimas, 23 acidentes com feridos e 9 com mortos possui um UPS de 274 ($42 \times 1 + 23 \times 5 + 9 \times 13$).

Em 2002, o Ministério dos Transportes ampliou a Tabela 12, dividindo o item acidentes com ferido(s) em dois itens “acidentes com ferido(s)” com peso 4 e “acidentes com ferido(s) envolvendo pedestres” com peso 6. Como a base de dados de acidentes utilizada não dispunha da informação sobre o envolvimento de pedestres, de forma clara e objetiva, optou-se pela adoção da classificação da Tabela 12.

2.2.3.2 Custos por acidente

Os impactos econômicos, no Brasil, em decorrência de acidentes viários são estimados pelo IPEA (2006), conforme Tabela 13.

Tabela 13 – Classificação de acidentes segundo seu custo

Tipo de Acidente	Custo [R\$]
Acidentes somente com danos materiais	1.207,00
Acidentes com ferido(s)	$N_F \times 38.256,00$
Acidentes com vítima(s) fatal(is)	$N_M \times 281.216,00$

Fonte: IPEA (2006)

Onde:

N_F = número de feridos

N_M = número de mortos

Um único acidente (R\$ 1.207,00), com duas vítimas fatais (2 x R\$ 281.216) e com três feridos (3 x R\$ 38.256,00) representa um custo para a sociedade equivalente a R\$ 678.407,00. Diferente do indicador UPS, o indicador custos por acidente requer uma base de dados com registro do número de feridos e mortos por acidente.

2.2.3.3 Índice de acidentes adotado

Os dados de acidentes, o UPS e o indicador de custos por acidente são indicadores de acidentes que não podem ser empregados para comparações entre trechos distintos. Este fato decorre da impossibilidade de expressar, nestes indicadores, uma relação com a exposição dos veículos, obtendo desta forma, uma relativização do mesmo. A incorporação de parâmetros como o Volume Diário Médio Anualizado (VDM_A), a extensão do trecho e o período de estudo transformam estes indicadores em índices que podem ser utilizados na comparação e classificação de trechos distintos.

A Equação 34 indica a relação entre as diferentes grandezas mencionadas na formação do índice de acidentes por unidade padrão de severidade.

$$I_i = \frac{G_i \times 10^6}{VDM_A \times P \times E} \quad (34)$$

Onde:

I_i = índice de acidentes por acidentes totais, parciais ou UPS

G_i = grandeza considerada (acidentes totais, parciais ou UPS)

VDM_A = volume diário médio anualizado, de veículos passando pelo trecho [veículos]

E = extensão do trecho [km]

P = período do estudo (geralmente 365 dias) [dias]

A Equação 35 apresenta o índice de acidentes por custo a partir do somatório dos custos decorrentes de acidentes, feridos e mortos, relativizado pelas grandezas que caracterizam a exposição. Os coeficientes adotados decorrem da Tabela 13.

$$I_{RS} = \frac{R\$1.207,00 \times N_A + R\$38.256,00 \times N_F + R\$281.216,00 \times N_M}{VDM_A \times P \times E} \quad (35)$$

Onde:

I_{RS} = índice de acidentes por custo

N_A = número de acidentes [un]

N_F = número de feridos [un]

N_M = número de mortos [un]

VDM_A = volume diário médio anualizado, de veículos passando pelo trecho [veículos]

E = extensão do trecho [km]

P = período do estudo (geralmente em anos) [ano]

2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão bibliográfica realizada, para dar suporte ao presente estudo, permite, de forma resumida, estabelecer a seguinte linha de pensamento:

- Acidentes viários são considerados problemas de saúde pública por grande parte das sociedades modernas.
- Os acidentes em rodovias são potencialmente mais graves, quando confrontados com acidentes viários urbanos, em virtude da maior velocidade dos veículos.
- Diferentes tipos de abordagens procuram identificar relações de causa-efeito que permitam reduzir problemas de segurança viária em rodovias.
- Para rodovias de pista simples, o método de análise da consistência geométrica permite identificar inconsistências geométricas que possam afetar o padrão de utilização da rodovia e, conseqüentemente, sua segurança.
- Quase totalidade dos métodos de consistência geométrica baseia-se na (i) estimativa da velocidade operacional e (ii) critérios de classificação.
- Modelos de estimativa da velocidade operacional são desenvolvidos e calibrados a partir dos principais elementos geométricos da via. Diferentes tipos de modelos podem ser observados em diferentes países e para um mesmo país, segundo abordagens distintas.

- Os critérios de classificação mais conhecidos baseiam-se na consistência do projeto (Critério de Segurança I), consistência da velocidade operacional (Critério de Segurança II) e no coeficiente de atrito (Critério de Segurança III).
- A FHWA, desde 2000, recomenda a utilização do *software* IHSDM para análise de projetos e de rodovias de pista simples implantadas, nos Estados Unidos.
- O módulo de consistência geométrica – DCM, uma das quatro ferramentas de análise do *software* IHSDM para rodovias de pista simples, apresenta modelos de estimativa da velocidade operacional para a realidade norte-americana. Como critérios de classificação, adota os Critérios de Segurança I e II apenas, por estarem relacionados de forma direta com a velocidade operacional.
- Embora o *software* IHSDM venha sendo utilizado como ferramenta de análise em diferentes países (AEPO, 2002), seus modelos de estimativa da velocidade operacional não estão calibrados para a grande diversidade de condicionantes geométricas, ambientais, veiculares e culturais existentes no mundo.
- Outro problema na utilização do IHSDM, decorre da obrigatoriedade de introdução dos principais elementos geométricos conforme uma única interface padrão. Em muitos países, projetos viários são alterados ao longo da construção e o projeto “*as-build*” não é executado. Também é bastante comum não encontrar projetos viários mais antigos em decorrência de extravio ou problemas de arquivamento. Desta forma, a obtenção dos elementos geométricos necessários para a análise pelo IHSDM fica comprometida.
- A elaboração de um método de consistência geométrica para rodovias de pista simples, que possa ser empregado com simplicidade e eficiência, pressupõe (i) a elaboração de modelo(s) de estimativa da velocidade operacional para nossa realidade e (ii) a criação de interface que permita obter os elementos geométricos de rodovias já implantadas, a partir de base de dados de fácil obtenção e de baixo custo.

3 MÉTODO PROPOSTO PARA ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA

O método proposto para análise da consistência geométrica de rodovias de pista simples estabelece um indicador de desempenho denominado Índice de Consistência Geométrica – ICG. Este indicador, dividido em dois níveis distintos, ICG_{trecho} e ICG_{km} , permitirá classificar e ordenar rodovias e trechos viários segundo sua consistência geométrica.

3.1 ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO

A construção do método se desenvolveu em várias etapas (Figura 7). De forma a dar uma visão abrangente do trabalho realizado, para a construção do método proposto, apresenta-se abaixo resumo das principais etapas do mesmo.

- **Etapa 1 – Elaboração de modelo de previsão da V_{85} potencial:** através de dados de velocidades pontuais e de parâmetros geométricos de segmentos viários, devidamente analisados, são concebidos modelos de estimativa da velocidade operacional para veículos de passeio. A partir de técnicas de análise multivariada é concebido o modelo definitivo em função do raio planimétrico, valor absoluto da declividade, seu sinal e lado da curva. O modelo é submetido à validação e medidas de desempenho;
- **Etapa 2 – Modelo para obtenção da V_{85} efetiva:** através do modelo de estimativa da velocidade operacional potencial e de taxas de aceleração e desaceleração é desenvolvido o método de estimativa da velocidade operacional efetiva. Limitações geométricas anteriores e posteriores ao trecho estudado definem o padrão de comportamento da V_{85} efetiva. Nesse sentido, o digrama de velocidades apresenta duas configurações distintas, conforme sentido da via. Também é abordado o fator de desempenho do veículo na aceleração em aclives;
- **Etapa 3 – Método para conversão de dados georreferenciados em elementos geométricos:** a utilização de um método de análise da consistência geométrica pressupõe a existência de dados plani-altimétricos da rodovia. Na impossibilidade de obtenção destas informações *as-built*, em boa parte das rodovias gaúchas e brasileiras, optou-se pela criação de um método de conversão de dados georreferenciados em elementos geométricos. Uma vez convertidos, a nova base de dados está pronta para ser submetida a análise através do ICG, também podendo ser utilizada no *software* IHSDM;

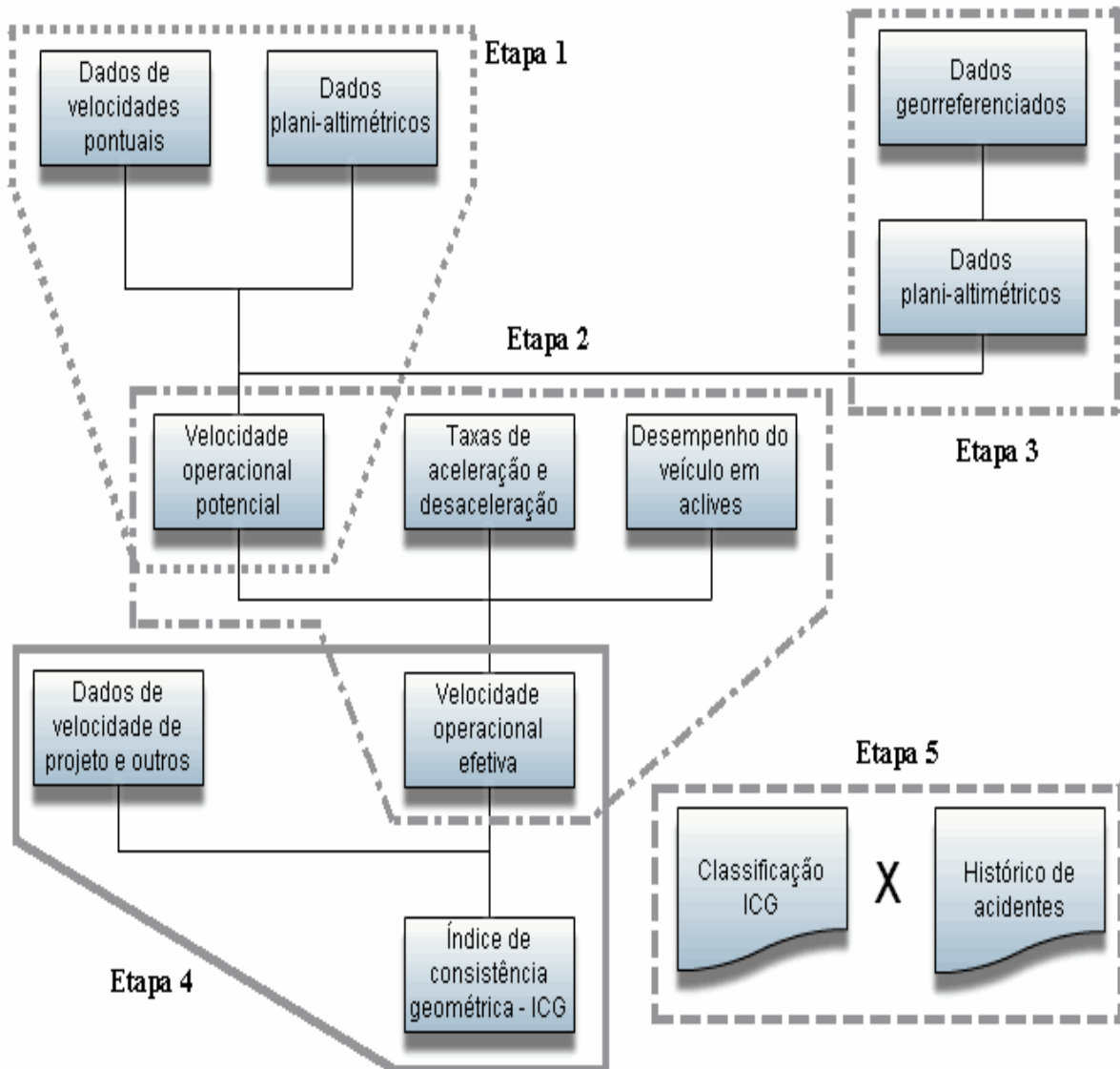


Figura 7 – Diagrama das etapas para elaboração do método proposto

- **Etapa 4 – Método para classificação de rodovias através do ICG:** são apresentados os principais elementos que compõem a classificação através do ICG. Correções impostas na análise geométrica, classificação pelo Critério de Segurança I e II e parâmetros para ajuste de peso dos diferentes indicadores que compõem o ICG, bem como de sua amplitude, são abordados neste item;
- **Etapa 5 – Estudo de caso: confronto do ICG com índices de acidentes:** embora este item não faça parte do método de análise da consistência geométrica através do ICG, é realizado, no capítulo subsequente desta tese, um Estudo de Caso em rodovias do Estado do Rio Grande do Sul, confrontando a classificação obtida com dados históricos de acidentes.

3.2 OPERACIONALIZAÇÃO DO PROCESSO

Com o objetivo de desenvolver as etapas da melhor forma possível, foram empregados vários recursos computacionais:

- **Etapa 1 – Elaboração de modelo de previsão da V_{85} potencial:** a análise das variáveis e os modelos de regressão linear simples e múltiplas foram obtidos a partir da utilização do *software* de planilha Microsoft Excel e do *software* estatístico SPSS versão 8.0. O modelo gerado a partir da técnica multivariada de componentes principais utilizou o *software* estatístico STATGRAPHICS versão 2.1;
- **Etapa 2 – Modelo para obtenção da V_{85} efetiva:** a transformação da velocidade operacional potencial em efetiva, a partir das condicionantes geométricas da via e de equações que modelam as taxas de aceleração e desaceleração para diferentes cenários de velocidade, foi concebida através de programação no *software* Microsoft Visual Basic 2005. Como resultante foi criado o programa CalVelOpe.EXE – programa para cálculo da velocidade operacional (desenvolvido pelo autor);
- **Etapa 3 – Método para conversão de dados georreferenciados em elementos geométricos:** a base de dados georreferenciados fornecida pelo DAER/RS em formato texto (TXT) foi inicialmente manipulada pelo *software* de planilha Microsoft Excel. A nova base de dados convertida em um arquivo *script* (SCR) para CAD (*Computer Aided Design*) gerou os arquivos de desenho planimétrico e altimétrico da via no *software* WorkCAD 2006. Comandos CAD próprios, desenvolvidos para a Tese, permitiram a obtenção dos elementos geométricos da via a partir dos pontos georreferenciados. O arquivo resultante foi processado no programa CalVelOpe.EXE. Se os dados geométricos da rodovia ou projeto viário estiverem disponíveis, esta etapa poderá ser desconsiderada;
- **Etapa 4 – Método para classificação de rodovias através do ICG:** a classificação segundo os critérios de segurança I e II e pelo indicador ICG resultam do diagrama de velocidades operacionais obtido no programa CalVelOpe.EXE. O relatório de análise da consistência geométrica decorre dos valores obtidos através do programa processados em gráficos programados no *software* de planilha Microsoft Excel.
- **Etapa 5 – Estudo de caso: confronto do ICG com índices de acidentes:** inicialmente procedeu-se a conversão da base de dados disponíveis para o índice de acidentes adotado, através do *software* de planilha Microsoft Excel. Para desenvolver a análise de

correlação entre este índice e o ICG foi empregado o *software* estatístico STATGRAPHICS versão 2.1

3.3 ELABORAÇÃO DE MODELO DE PREVISÃO DA V_{85} POTENCIAL

O método para elaboração do modelo multivariado de previsão da velocidade operacional teve como etapas preliminares o desenvolvimento do Projeto de Experimento e a Análise das Variáveis. Na seqüência, foram esboçadas diferentes tentativas de modelos com a criação do modelo final, sua validação e análise de erros. Na etapa final é realizada uma análise de sensibilidade do modelo proposto

3.3.1 Projeto do experimento

O projeto de experimento, para a elaboração de um modelo de previsão da velocidade operacional, utilizou dados provenientes da Dissertação de Mestrado do autor (García, 2002), obtidos no período de agosto a novembro de 2001. Na ocasião, propôs-se um modelo de estimativa da velocidade operacional em curvas através do seu raio planimétrico. O modelo proposto, nesta Tese, incorpora os elementos planimétricos raio e lado de inflexão da curva (esquerda ou direita) e os elementos altimétricos declividade (percentual) e aclive ou declive (variável *dummy*). Elementos geométricos relevantes, como o ângulo de deflexão e/ou o comprimento do arco da curva, a projeção da parábola de concordância vertical, a largura da faixa de rolamento e acostamentos, não puderam ser considerados visto que a base de dados utilizada não continha tais informações. No projeto de experimento foram observados os critérios:

3.3.1.1 Identificação do intervalo da amostra

Foram analisadas 60 curvas, medidas nos dois sentidos (lado esquerdo e lado direito de cada curva), totalizando 120 sítios, com intervalo de raios planimétricos entre 50 e 1000 metros e declividades entre -8% e 8%. O quadro resumo da base de dados utilizada na elaboração do modelo de estimativa da velocidade operacional potencial é apresentado no Apêndice B.

3.3.1.2 Determinação do tamanho da amostra por curva

Para um desvio padrão de 8,5 km/h, valor atribuído a rodovias de pista simples (Box e Oppenlander, 1976), um nível de confiança de 95% ($K = 1,96$), um erro admissível para a estimativa de 4 km/h e uma constante de correção para 85 percentil ($U = 1,04$), obteve-se um tamanho de amostra mínima de 27 dados de velocidade pontual por sítio, ou seja, para efeitos estatísticos, um mínimo de 30 dados por sítio.

3.3.1.3 Veículo tipo

Dos dados de velocidades pontuais obtidos, apenas foram considerados os referentes a veículos de passeio. Esta medida foi tomada para equiparar o método proposto à análise de consistência geométrica do *software* IHSDM, para veículos de passeio classificados como “*Passenger Car – Type 1*”. A classificação em tipo 1, dividida em 5 níveis, indica veículos com baixa taxa de aceleração e velocidade final reduzida. Embora este tipo de veículo represente apenas 10% dos veículos que trafegam em rodovias dos Estados Unidos – contra 30% dos veículos classificados como tipo 5 – em face ao grande número de veículos populares (1000cc) existentes no Brasil, optou-se por estabelecer o enquadramento dos veículos de passeio nesta categoria.

3.3.1.4 Método para coleta de dados de velocidade pontual

O Método das Bases Longas, para obtenção de velocidades pontuais, foi escolhido em função do fácil acesso aos equipamentos necessários e da simplicidade de operação (CET, 1982). O material necessário restringe-se a uma trena de 20 metros, um ou dois cronômetros, ficha de campo, prancheta, caneta e tinta ou fita crepe para demarcação das seções de cronometragem.

O segmento escolhido deve ser medido ao longo do seu eixo, demarcando-se as seções transversais de início e fim. A velocidade é obtida da confrontação da distância percorrida pelo tempo registrado no cronômetro. A precisão do processo decorre dos fatores: (i) o comprimento mínimo não pode ser pequeno demais, para não ser, proporcionalmente, muito afetado pela imprecisão no acionamento e leitura do cronômetro, (ii) comprimentos acima de 80 metros podem introduzir um outro fator de erro, referente ao efeito de “paralaxe”, nestes casos é recomendado o apoio de um observador na seção de início para indicar a passagem do veículo por esta e, (iii) erro de leitura ou acionamento do cronômetro.

Comprimentos entre 40 e 80 metros e bons observadores fornecem estimativas aceitáveis de velocidades pontuais.

3.3.1.5 Método para coleta de dados topográficos

A identificação dos principais elementos característicos das curvas (raio planimétrico e declividade) foi obtida através de levantamento topográfico. O método de levantamento utilizado é denominado de Levantamento Taqueométrico, e sua escolha decorreu do fato deste método exigir uma equipe mínima formada por apenas dois operadores.

3.3.1.6 Considerações sobre os segmentos em estudo

A elaboração de um modelo velocidade operacional função de parâmetros geométricos de rodovias de pista simples deve eliminar ou reduzir a interferência de outros fatores alheios à pesquisa. Desta forma, estabeleceram-se condicionantes para a seleção dos segmentos, como, por exemplo:

- **condicionantes de fluxo livre:** a determinação da velocidade operacional pressupõe o fluxo livre de veículos. Segundo o HCM (2000), a velocidade de fluxo livre (FFS – *free flow speed*) deve ser medida em períodos de baixo fluxo veicular, através de amostragem sistemática (por exemplo, a cada 10 veículos) em locais com taxa de fluxo bidirecional inferior a 200 pc/h (equivalente em carros de passeio por hora). A determinação das rodovias a serem analisadas, além de respeitar esta condicionante, procurou identificar segmentos com taxas entre 100 e 200 veículos por hora por sentido, de forma a facilitar o processo de marcação da pista e do levantamento de dados das velocidades pontuais. Taxas inferiores a 100 veículos por hora por sentido poderiam gerar atrasos significativos na medição da amostra mínima necessária, e taxas superiores a 200 poderiam dificultar a marcação sobre o eixo da pista, colocando em risco a equipe de levantamento;
- **intertangente mínima:** a velocidade operacional de uma curva pode ser influenciada pela velocidade registrada na curva anterior. A análise de dependência ou independência, entre as curvas, pode ser identificada a partir do ponto, sobre a intertangente, em que a aceleração é igual a zero, ou seja, velocidade constante, situação esta que indica que o motorista atingiu a velocidade máxima desejada. Como o equipamento disponível para medição das velocidades pontuais não permitia a medição

da aceleração, a análise sobre o segmento ser válido ou não (independente ou dependente, respectivamente) partiu do princípio de estabelecer uma intertangente mínima, de forma a tornar os efeitos da curva anterior iguais ou próximos a zero. O valor adotado para esta intertangente equivale, em metros, a quatro vezes a velocidade de projeto, desta forma, para $V_d = 60\text{km/h}$ tem-se uma intertangente mínima de 240 metros (DAER/RS, 1991);

- **inexistência de interseções próximas:** a existência de interseções próximas aos segmentos analisados é fator perturbador do fluxo de veículos, devido às desacelerações provocadas. Nesse sentido, não foram considerados, para fins deste estudo, segmentos de rodovias próximos às interseções.
- **inexistência de objetos adjacentes à via:** objetos muito próximos à rodovia podem causar um atrito lateral de forma a interferir na velocidade operacional. Este fato ocorre, principalmente, na travessia de pequenas localidades (muros, igrejas, cemitérios, bares, postos de gasolina, etc.).
- **condicionantes de pavimento:** os segmentos analisados devem possuir boas condições de trafegabilidade. A inexistência de problemas quanto à superfície, estrutura e drenagem dos pavimentos deve ser garantida.
- **condicionantes climáticas:** embora a condição climática não esteja vinculada diretamente às características dos segmentos em estudo, sabe-se que restrições climáticas, como chuva forte, neve e neblina, são fatores que afetam a velocidade operacional da via, reduzindo a mesma. Não foram considerados levantamentos em períodos de chuva, neblina e neve.

3.3.1.7 Dados sobre as rodovias do estudo

O presente estudo foi desenvolvido utilizando quatro rodovias cadastradas no Sistema Rodoviário do estado do Rio Grande do Sul – SRE (DAER/RS, 2005a). Tais rodovias possuíam como características comuns: pista simples, Nível de Serviço, na época do levantamento, entre A e C e respeitavam os critérios relatados nos itens 3.1.1. a 3.1.6. As rodovias selecionadas, bem como suas principais características, são apresentadas na Tabela 14.

Tabela 14 – Características dos trechos considerados

Rodovia	RS/020	RS/115	BR/116	RS/040
Trecho	Morungava – Entr. RS/242 (p/ Santo Antônio da Patrulha)	Entr. RS/373 (Várzea Grande) – Entr. RS/235 (Gramado)	Ivoti (Acesso p/ Colônia Japonesa) – Entr. RS/326 (p/ Ivoti)	Capão da Porteira – Entr. BR/101 (Capivari)
Extensão [km]	50,97	41,90	52,20	75,40
Região	ondulada	ondulada a montanhosa	montanhosa a escarpada	plana
Classe	2	1	2	1
Vel proj. [km/h]	60	80 (km 0–23) 60 (km 23–42)	60	80
VDM (proj. 2001)	3022	7282	1464	3284

Dos 120 sítios levantados, 26 foram descartados por apresentarem problemas no tamanho da amostra (em virtude do elevado desvio padrão) ou na intertangente mínima, sendo aproveitados 30 sítios da RS-020, 19 da RS-115, 22 da BR-116 e 23 da RS-040. Desta forma, os sítios utilizados na elaboração do modelo e sua validação perfazem um total de 94.

3.3.2 Análise das variáveis

Os elementos geométricos presentes na base de dados, considerados neste estudo, foram divididos em dois grupos. O primeiro grupo, composto por 71 elementos (75% do total), foi utilizado para a elaboração do modelo. Os restantes 23 elementos (25%) foram separados para a validação, conforme Apêndice C.

Com base nos 71 elementos, do primeiro grupo, procedeu-se, como etapa preliminar, a identificação da variabilidade da velocidade operacional em função de cada um dos elementos geométricos considerados.

3.3.2.1 Análise da V_{85} em função da variável raio

As equações 16 a 19, mostradas na Tabela 4 sugerem modelos de regressão linear baseados no raio horizontal, apresentando a velocidade operacional como função inversa do mesmo (FHWA, 2000). A Figura 8a indica em gráfico a relação direta entre a velocidade operacional e o raio, enquanto a Figura 8b apresenta a relação inversa. É perceptível, através

das linhas de tendência, verificar o melhor ajuste da Figura 8b. Este fato é confirmado através do coeficiente de determinação maior da mesma.

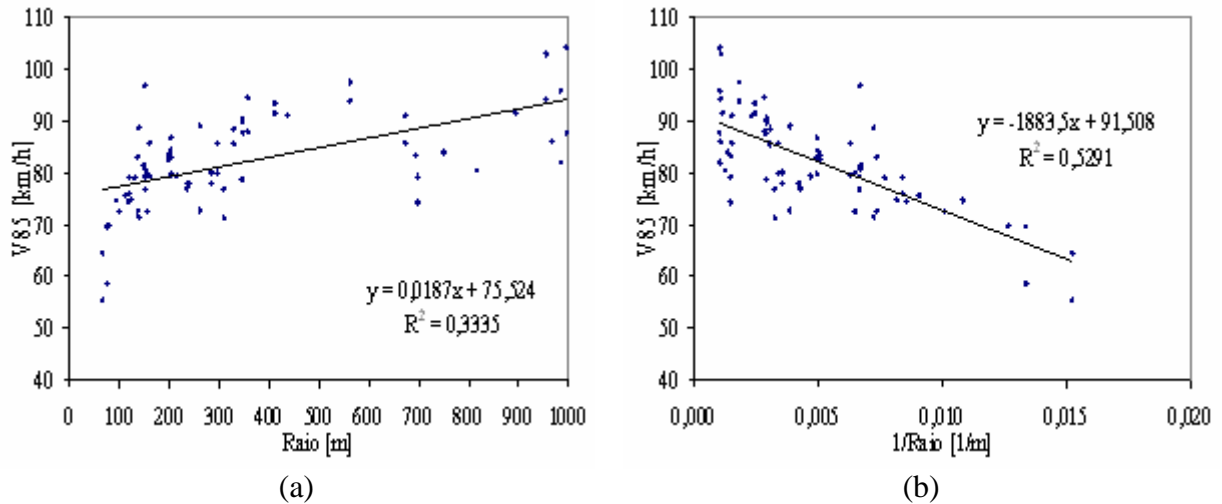


Figura 8 – V_{85} em função do raio (a) e em função inversa do raio (b)

3.3.2.2 Análise da V_{85} em função da declividade

Boa parte dos modelos de estimativa da V_{85} propostos utilizam como única variável independente o raio planimétrico. São poucos os modelos que agregam outros elementos geométricos na tentativa de explicar a variabilidade da V_{85} .

Os modelos propostos pela FHWA (2000) sugerem a interferência da declividade na velocidade operacional. Analisando as equações 16 a 19 pode-se perceber que para um raio infinito, a velocidade operacional dos intervalos de declividades entre 0% e -4% e entre 0% e 4% é de 105,98 e 104,82 km/h, respectivamente, e que esta velocidade cai nos intervalos mais críticos de declividades ascendentes ou descendentes (96,61 e 102,10 km/h).

Este comportamento indica velocidades maiores para declividades menos acentuadas, em valores absolutos. Quando confrontados aclives e declives percebe-se que os primeiros apresentam velocidades inferiores aos segundos. De fato, analisando a Figura 9a, percebe-se a impossibilidade de explicar a variabilidade a partir da variável independente declividade, enquanto é possível perceber uma relação entre a variabilidade da velocidade operacional e os valores absolutos de declividades.

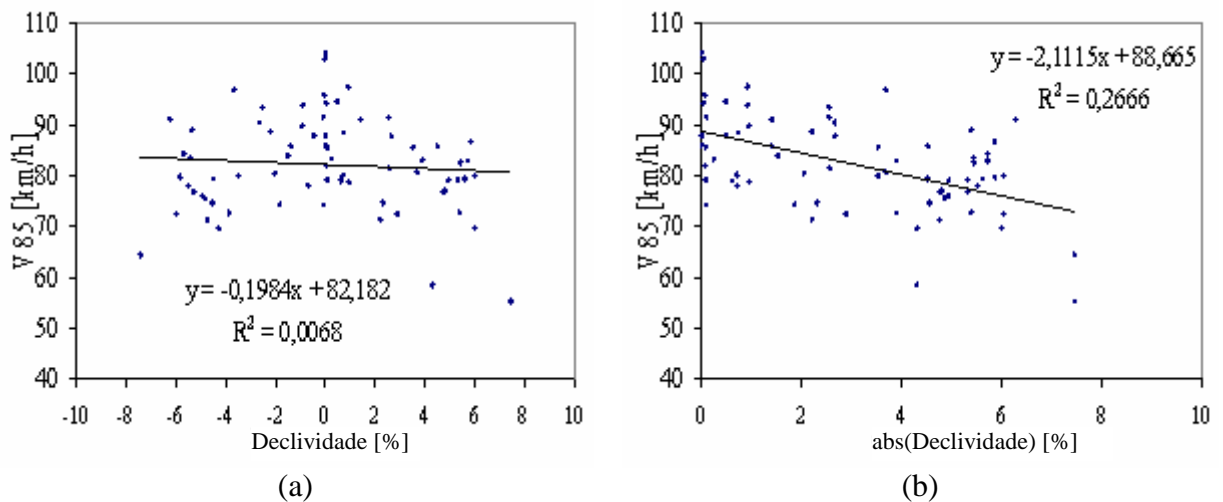


Figura 9 – V_{85} em função da declividade (a) e em função do valor absoluto da declividade (b)

Este comportamento também pode ser observado nos modelos propostos pela FHWA (2000). Na Figura 10 é possível observar que as velocidades operacionais mais altas ocorrem nas faixas de 0% a -4% e de 0% a 4%. As demais faixas apresentam valores de velocidade inferiores.

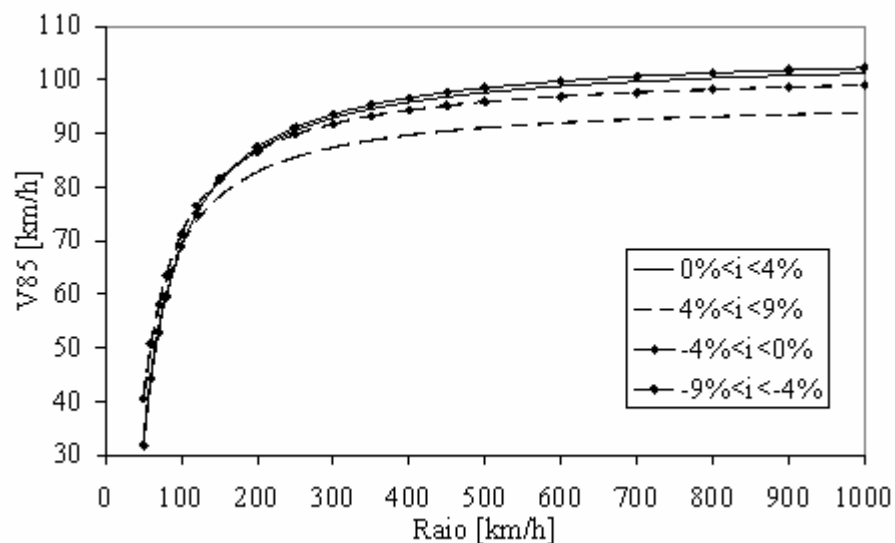


Figura 10 – Modelos V_{85} em função do raio para faixas de declividades (FHWA, 2000)

O comportamento registrado no gráfico da Figura 10 indica que o condutor tem uma percepção mais favorável de segurança em nível ou com declividades de baixo valor. Contudo, é possível ainda, identificar que o modelo para a faixa entre 4% e 9% destaca-se como aquele significativamente inferior aos demais. Sabe-se que nesta situação, além da maior percepção de insegurança, soma-se a este fator a queda de desempenho dos veículos, em especial os mais pesados e menos potentes.

3.3.2.3 Análise da V_{85} em função do lado da curva

Dos 71 dados utilizados para a elaboração do modelo, 34 referiam-se a curvas à direita e 37 à esquerda. Analisando o comportamento das velocidades, para os dois diferentes grupos, obtiveram-se os valores médios 83,50 km/h e 80,98 km/h e desvios padrões 1,675 km/h e 1,420 km/h, respectivamente. A análise através do SPSS (T-TESTE) retorna um $t = 1,156$ que é inferior ao t crítico, para 69 graus de liberdade e um nível de significação de 0,05, igual a 1,997. Pela análise estatística não existe diferença significativa entre os dois grupos.

Embora a variável lado da curva não tenha apresentado respaldo estatístico para sua inclusão no modelo, o presente estudo optou por considerá-la relevante, visto que curvas à esquerda (externas) e à direita (internas) oferecem percepções visuais distintas ao condutor, podendo influenciar em seu comportamento quanto à velocidade. Contribui ainda, para a inclusão da variável, a técnica de análise multifatorial utilizada na obtenção do modelo.

3.3.3 Variáveis e intervalos

O Apêndice B apresenta o quadro resumo com os dados geométricos e de velocidades para o presente estudo. Foram consideradas como variáveis de interesse para o desenvolvimento do modelo, os elementos geométricos apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 – Dados estatísticos das variáveis independentes e da V_{85}

Variáveis	Estadísticos	Dados do Modelo	Dados do Teste
	Dados	71	23
Raio [m]	Min / Máx	65,77 / 995,40	82,78 / 893,40
	Média	355,85	392,57
	Desvio Pad.	284,46	261,21
Declividade [%]	Min / Máx	-7,45 / 7,45	-4,36 / 6,27
	Média	0,01	0,35
	Desvio Pad.	3,83	2,73
Lado (<i>dummy</i>)	Min / Máx	0 (34) / 1 (37)	0 (12) / 1 (11)
Active (<i>dummy</i>)	Min / Máx	0 (36) / 1 (35)	0 (11) / 1 (12)
V_{85} [km/h]	Min / Máx	55,31 / 104,20	66,02 / 98,98
	Média	82,18	83,75
	Desvio Pad.	9,22	9,30

A variável raio é inserida no modelo como o inverso do raio, conforme 3.3.2.1. A variável declividade é decomposta em duas variáveis: o valor absoluto da declividade e a variável *dummy* aclone. Esta última variável, com valores 1 para aclone e 0 para declive ou nível, é inserida no modelo com o objetivo de aproximar o mesmo do comportamento que se verifica quando a performance do veículo é afetada pelo aclone.

A variável *dummy* lado é inserida conforme 3.3.2.3, com valores 1 para curva à esquerda e 0 para curva à direita. Em ambas variáveis *dummy*, tomou-se o cuidado de identificar o valor 1 com a situação mais comprometedora da velocidade.

3.3.4 Modelos de previsão da V_{85} gerados

3.3.4.1 V_{85} função raio planimétrico

A grande maioria dos modelos de previsão da velocidade operacional utiliza como variável explicativa o inverso do raio planimétrico. García (2002), utilizando a mesma base de dado, mas considerando todos os tipos de veículos, apresentam um modelo econométrico, de regressão linear simples e forma funcional inversa, conforme Equação 36.

$$V_{85} = 90,785 - \frac{1975,105}{R} \quad (36)$$

Onde:		P-Value
V_{85} = velocidade operacional [km/h]	Constante	0,0000
R = raio da curva [m]	1/Raio	0,0000
	$R^2 = 0,5874$	

Segundo García e Albano (2003), o modelo, além de apresentar um coeficiente de determinação satisfatório para um modelo comportamental e de ser estatisticamente válido (P-Value < 0,05 para a constante e variável independente), não apresenta resíduos com padrão de variação em função da variável independente raio. Desta forma, pode-se considerar o modelo proposto como homocedástico, ou seja, um modelo válido.

Na análise desenvolvida neste estudo, apenas para veículos de passeio, o modelo gerado é o apresentado na Equação 37. É possível perceber uma expressiva redução no coeficiente de determinação, ao comparar-se a Equação 37 com a 36. A avaliação prévia dos

dados sugere que este fato decorre da maior variabilidade da velocidade entre veículos de passeio se confrontados com ônibus e veículos de carga.

$$V_{85} = 91,508 - \frac{1883440}{R} \quad (37)$$

Onde:		P-Value
V_{85} = velocidade operacional [km/h]	Constante	0,0000
R = raio da curva [m]	1/Raio	0,0000
	$R^2 = 0,5291$	

3.3.4.2 V_{85} função de elementos geométricos

Com o objetivo de ampliar a abrangência do modelo da Equação 37, foram inseridas as variáveis independentes adicionais, *dummy* lado, valor absoluto da declividade e *dummy* aclone. Utilizou-se uma análise de regressão múltipla de forma a obter o modelo da Equação 38.

$$V_{85} = 93,1546 - \frac{166624}{R} - 1,1877 \times L - 0,469 \times |I| - 1,3434 \times A \quad (38)$$

Onde:		P-Value
V_{85} = velocidade operacional [km/h]	Constante	0,0000
R = raio da curva [m]	1/R	0,0000
L = <i>dummy</i> lado [1 – esquerda, 0 – direita ou sem curva]	L	0,4406
I = declividade [%]	I	0,2800
A = <i>dummy</i> aclone [1 – aclone, 0 – declive ou nível]	A	0,3842
	$R^2 = 0,5470$	

Avaliando os dados apresentados acima, percebe-se um pequeno acréscimo no coeficiente de determinação entre as equações 37 e 38, o que caracterizaria o segundo modelo como “mais capaz” em explicar a variabilidade da velocidade operacional.

No entanto, ao se verificar os P-Value das variáveis, pode-se perceber que, com exceção do raio e do coeficiente linear, todas as demais apresentam um P-Value superior a 0,05. Para o nível de confiança adotado de 95%, todas as variáveis que apresentarem um P-Value superior a 0,05 devem ser consideradas estatisticamente não significativas e removidas

do modelo. Neste caso, a tentativa de explicar a variabilidade da velocidade operacional a partir de um número maior de elementos geométricos, retorna à situação descrita pela Equação 37.

O insucesso na tentativa de obter um modelo de previsão da velocidade operacional, através de uma análise econométrica de regressão múltipla com as quatro variáveis independentes, remete a alguns questionamentos:

- porque não é possível obter um modelo estatisticamente válido utilizando as variáveis independentes?;
- é possível obter um modelo que contemple todas estas variáveis?;
- que ferramenta de análise deve ser empregada nesta situação? e;
- o novo modelo obtido irá diferir muito do apresentado pelas equações 36 e 37?.

A resposta para todos estes questionamentos está associada ao fato de existir uma “forte” correlação entre as variáveis tidas como “independentes” (verificada em análise estatística), ocasionando uma multicolinearidade, ou seja, a dependência entre variáveis “independentes” na análise de regressão.

Os principais elementos geométricos de uma rodovia (raio, declividade, etc.) apresentam valores limites (mínimos e máximos) dimensionados a partir da classe da rodovia e do relevo, em função da velocidade de projeto. É provável que o dimensionamento esteja por trás da multicolinearidade entre os elementos geométricos tidos como variáveis “independentes”.

A multicolinearidade entre as variáveis, na tentativa de se gerar um modelo através de regressão múltipla, apresenta problemas a seguir relacionados:

- a variabilidade das predições obtidas pelo modelo é inflada;
- a variabilidade na variável dependente explicada por cada variável independente não pode ser determinada independentemente;
- a presença de uma variável independente afeta os coeficientes das outras variáveis independentes a ela correlacionadas.

Respondida a primeira questão, parte-se para a identificação de uma ferramenta de análise que nos permita responder a segunda e a terceira questões. Como o problema identificado não permite desenvolver uma análise através de variáveis totalmente

independentes, a solução é desenvolver uma análise multivariada. Entre as possíveis, optou-se pela Análise de Componentes Principais.

3.3.4.3 V₈₅ função componentes principais

A análise através de componentes principais é uma técnica de análise estatística multivariada que permite, entre outros objetivos, inferir acerca de médias multivariadas e modelos lineares.

Os componentes principais resultam da transformação das variáveis, a partir de eixos de maior variabilidade. Outra característica peculiar é da ortogonalidade entre os eixos de variabilidade. Esta ortogonalidade caracteriza a independência entre os diferentes componentes principais.

Desta forma, é possível, partindo das variáveis 1/raio, *dummy* lado, abs(declividade) e *dummy* active, obter componentes principais totalmente independentes e passíveis de serem utilizados em um modelo de regressão linear múltipla com sucesso.

A Tabela 16 apresenta os autovalores e as cargas que relacionam as variáveis originais aos componentes principais, obtidos através do *software* STATGRAPHICS versão 2.1.

Tabela 16 – Autovalores e cargas dos componentes principais

Variável	Autovalor	CP1	CP2	CP3	CP4
1 / Raio	1,649180	0,693726	-0,109208	-0,062445	0,7092
<i>dummy</i> (Lado)	1,071460	0,186226	0,654096	0,732934	-0,0169
declividade	0,901508	0,679599	-0,224349	0,011435	-0,6983
<i>dummy</i> (Active)	0,377853	0,149030	0,714073	-0,677331	-0,0955

O primeiro componente principal, que é aquele que representa o eixo de maior variabilidade, explica 41,22% da variabilidade dos dados originais. Ao utilizarem-se os três primeiros componentes têm-se 90,55%, o que já seria considerada uma boa aproximação. Esta característica peculiar à análise de componentes principais confere duas possibilidades ao método: (i) a redução de um grande número de variáveis com base em sua estrutura de correlação e, (ii) a separação de variáveis com base em características comuns mensuráveis.

Ao utilizar-se o mesmo número de componentes, em relação as variáveis adotadas, tem-se uma estrutura de eixos de variabilidade capaz de reproduzir os dados originais em sua íntegra, ou seja, 100%. Neste estudo, a análise através dos componentes principais teve por finalidade única eliminar a multicolinearidade entre as variáveis tidas como “independentes”, optando-se pela adoção dos quatro componentes principais.

Obtidos os elementos apresentados na Tabela 16, procedeu-se à padronização das cargas através da divisão das mesmas pela raiz quadrada dos autovalores correspondentes. Em uma etapa subsequente, foram gerados os escores padronizados a partir da multiplicação entre a matriz de dados ($1/\text{Raio}$, *dummy* Lado, $\text{abs}(\text{declividade})$ e *dummy* Active) e a matriz de cargas padronizadas. Utilizando-se como variável dependente a velocidade operacional e como variáveis independentes os quatro componentes principais, procedeu-se a uma análise de regressão múltipla, obtendo a Equação 39 com os respectivos coeficientes angulares β para cada CP.

$$V_{85} = 93,1545 - 1485,02 \times CP1 + 232,379 \times CP2 + 133,267 \times CP3 - 1517,0 \times CP4 \quad (39)$$

Onde:		P-Value
V_{85} = velocidade operacional [km/h]	Constante	0,0000
CP1 = componente principal 1	CP1	0,0000
CP2 = componente principal 2	CP2	0,0000
CP3 = componente principal 3	CP3	0,0000
CP4 = componente principal 4	CP4	0,0000
	$R^2 = 0,5470$	

A Equação 39 apresenta um modelo de previsão da velocidade operacional em função dos quatro componentes principais. Esta equação, além de possuir um coeficiente de determinação superior à Equação 37, possui variáveis independentes estatisticamente significativas para um nível de confiança de 99%, situação não verificada na Equação 38.

O modelo gerado possui apenas o inconveniente de não estar relacionando diretamente a variável dependente, velocidade operacional, com as variáveis independentes originais. Este inconveniente pode ser superado através da multiplicação dos coeficientes angulares (β) dos componentes principais pelas cargas padronizadas. A totalização destes valores, para cada uma das variáveis originais, gera os coeficientes angulares do modelo reescrito, conforme Equação 40. O Apêndice D apresenta em detalhe este procedimento.

$$V_{85} = 93,1545 - \frac{1666,1716}{R} - 1,1872 \times L - 0,4654 \times |I| - 1,3426 \times A \quad (40)$$

Onde:

V_{85} = velocidade operacional [km/h]

R = raio da curva [m]

L = *dummy* lado [1 – esquerda, 0 – direita ou sem curva]

I = declividade [%]

A = *dummy* aclone [1 – aclone, 0 – declive ou nível]

$$R^2 = 0,5470$$

Por fim, o modelo expresso pela Equação 40 tem significância estatística, utiliza variáveis independentes reconhecidas, possui coeficiente de determinação equivalente ao da Equação 39 e não apresenta resíduos com padrão de variação em função das variáveis independentes, podendo, desta forma, ser considerado válido.

3.3.5 Validação e medidas de desempenho

3.3.5.1 Erros

Entre os dados disponíveis, 23 foram separados de forma a serem utilizados na validação do modelo e na obtenção de medidas de desempenho. Na Figura 11 estão plotados os valores da V_{85} observada no eixo X e a V_{85} estimada no eixo Y. Os valores observados e estimados apresentam-se próximos à linha de correlação plena, desviando-se tanto acima como abaixo da mesma.

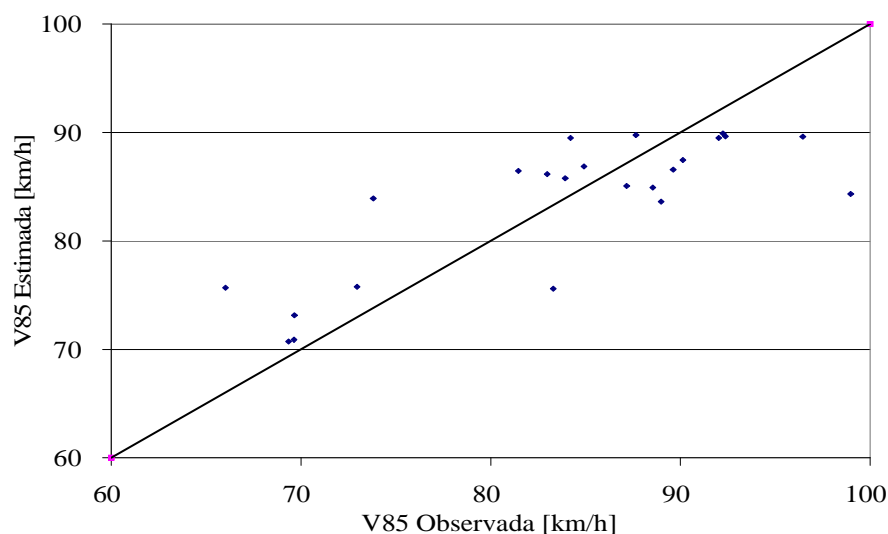


Figura 11 – V_{85} observada versus V_{85} estimada

A Tabela 17 apresenta as medidas de desempenho (ME – erro médio, MAE – erro absoluto médio, MSE – erro quadrado médio, MPE – erro percentual médio, MAPE – erro percentual médio absoluto, χ^2 – qui-quadrado e $\chi^2_{\text{crítico}}$ – qui-quadrado crítico) para o modelo e sua validação.

É importante ressaltar que os valores obtidos na Tabela 17, estão de acordo com o esperado. Os valores de erro absoluto médio do modelo e da validação enquadram-se dentro da faixa observada nos quatro modelos adotados pela FHWA (2000), que utilizam como variável dependente o raio, para diferentes faixas de declividades, com erro absoluto médio entre 3,735 e 6,13.

Os qui-quadrados inferiores aos críticos indicam não haver diferença significativa entre os valores observados e os estimados.

Tabela 17 – Medidas de desempenho do modelo e da validação

	Modelo	Validação
ME	-1,20	0,23
MAE	4,93	4,42
MSE	42,15	30,28
MPE	-2,08%	-0,26%
MAPE	6,11%	5,32%
χ^2	35,4643	8,4275
$\chi^2_{\text{crítico}}$	90,5313* ²	33,9245* ²

3.3.5.2 Box-plots

Nos Box-plots dos valores observados e estimados (Figura 12a) pode-se perceber as medianas, representadas em linha mais espessa, bastante próximas. A Box que encerra do primeiro ao terceiro *quartil* (retângulo) dos valores estimados é levemente inferior aos observados, bem como seus *whiskers* (segmentos de linha).

Na Figura 12b (Box-plot do erro absoluto médio) é possível perceber que apenas um único dado pode ser considerado *outlier*.

² $\chi^2_{\text{crítico}}$ obtido para um nível de significação de 5% e 70 graus de liberdade para o modelo e 23 para a validação.

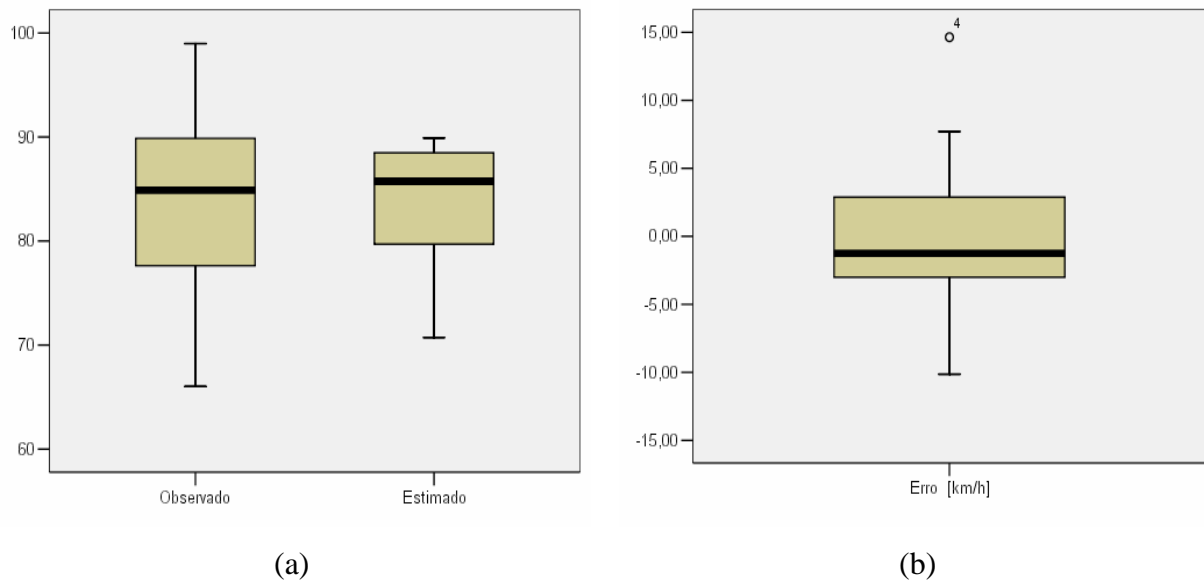


Figura 12 – Box-plots: observados e estimados (a) e erro absoluto médio (b)

3.3.6 Análise de sensibilidade da V_{85p}

O modelo de estimativa da velocidade operacional potencial proposto, conforme Equação 40, apresenta características que são avaliadas a seguir. Para tanto, procedeu-se uma análise de sensibilidade de cada uma das variáveis independentes e de seu coeficiente linear.

3.3.6.1 Coeficiente linear

A Equação 40 apresenta, como uma de suas propriedades principais, uma configuração que estabelece, para qualquer acréscimo das variáveis independentes, um decréscimo da variável dependente (V_{85}). Esta construção teve por objetivo estabelecer o maior coeficiente linear possível para a condição menos restritiva de raio, lado e declividade. O valor obtido é de 93,1545 km/h, indicando este valor como o valor limite máximo do modelo.

3.3.6.2 Variável raio

A variável raio, em sua forma inversa negativa, é a variável que apresenta a maior contribuição para o modelo. Para um raio de 50 metros, a redução proporcionada por esta variável é de 33,3234 km/h, conforme pode ser observado na Tabela 18. Valores de raios inferiores a 50 metros não foram considerados, uma vez que encontram-se abaixo do limite mínimo estabelecido pela norma para rodovias Classe III (raio 50,58 metros – DNER, (1999)).

Tabela 18 – V_{85} e redução de velocidade em função do raio

Raio	V_{85} [km/h]	Redução [km/h]
50	59,8311	33,3234
100	76,4928	16,6617
200	84,8236	8,3309
500	89,8222	3,3323
1000	91,4883	1,6662

Quanto maior o raio, menor sua contribuição na redução da V_{85} . Para uma condição de raio infinito (segmento em tangente) sua contribuição é nula, o que resulta, desconsiderando as demais variáveis, em uma V_{85} máxima de 93,1545 km/h.

3.3.6.3 Variável lado

A variável *dummy* lado (1 para a esquerda e 0 para a direita ou em tangente), apesar de não ter apresentado uma diferença significativa na avaliação do T-TESTE, é considerada e adotada no modelo, em virtude da utilização da técnica de Componentes Principais. O resultado obtido indicou um peso de 1,1872 km/h na diferença de velocidade entre os dois lados. A Figura 13 apresenta os valores de V_{85} para curvas à esquerda e direita, com declividade de 0%, em função do raio.

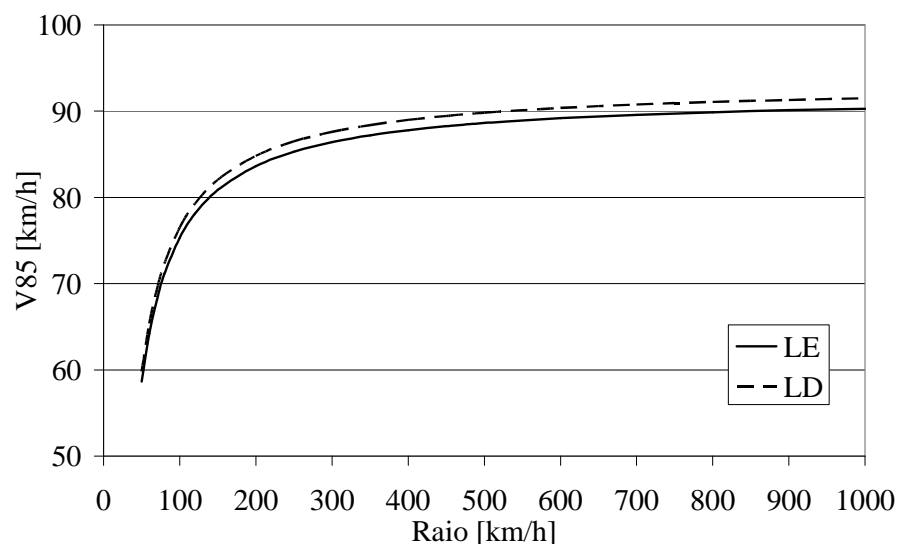


Figura 13 – V_{85} estimado para declividade de 0%, por diferença de lado

No presente estudo, não foi possível avaliar se a V_{85} de curvas à esquerda e à direita sofre variação significativa em função do raio.

3.3.6.4 Variável declividade

A declividade é uma variável que vem sendo considerada em alguns modelos de previsão da V_{85} de forma direta, ou indireta, através da formulação de diferentes equações, por faixa de declividade, conforme FHWA (2000). No modelo proposto, optou-se por decompor a variável declividade em duas: o valor absoluto da declividade e a variável *dummy* aclone (1 para aclone e 0 para declive ou nível).

A variável ‘absoluto da declividade’ indica redução nula na V_{85} para uma declividade igual a 0%. A variação de 1%, tanto para aclone como para declive, reduz a V_{85} em 0,4654 km/h. Para rodovias de Classe III em região montanhosa, a norma possibilita em segmentos curtos (150 metros) declividades de até 8%. Nesta condição, a redução de velocidade é de 3,7232 km/h.

A Figura 14 apresenta a V_{85} para curvas à esquerda, com declividades de 0% (em nível), -4% e -9% (declive), 4% e 9% (aclone), em função do raio.

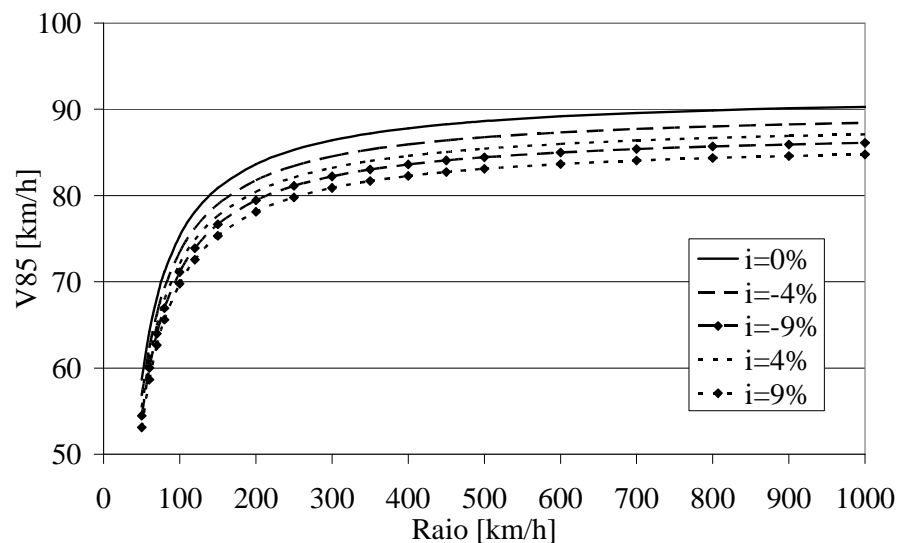


Figura 14 – V_{85} estimado para lado esquerdo, por faixa de declividade

Os valores -9% e 9%, embora ultrapassem o valor limite indicado na norma, foram utilizados neste estudo de forma a facilitar a análise comparativa do modelo proposto com os modelos da FHWA (2000).

3.3.6.5 Variável aclave

A variável *dummy* aclave foi inserida no modelo de forma a introduzir o efeito queda de desempenho dos veículos nos aclives. É importante ressaltar que o modelo proposto é concebido para veículos de passeio, que não apresentam uma queda tão expressiva da velocidade, como o registrado nos veículos de carga.

Outro aspecto que deve ser considerado é que a variável *dummy* aclave é uma partição da variável declividade. Desta forma, um veículo de passeio que estiver trafegando em um segmento viário de declividade 8% (aclive) apresentará, segundo o modelo, uma redução da V_{85} de 5,0658 km/h. Destes, 3,7232 km/h decorrem da variável ‘absoluto da declividade’ e 1,3426 km/h do fato do segmento ser em aclive.

3.3.7 Análise comparativa: V_{85p} versus modelos FHWA

Para a análise comparativa entre o modelo proposto e as equações 16 a 19 do modelo da FHWA (2000), foram gerados os quatro gráficos da Figura 15. Para cada uma das equações de 16 a 19 do modelo da FHWA (2000), com sua V_{85} (linha contínua com pontos), foram geradas duas curvas que caracterizam os valores mínimos (linha tracejada) e máximos (linha contínua) para o intervalo de declividade e lado da curva do modelo proposto. Desta forma, na Figura 15a tem-se em linha contínua os valores máximos da V_{85} em função do raio para declividade de 0% e curvas à direita. No mesmo gráfico, em linha tracejada, são apresentados os valores mínimos (declividade de 4% e curva à esquerda). A região contida entre a linha contínua e a linha tracejada é a região das V_{85} possíveis do modelo proposto.

A utilização de diferentes modelos associados em um único método de análise pode gerar inconsistências de resultados nas fronteiras de aplicação dos mesmos. Como exemplo desta situação, pode-se observar a aplicação das equações 16 e 17 da FHWA (2000) para dois segmentos viários (ambos com raio de 50,58 metros e com declividades de -4,01% e -4,00%). É possível perceber que a diferença de 0,01% é desprezível em termos geométricos, mas estabelece o limite de aplicação das equações. Pela Equação 16 ($-9\% \leq i < -4\%$), tem-se uma velocidade operacional estimada em 41,3 km/h, enquanto pela Equação 17 ($-4\% \leq i < 0\%$) tem-se uma velocidade de 32,6 km/h. Verifica-se uma diferença considerável entre as estimativas (8,7 km/h), o que é prejudicial ao método de estimativa da V_{85} do IHSDM. O método proposto, de modelo único, não apresenta estas inconsistências.

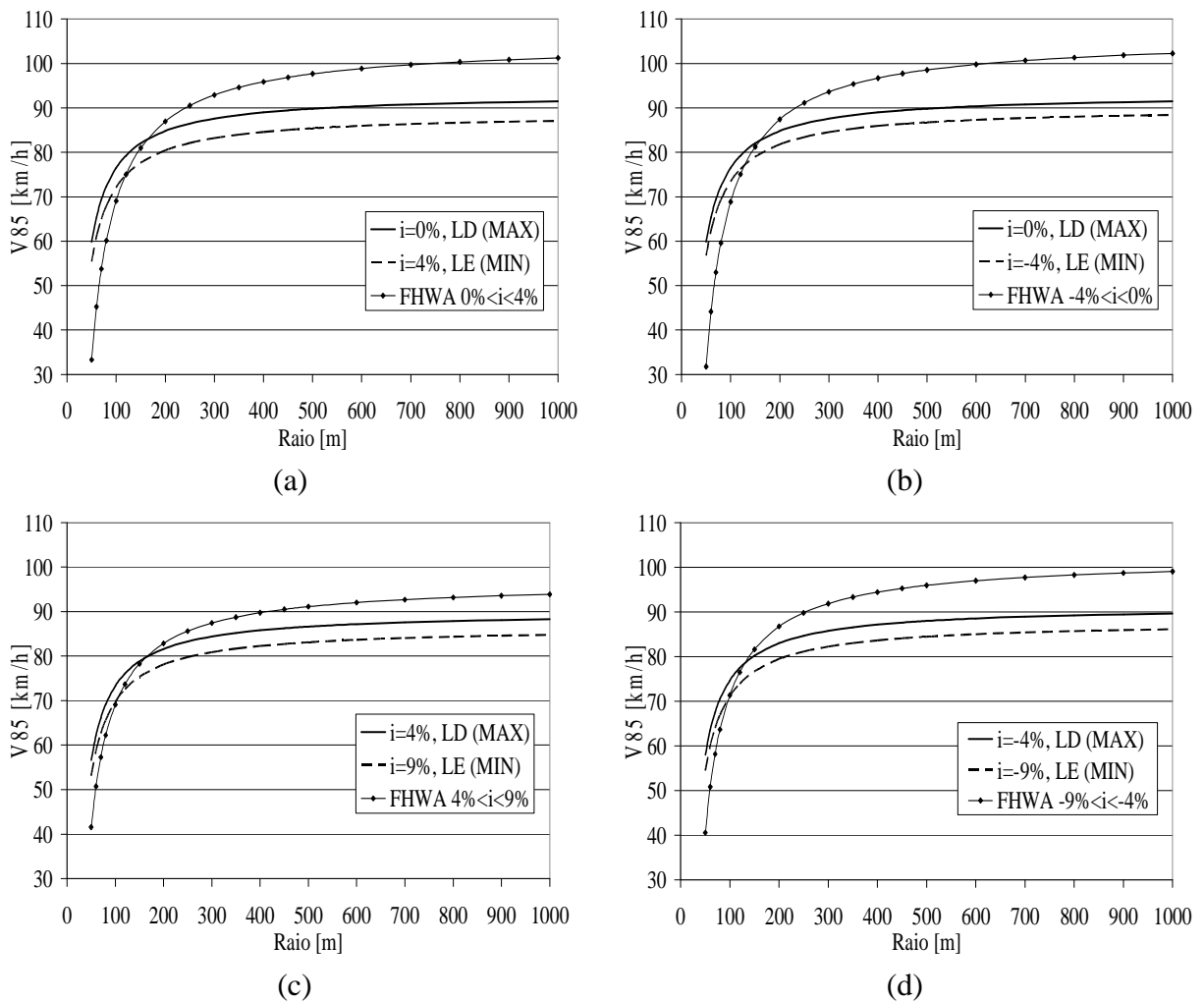


Figura 15 – V_{85} do modelo proposto versus modelo FHWA (2000), por faixa de declividade

Na análise dos gráficos da Figura 15, é possível perceber as diferenças significativas entre as faixas do modelo proposto e as curvas das equações do modelo da FHWA (2000). Embora todas as curvas apresentem a mesma forma funcional (assintóticas a um valor máximo), as do modelo proposto são menos elásticas. É possível perceber que as velocidades máximas, para grandes raios, do modelo proposto são significativamente inferiores às do FHWA (2000). No outro extremo, para raios muito pequenos, esta relação se inverte.

Este padrão de comportamento, já verificado anteriormente por García e Albano (2003), indica que o condutor comum brasileiro, embora trafegue em trechos retos com velocidades inferiores às estimadas para condutores americanos, apresenta um comportamento menos elástico quando da redução de velocidade em situações mais críticas de raio, oferecidas pela rodovia. A análise da Figura 15 indica que o condutor brasileiro, através do modelo proposto, desenvolve velocidades superiores às reproduzidas nos modelos

americanos, exatamente nos segmentos viários mais críticos. Este comportamento afeta, de forma negativa, a segurança viária.

3.4 MODELO PARA OBTENÇÃO DA V_{85} EFETIVA

O modelo de previsão da V_{85} , obtido a partir da utilização de técnicas de análise multivariada, permite apenas prever a velocidade operacional potencial. Entende-se por velocidade operacional potencial, neste estudo, aquela que não apresenta fatores limitantes decorrentes da geometria do segmento prévio e subsequente ao analisado. Para exemplificar, pelo modelo proposto, um veículo poderia estar trafegando a 85 km/h em uma curva de raio equivalente a 204,00 metros, com declividade igual a zero (em nível). Contudo, se este mesmo veículo, para ingressar nesta curva, recém tiver saído de uma curva mais fechada (raio = 50,00 metros, por exemplo) estará trafegando a uma velocidade inferior e não terá condições de atingir esta velocidade potencial, sugerida para a curva.

A ampliação do modelo, a partir da inclusão da aceleração e desaceleração em função de elementos geométricos adjacentes, permite a obtenção do que é denominado neste estudo de velocidade operacional efetiva. A Figura 16 apresenta gráfico com o comportamento da velocidade de projeto (linha tracejada), V_{85} potencial (pontos) e da V_{85} efetiva (linha contínua), ao longo de 1,5 quilômetros.

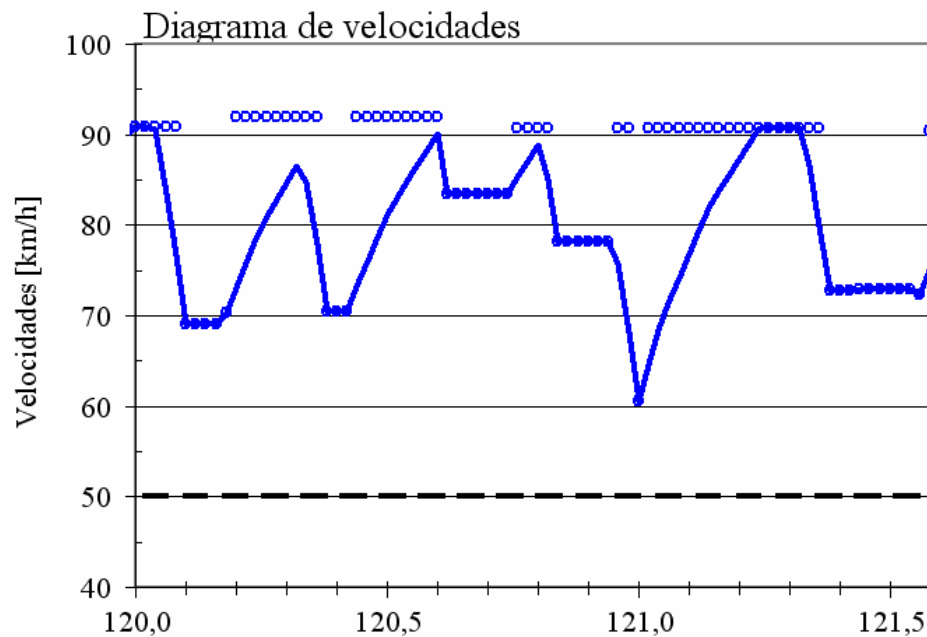


Figura 16 – V_{85} potencial x V_{85} efetiva

É possível perceber na Figura 16 que, junto ao km 120,5 a V_{85} potencial atinge um valor próximo a 92 km/h contudo, a V_{85} efetiva é próxima a 80 km/h. Esta diferença entre as velocidades no km 120,5 decorre de dois fatores: (i) da baixa velocidade registrada no km 120,4 (possivelmente decorrente de limitações geométricas) e (ii) da tentativa de recuperação da velocidade, de forma a atingir a V_{85} potencial, com limitação de retomada desta em virtude da taxa de aceleração adotada (usual).

Da mesma forma, o motorista que percebe um elemento geométrico de restrição da sua velocidade, a sua frente, iniciará um processo de desaceleração e, conseqüentemente, redução de velocidade em um segmento de rodovia que apresentava uma velocidade operacional potencial maior. Na Figura 16 é possível verificar este padrão de comportamento no intervalo do km 120,0 ao km 120,1.

Na Figura 16 observa-se ainda, que nas situações geométricas mais desfavoráveis as velocidades operacionais potencial e efetiva se equivalem. Somente nos segmentos próximos aos quilômetros 120,0 e 121,3 verificou-se a igualdade entre as velocidades potencial e efetiva em condições geométricas favoráveis. Esta situação só foi possível graças à manutenção das condições favoráveis por distancia suficiente para retomada plena da velocidade (km 121,3).

Desta forma, a velocidade operacional efetiva para um determinado ponto do estaqueamento da rodovia é função da velocidade operacional no mesmo, da velocidade operacional mais restritiva do segmento anterior, associada à taxa de aceleração e da velocidade operacional mais restritiva do segmento posterior associada à taxa de desaceleração.

3.4.1 Considerações sobre aceleração e desaceleração

Existem diversos tipos de abordagem, na determinação de taxas de aceleração e desaceleração para veículos de passeio. As especificações técnicas dos veículos indicam relações de potência, torque, peso, “de 0 a 100 km/h em N segundos”, como formas indiretas de se estimar a aceleração.

A FHWA (2000) utiliza modelos próprios para a determinação das taxas de aceleração e desaceleração segundo o raio horizontal da curva. A Figura 17 apresenta o comportamento da aceleração (a) e desaceleração (b), segundo modelos obtidos. Observando

a Figura 17a é possível identificar o estabelecimento de modelo a partir de equação para taxas de desaceleração (a partir do raio 170 metros). Na Figura 17b observa-se o estabelecimento de constantes, para a taxa de aceleração, segundo intervalos de raios (exemplo: taxa de aceleração de $0,21 \text{ m/s}^2$ para raios entre 436 e 875 metros).

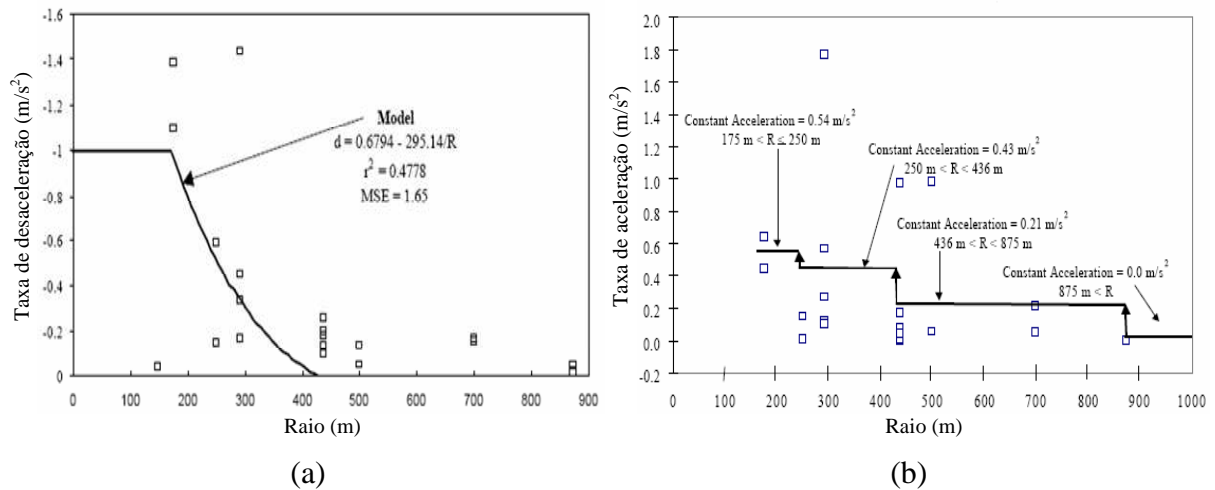


Figura 17 – Taxas de aceleração (a) e desaceleração (b), FHWA (2000)

No presente trabalho, não foi possível medir taxas de aceleração e desaceleração para o desenvolvimento de um modelo próprio. Para que isso fosse possível, deveriam ter sido feitas diversas leituras de velocidade, para um mesmo veículo, em diferentes segmentos da via, anteriores e posteriores a curva, condição incompatível com o equipamento e recursos.

Na impossibilidade de elaborar um modelo próprio para a determinação de taxas de aceleração e desaceleração, procurou-se identificar um método já existente. A abordagem utilizada buscou identificar uma relação entre taxas de aceleração e desaceleração usuais com diferentes velocidades iniciais e finais e declividades. Desta forma, ao se trabalhar com valores usuais e não máximos, pretende-se que o modelo gerado possa efetivamente reproduzir, de forma aproximada, o comportamento do condutor e de seu veículo.

3.4.1.1 Taxas usuais de aceleração

Taxas máximas de aceleração e desaceleração não são usuais no tráfego de veículos em rodovias de pista simples. Segundo ITE (1992), taxas típicas de aceleração oscilam próximo do valor de $3,5 \text{ ft/sec}^2$ (aproximadamente $1,0 \text{ m/s}^2$).

A Figura 18, permite identificar a distância necessária (eixo X) para atingir uma velocidade final (v) a partir de uma velocidade inicial (v_0). Desta forma, um veículo com uma velocidade inicial equivalente a 50 M.P.H. (aproximadamente 80 km/h) ao elevar esta a uma velocidade final de 60 M.P.H. (aproximadamente 97 km/h), em taxa de aceleração usual, irá percorrer uma distância de 560 ft (171 m, aproximadamente). Da mesma forma, para um acréscimo na velocidade de 40 para 50 M.P.H. são necessários 350 ft e 220 ft para o intervalo entre 30 e 40 M.P.H.

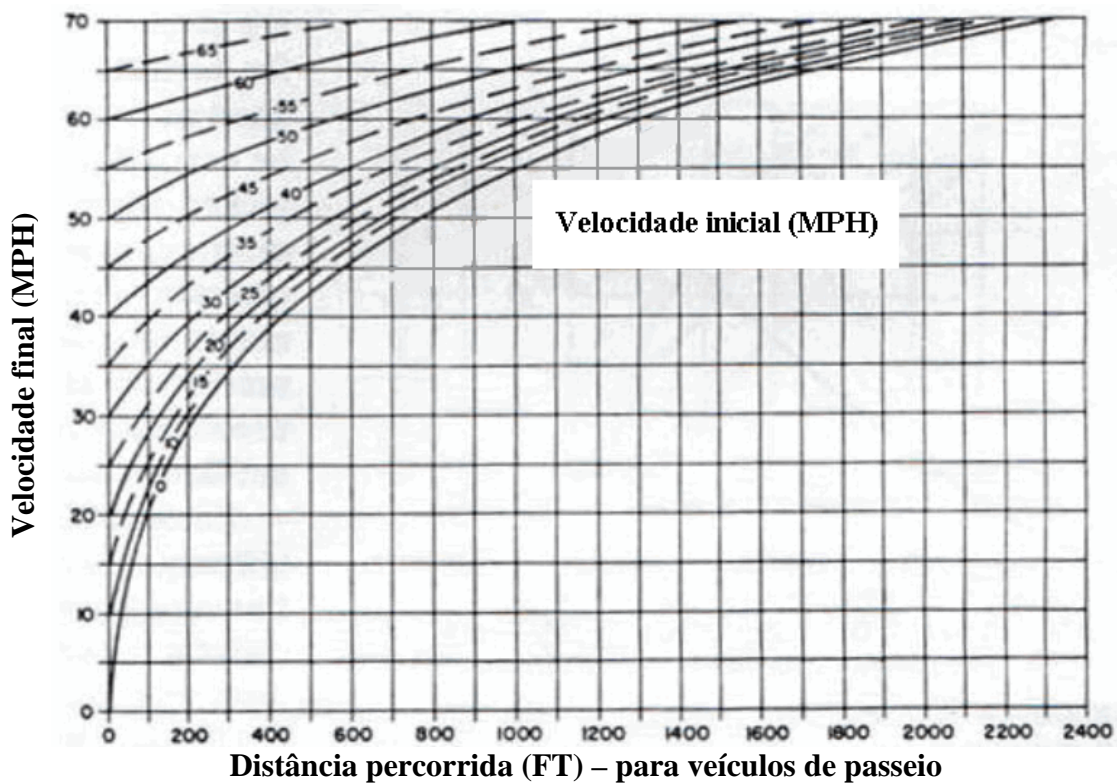


Figura 18 – Velocidades versus distâncias para taxas de acelerações típicas (ITE,1992)

No presente trabalho, foram consideradas diferentes taxas típicas de aceleração segundo faixas de velocidade inicial e final. De forma a simplificar o processo, foram extraídos da Figura 18 valores para compor três faixas características de velocidades e acelerações, já em unidades internacionais, apresentadas na Tabela 19.

Tabela 19 – Taxas de aceleração segundo intervalos de velocidade

Velocidade [km/h]		Distância [m]	Aceleração [m/s ²]
Inicial	Final		
50	65	67,06	0,99
65	80	106,68	0,78
80	95	170,69	0,59

A Tabela 19 estabelece taxas de aceleração constantes, para as diferentes faixas de velocidade. Esta aproximação, permite caracterizar o movimento dos veículos, para cada intervalo, como um movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV). Para determinar uma velocidade final através do MRUV pode-se utilizar a Equação 41, da cinemática.

$$v^2 = v_o^2 + 2 \times a \times \Delta s \quad (41)$$

Onde:

v = velocidade final [m/s]

v_o = velocidade inicial [m/s]

a = aceleração [m/s^2]

Δs = distância [m]

Convertendo-se as velocidades para a unidade quilômetros por hora e considerando a análise para intervalos entre estacas de 20 metros, tem-se a velocidade final conforme a Equação 42.

$$v = 3,6 \times \sqrt{\left(\frac{v_o}{3,6}\right)^2 + 40 \times a} \quad (42)$$

Onde:

v = velocidade final [km/h]

v_o = velocidade inicial [km/h]

a = aceleração [m/s^2]

Desta forma, se um veículo estiver a uma velocidade de 62,00 km/h, e seu condutor desejar acelerar, a taxa empregada será de 0,99 m/s^2 . Pela Equação 42, sua velocidade na estaca seguinte será de 66,01 km/h. Neste ponto, se houver condições para continuar acelerando, a nova taxa utilizada será de 0,78 m/s^2 , e na estaca seguinte o veículo terá atingido uma velocidade de 69,00 km/h.

3.4.1.2 Taxas usuais de desaceleração

Da mesma forma como no item anterior, a Figura 19 (ITE, 1992) permite identificar a distância necessária (eixo X) para atingir uma velocidade final (v) a partir de uma velocidade inicial (v_o), para a situação de desaceleração.

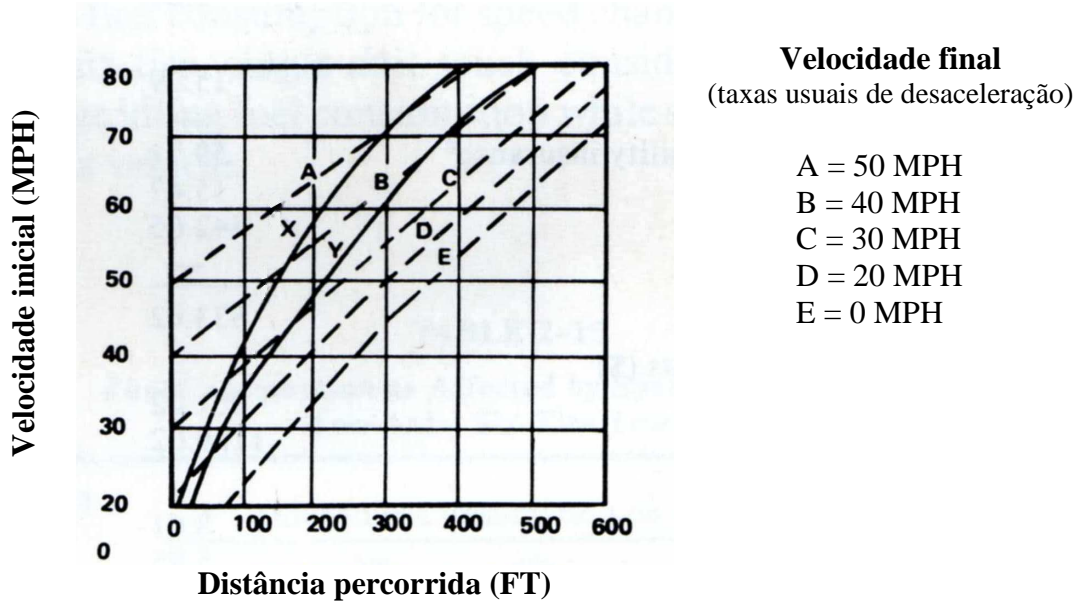


Figura 19 – Velocidades *versus* distâncias para taxas de desacelerações usuais (ITE, 1992)

Desta forma, um veículo que apresenta uma velocidade inicial equivalente a 60 M.P.H. (aproximadamente 97 km/h) e reduzir esta a uma velocidade final de 50 M.P.H. (aproximadamente 80 km/h), em taxa de desaceleração usual, irá percorrer uma distância de 140 ft (43 m, aproximadamente). Da mesma forma, para um decréscimo na velocidade de 50 para 40 M.P.H. são necessários 130 ft e 115 ft para o intervalo entre 40 e 30 M.P.H.

A Tabela 20, resultante da interpretação do ábaco da Figura 19, relaciona as taxas de desaceleração com os intervalos de velocidade adotados neste trabalho.

Tabela 20 – Taxas de desaceleração segundo intervalos de velocidade

Velocidade [km/h]		Distância [m]	Desaceleração [m/s ²]
Inicial	Final		
65	50	35,10	1,90
80	65	39,60	2,12
95	80	42,70	2,37

Pela Tabela 20, se um veículo estiver a uma velocidade de 85,00 km/h, e seu condutor desejar desacelerar, a taxa empregada será de 2,37 m/s². Pela Equação 42, sua velocidade na estaca seguinte será de 77,43 km/h. Neste ponto, se continuar desacelerando, a nova taxa utilizada será de 2,12 m/s², e na estaca seguinte o veículo terá atingido uma de 69,98 km/h.

3.4.1.3 Fator de correção da aceleração em aclives

Os valores apresentados na Tabela 19 e na Tabela 20 referem-se a taxas de aceleração e desaceleração para veículos de passeio em segmentos viários com declividade nula (em nível). Não foram encontrados modelos que reproduzam taxas de aceleração e desaceleração usuais em condições de aclave e declive. A Equação 43 permite estabelecer uma relação empírica entre taxas máximas de aceleração e declividades (ITE, 1992).

$$a_i = a_M - \frac{I \times g}{100} \quad (43)$$

Onde:

a_i = aceleração máxima para a declividade i [ft/sec²]

a_M = aceleração máxima em nível [ft/sec²]

I = declividade [%]

g = aceleração da gravidade ao nível do mar [32.2 ft/sec²]

A Tabela 21 apresenta as taxas de aceleração máximas para diferentes intervalos de declividades, resultantes da aplicação da Equação 43.

Tabela 21 – Valores máximos de aceleração em aclives

Velocidade	Declividade				
	0%	2%	4%	6%	10%
0 até 20 mph	7,5	6,9	6,2	5,6	4,3
20 até 30 mph	6,5	5,9	5,2	4,6	3,3
30 até 40 mph	5,8	5,2	4,5	3,9	2,6
40 até 50 mph	5,2	4,6	3,9	3,3	2,0
50 até 60 mph	4,5	3,9	3,2	2,6	1,3

Fonte: adaptado de ITE (1992)

A Equação 43 não pode ser empregada diretamente na determinação de taxas de aceleração e desaceleração usuais. Contudo, o decaimento dos valores observados (Tabela 21) nas taxas de aceleração máximas conforme eleva-se a declividade pode ser utilizado como parâmetro para estimar taxas de aceleração usuais em aclives.

Através da análise dos dados da Tabela 21 construiu-se a Tabela 22 com o percentual de redução das taxas de aceleração em aclives segundo intervalo de velocidades e declividades. Os valores foram obtidos dividindo-se o valor observado na declividade indicada pelo respectivo valor em nível, para o segmento de velocidade dado. Como exemplo,

para o intervalo de velocidades entre 30 e 40 M.P.H. (equivalente ao intervalo 50 a 65 km/h) o valor da taxa máxima de aceleração em uma declividade de 6% é de 3.9 ft/sec^2 que equivale a 67% do valor da taxa máxima para declividade nula (em nível) que é de 5.8 ft/sec^2 . Na tabela abaixo, os valores para a declividade de 8% foram estimados como valores médios entre os valores de 6 e 10%.

Tabela 22 – Valores percentuais das taxas de aceleração máxima, segundo declividade

Velocidade [km/h]		Declividade				
Inicial	Final	2%	4%	6%	8%*	10%
50	65	90%	78%	67%	56%	45%
65	80	88%	75%	63%	51%	38%
80	95	87%	71%	58%	43%	29%

Os valores da Tabela 22, podem ser utilizados como uma boa aproximação dos efeitos das declividades positivas (aclives) na redução das taxas de aceleração usuais. Declividades negativas (declive) não foram consideradas como significativas no incremento da aceleração, nestes casos a aceleração adotada é a mesma da considerada em nível.

Também não foram considerados os efeitos das declividades, em aclive e declive, na desaceleração, adotando-se diretamente os valores da Tabela 20.

3.5 MÉTODO PARA CONVERSÃO DE DADOS GEORREFERENCIADOS EM ELEMENTOS GEOMÉTRICOS

A análise da consistência geométrica de rodovias de pista simples pressupõe a existência de dados geométricos. A disponibilidade destas informações para as rodovias brasileiras está seriamente comprometida face aos seguintes fatores:

- grande parte dos projetos dos principais eixos rodoviários brasileiros, consolidados em meados do século XX foram perdidos e/ou não estão disponíveis em bases de dados consistentes;
- invariavelmente, são inseridas alterações significativas do projeto original na etapa de execução da obra, sem a devida atualização do projeto.

A indisponibilidade dos dados geométricos de projeto pode ser contornada através de diferentes técnicas. Uma das alternativas é a elaboração de projetos “As Build” a partir da obra concluída. Esta técnica é considerada a mais eficiente na representação do projeto final

de engenharia. Contudo, os levantamentos topográficos, geotécnicos, entre outros, representam um custo elevado e de grandeza equivalente aos levantamentos realizados na etapa do projeto.

Existem técnicas expeditas que permitem a obtenção dos principais elementos geométricos – com uma precisão inferior a dos levantamentos topográficos – através da análise de fotos de satélites, reconstituições topográficas e da utilização de receptores GPS (Sistema de Posicionamento Global, do acrônimo do inglês *Global Positioning System*).

A facilidade de manuseio, o baixo custo e a qualidade das informações geradas pelos receptores GPS foram aspectos considerados para a adoção dos mesmos na obtenção da base de dados do presente estudo.

3.5.1 Receptores GPS

O NAVSTAR-GPS (*NAVigation Satellite with Time And Ranging – Global Positioning System*), ou simplesmente GPS, é um sistema global de navegação por satélite – constituído por uma constelação de 24 satélites – capaz de proporcionar posicionamento 3D, com precisão que varia de poucos milímetros, até alguns metros.

Com a modernização do sistema GPS, e a desativação da *Selective Availability* – SA³, ocorrida em 2000, a utilização de receptores GPS vem se tornando cada vez mais popular nos mais variados segmentos da comunidade civil (navegação, georreferenciamento, posicionamento topográfico e geodésico, agricultura de precisão, etc.).

Os receptores GPS de mão oferecem uma posição em 2D (latitude e longitude) a partir da recepção de sinal de pelo menos 3 satélites. Com a recepção de 4 ou mais satélites um receptor GPS pode determinar uma posição 3D (latitude, longitude e altitude). Informações importantes para a navegação como velocidade, rumo, direção, distância do percurso, entre outras, podem ser obtidas de forma complementar.

³ SA - degradação intencional do sinal dos satélites imposta pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América que gerava uma imprecisão em equipamentos portáteis de aproximadamente 100 metros na determinação de um ponto sobre a superfície terrestre.

A precisão da informação dos receptores GPS de mão vem crescendo de forma significativa desde sua implantação comercial – uso civil – em 1980. Através do software GRINGO, Hill et al. (1999) obtiveram, em seus experimentos, coordenadas com acurácia da ordem de 10m. A utilização de receptores GPS associados a microcomputadores portáteis e programas para acréscimo de precisão como os ASYNC e GAR2RNX, a partir da desativação da SA em 2000, conseguiram discrepâncias máximas entre 0,30 e 0,35 m (GALAN, 2001). No Brasil, Santos et al. (2002) realizaram experimentos com linhas de base com comprimento máximo de 13,9 km e erros inferiores a 0,21 m em planimetria e 0,35 m em altimetria.

Através de experimentos com o receptor da marca e modelo Garmin GPS 12XL, Camargo *et al.* (2004) concluem:

“Com um receptor GPS de navegação, juntamente com os programas ASYNC e GAR2RNX em combinação com um notebook, é possível realizar uma variedade de atividades e aplicações, em função do resultado pretendido, utilizando o posicionamento relativo cinemático. Dentre as atividades podem estar a agricultura de precisão, levantamentos cadastrais e, com um programa apropriado, a coleta de atributos para SIG (Sistema de Informação Geográfica ou GIS - Geographic Information System), pois os resultados obtidos nos experimentos realizados são promissores.”

O presente estudo utilizou base de dados georreferenciados disponibilizada pelo DAER/RS, obtida de levantamentos com a utilização do receptor Garmin GPS 12XL, associado a um *notebook* com os programas ASYNC e GAR2RNX, embarcado em veículo de passeio.

3.5.2 Base de dados georreferenciados

A base de dados georreferenciados, obtida junto ao DAER/RS, é definida através do sistema de coordenadas da Projeção Universal Transversal de Mercator – UTM.

O sistema UTM, segundo UNB (2007), é a projeção cartográfica cilíndrica do esferóide terrestre em 60 cilindros secantes à superfície da Terra ao longo de meridianos em zonas múltiplas de 6 graus de longitude e estendendo-se de 80 graus de latitude Sul a 84 graus de latitude norte. Cada uma das zonas UTM de 6 graus (semelhantes a gomos de laranja) é numerada seqüencialmente a partir do antimeridiano de Greenwich, ou seja de 180° para E, tendo um meridiano central que se projeta no mapa em UTM como uma linha reta N-S enquanto que os meridianos extremos da zona (múltiplos de 6°) mostram a curvatura desses meridianos que acabam se encontrando nos pólos N e S geográficos, conforme Figura 20.

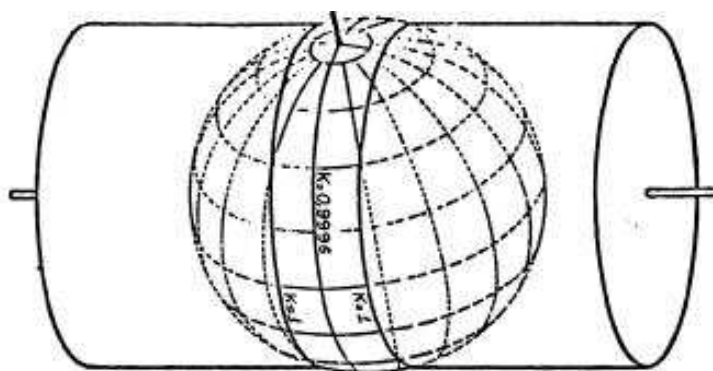


Figura 20 – Cilindro secante e esferóide terrestre (Cintra, 2003)

As distorções das projeções, para cada uma das zonas (Figura 21), são diminuídas pelo fato de que o cilindro teórico de projeção, ao invés de ser tangente ao meridiano central, é secante, distribuindo os erros, que seriam maiores nas áreas de limites de zona. Segundo IBGE (2007), o erro de escala fica limitado a 1/2.500 no meridiano central, e a 1/1030 nos extremos do fuso.

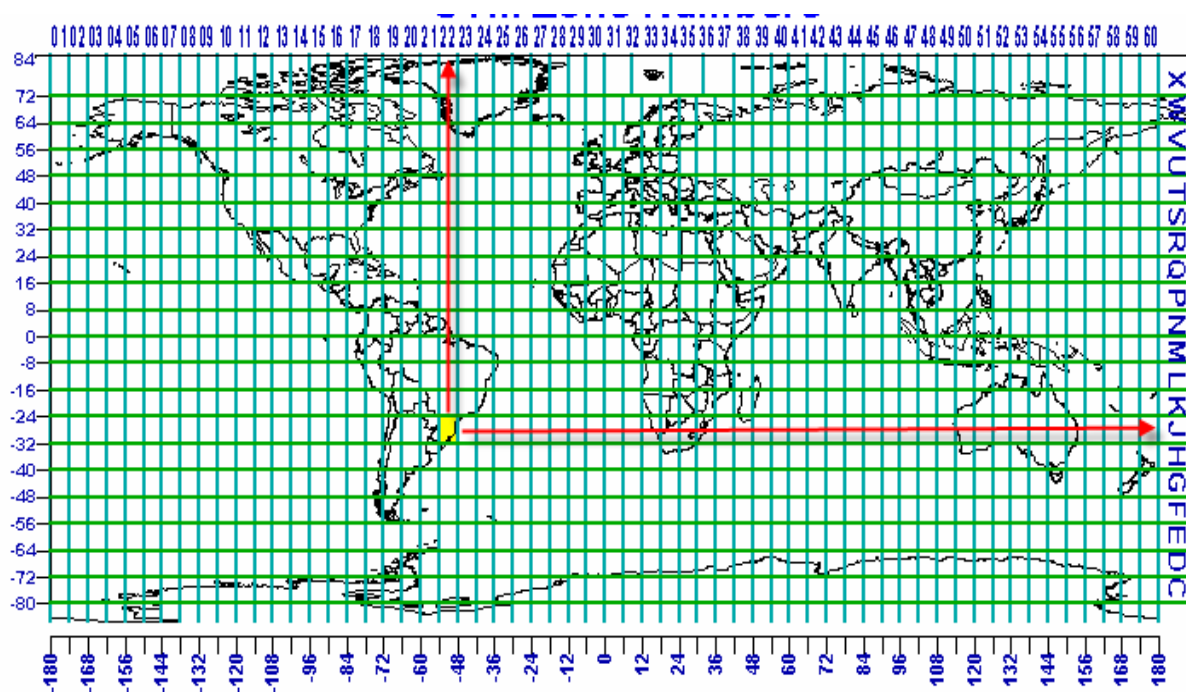


Figura 21 – Mapa das Zonas UTM (IBGE, 2007)

As coordenadas UTM N (norte) crescem de S para N e são acrescidas de 10.000.000 (metros) para não se ter valores negativos ao sul do Equador que é a referência de origem; já as coordenadas E (leste) crescem de W para E, acrescidas de 500.000 (metros) para não se ter valores negativos a oeste do meridiano central.

A Figura 22, apresenta um exemplo de arquivo de dados georreferenciados obtidos junto ao DAER/RS. A primeira coluna refere-se a um código atribuído ao levantamento, a segunda identifica o número do ponto levantado. A terceira e quarta colunas referem-se ao fuso associado e a designação de zona, respectivamente 22 e J, conforme Figura 21, para boa parte do Estado do Rio Grande do Sul. As três últimas colunas oferecem as coordenadas X, Y e Z.

Código	Número do Ponto	Fuso	Zona	X (m)	Y (m)	Z (m)
808	1011406	22	J	493044.034	6795291.154	735.377
808	1011416	22	J	493045.890	6795293.903	733.507
808	1011417	22	J	493047.375	6795297.707	733.294
808	1011418	22	J	493048.487	6795302.568	733.033
808	1011419	22	J	493049.599	6795307.641	732.762
808	1011420	22	J	493050.710	6795313.347	732.458
808	1011421	22	J	493052.565	6795320.110	732.092
808	1011422	22	J	493054.418	6795327.930	731.672
808	1011423	22	J	493056.272	6795335.961	731.242
808	1011424	22	J	493058.496	6795344.415	730.785
808	1011425	22	J	493060.721	6795353.503	730.296
808	1011426	22	J	493063.317	6795362.591	729.802
808	1011427	22	J	493066.285	6795371.680	729.303
808	1011428	22	J	493068.510	6795380.345	728.836
808	1011429	22	J	493070.735	6795388.799	728.379
808	1011430	22	J	493072.588	6795396.197	727.981
808	1011431	22	J	493073.700	6795402.114	727.666
808	1011432	22	J	493074.441	6795406.130	727.453
808	1011433	22	J	493074.811	6795408.666	727.319
808	1011434	22	J	493074.810	6795410.990	727.198
808	1011435	22	J	493075.180	6795413.737	727.053
808	1011436	22	J	493075.177	6795417.330	726.865
808	1011437	22	J	493074.803	6795422.190	726.611
808	1011438	22	J	493074.427	6795428.318	726.290

Figura 22 – Visualização parcial de dados georreferenciados, através do bloco de notas, fornecidos pelo DAER/RS para o trecho 116BRS3070

Desta forma, o ponto 1011406 da Figura 22 está localizado na zona 22 J, o que significa que o ponto referenciado acha-se entre 48° e 54° W, abaixo do Equador. Suas coordenadas E 493.044,034 e N 6.705.291,154 indicam que o ponto referenciado acha-se a, aproximadamente, 6,956 m a oeste do meridiano central (no caso 52° W) e a 3.294.709 m ao sul do Equador. A última coluna indica que o ponto possui uma elevação em relação ao plano de referência – cota – equivalente a 735,377 m.

Salvador e Goldner (2005) sugerem a utilização de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) como a melhor forma de unir a base de dados de acidentes à malha rodoviária. Neste estudo, a base georreferenciada é utilizada apenas com o intuito de se obter os principais elementos geométricos das rodovias, visto que, no Estado do Rio Grande do Sul, ainda não se tem registros de acidentes viários nestas bases.

3.5.3 Obtenção de elementos plani-altimétricos através de plataforma CAD

A conversão da base de dados georreferenciada em elementos plani-altimétricos da via segue um conjunto de etapas que são apresentadas em detalhe no Apêndice E. A seqüência descrita nesse apêndice mostra a utilização e customização de comandos do *software* WorkCAD (CIENGE, 2005), para ganho de performance na obtenção do eixo da via e de seu greide (perfil longitudinal).

3.6 MÉTODO PARA CLASSIFICAÇÃO DE RODOVIAS ATRAVÉS DO ICG

O método para classificação de rodovias segundo seu índice de consistência geométrica (ICG) segue uma seqüência linear de atividades até a obtenção dos indicadores ICG_{km} e ICG_{trecho} . Os quatro marcos principais desta seqüência são:

- Atividades de ajuste da base de dados plani-altimétricos
- Determinação da V_{85} potencial e efetiva por sentido
- Método para classificação pelo CS_I e CS_{II}
- Cálculo do ICG_{km} e ICG_{trecho}

3.6.1 Atividades de ajuste da base de dados plani-altimétricos

Os elementos geométricos disponibilizados, a partir do processamento dos dados georreferenciados, devem ser submetidos a uma série de ajustes e conversões para sua ampla utilização no método proposto e no *software* IHSDM. Entre estes ajustes, destacam-se: o ajuste do quilômetro inicial segundo DAER (2005a) e o ajuste da quilometragem entre planimetria e altimetria.

A utilização desta nova base de dados é direta no método proposto, através do *software* desenvolvido para a estimativa da velocidade operacional potencial e efetiva por sentido. No IHSDM, a nova base de dados deve sofrer uma nova intervenção para adequá-la aos formatos pré-estabelecidos pelo *software*. Este procedimento utiliza uma planilha de conversão sobre o *software* Microsoft Excel, desagregando a informação plani-altimétrica nos formatos exigidos pelo IHSDM.

3.6.1.1 Ajuste do quilômetro inicial segundo SRE (2005)

De forma a compatibilizar o referencial quilométrico dos trechos, ao indicado pelo Sistema Rodoviário Estadual – SRE (DAER/RS, 2005^a), o quilômetro inicial dos mesmos é informado no *software* criado para o cálculo das velocidades operacionais – potencial e efetivas por sentido da via – e todo o estaqueamento da via passa a ser acrescido deste valor (Figura 23).

	PI	PC	PT	AC	Lado	Raio	DC	InterTan	AZ	CoorX	CoorY
▶	PP		79730,00					85,26	169,5752	490658,95	6814823,88
	001	79815,26	79939,64	29,0000	LD	244,93	124,38	320,40	192,5453	490696,35	6814620,60
	002	80260,04	80359,73	21,0000	LD	271,81	99,69	320,68	214,8551	490605,50	6814212,33
	003	80680,41	80791,62	30,0000	LD	214,81	111,21	153,91	228,3393	490360,95	6813861,19
	004	80945,53	81093,31	52,0000	LE	164,17	147,78	93,69	195,4354	490144,83	6813668,90
	005	81187,00	81289,13	24,0000	LD	242,65	102,13	400,67	215,6683	490093,20	6813481,91
	006	81689,80	81773,26	28,0000	LD	170,47	83,46	46,78	229,3934	489812,58	6813090,93
	007	81820,04	81893,32	39,0000	LE	106,64	73,28	293,37	207,1974	489723,79	6813014,81
	008	82186,69	82287,45	42,0000	LD	137,61	100,76	80,35	232,7320	489546,92	6812670,62
	009	82367,80	82471,34	40,0000	LE	148,08	103,54	83,18	207,2428	489404,42	6812562,19
	010	82554,52	82725,83	10,0000	LD	976,15	171,31	262,02	220,5838	489288,12	6812336,31

Figura 23 – Ajuste do quilômetro inicial na planimetria

A Figura 23, apresenta a planilha de coordenadas do trecho rodoviário em estudo. Nela é possível identificar as informações planimétricas básicas, tais como: número de identificação do ponto de inflexão (PI), estaqueamento de início e fim da curva circular simples (PC e PT), seu ângulo central ou deflexão (AC), lado, raio, intertangente (segmento em reta entre curvas consecutivas), azimute do alinhamento (AZ) e coordenadas X e Y.

3.6.1.2 Ajuste da quilometragem entre planimetria e altimetria

A extensão altimétrica decorre do somatório das distâncias entre pontos consecutivos. Em segmentos curvos o valor calculado refere-se à distância em corda e não em arco, o que acarreta uma sistemática redução nos comprimentos, quando comparado ao valor obtido para o eixo planimétrico “levantado”.

A correção de posição do eixo planimétrico do caminho percorrido no “levantamento” para o eixo real produz, também, uma diferença na extensão total. Nestes

casos, a extensão do trecho pode aumentar ou diminuir em relação ao valor obtido do “levantamento”, dependendo da conformação da via⁴. Esta correção é realizada na etapa de obtenção dos elementos planimétricos no *software* WorkCAD.

No método proposto, procurou-se compatibilizar a extensão altimétrica a planimétrica, adaptando a primeira a valor referencial da segunda. Na Figura 24, no seu extremo direito, é informada as extensões obtidas para um trecho exemplo. Os valores obtidos para a extensão total planimétrica e altimétrica diferem, em forma absoluta, em -2,00m. Este resultado indica que a planimetria, utilizada como referência, tem extensão inferior à altimetria (em decorrência de sua conformação com predomínio a esquerda que supera, neste caso, o efeito do encurtamento sistemático da altimetria).



CalVelOpe - Cálculo das Velocidades Operacionais [Trecho: 116BRS3070]

Arquivos

Planimetria Altimetria V85

	Pln	PCVkm	PCVcota	PIVkm	PIVcota	PTVkm	PTVcota	e	L	Di	Ext	i
▶	000			79730,00	770,60						206,15	6,26
	001			79936,15	783,51					-10,14	171,52	-3,88
	002			80107,67	776,86					8,92	354,79	5,04
	003			80462,46	794,73					-2,70	81,96	2,34
	004			80544,42	796,65					3,32	129,79	5,66
	005			80674,21	804,00					-11,23	407,49	-5,57
	006			81081,70	781,31					7,13	287,09	1,56
	007			81368,79	785,78					-6,10	512,44	-4,54
	008			81881,23	762,51					-2,02	205,37	-6,56
	009			82086,60	749,04					5,24	126,90	-1,32
	010			82213,50	747,36					3,43	293,78	2,11

Extensões

Planimetria 35496,30 m

Altimetria 35498,30 m

Dif. absoluta -2,00 m

Dif. relativa -0,01 %

Fator de correção 0,99994366

Figura 24 – Ajuste da quilometragem entre planimetria e altimetria

A diferença relativa entre a extensão planimétrica e altimétrica é inferior a 0,01% o que indica a sua baixa relevância. A diferença absoluta de 2,00 metros para uma análise com intervalos de quilômetro em quilômetro também pode ser desprezada. Contudo, com a finalidade de possuir uma extensão única para o trecho, a altimetria sofre um ajuste em sua extensão segundo o “Fator de correção” visível na Figura 24. Através deste valor, todos os estaqueamentos de referência são ajustados.

⁴ Rodovias com predominância na extensão de curvas a esquerda, segundo o sentido do “levantamento”, apresentarão uma extensão para o eixo real inferior ao “levantado”. Curvas a direita produzem efeito contrário na extensão da rodovia.

A Figura 24 apresenta os elementos altimétricos característicos da rodovia. São observados: a identificação do ponto de inflexão vertical (PIV), quilômetro e cota dos pontos de início da concordância vertical (PCV), PIV e fim (PTV), flecha (e), projeção horizontal (L), diferença de declividades entre alinhamentos sucessivos (Di), extensão em rampa e declividade. Em concordâncias verticais com projeção igual a zero apenas as colunas de quilômetro e cota do PIV, diferença de inclinações, extensão em rampa e declividade serão preenchidos, permanecendo os demais em branco.

3.6.2 Determinação da V_{85} potencial e efetiva por sentido

Nesta etapa do método, são determinadas as velocidades operacionais da via, para cada sentido da mesma. Inicialmente, utilizando-se o modelo de estimativa da V_{85} , apresentado na Equação 40, é possível calcular a V_{85} potencial. Entende-se por V_{85} potencial a velocidade operacional que 85% do percentil de condutores podem desenvolver em seus veículos, segundo as características geométricas daquele ponto da via, para o seu sentido de tráfego.

Conforme visto no item 3.4, a V_{85} potencial nem sempre é a que ocorre na via. Condições geométricas (e de velocidade) anteriores e posteriores à estaca em estudo podem limitar a velocidade operacional a valores significativamente inferiores a V_{85} potencial. A V_{85} efetiva, no presente estudo, resulta da análise do diagrama da V_{85} potencial, aplicando sobre a mesma, taxas de aceleração e desaceleração usuais e obtendo um perfil de velocidade para cada sentido da via. Aspectos relacionados a capacidade da via, dispositivos de controle de velocidade e/ou outros fatores de redução de velocidade não são contemplados no método.

A Figura 25, do *software* de estimativa da V_{85} , apresenta no canto superior direito quadro de *Velocidades*, com campos para serem preenchidos com a informação da velocidade diretriz e das velocidades desejadas nos segmentos: (i) anterior ao quilômetro inicial e (ii) posterior ao quilômetro final. Estas duas últimas velocidades são utilizadas como referência para a determinação da V_{85} efetiva nos segmentos próximos as mesmas. A velocidade diretriz apenas é informada para confronto na análise, posterior, pelo critério de segurança I.

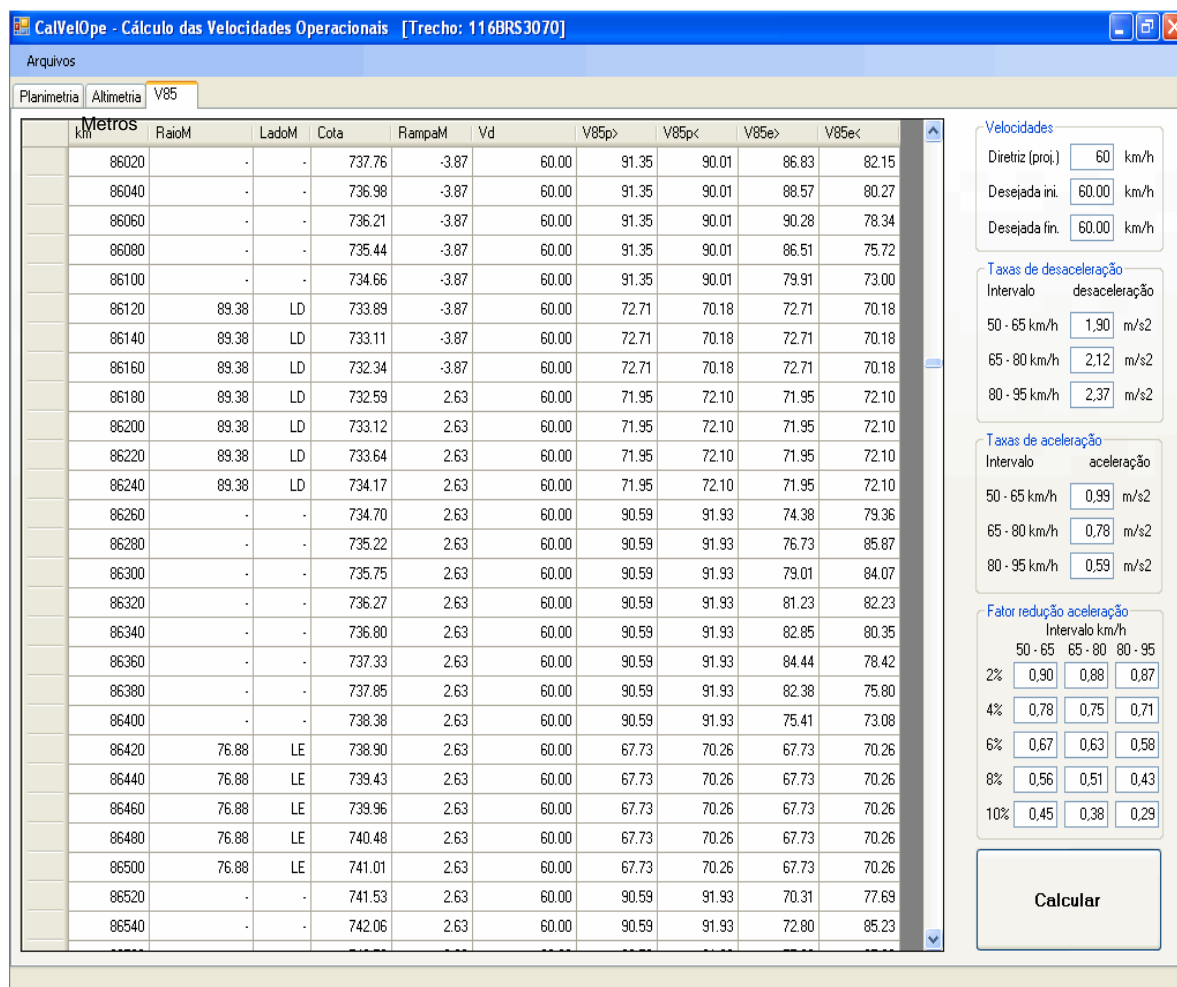


Figura 25 – Determinação da velocidade operacional potencial e efetivas por sentido

O quadro *Taxas de desaceleração*, imediatamente abaixo do quadro de *Velocidades*, permite a inclusão dos valores considerados usuais nas frenagens, segundo intervalo de velocidades. A V_{85} efetiva, nestes casos é calculada a partir da situação mais crítica (menor velocidade) e a taxa de desaceleração é empregada como de aceleração no sentido contrário ao do fluxo. Na seqüência, o quadro *Taxas de aceleração* permite informar os valores usuais na retomada da velocidade, para diferentes intervalos da mesma.

As taxas de aceleração, pelo método proposto, podem ser ajustadas para declividades positivas (aclives). O quadro *Fator de redução aceleração* permite informar o desempenho do veículo segundo a condição de declividade e velocidade. O fator = 1 indica equivalência ao valores registrados no quadro *Taxas de aceleração*. Na Figura 25 tem-se, como exemplo, para o intervalo de velocidade entre 50 e 65km/h e para a declividade de 2% o fator 0,90, indicando que, nestas condições, a taxa de aceleração em nível de $0,99 \text{ m/s}^2$ será reduzida para $0,89 \text{ m/s}^2$.

O ícone *Calcular*, no extremo inferior direito da figura, ativa o processo de determinação das velocidades operacionais. Este processo avalia o trecho viário, como um todo, por sentido, desenvolvendo-se em inúmeras iterações, de forma a identificar velocidades efetivas segundo taxas de aceleração e desaceleração informadas. Uma vez processados, os perfis de velocidades operacionais efetivas resultantes, para cada sentido, apresentam duas premissas básicas:

- nenhum dos valores de velocidade efetiva pode ultrapassar o valor da velocidade potencial determinado para o mesmo ponto e sentido e;
- velocidades efetivas consecutivas devem ser compatíveis com as taxas de desaceleração e de aceleração adotadas.

3.6.3 Método para classificação pelo CS_I e CS_{II}

O método de classificação pelos critérios de segurança I e II, dos trechos viários analisados, desenvolveu-se conforme as recomendações apresentadas nos itens 2.1.6.1 e 2.1.6.2. A Figura 26 apresenta, na porção inferior, logo acima do selo, barras coloridas com a análise da consistência geométrica pelos indicadores CS_I e CS_{II} e ICG_{km} . A classificação em cada um dos critérios é dada por três cores: (i) verde para a classificação do segmento como bom, (ii) amarelo para regular e (iii) vermelho para fraco.

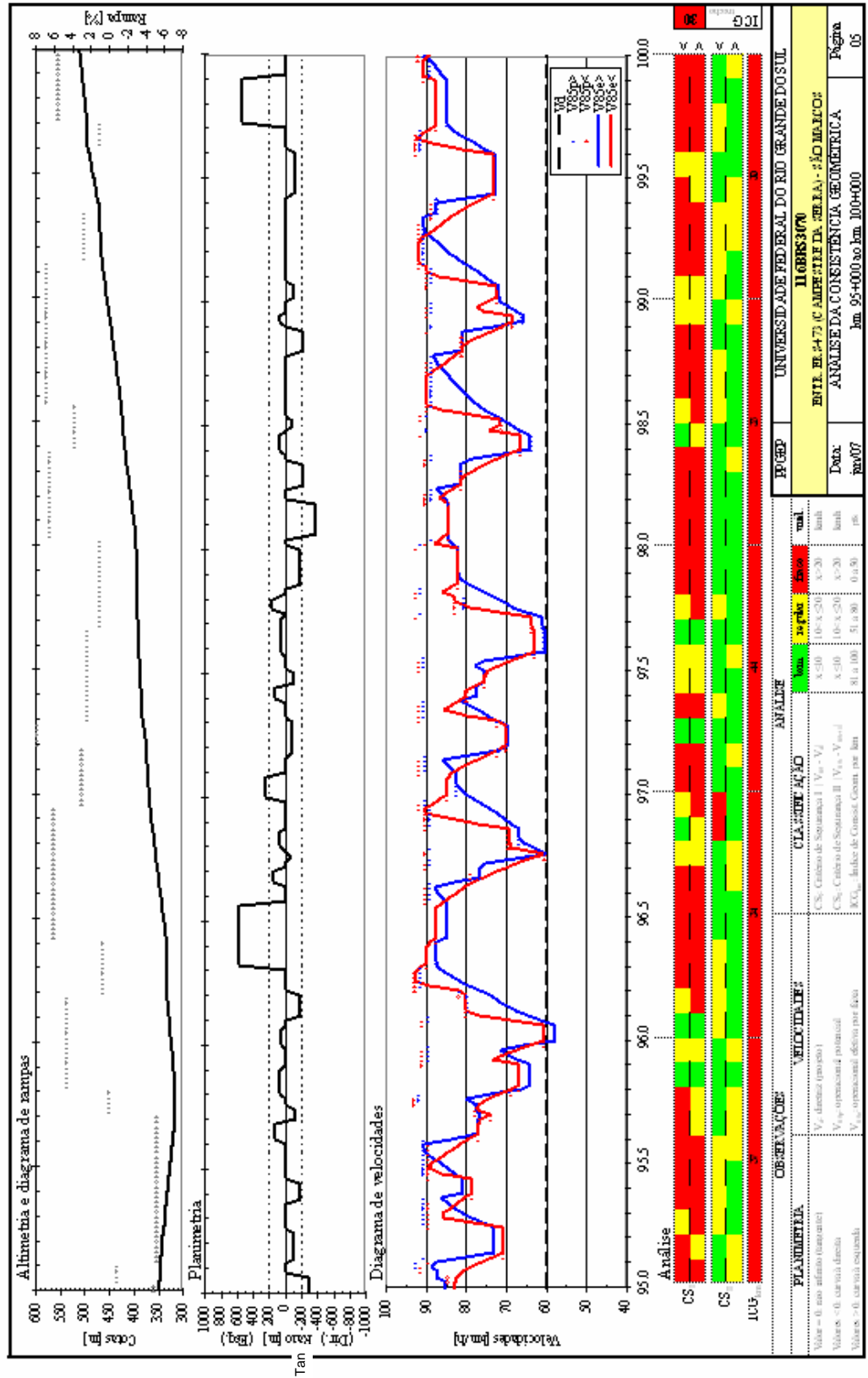


Figura 26 – Modelo de relatório de classificação pelo CS_I, CS_{II}, ICG_{km} e ICG_{trecho}

Os critérios de segurança I e II são obtidos a partir da classificação através da Tabela 6 e Tabela 7, respectivamente, para a pior situação observada ao longo de segmentos de 100 metros. Ambos apresentam barras divididas por sentido. A indicação do sentido é dada ao final de cada barra, a direita do relatório. Esta situação permite obter classificações distintas para um mesmo segmento viário conforme análise do perfil de velocidades de cada sentido da via.

O relatório foi concebido de forma a apresentar a análise de um segmento viário de 5 quilômetros por folha. Com o objetivo de facilitar o posicionamento e leitura dos dados o relatório apresenta intervalos múltiplos de 5 quilômetros no seu quilômetro inicial e final. Desta forma, se por exemplo, um trecho rodoviário iniciar no km 79,73 e terminar no km 115,24, o mesmo irá apresentar 9 folhas de relatório, a primeira com o intervalo do km 75,0 ao km 79,9 e a última com intervalo entre o km 115,0 e o km 119,9. Os quilômetros que não fazem parte do trecho permanecerão com os dados em branco.

A análise pelos critérios de segurança I e II, no relatório, é apresentada em segmentos de 100 em 100 metros. A classificação pelo critério de segurança I é facilmente observada através das diferenças entre as velocidades operacionais efetivas, por sentido, da velocidade de projeto no quadro *Diagrama de velocidades* da Figura 26.

Já a classificação pelo critério de segurança II requer uma observação mais detalhada do quadro. Na Figura 26, os segmentos do km 96,0 ao km 96,4 e do km 96,8 ao km 97,0, no sentido contrário ao estaqueamento (barra superior do CS_{II}), apresentam classificação em vermelho (fraco). Ao verificar-se o quadro *Diagrama de velocidades*, nestes pontos, para este sentido da via, é possível perceber a significativa redução da velocidade operacional efetiva, condição esta que classifica o segmento como fraco.

O relatório da Figura 26 apresenta ainda os quadros *Altimetria e diagrama de rampas* e *Planimetria*. O primeiro, representa em linha contínua o perfil longitudinal da rodovia. Sua escala à esquerda indica as cotas do intervalo. Os pontos indicados no mesmo quadro estão referenciados à escala localizada à direita do mesmo. Através da leitura destes pontos, na escala, é possível identificar o valor da declividade do segmento viário. Já no quadro *Planimetria*, tem-se uma linha horizontal central que identifica os segmentos em tangente (reta). Conforme o trecho viário apresenta curvas a esquerda e a direita as mesmas podem ser observadas acima e abaixo da linha central, respectivamente. Na escala, a

esquerda, é possível fazer a leitura do raio da curva. As linhas horizontais tracejadas delimitam o intervalo onde o fator raio é mais significativo na redução da velocidade.

Observando-se a Figura 26 é possível relacionar os diferentes quadros. Ao analisar-se o km 96,0 é possível perceber que este apresenta a menor velocidade operacional efetiva para o sentido em favor do estaqueamento. Ao verificarem-se os parâmetros alinhados nos demais quadros é possível perceber a existência de uma curva a direita com raio bastante baixo (visualmente inferior a 100 metros) e uma declividade positiva de, aproximadamente, 6%, situações estas bastantes críticas na redução de velocidade. Percebe-se assim, a possibilidade de interpretar os diferentes quadros e a análise de forma conjunta.

3.6.4 Cálculo do ICG_{km} e ICG_{trecho}

O Índice de Consistência Geométrica (ICG) é um indicador de performance da consistência geométrica da via. Para tanto, a divisão do mesmo em ICG_{km} e ICG_{trecho} apresenta dois objetivos distintos:

- **ICG_{km}** : o Índice de Consistência Geométrica, estimado por quilômetro, presta-se para o ordenamento e classificação de diferentes segmentos de uma mesma rodovia. Com este recurso, é possível utilizar este indicador como uma ferramenta auxiliar na tomada de decisão sobre prioridade nas intervenções sobre uma rodovia;
- **ICG_{trecho}** : é um indicador que apresenta dupla finalidade. A primeira, como referência de valor da rodovia, ao ser confrontado com o ICG_{km} . Desta forma, é possível identificar se o valor de um dado segmento é superior, inferior, ou equivalente ao do obtido para a rodovia. Também é possível utilizar este indicador na comparação entre rodovias distintas.

3.6.4.1 Determinação dos pesos para as classificações pelos critérios de segurança I e II

Conforme visto no Capítulo 2, os critérios de segurança I e II são divididos em três níveis (Bom, Regular e Fraco). Na criação de um índice que utilize estes dois critérios em sua composição, tornou-se necessária à identificação de um peso para cada um dos níveis. O estabelecimento de um peso, por nível, procura expressar de forma quantitativa uma variável originalmente qualitativa. Os critérios, deste estudo, adotados para a obtenção dos pesos foram:

- a indicação de um peso alto para o nível de classificação “Bom”, intermediário para o “Regular” e baixo para o “Fraco”, uma vez que pretende-se relacionar a nota alta de ICG com a situação mais satisfatória;
- não trabalhar com uma escala linear, na definição dos pesos. Este critério tem por objetivo penalizar a situação mais desfavorável, atribuindo a mesma uma nota significativamente mais baixa, de forma que a média entre as notas mais alta e a mais baixa seja inferior a nota média e;
- utilizar pesos que produzam uma escala de amplitude mais larga. Com este critério pretende-se ter um grande espectro de valores na classificação.

Uma vez estabelecidos os critérios e utilizando-se um dos trechos como base de dados para teste, procedeu-se o ensaio de diferentes cenários de pesos, optando-se pelos valores da Tabela 23.

Tabela 23 – Pesos dados aos níveis de classificação pelos critérios de segurança I e II

Classificação	Peso
Bom	9
Regular	6
Fraco	1

O valor zero não pode ser adotado como indicativo da pior situação em virtude da opção pela média geométrica entre lados de um mesmo critério e entre critérios. A adoção do valor zero nesta condição, anula completamente o efeito dos demais indicadores. Os valores da escala 1 (inicial) e 9 (final) determinam que a amplitude de variação da classificação seja de 8 unidades.

3.6.4.2 Determinação do critério de segurança composto do intervalo CS_C

Os critérios de segurança I e II, foram obtidos para cada um dos sentidos da via (LD – lado direito ou sentido do estaqueamento, LE – lado esquerdo ou sentido contrário), em intervalos de 100 metros. Na composição de um único valor para o intervalo, optou-se pelo cálculo da média geométrica dos mesmos. A média geométrica, diferente da aritmética, penaliza a variabilidade dos dados. Com isso, pretende-se minimizar a compensação entre valores baixos e altos. Exemplificando, para os valores 9 e 1 a média aritmética é 5 enquanto a média geométrica é 3.

A Equação 44 indica como os critérios de segurança I e II por intervalo são obtidos em função dos valores registrados para cada lado da via.

$$CS_i = \sqrt{CS_{iLE} \times CS_{iLD}} \quad (44)$$

Onde:

CS_i = critério de segurança i do intervalo (I ou II)

CS_{iLE} = critério de segurança i do intervalo de lado esquerdo da via

CS_{iLD} = critério de segurança i do intervalo de lado direito da via

Da mesma forma, a composição dos critérios de segurança I e II, é obtida a partir do cálculo de sua média geométrica (Equação 45). O critério de segurança composto do intervalo é o elemento base no cálculo do ICG_{km} e do ICG_{trecho} .

$$CS_C = \sqrt{CS_I \times CS_{II}} \quad (45)$$

Onde:

CS_C = critério de segurança composto do intervalo

CS_I = critério de segurança I do intervalo

CS_{II} = critério de segurança II do intervalo

3.6.4.3 Ajuste da amplitude e determinação do ICG_{km} e do ICG_{trecho}

A amplitude é uma das principais propriedades de um indicador. Amplitudes pequenas, geralmente, são indesejadas. Ao mesmo tempo, um bom indicador deve possuir limites mínimos e máximos predefinidos e de fácil identificação. Para o ICG, adotou-se como limites mínimo e máximo os valores 0 e 100, respectivamente. Embora a escala adotada seja contínua, optou-se pela apresentação de valores discretos inteiros.

A determinação do ICG_{km} , através do critério de segurança composto, calculado para intervalos de 100 metros, é obtida a partir da média geométrica destes últimos e de sua correção de amplitude conforme Equação 46. O produtório dos critérios de segurança composto, nesta situação, é realizado com os dez valores dos intervalos que compõem o quilômetro ($n=10$). Como o peso máximo é equivalente a 9 e o mínimo a 1, a amplitude original é igual a 8. A correção da amplitude, para uma escala de 0 a 100, transporta o valor mínimo da escala anterior para zero através da subtração do produtório de uma unidade. A

divisão do resultado pela amplitude original e sua multiplicação por 100 resultam na escala desejada para o indicador ICG.

$$ICG_{km} = \frac{\left(\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n CS_{Ci}} - 1 \right)}{A} \times 100 \quad (46)$$

Onde:

ICG_{km} = índice de consistência geométrica por quilômetro, com amplitude entre 0 e 100

CS_{Ci} = critério de segurança composto

n = intervalo considerado

A = amplitude, equivalente a 8 (peso máximo = 9 menos peso mínimo = 1)

Classificar e ordenar trechos viários, segundo sua consistência geométrica, são os principais objetivos do índice ICG_{trecho} . Para tanto, é necessário, inicialmente, estabelecer uma definição para o termo ‘trecho’. Em rodovias, o trecho viário geralmente está associado a um intervalo quilométrico com características de relevo, geométricas, de tráfego e de entorno muito semelhantes entre si (segmentos homogêneos). Os limites são definidos nos marcos quilométricos, geralmente vinculados a acessos e interseções. Os trechos podem apresentar dimensões das mais variadas, segundo este critério. Neste estudo, o termo ‘trecho’ refere-se aos segmentos viários estabelecidos pelo Sistema Rodoviário Estadual – SRE (DAER/RS, 2005a).

O ICG_{trecho} decorre da média geométrica dos ICG_{km} . Segmentos que não apresentem condições para avaliação pelo método (características geométricas incompatíveis e/ou falta de dados) podem ser desconsiderados, não sendo incluídos na potência da raiz do produtório. O ICG_{trecho} oferece um indicador para o trecho viário no todo. Se diversos segmentos forem desconsiderados, conforme afirmado acima, o indicador pode estar comprometido. Nos casos mais críticos, recomenda-se registrar o ICG_{trecho} como “indeterminado” ou “não computado” e utilizar apenas o indicador de ICG_{km} .

3.6.4.4 Classificação nos intervalos bom, regular e fraco

A CNT (2006) classifica as rodovias brasileiras em cinco categorias distintas conforme a pontuação apresentada na Tabela 24.

Tabela 24 – Intervalos de classificação das características avaliadas

Classificação	Intervalo
Ótima	$91 \leq \text{nota} \leq 100$
Boa	$81 \leq \text{nota} \leq 90$
Regular	$56 \leq \text{nota} \leq 80$
Ruim	$41 \leq \text{nota} \leq 55$
Péssima	$0 \leq \text{nota} \leq 40$

Fonte: CNT (2006)

A classificação sugerida no FHWA (2000) apresenta apenas três categorias de classificação do projeto (Bom, Regular e Fraco). De forma a compatibilizar a classificação do ICG, com intervalo entre 0 e 100, em três categorias, levando-se em conta os intervalos do CNT (2006), propõe-se a Tabela 25.

Tabela 25 – Intervalos de classificação do ICG

Classificação	Intervalo
Bom	$81 \leq \text{nota} \leq 100$
Regular	$51 \leq \text{nota} \leq 80$
Fraco	$0 \leq \text{nota} \leq 50$

Desta forma, é possível estabelecer uma escala numérica e outra, classificatória visual, utilizando cores. Optou-se pelo emprego da cor verde para o intervalo de classificação “Bom” e o amarelo e vermelho para os intervalos “Regular” e “Fraco”, respectivamente.

3.6.4.5 Exemplo de aplicação do método no cálculo do ICG_{km}

A Figura 27 representa um intervalo de um quilômetro contendo as classificações por cores, dadas de 100 em 100 metros, segundo os critérios de segurança I e II e pelo ICG_{km} . As cores indicam a classificação: “Bom” (verde), “Regular” (amarelo) e “Fraco” (vermelho). Como visto na Tabela 23, o peso atribuído para cada um destes intervalos é de 9, 6 e 1, respectivamente.

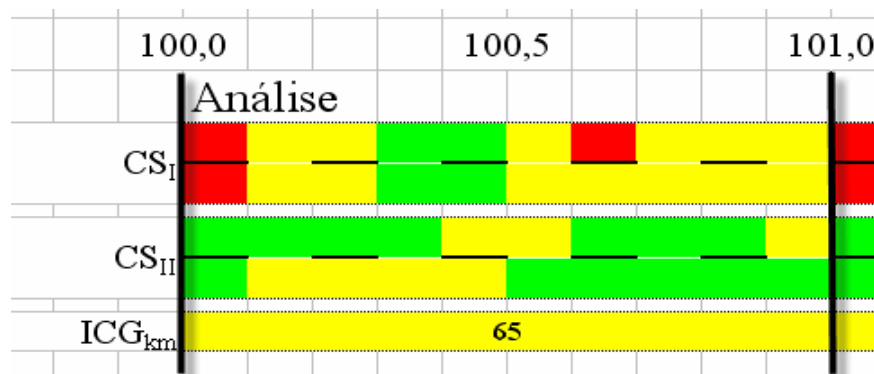


Figura 27 – Trecho exemplo com classificação pelos critérios de segurança I e II e ICG_{km}

A Tabela 26 indica, inicialmente, a conversão das cores em valores numéricos para os critérios de segurança I e II por lado (LE e LD), para intervalos de 100 metros. A aplicação da Equação 44 oferece um único valor, por intervalo, para os critérios de segurança I e II. Através da Equação 45, obtém-se os valores referentes ao critério de segurança composto.

Tabela 26 – Determinação do ICG_{km} a partir dos critérios de segurança I e II

Critério	Discriminação	Segmento do km 100									
		+000	+100	+200	+300	+400	+500	+600	+700	+800	+900
CS _I	LE	1	6	6	9	9	6	1	6	6	6
	LD	1	6	6	9	9	6	6	6	6	6
	$\sqrt{CS_{iLE} \times CS_{iLD}}$	1,00	6,00	6,00	9,00	9,00	6,00	2,45	6,00	6,00	6,00
CS _{II}	LE	9	9	9	9	6	6	9	9	9	6
	LD	9	6	6	6	6	9	9	9	9	9
	$\sqrt{CS_{iLE} \times CS_{iLD}}$	9,00	7,35	7,35	7,35	6,00	7,35	9,00	9,00	9,00	7,35
CS _C	$\sqrt{CS_I \times CS_{II}}$	3,00	6,64	6,64	8,13	7,35	6,64	4,70	7,35	7,35	6,64
CS _{C km}	$\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n CS_{Ci}}$	6,23									
ICG _{km}	$\frac{\left(\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n CS_{Ci}} - 1 \right)}{A} \times 100$	65,40									

Para a determinação do ICG_{km} deve-se proceder o cálculo da média geométrica entre os critérios de segurança compostos, para o intervalo de 1 quilômetro. A Tabela 26, apresenta o valor único obtido para o intervalo (6,23). Na conversão de escala, segundo Equação 46, obtém-se o valor 65,40 (arredondado para apenas 65) que é apresentado como ICG_{km} do quilômetro 100 do exemplo. Conforme Tabela 25, que estabelece a classificação

visual do ICG_{km} , o valor 65, obtido para o quilômetro 100 do exemplo, indica que o mesmo pode ser classificado na condição “Regular”.

Da mesma forma, a determinação do ICG_{trecho} se dá através da média geométrica dos ICG_{km} disponíveis. Neste caso, tem-se um único valor representativo para todo o trecho.

3.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método de análise da consistência geométrica, proposto neste capítulo, foi utilizado no desenvolvimento de *software* específico e na adaptação do *software* CAD – WorkCAD – de forma a que este possa fornecer elementos geométricos da rodovia a partir de dados georreferenciados. Em resumo, o método proposto é composto de: (i) um único modelo multivariado para estimativa da velocidade operacional potencial, (ii) de um modelo de estimativa da velocidade operacional efetiva (diagrama de velocidades), a partir de taxas de aceleração e desaceleração e do fator de redução do desempenho do veículo em aclave, e (iii) de critério classificatório das rodovias através dos índices de consistência geométrica por trecho (ICG_{trecho}) e por quilômetro (ICG_{km}). Agrega-se ao método, (iv) a opção de utilizar dados georreferenciados das vias, na ausência dos seus elementos plani-altimétricos de projeto.

A presente tese, além de propor um método de avaliação da consistência geométrica de rodovias de pista simples brasileiras, apresenta na seqüência sua aplicação sobre rodovias do Estado do Rio Grande do Sul, em estudo de caso.

4 ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO NA CLASSIFICAÇÃO DE RODOVIAS

A aplicação do método é tratada no presente capítulo através do estudo de caso em rodovias do Estado do Rio Grande do Sul. A realização deste estudo de caso tem por objetivos:

- **avaliação do método proposto:** verificar possíveis ajustes e/ou inconsistências no método criado, identificando problemas quanto à introdução e disponibilidade de dados, performance e geração de relatórios; capacitação de técnicos nas etapas de manipulação e gerenciamento de dados, aplicação do método e obtenção de relatórios;
- **análise e classificação de rodovias do RS:** analisar e classificar rodovias de pista simples, segundo sua consistência geométrica, através dos Critérios de Segurança I e II e dos ICG_{km} e ICG_{trecho} ;
- **confrontar classificação com dados de acidentes:** permitir a confrontação entre classificação, obtida por quilômetro e por trecho, com dados históricos de acidentes.

Para tanto, neste capítulo serão abordados temas referentes ao emprego do método, divididos em:

- roteiro para aplicação do método;
- rodovias selecionadas: critérios de seleção e descarte e;
- procedimentos adotados para o estudo de caso.

4.1 ROTEIRO PARA APLICAÇÃO DO MÉTODO

No Capítulo 3 foram apresentados os critérios utilizados no desenvolvimento do método proposto. No presente capítulo, pretende-se aplicar o método proposto em rodovias previamente selecionadas para estudo de caso. O estudo de caso oportuniza a descrição da sistemática de aplicação do método através deste roteiro.

A Figura 28 indica o fluxograma de procedimentos a serem adotados para obtenção dos relatórios de ICG_{km} e ICG_{trecho} , pelo método proposto.

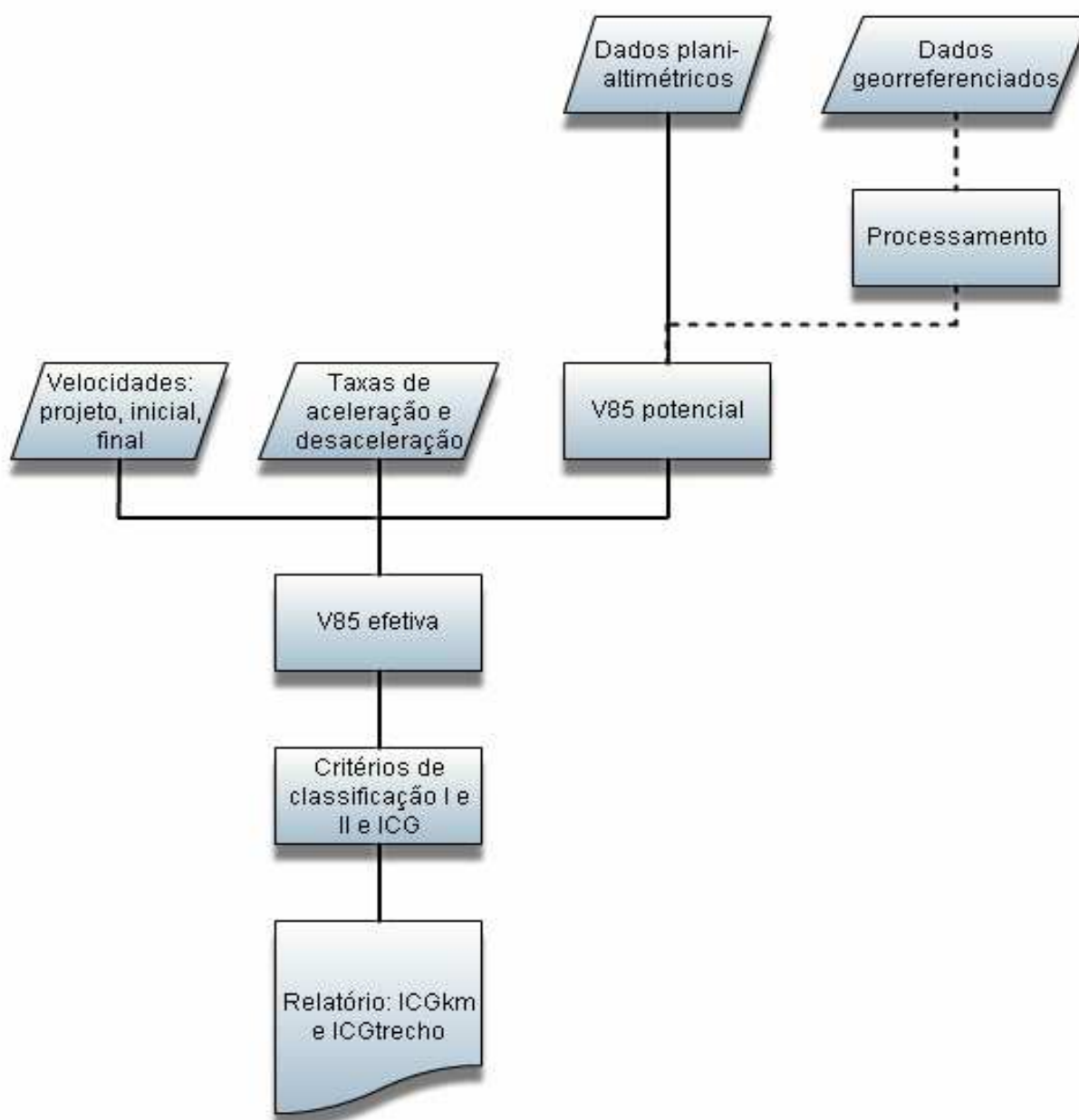


Figura 28 – Fluxograma para aplicação do método proposto

4.1.1 Dados necessários para processamento

O método de análise de consistência geométrica, proposto neste estudo, necessita de dados de entrada referentes às características plani-altimétricas da via. Além destes dados são necessárias as velocidades de projeto, inicial e final, para o trecho. O método utiliza taxas de aceleração e desaceleração, bem como fatores de redução da potência (para veículos em active) pré-configurados. Estes valores podem ser alterados conforme interesse específico.

Na ausência de dados plani-altimétricos, o método prevê a utilização de base de dados georreferenciados na obtenção dos mesmos.

4.1.1.1 Dados plani-altimétricos

O modelo de estimativa da velocidade operacional potencial utiliza como variáveis independentes planimétricas o raio e o lado da curva. Além destes dados são necessários os elementos definidores de início e fim das mesmas (PC e PT), segundo seu estaqueamento. A planilha de coordenadas de um projeto rodoviário possui os elementos planimétricos necessários para o processamento.

A variável declividade é utilizada na estimativa da velocidade operacional potencial. Esta informação é obtida diretamente do projeto de greide em segmentos onde não há curvas de concordância vertical. Nos segmentos com curvas de concordância é necessário determinar a declividade para cada estaca, uma vez que esta vai variar entre a declividade anterior e posterior ao ponto de inflexão vertical (PIV). Este procedimento é bastante simples e decorre da divisão da diferença entre declividades (Δi) pelo comprimento da projeção da parábola de concordância vertical (L). Este fator indica a variação de declividade por metro, ao longo da curva de concordância vertical, devendo ser aplicada nesta para a determinação da declividade das estacas múltiplas de 20 metros.

4.1.1.2 Dados georreferenciados

O método proposto oferece uma alternativa para sua utilização em rodovias já implantadas que não apresentem elementos plani-altimétricos disponíveis. Este fato é bastante comum em rodovias antigas e em rodovias que sofreram significativas alterações de projetos sem a elaboração do projeto “*As Build*”.

A utilização de equipamentos e técnicas para obtenção de dados georreferenciados já foi tratada no capítulo anterior. Neste item são abordados alguns critérios para a utilização destes dados:

- **identificação do ponto de partida e chegada:** é importante que a base de dados georreferenciada esteja “amarrada” à quilometragem estabelecida pelo órgão gestor. Para tanto, é importante que a seqüência de pontos com coordenadas X, Y e Z identifique o ponto do quilômetro inicial e final do trecho avaliado;
- **identificação do sentido da via:** a situação ideal decorre da obtenção de dados georreferenciados segundo o sentido da quilometragem estabelecida para a via. Em face a questões operacionais, na obtenção de dados georreferenciados em malhas viária de grande extensão, muitas vezes opta-se por georreferenciar o trecho no sentido oposto ao

do seu estaqueamento. Nestes casos é importante que esta informação seja registrada de forma a proceder à inversão dos dados;

- **determinação do eixo verdadeiro:** as coordenadas dos pontos georreferenciados referem-se a um eixo virtual definido pelo trajeto do veículo. A obtenção do eixo verdadeiro decorre da aplicação, ao longo da via, de um fator de correção (geralmente uma distância constante à esquerda). Para tanto, é importante o registro da posição do equipamento e/ou de sua antena no veículo e, conseqüente, distância transversal estimada até o eixo da via;
- **indicação de problemas de percurso:** é possível que o veículo, coletor de dados georreferenciados, tenha que adotar percursos distintos ao do eixo da via por situações inusitadas. Como exemplo desta situação, tem-se a ultrapassagem de veículos muito lentos e o deslocamento para o acostamento (este último verificado, principalmente, no início e fim dos trechos). Recomenda-se o registro destas ocorrências para ajuste de eixo.

4.1.2 Estrutura do método

O método de análise da consistência geométrica apresenta três núcleos principais e um secundário. São eles:

- determinação da velocidade operacional potencial – V_{85p} ;
- determinação da velocidade operacional efetiva – V_{85e} ;
- critérios de classificação I e II, e ICG e;
- anexo para conversão de dados georreferenciados em elementos plani-altimétricos.

4.1.2.1 Determinação da velocidade operacional potencial – V_{85p}

A determinação da velocidade operacional potencial – V_{85p} utiliza como dados de entrada os elementos plani-altimétricos da rodovia. Seu cálculo decorre da aplicação da Equação 40, utilizando-se as variáveis: raio planimétrico, lado da curva e declividade, por estaca. Como resultado tem-se a V_{85p} calculada para cada estaca, por sentido da via, visto que aclives e declives, bem como curvas a esquerda e direita, apresentam contribuições distintas na V_{85p} . O processamento desta etapa ocorre integralmente no *software* CalVelOpe.EXE.

4.1.2.2 Determinação da velocidade operacional efetiva – V_{85e}

O cálculo da velocidade operacional efetiva – V_{85e} utiliza como dados de entrada a velocidade operacional potencial, taxas de aceleração e desaceleração e o fator de redução de desempenho para aclives. As velocidades inicial e final (medidas ou arbitradas) são também utilizadas como velocidades de “partida” no sentido do estaqueamento e no sentido contrário, respectivamente. A velocidade operacional efetiva de uma estaca é calculada de forma a não ultrapassar a velocidade operacional potencial da mesma, utilizando a velocidade operacional efetiva da estaca anterior como referência e a taxa de aceleração (com fator de redução para aclives) ou desaceleração segundo condicionantes geométricas da via. A V_{85e} é obtida para estacas de 20 em 20 metros, por sentido da via, gerando o perfil de velocidades a ser utilizado no critério de análise e apresentado no relatório. O processamento desta etapa ocorre integralmente no *software* CalVelOpe.EXE. O resultado final do processamento é um arquivo em formato TXT (arquivo texto) a ser utilizado para geração dos relatórios.

4.1.2.3 Critérios de classificação I e II, e ICG

Uma vez obtido o perfil de velocidades, por sentido da via, as mesmas são confrontadas com a velocidade de projeto (critério de segurança I) e entre si, para elementos planimétricos distintos (critério de segurança II). O critério de segurança I é obtido pela subtração direta entre a velocidade operacional efetiva de uma dada estaca, por sentido da via, e a velocidade de projeto. O critério de segurança II é avaliado para elementos planimétricos consecutivos (curva-curva, tangente-curva). Nesse sentido, devem ser determinados, por sentido, os valores máximos e mínimos, de forma a identificar reduções bruscas de velocidade. O ICG_{km} é obtido da composição dos critérios de segurança I e II. O ICG_{trecho} resulta da média geométrica dos ICG_{km} . Todo o processamento desta etapa ocorre em planilha automatizada, desenvolvida no *software* Excel, gerando automaticamente o relatório de análise da consistência geométrica (Apêndice G).

4.1.2.4 Conversão de dados georreferenciados em elementos plani-altimétricos

A conversão de dados georreferenciados em elementos plani-altimétricos faz-se necessária quando, para rodovias já implantadas, não é possível obter o projeto geométrico ou, este último, encontra-se defasado em relação a adaptações feitas na mesma. Nestes casos, é possível obter os elementos plani-altimétricos de forma indireta, através do processamento

de dados georreferenciados. Para tanto, utilizou-se o *software* de CAD, WorkCAD, configurado para as necessidades específicas do estudo (conforme apresentado no Apêndice E).

Os dados de coordenadas oriundos do levantamento georreferenciado são separados em dados planimétricos e altimétricos, processados no WorkCAD e exportados no formato de planilhas de coordenadas e de elementos altimétricos (projeto de greide). Desta forma, obtém-se os dados necessários para o processamento de determinação da velocidade operacional potencial – V_{85p} , conforme item 4.1.2.1.

Este método de conversão permite também a obtenção de elementos plani-altimétricos para utilização no *software* IHSDM.

4.2 RODOVIAS SELECIONADAS: CRITÉRIOS DE SELEÇÃO E DESCARTE

O método proposto foi desenvolvido com o objetivo de se tornar uma ferramenta de análise simples e eficiente, permitindo o seu emprego no maior número possível de rodovias de pista simples. Neste sentido, o estudo de caso desenvolvido procurou trabalhar com a maior quantidade de informações disponíveis. Na seqüência são tratados os aspectos que limitaram a abrangência do estudo.

4.2.1 Seleção / descarte regional

O critério de seleção e descarte regional consistiu em identificar uma região que permitisse o desenvolvimento do estudo. Por questões de ordem prática optou-se por trechos rodoviários do Estado do Rio Grande do Sul, cadastrados no Sistema Rodoviário Estadual – SRE (DAER/RS, 2005a). Corroboraram para esta escolha:

- as rodovias do Estado do Rio Grande do Sul já estarem georreferenciadas, disponíveis em base de dados através do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem – DAER/RS;
- o modelo de estimativa da V_{85} ter sido calibrado para as rodovias do Estado.

4.2.2 Seleção / descarte por dados de acidentes

Embora a informação sobre acidentes não seja requerida pelo método proposto e, desta forma, sua ausência não limite a aplicação do mesmo, optou-se por considerar apenas os

trechos com histórico de acidentes por quilômetro disponíveis. A seleção de apenas estes trechos teve por objetivo permitir a confrontação de dados de acidentes com a classificação obtida.

A base de dados de acidentes utilizada foi obtida junto à UNIVIAS, consórcio que reúne três concessionárias de rodovias do Estado (CONVIAS – pólo de Caxias do Sul, SULVIAS – pólo Lajeado e METROVIAS – pólo Metropolitano). Nesta base de dados estão registradas 14.608 ocorrências de acidentes, ao longo dos anos de 2000 a 2006. Cada ocorrência de acidente apresenta as informações: (i) rodovia, (ii) quilômetro, (iii) tipo de acidente, (iv) número de ilesos, (v) feridos leves, (vi) feridos graves, (vii) óbitos, (viii) severidade e (ix) data, conforme Tabela 27. O tipo de acidente foi utilizado na “filtragem” da base de dados para a elaboração do índice de acidentes parciais, reduzindo a mesma para 12.292 ocorrências. Por esta análise, acidentes que apresentam forte relação com características geométricas da via foram considerados (abaloamento, capotagem, colisão frontal e traseira, saída de pista e tombamento), conforme FHWA (2000). Atropelamentos, choques com objetos fixos e acidentes sem classificação foram desconsiderados.

Tabela 27 – Estrutura da base de dados de acidentes utilizada

Rodovia	km	Tipo de Acidente	Ilesos	Ferido Leve	Ferido Grave	Óbito	Severidade	Data
BR/386	383	Colisão	1	1	0	0	C/Feridos	01/11/00
RS/030	77	Saída/Fuga	2	0	0	0	S/Feridos	01/11/00
RS/130	73	Colisão	0	1	0	0	C/Feridos	01/11/00
BR/116	127	Colisão	10	0	0	0	S/Feridos	02/11/00
BR/290	248	Saída/Fuga	1	1	0	0	C/Feridos	02/11/00

A utilização desta base de dados de acidentes, considerada a mais completa disponível no Estado do Rio Grande do Sul, reduziu de aproximadamente 15.000 quilômetros para 1.100 quilômetros. O Apêndice F apresenta os trechos viários considerados.

4.2.3 Seleção / descarte por dados de VDM

Conforme visto em 2.2.3.3, o número de acidentes, seja em seu valor absoluto, parcial, em UPS ou através da composição do custo, não são os melhores indicadores para o confronto de diferentes trechos rodoviários. Através da Equação 34 e da Equação 35, é possível obter um índice para confronto, graças à inserção da exposição através do Volume

Diário Médio e da extensão do trecho. O Anexo B apresenta os dados de VDM_A (Volume Diário Médio Anual Equivalente) de 2006 publicados pelo DAER (2007). Os dados de VDM_A , na maioria dos casos, foram obtidos através da contagem em pedágios e por registros nos Controladores Eletrônicos de Velocidade. A Tabela 28 apresenta os trechos utilizados no estudo.

Tabela 28 – Trechos considerados no estudo de caso

Código	Descrição do trecho	Dados de projeto			VDM_A	Marco km		Ext.
		Reg.	Classe	Vd		Início	Fim	
Pólo Caxias do Sul (CONVIAS)								
116BRS3080	SÃO MARCOS - ENTR. ERS-230 (P/ ANA RECH)	MON	2 ^a	50	2538	115,24	142,42	27,18
116BRS3110	FIM DA PISTA DUPLA - ENTR. ERS-452 (VILA CRISTINA)	MON	3 ^a	40	1329	152,21	172,26	20,05
122ERS0150	ENTR. VRS-314 (P/ NOVA PÁDUA) - PASSO DO ZEFERINO	MON	2 ^a	50	2960	95,00	107,75	12,75
Pólo Lajeado (SULVIAS)								
386BRS0240	ACESSO A SÃO JOSÉ DO HERVAL - ENTR. ERS-423 (P/ PROGRESSO)	MON	1 ^a	60	4406	281,82	314,10	32,28
386BRS0265	ENTR. ERS-128(B) (P/ TEUTÔNIA) - ENTR. RST-287(A) (TABAÍ)	OND	1 ^a	80	8521	365,87	384,28	18,41
130ERS0110	ENTR. VRS-311 (ARROIO DO MEIO) - ENTR. ERS-129 (P/ ROCA SALES)	OND	1 ^a	80	4130	78,54	97,27	18,73
129ERS0090	ENCANTADO - ENTR. ERS-332 (P/ ILÓPOLIS)	OND	2 ^a	70	4171	70,38	74,13	3,75
453RST0090	ENTR. BRS-386(B)/ERS-129 (ESTRELA) - ENTR. ERS-128 (TEUTÔNIA)	OND	1 ^a	80	6617	37,97	54,02	16,05
453RST0115	ACESSO A IMIGRANTE - ENTR. RST-470(A) (GARIBALDI)	MON	1 ^a	60	1969	65,44	96,18	30,74
Pólo Metropolitano (METROVIAS)								
116BRS3275	ENTR. ERS-703 (P/ GUAÍBA) - ENTR. ERS-709 (P/ BARRA DO RIBEIRO)	PLA	1 ^a	100	7508	299,56	319,62	20,06
290BRS0120	ENTR. ERS-703 (P/ GUAÍBA) - ENTR. ERS-401 (P/ CHARQUEADAS)	PLA	1 ^a	100	7886	121,43	129,60	8,17
030ERS0090	GLORINHA - ENTR. ERS-474 (P/ ROLANTE)	OND	3 ^a	60	3247	23,42	50,30	26,88
040ERS0050	ENTR. ERS-118 (P/ PASSO DO FIÚZA) - CAPÃO DA PORTEIRA	PLA	1 ^a	100	7261	11,24	47,08	35,84
040ERS0090	ENTR. BRS-101 (CAPIVARI DO SUL) - ENTR. ERS-784 (P/ CIDREIRA)	PLA	1 ^a	100	3248	64,48	85,48	21,00

4.2.4 Seleção / descarte por questões diversas

Obtidos os relatórios de análise da consistência geométrica e os índices por quilômetro e por trecho, estabeleceu-se o descarte dos segmentos viários que possuíam características não compatíveis com as recomendadas para utilização do método. Segmentos

viários (i) duplicados, (ii) com terceira faixa, (iii) em zona urbana, (iv) com pedágios e (v) por motivos diversos, foram descartados da análise.

Do total de 292 quilômetros processados, 225 quilômetros foram considerados válidos para confronto com a base histórica de acidentes. O Apêndice H apresenta relatório com quadro resumo do ICG, I_{UPS} e $I_{R\$}$ por trecho e por quilômetro, conforme pode ser visto na Figura 29.

QUADRO RESUMO do ICG, I_{UPS} e $I_{R\$}$ por trecho e por km																															
SRE	Valores por trecho			Valores por quilômetro								Critério de descarte								Dados válidos											
	Vd	VDM	ICG	I_{UPS}	$I_{R\$}$	N_u	N_r	N_m	R\$	$I_{R\$}$	1	2	3	4	5	6	7	8	TOT	ICG	I_{UPS}	$I_{R\$}$									
116RS3110	40	1329	16	14,68	35,90	157	16	96	32,98	32	25	0	995024,00	124,78																	
						158	15	81	27,83	33	17	0	690183,00	86,55				X													
						159	23	33	11,34	13	6	0	245227,00	30,75																	
						160	19	52	17,87	24	4	1	181992,00	22,82																	
						161	15	21	7,22	17	1	0	58775,00	7,37																	
						162	21	64	21,99	32	12	0	497696,00	62,41																	
						163	21	87	29,89	31	17	5	687769,00	86,25																	
						164	22	208	71,47	92	36	1	1488260,00	186,64																	
						165	17	125	42,95	61	24	0	991771,00	124,38																	
						166	21	145	49,82	49	27	1	1092055,00	136,95																	
						167	15	64	21,99	24	17	0	679320,00	85,19																	
						168	21	43	14,77	15	8	0	324153,00	40,65																	
						169	22	45	15,46	21	8	0	331395,00	41,56																	
						170	15	76	26,11	24	29	0	1138392,00	142,76																	
						171	10	105	36,08	41	19	0	776351,00	97,36																	
						172	9	41	14,09	21	5	0	216627,00	27,17																	
299	100	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	X																					
300	100	16	0,97	8	2	0	86166,00	1,91																							
301	100	86	5,23	26	18	0	719990,00	15,98																							
302	100	183	11,13	59	37	4	1486685,00	33,00																							
303	100	155	9,43	75	20	1	855645,00	18,99																							
304	100	29	1,76	17	6	0	250055,00	5,55																							
305	100	74	4,50	18	8	3	327774,00	7,28																							
306	100	36	2,19	16	10	0	401872,00	8,92																							
307	100	78	4,74	18	11	6	442542,00	9,82																							
308	100	50	3,04	14	4	2	169922,00	3,77																							
309	100	62	3,77	22	7	2	294346,00	6,53																							
310	100	35	2,13	11	20	0	778397,00	17,28																							
311	100	53	3,22	21	11	0	446163,00	9,90																							
312	100	39	2,37	15	10	0	400665,00	8,89																							
313	100	42	2,55	18	8	0	327774,00	7,28																							
314	100	10	0,61	6	1	0	45498,00	1,01																							
315	100	50	3,04	18	10	1	404286,00	8,97																							

Figura 29 – Quadro resumo do ICG, I_{UPS} e $I_{R\$}$ por trecho e por km

4.3 PROCEDIMENTOS ADOTADOS PARA O ESTUDO DE CASO

4.3.1 Estabelecimento da velocidade de projeto

A velocidade de projeto é fundamental para a análise pelo critério de segurança I. As rodovias utilizadas no estudo de caso são, na sua grande maioria, rodovias com mais de 50

anos de implantação. Em raras exceções, foi possível ter acesso ao projeto original das mesmas e, mesmo nestes casos, foi informado por técnicos do DAER/RS que tais projetos não correspondem à rodovia atualmente implantada. Nesse sentido, a determinação da velocidade de projeto teve que ser obtida de forma indireta.

Em reunião com técnicos de reconhecida competência em projetos geométricos do DAER/RS, estabeleceu-se a classificação dos trechos viários do estudo de caso quanto às características de região e classe da rodovia. Para tanto, foram observados critérios e normas vigentes na época de concepção dos referidos projetos geométricos. A velocidade de projeto observada na Tabela 28 é resultante desta análise.

4.3.2 Estabelecimento das velocidades inicial e final

A velocidade inicial e final, em face à dificuldade de obtenção destas informações, foi estabelecida em 60 km/h para os trechos do estudo. Esta definição decorre do pressuposto da existência de interseções e/ou acessos, nos segmentos de ingresso na via, com velocidade regulamentada em 60 km/h.

4.3.3 Taxas de aceleração e desaceleração utilizadas

As taxas de desaceleração e aceleração e os fatores de redução da aceleração, em função da declividade positiva (aclive), adotadas para o estudo de caso, foram as sugeridas no Capítulo 3.

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O emprego do método proposto, nos trechos adotados no estudo de caso, permitiu avaliar aspectos positivos e negativos em sua utilização. Os principais aspectos positivos observados foram:

- facilidade de obtenção dos elementos plani-altimétricos das rodovias, a partir dos dados georreferenciados;
- rapidez no processamento dos elementos plani-altimétricos na obtenção dos relatórios de análise da consistência geométrica.

Os aspectos negativos observados referem-se à obtenção dos dados necessários para o processamento. Os principais fatores negativos observados foram:

- a falta de dados de VDM_A para os trechos classificados segundo o SRE (DAER/RS, 2005a). A limitação de dados de VDM_A reduziu a base de dados de 1.100 para 292 quilômetros, na análise de correlação com os acidentes;
- a dificuldade de se obter informações básicas sobre as rodovias (classe, região, velocidade de projeto, entre outras), junto ao órgão competente. Na tentativa de consultar os projetos no setor de arquivo do DAER/RS, verificou-se que boa parte das informações está dispersa ou já não mais existe. Para obter tais informações, em alguns momentos, foi necessário contar com a memória viva da instituição, através dos técnicos que acompanharam projetos e obras;
- fatores diversos relacionados à base de dados georreferenciada, disponibilizada pelo DAER/RS, como: (i) trechos levantados em sentido oposto ao registrado pelo SRE da mesma instituição, (ii) segmentos apresentando descontinuidades, (iii) alteração do alinhamento (pontos registrados em ultrapassagens) e (iv) dificuldades para obtenção dos marcos quilométricos inicial e final.

Questões referentes à classificação das rodovias do estudo de caso, e sua correlação com acidentes são desenvolvidas no Capítulo 5.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos resultados está dividida em três tópicos principais. São eles:

- análise do método proposto;
- análise da classificação obtida no estudo de caso;
- análise do índice proposto *versus* índices de acidentes viários.

5.1 ANÁLISE DO MÉTODO PROPOSTO: V_{85E} VERSUS IHSDM

O método proposto utiliza um modelo de estimativa da velocidade operacional desenvolvido e calibrado para rodovias brasileiras (estado do Rio Grande do Sul) de pista simples. Através de taxas de aceleração e desaceleração e de um fator de correção para o desempenho do veículo em aclives, é obtida a velocidade operacional efetiva, permitindo a construção do perfil de velocidades, por sentido, da rodovia.

O confronto dos valores de velocidades operacionais, do perfil de velocidades, com a velocidade de projeto e, entre si, permite classificar os segmentos viários segundo os critérios de segurança I e II. O índice de consistência geométrica, por quilômetro e por trecho, decorre da composição dos valores obtidos nos critérios de segurança I e II.

A análise do método proposto objetiva avaliar aspectos relacionados à concepção do mesmo, resultados obtidos e confrontados com o método de análise da consistência geométrica integrante do *software* IHSDM.

A velocidade operacional efetiva, pelo modelo proposto, é função da velocidade operacional potencial, de taxas de aceleração e desaceleração e da redução de desempenho do veículo de passeio em aclives. O perfil de velocidades resultante, por sentido da via, oferece um padrão de comportamento adotado pelo condutor perante as condicionantes da rodovia e de seu veículo.

Confrontando o perfil de velocidades do método proposto com o obtido através da aplicação do *software* IHSDM é possível identificar diferenças e semelhanças entre os mesmos. O trecho 116BRS3080 foi utilizado com este propósito. O Anexo A contém a análise do trecho segundo método do IHSDM, já o Apêndice G reúne as análises, pelo método proposto, dos quatorze trechos escolhidos para estudo de caso.

Para permitir o confronto entre os valores de V_{85} estimados pelos dois métodos, foram considerados os seguintes quesitos na configuração do módulo de avaliação da consistência geométrica do IHSDM:

- velocidade de projeto de 50 km/h;
- velocidade desejada de 93,1545 km/h;
- velocidades inicial e final do trecho igual a 60 km/h;
- veículo tipo: “*Passenger Car – Type I*”.

O relatório que apresenta o confronto entre as V_{85} de ambos os métodos pode ser avaliado no Apêndice I. Os dados constantes no mesmo referem-se às V_{85} estimadas de 27 quilômetros, nos dois sentidos, calculados para estacas de 20 em 20 metros. Os valores calculados, através do método proposto, apresentam uma correlação de 0,82 com os obtidos através do IHSDM, considerada uma correlação muito alta, segundo Tabela 29.

Tabela 29 – Interpretação da correlação

Coefficiente	Interpretação
$ r = 1$	correlação perfeita
$0,80 \leq r < 1,00$	muito alta
$0,60 \leq r < 0,80$	alta
$0,40 \leq r < 0,60$	moderada
$0,20 \leq r < 0,40$	baixa
$0,00 < r < 0,20$	muito baixa
$ r = 0$	nula

Fonte: Bisquerra *et al.* (2004)

As diferenças de velocidades mais significativas (limite inferior e limite superior) entre os métodos, foram de -9,75 e 20,56 km/h, respectivamente. O valor médio das V_{85} estimadas pelo IHSDM foi de 76,10 km/h, contra 80,18 km/h pelo método proposto. É possível perceber, através das médias e das maiores diferenças, que o método proposto gera um perfil de velocidades com velocidades superiores às obtidas pelo IHSDM. A Figura 30 apresenta o perfil de velocidades para dois quilômetros e nos dois sentidos, resultante dos dados do Apêndice I.

O perfil de velocidades obtido através do método proposto apresenta comportamento similar ao do IHSDM (Figura 30). Em quase totalidade dos segmentos observados, as V_{85} estimadas pelo método proposto apresentaram-se superiores às calculadas

pelo IHSDM. Os segmentos onde ocorrem inversões foram identificados como os com características geométricas mais favoráveis (km 116,2 no sentido do estaqueamento e km 117,2 no sentido contrário). Como o trecho selecionado, para confronto entre métodos, apresentava segmentos com condicionantes geométricas mais restritivas, o valor médio das V_{85e} estimadas foi superior ao do IHSDM. Para trechos com condicionantes menos restritivas verifica-se uma inversão destas posições.

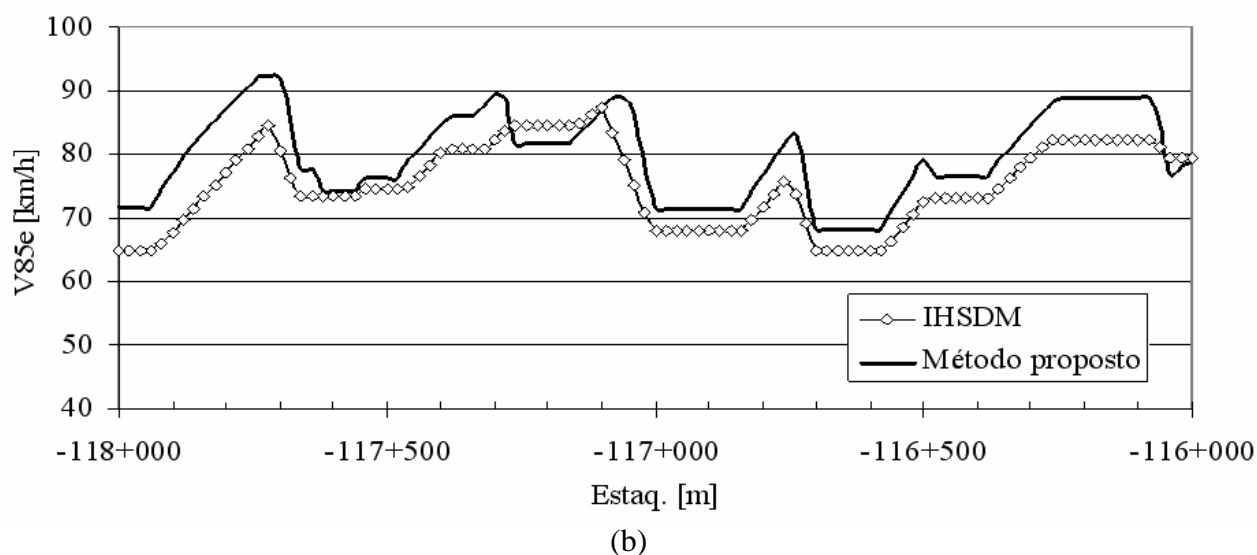
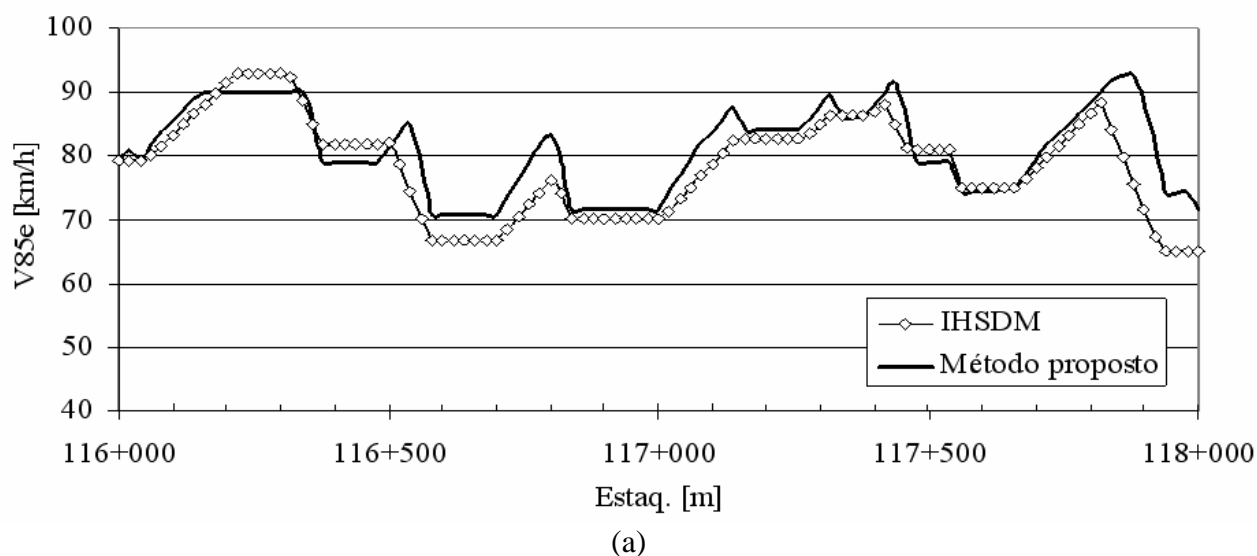


Figura 30 – Confronto de perfis de velocidades: sentido do estaqueamento (a) e contrário (b)

O perfil de velocidades da Figura 30 permite, ainda, avaliar o comportamento das taxas de aceleração e desaceleração em ambos os métodos. Uma observação que pode ser feita é quanto ao paralelismo verificado nos aclives e declives entre os perfis de velocidade, que representam a derivada primeira da velocidade em função do tempo, ou seja, acelerações

e desacelerações. Este paralelismo permite considerar que as taxas de aceleração e desaceleração usuais adotadas, no método proposto, são equivalentes ao comportamento registrado pelos modelos avaliados pela FHWA (2000), constante no método de estimativa da V_{85} do IHSDM. Em determinadas situações, como a verificada no quilômetro 116+500 no sentido do estaqueamento (Figura 30a), o método proposto apresenta taxas de aceleração e desaceleração superiores as do FHWA (2000). Nestes casos são observados picos de velocidade, que representam uma condução comumente denominada como “mais agressiva”.

5.2 ANÁLISE DA CLASSIFICAÇÃO OBTIDA NO ESTUDO DE CASO

Um dos objetivos específicos, propostos na presente Tese, foi o de desenvolver estudo de caso sobre rodovias de pista simples do Estado do Rio Grande do Sul, de forma a avaliar a consistência geométrica das mesmas. Para tanto, procedeu-se a análise através dos critérios de segurança I e II e do índice de consistência geométrica – ICG, proposto neste trabalho.

5.2.1 Critério de segurança I

O critério de segurança I avalia e classifica os segmentos viários pela diferença entre velocidade operacional e velocidade de projeto. Diferenças de até 10 km/h classificam o segmento viário como ‘projeto bom’, diferenças entre 10 e 20 km/h são classificadas em ‘projeto regular’ e diferenças maiores de 20 km/h em ‘projeto fraco’. É importante ressaltar que não está sendo emitido nenhum juízo referente à qualidade do projeto geométrico, mas sim quanto ao seu alinhamento com o padrão de utilização verificado na via.

A análise pelo critério de segurança I foi desenvolvida para cada sentido da via. A Tabela 30 apresenta a quilometragem, nos dois sentidos, segundo enquadramento classificatório. É possível observar que as rodovias com velocidade de projeto entre 40 a 60 km/h obtiveram boa parte da quilometragem classificada em ‘projeto fraco’, enquanto no outro extremo, rodovias com velocidade de projeto de 100 km/h, obtiveram enquadramento de toda sua extensão em ‘projeto bom’. Este último já era esperado, em face do modelo proposto prever velocidade operacional estimada, para condições menos restritivas, equivalente a 93 km/h.

Tabela 30 – Classificação pelo critério de segurança I

Trecho	Extensão [km]	Região	Classe	Vd [km/h]	Critério de segurança I [km] (2 sentidos)		
					Fraco	Regular	Bom
116BRS3080	27,18	Montanhosa	2 ^a	50	52,0	2,2	0,4
116BRS3110	20,05	Montanhosa	3 ^a	40	39,8	0,0	0,0
116BRS3275	20,06	Plana	1 ^a	100	0,0	0,0	40,2
290BRS0120	8,17	Plana	1 ^a	100	0,0	0,0	16,4
386BRS0240	32,28	Montanhosa	1 ^a	60	62,7	1,8	0,1
386BRS0265	18,41	Ondulada	1 ^a	80	0,0	13,3	10,9
030ERS0090	26,88	Ondulada	3 ^a	60	53,5	0,2	0,1
040ERS0050	35,84	Plana	1 ^a	100	0,0	0,0	71,8
040ERS0090	21,00	Plana	1 ^a	100	0,0	0,0	42,0
122ERS0150	12,75	Montanhosa	2 ^a	50	24,7	0,9	0,0
129ERS0090	3,75	Ondulada	2 ^a	70	3,5	3,8	0,5
130ERS0110	18,73	Ondulada	1 ^a	80	0,0	27,6	10,0
453RST0090	16,05	Ondulada	1 ^a	80	0,0	21,4	11,0
453RST0115	30,74	Montanhosa	1 ^a	60	59,6	1,8	0,2

A classificação em ‘projeto fraco’ de boa parte dos quilômetros de rodovias com velocidade de projeto igual ou inferior a 60 km/h é preocupante. Embora a rodovia tenha sido dimensionada para esta velocidade, vem sendo utilizada por condutores que trafegam na mesma com velocidades superiores em 20 km/h, ou mais. Problemas sérios de segurança viária estão relacionados ao sub-dimensionamento do projeto em relação ao seu padrão de utilização. Recomenda-se que os quilômetros dos trechos classificados em ‘projeto fraco’ sejam reavaliados e que medidas de ajuste do projeto geométrico, de sinalização e/ou operacionais sejam adotadas.

5.2.2 Critério de segurança II

O critério de segurança II avalia como a velocidade operacional varia ao longo da via entre elementos planimétricos consecutivos (curva-curva, tangente-curva). Grandes variações na velocidade operacional (acima de 20 km/h) são consideradas prejudiciais para o fluxo de veículos e classificadas como ‘projeto fraco’, diferenças entre 10 e 20 km/h são classificadas como ‘projeto regular’ e até 10 km/h como ‘projeto bom’.

A Tabela 31 apresenta a classificação dos quilômetros, nos dois sentidos, das rodovias do estudo de caso, pelo critério de segurança II. Neste quesito, grande parte dos quilômetros analisados obteve bom desempenho. Os quilômetros com baixa classificação representam problemas pontuais, sendo passíveis de soluções também pontuais.

Tabela 31 – Classificação pelo critério de segurança II

Trecho	Extensão [km]	Região	Classe	Vd [km/h]	Critério de segurança II [km] (2 sentidos)		
					Fraco	Regular	Bom
116BRS3080	27,18	Montanhosa	2 ^a	50	3,8	14,3	36,5
116BRS3110	20,05	Montanhosa	3 ^a	40	5,4	10,3	24,1
116BRS3275	20,06	Plana	1 ^a	100	0,2	0,0	40,0
290BRS0120	8,17	Plana	1 ^a	100	0,2	1,5	14,7
386BRS0240	32,28	Montanhosa	1 ^a	60	0,2	2,2	62,2
386BRS0265	18,41	Ondulada	1 ^a	80	0,1	1,0	23,1
030ERS0090	26,88	Ondulada	3 ^a	60	0,1	2,4	51,3
040ERS0050	35,84	Plana	1 ^a	100	1,6	0,0	70,2
040ERS0090	21,00	Plana	1 ^a	100	0,4	0,0	41,6
122ERS0150	12,75	Montanhosa	2 ^a	50	0,7	2,5	22,4
129ERS0090	3,75	Ondulada	2 ^a	70	0,6	0,0	7,2
130ERS0110	18,73	Ondulada	1 ^a	80	1,2	0,1	36,3
453RST0090	16,05	Ondulada	1 ^a	80	1,2	0,3	30,9
453RST0115	30,74	Montanhosa	1 ^a	60	0,6	7,2	53,8

5.2.3 Índice de consistência geométrica – ICG

A consistência geométrica é avaliada, através do método proposto, pelo índice de consistência geométrica por quilômetro – ICG_{km} e por trecho – ICG_{trecho} . Sua escala varia de 0 (situação mais desfavorável) a 100 (situação mais favorável). O ICG também apresenta classificação em ‘projeto fraco’ ($ICG \leq 50$), ‘projeto regular’ ($51 \leq ICG \leq 80$) e ‘projeto bom’ ($ICG > 80$), conforme Tabela 25.

5.2.3.1 Classificação por km

O índice de consistência geométrica por quilômetro – ICG_{km} decorre da composição dos critérios de segurança I e II em um único índice por quilômetro, considerando ambos os sentidos da via. A Tabela 32 indica a classificação obtida, para os quilômetros analisados, por trecho. É possível observar diferenças entre a extensão do trecho e a

apresentada no ICG_{km} . Este fato decorre da análise em segmentos de 1 quilômetro. Por exemplo, o trecho 116BRS3080, com extensão de 27,18 quilômetros apresenta marco quilométrico inicial no km 115+240 e final em 142+420. A análise deste trecho resulta em ICG_{km} desde o km 115 (inclusive) até o km 142 (inclusive), totalizando 28 quilômetros classificados.

Tabela 32 – Classificação pelo ICG_{km}

Trecho	Extensão [km]	Região	Classe	Vd [km/h]	ICG _{km} [km]		
					Fraco	Regular	Bom
116BRS3080	27,18	Montanhosa	2 ^a	50	28	0	0
116BRS3110	20,05	Montanhosa	3 ^a	40	21	0	0
116BRS3275	20,06	Plana	1 ^a	100	0	0	21
290BRS0120	8,17	Plana	1 ^a	100	0	0	9
386BRS0240	32,28	Montanhosa	1 ^a	60	34	0	0
386BRS0265	18,41	Ondulada	1 ^a	80	0	1	12
030ERS0090	26,88	Ondulada	3 ^a	60	28	0	0
040ERS0050	35,84	Plana	1 ^a	100	0	4	33
040ERS0090	21,00	Plana	1 ^a	100	0	1	21
122ERS0150	12,75	Montanhosa	2 ^a	50	13	0	0
129ERS0090	3,75	Ondulada	2 ^a	70	4	1	0
130ERS0110	18,73	Ondulada	1 ^a	80	2	4	14
453RST0090	16,05	Ondulada	1 ^a	80	0	4	14
453RST0115	30,74	Montanhosa	1 ^a	60	32	0	0

Confrontando a Tabela 32 com a Tabela 30 é possível identificar um comportamento semelhante entre as mesmas. Como o índice de consistência geométrica por quilômetro – ICG_{km} é obtido a partir da composição dos critérios de segurança I e II, observa-se a grande influência do critério de segurança I sobre as notas do ICG_{km} . Embora os critérios de segurança contribuam com pesos iguais na formação do ICG_{km} , as baixas notas obtidas no critério de segurança I, associadas à utilização de médias geométricas, foram responsáveis pelo baixo desempenho obtido no ICG_{km} . Este fato, em parte, já era aguardado, surpreendendo por sua intensidade.

5.2.3.2 Classificação por trecho

Os resultados tabulados no Apêndice H foram sintetizados na Tabela 33. Nesta é possível observar os valores registrados do índice de consistência geométrica e dos índices de

acidentes por trecho. Também são indicadas as principais características das rodovias (região, classe e velocidade de projeto).

Tabela 33 – Resumo do ICG e I por trechos

Trecho	Região	Classe	Vd [km]	ICG _{trecho}	I _{AcTot}	I _{AcPar}	I _{UPS}	I _{RS}
116BRS3080	Montanhosa	2 ^a	50	21	2,67	2,37	7,09	19,12
116BRS3110	Montanhosa	3 ^a	40	16	6,82	6,33	14,68	35,90
116BRS3275	Plana	1 ^a	100	98	1,36	1,15	3,77	11,78
290BRS0120	Plana	1 ^a	100	94	0,70	0,58	2,03	6,27
386BRS0240	Montanhosa	1 ^a	60	24	1,28	1,11	3,19	9,05
386BRS0265	Ondulada	1 ^a	80	86	1,24	0,96	3,77	11,75
030ERS0090	Ondulada	3 ^a	60	23	1,13	0,84	3,52	10,67
040ERS0050	Plana	1 ^a	100	94	1,14	0,81	3,61	11,84
040ERS0090	Plana	1 ^a	100	96	1,82	1,47	5,40	16,33
122ERS0150	Montanhosa	2 ^a	50	23	3,73	3,21	8,15	22,82
129ERS0090	Ondulada	2 ^a	70	42	2,61	2,15	8,47	30,80
130ERS0110	Ondulada	1 ^a	80	78	1,87	1,55	6,19	21,92
453RST0090	Ondulada	1 ^a	80	79	1,00	0,90	2,85	7,13
453RST0115	Montanhosa	1 ^a	60	23	2,59	2,34	6,81	19,43

Analisando a Tabela 33, é possível identificar o trecho 116BRS3110 com o menor ICG_{trecho} (16). O mesmo trecho apresenta os índices de acidentes mais elevados (como exemplo, I_{AcTot} = 6,82). No outro extremo, o trecho 290BRS0120, com ICG_{trecho} igual a 94 (segundo melhor) apresenta os menores índices de acidentes (I_{AcTot} = 0,70).

Observou-se que os ICG_{km} e, conseqüentemente, o ICG_{trecho} sofreram significativa redução em função do critério de segurança I, ou seja, da diferença entre velocidade operacional e velocidade de projeto. Dos quatorze trechos viários utilizados no estudo de caso, sete apresentavam velocidades de projeto inferiores a 80 km/h e outros sete iguais ou superiores a esta. Os trechos rodoviários com velocidades de projeto abaixo de 80 km/h apresentaram baixa classificação no critério de segurança I. Esta baixa classificação, em função da adoção da média geométrica, resultou em baixas notas para o ICG_{km} e para o ICG_{trecho}. Esta relação pode ser melhor observada na Figura 31.

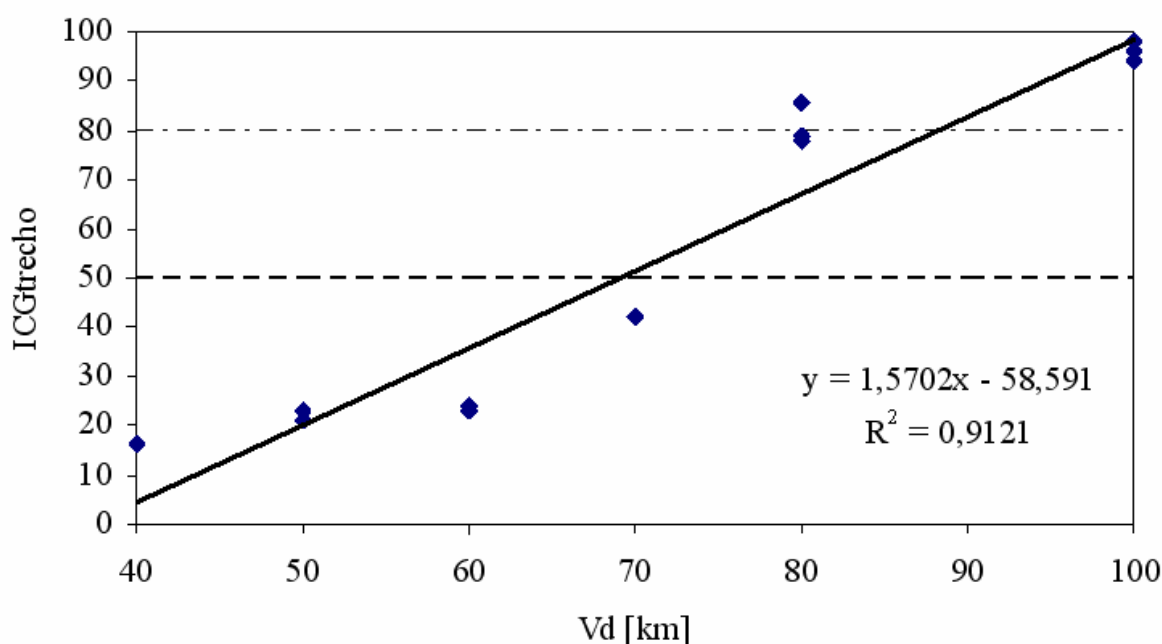


Figura 31 – ICG_{trecho} versus velocidade de projeto

Através da Figura 31 é possível identificar que os trechos viários com velocidades de projeto entre 40 e 70 km/h apresentaram ICG_{trecho} abaixo de 50 (classificando o projeto viário como fraco). Os trechos com velocidade de projeto de 80 km/h obtiveram ICG_{trecho} próximos a 80 (projeto de regular a bom) e aqueles com velocidade de projeto de 100 km/h obtiveram pontuação superior a 90 (projeto bom).

A correlação entre o ICG_{trecho} e a velocidade de projeto foi superior a 0,96. A Figura 31 apresenta a linha de tendência entre as variáveis com coeficiente de determinação equivalente a 0,91. A linha de tendência reforça os limites de passagem da classificação proposta, identificando três níveis distintos:

- **projeto bom:** rodovias com velocidade de projeto igual ou superior a 90 km/h;
- **projeto regular:** rodovias com velocidade de projeto de 70 e 80 km/h;
- **projeto fraco:** rodovias com velocidade de projeto inferior a 70 km/h.

5.3 ANÁLISE DO ÍNDICE PROPOSTO *VERSUS* ÍNDICES DE ACIDENTES VIÁRIOS

5.3.1 Classificação por km

No estudo de caso foram avaliados 225 quilômetros de 14 trechos viários distintos. A classificação destes quilômetros, segundo sua consistência geométrica, pode ser observada na Tabela 34.

Tabela 34 – Classificação por quilômetro

Classificação ICG _{km}		km	Vd		I _{AcTot}		I _{AcPar}		I _{UPS}		I _{RS}	
Caso	Intervalo		\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
Bom	81 a 100	108 (48%)	93,70	9,33	1,20	1,15	0,94	0,89	3,71	3,98	11,29	14,14
Regular	51 a 80	14 (6%)	86,43	10,82	2,66	2,42	2,30	2,21	8,59	6,74	28,97	23,30
Fraco	0 a 50	103 (46%)	56,80	7,44	2,34	2,16	2,04	2,01	6,04	5,61	17,06	18,02

Observando os dados da Tabela 34, é possível perceber a divisão dos quilômetros avaliados em dois grandes grupos: os classificados em ‘projeto bom’, 108 km (48%) e os classificados em ‘projeto fraco’, 103 (46%). Apenas 6% (14 quilômetros) foram classificados em ‘projeto regular’. Na mesma tabela, observa-se que as velocidades médias de projeto, elevam-se conforme se eleva a classificação.

Analisando os índices de acidentes médios por classificação, é possível identificar que os valores menores estão associados à classificação ‘projeto bom’. Os valores obtidos para a classificação ‘projeto regular’ são maiores que os registrados na classificação ‘projeto fraco’ o que, de certa forma, não condiz com o esperado. Esta inversão, associada a elevados desvios padrões, estabelece fatores de correlação de -0,32, -0,34, -0,22 e -0,15 entre o ICG_{km} e os índices de acidentes I_{AcTot}, I_{AcPar}, I_{UPS} e I_{RS}, respectivamente. Os valores negativos dos fatores de correlação indicam uma relação inversa entre o índice ICG_{km} e os índices de acidentes utilizados para confronto. Este fato se confirma visto que a maior pontuação do ICG_{km} representa a melhor condição de segurança, enquanto a maior pontuação dos índices de acidentes representa maior insegurança viária. A interpretação da correlação entre o ICG_{km} e os índices de acidentes, segundo Tabela 29, estabelece uma correlação baixa entre o ICG_{km} e os índices I_{AcTot}, I_{AcPar} e I_{UPS}, e muito baixa entre o ICG_{km} e o I_{RS}.

5.3.2 Classificação por trecho

A Tabela 35 indica a classificação obtida, para os trechos analisados, segundo o indicador ICG_{trecho}. Dos 14 trechos avaliados, 5 foram classificados como bons, 2 como regulares e 7 como fracos. Os índices de acidentes da Tabela 35, referem-se à média aritmética dos índices por trecho segundo sua classificação.

Tabela 35 – Resumo de classificação das rodovias

Classificação ICG _{trecho}		Trechos	Vd	I _{AcTot}		I _{AcPar}		I _{UPS}		I _{RS}	
Caso	Intervalo			\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ	\bar{X}	σ
Bom	81 a 100	5 (36%)	≥ 80	1,25	0,40	0,99	0,34	3,72	1,19	11,59	3,57
Regular	51 a 80	2 (14%)	$= 80$	1,44	0,62	1,23	0,46	4,52	2,36	14,53	10,46
Fraco	0 a 50	7 (50%)	≤ 70	2,98	1,92	2,62	1,82	7,42	3,83	21,11	9,80

A tabela oferece ainda, as velocidades de projeto identificadas para os diferentes níveis de classificação. Os trechos classificados como bons apresentaram velocidade de projeto igual (1 caso) ou superior (4 casos) a 80 km/h. A classificação regular indicou trechos com velocidade de projeto igual a 80 km/h. Os trechos com velocidades de projeto igual (1 caso) ou inferiores (6 casos) a 70 km/h foram classificados como fracos.

Os índices de acidentes totais e parciais médios para a classificação de projeto ‘fraco’ foram superiores ao dobro dos valores observado na classificação projeto ‘bom’. O índice de acidentes por UPS, utilizado na análise, variou de 3,72 para a classificação “bom” até 7,42 na classificação “fraco”, conforme esperado. Esta diferença de valores (aproximadamente o dobro) entre os trechos classificados como com boa consistência geométrica e os de fraca consistência, sugere a existência de uma relação entre o indicador proposto e o índice de acidentes por UPS. Da mesma forma, verifica-se comportamento semelhante para o índice de acidentes por custo.

A análise de correlação entre o ICG_{trecho} e os índices de acidentes médios resulta nos valores -0,59 (para o I_{AcTot}), -0,59 (para o I_{AcPar}), -0,56 (para o I_{UPS}) e -0,49 (para o I_{RS}). Segundo a Tabela 29, é possível classificar as correlações obtidas como moderadas. Esta condição permite estabelecer um modelo matemático que estime os índices de acidentes a partir da variável independente ICG_{trecho}. A Figura 32 apresenta quatro gráficos com dados de ICG_{trecho} x índices de acidentes. Entre os quatro modelos propostos, é possível observar que o modelo que apresenta melhor desempenho é o da Figura 32b. Conforme FHWA (2000), características geométricas da via podem influenciar, de forma mais significativa, determinados tipos de acidentes. A “filtragem” dos acidentes possibilitou um ganho de performance verificado na Figura 32b (índice de acidentes parciais) em relação a Figura 32a (índice de acidentes totais).

A linha de tendência da Figura 32b, $ICG_{trecho} \times I_{AcPar}$, apresenta coeficiente de determinação igual a 0,41. Este coeficiente indica que 41% da variabilidade do índice de acidentes parciais pode ser explicada através do ICG_{trecho} . Embora não seja objeto desta tese desenvolver modelo de estimativa de acidentes viários, o bom desempenho do ICG_{trecho} sugere que a análise de consistência geométrica fornece subsídios para a análise de segurança viária.

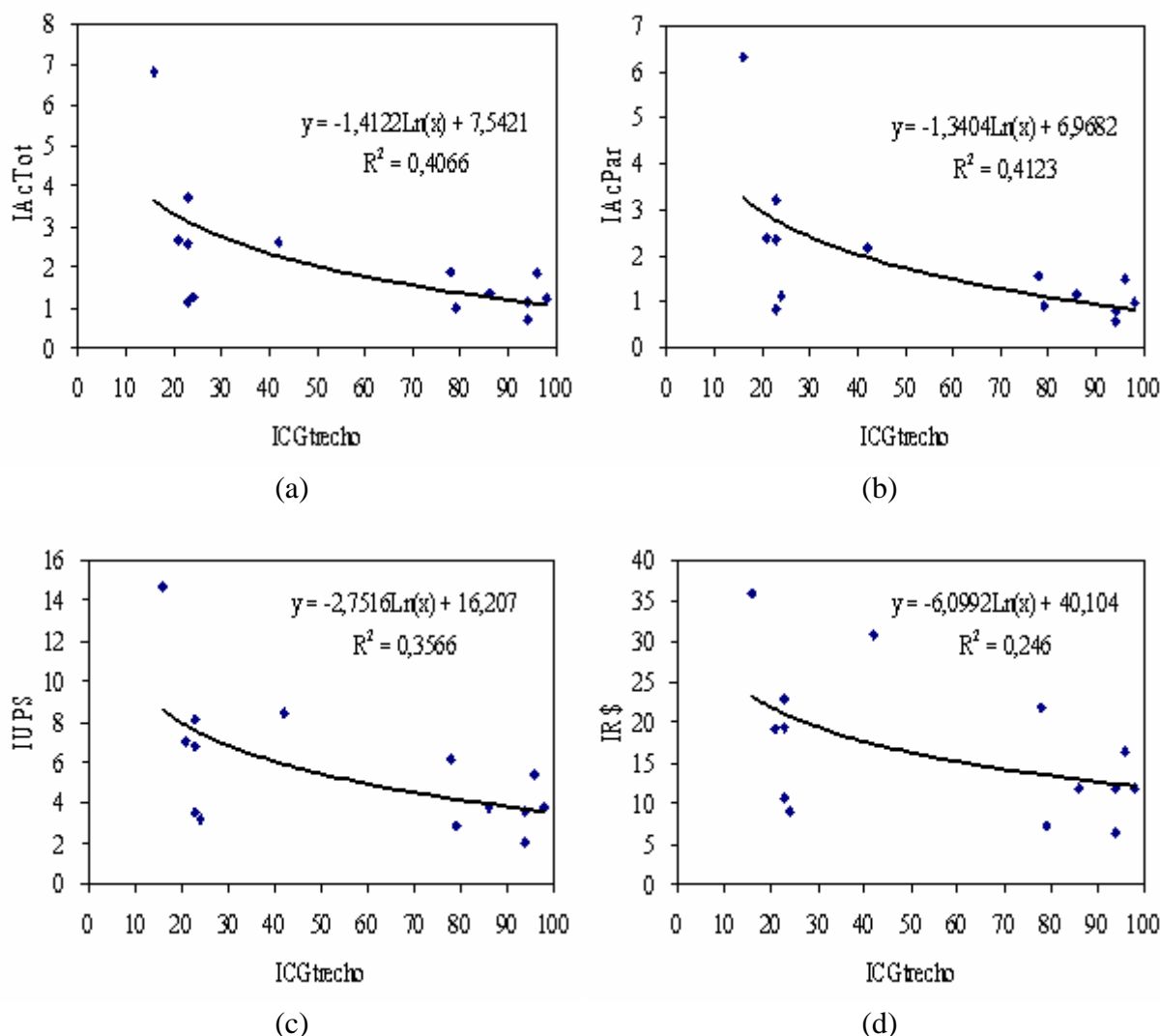


Figura 32 – Índices de acidentes em função do ICG_{trecho}

As correlações entre o ICG e os índices de acidentes por trecho foram sensivelmente superiores às obtidas por quilômetro. É possível avaliar que o ICG_{trecho} apresenta um alinhamento superior com os dados de acidentes agregados por trecho. Este fato pode estar associado a problemas quanto à identificação do marco quilométrico do acidente, visto que a mesma não é georreferenciada, sendo notificada nos boletins de ocorrência – BOs, através da quilometragem sinalizada ou estimada.

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais tópicos de análise podem ser assim sintetizados:

- **análise do método proposto:** o método proposto, com modelo multivariado de estimativa da velocidade operacional potencial é estatisticamente válido e com coeficiente de determinação de 0,5470. O modelo para determinação da velocidade operacional efetiva, a partir da velocidade operacional potencial e de taxas de aceleração e desaceleração usuais, ao ser confrontado com os modelos do IHSDM, através dos perfis de velocidades, indicou velocidades operacionais médias superiores às do IHSDM para condições geométricas mais restritivas e inferiores para a situação inversa. Velocidades operacionais ‘mais elevadas’ em condicionantes geométricas mais restritivas é um fator de risco relevante na ocorrência e gravidade de acidentes viários;
- **análise da classificação obtida no estudo de caso:** os trechos selecionados para estudo de caso apresentaram baixo desempenho pelo critério de segurança I e alto desempenho pelo critério de segurança II. Os desempenhos registrados no ICG_{km} e ICG_{trecho} resultaram da composição dos dois critérios de segurança, sendo fortemente influenciados pela velocidade de projeto (verificou-se uma correlação elevada entre o índice de consistência geométrica por trecho – ICG_{trecho} – e a velocidade de projeto, $R^2=0,9121$). As rodovias com velocidades de projeto abaixo de 80 km/h foram as que obtiveram os mais baixos ICG_{trecho} ;
- **análise do índice proposto versus índices de acidentes viários:** tanto o índice de consistência geométrica por quilômetro como o por trecho apresentaram correlação significativa com os índices de acidentes adotados para confronto. A maior correlação obtida (0,59), entre o ICG_{trecho} e o índice de acidentes parciais já era aguardada, contudo surpreendeu pelo valor obtido, que pode ser interpretado como de correlação moderada. Os resultados indicam que o método de análise de consistência geométrica proposto pode ser utilizado como ferramenta auxiliar/preliminar na avaliação da segurança viária de rodovias já implantadas e em fase de implantação (projeto).

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A elaboração de um método para análise da consistência geométrica de rodovias brasileiras de pista simples e sua aplicação em um estudo de caso, permitiram, a partir das análises desenvolvidas no Capítulo 5, a apresentação das conclusões e recomendações a seguir.

6.1 CONCLUSÕES ESPECÍFICAS

6.1.1 Conclusões sobre o método proposto

O método proposto está baseado em: (i) modelo de estimativa da velocidade operacional potencial, a partir de elementos plani-altimétricos ou de bases de dados georreferenciadas, (ii) obtenção das velocidades operacionais efetivas, através da aplicação de taxas de aceleração (com fator de redução para aclives) e desaceleração e, (iii) classificação dos segmentos viários segundo critérios de segurança I e II e Índice de Consistência Geométrica, por quilômetro (ICG_{km}) e por trecho (ICG_{trecho}). As conclusões sobre os diferentes elementos que compõem o método proposto são tratadas na seqüência.

6.1.1.1 Modelo de estimativa da V_{85p}

O modelo proposto, para estimativa da velocidade operacional potencial – V_{85p} , foi concebido a partir da técnica de análise multivariada, através de componentes principais. A abordagem multivariada é um recurso indispensável na construção de modelos de regressão linear múltiplas quando as variáveis tidas como independentes, apresentam alguma correlação entre si. No caso específico, os elementos geométricos adotados na etapa do projeto apresentam valores limites mínimos e máximos em função da velocidade de projeto (diretriz) e, conseqüentemente, certo grau de correlação. Somente a utilização de técnicas de análise multivariada permite identificar os eixos de variabilidade, permitindo a construção de modelos com significância estatística.

Os resultados obtidos, no presente trabalho, confirmam a capacidade de explicar o comportamento da velocidade operacional a partir de modelos de previsão com características

plani-altimétricas de rodovias de pista simples. Entre os principais elementos analisados foi possível determinar que:

- **modelo proposto X outros modelos:** o modelo, considerado válido e adotado no método (Equação 40), permite estimar 54,7% da variabilidade da velocidade operacional de veículos de passeio, em rodovias de pista simples, a partir das variáveis plani-altimétricas raio, lado da curva e declividade. Confrontando sua capacidade explicativa com modelos de outros estudos percebe-se que esta se encontra localizada próxima à obtida para os demais modelos;
- **elasticidade do modelo proposto:** o modelo gerado, em comparação com os modelos da FHWA (2000), apresenta um grau de elasticidade reduzido. Enquanto as equações de 16 a 19 oferecem valores de V_{85} entre 33 km/h e 103 km/h para raios entre 50 e 1000 metros, a variabilidade do modelo proposto oscilou entre 54 km/h e 93 km/h. Nos dois extremos é possível perceber diferenças. Os modelos da FHWA (2000) indicam velocidades operacionais superiores dos condutores americanos nos segmentos viários com condições geométricas mais favoráveis, se comparadas com a velocidade dos condutores brasileiros. No outro extremo, nos segmentos com elementos geométricos restritivos, percebe-se que o condutor brasileiro adota velocidades superiores a dos condutores americanos. Esta última característica indica um comportamento pouco sensível à percepção de redução da segurança, pelo condutor brasileiro, fazendo com que este se exponha a situações consideradas mais inseguras;
- **modelo único X conjuntos de modelos:** outra característica do modelo proposto é possuir uma única equação explicativa. O *software* IHSDM utiliza dez modelos distintos, conforme diferentes características geométricas do segmento analisado. A utilização de diferentes modelos pode gerar inconsistências (degraus) na estimativa da velocidade operacional nas fronteiras de aplicação dos mesmos. O modelo único, proposto nesta tese, não está sujeito a estas discontinuidades em suas estimativas;
- **raio – a melhor variável explicativa da velocidade operacional:** conforme observado em diferentes estudos, o raio planimétrico foi considerado como o elemento geométrico da rodovia de pista simples que mais afeta a variação da velocidade operacional;
- **a declividade e seus efeitos sobre a velocidade:** foi possível observar dois comportamentos distintos com relação aos efeitos da declividade sobre a velocidade operacional. Conforme esperado, quanto maior a declividade em aclive maior a redução da velocidade. No outro extremo, verificou-se que quanto maior a declividade em

declive, também maior a redução de velocidade. O primeiro comportamento observado indica que quanto mais próximo de zero (em nível) maior a velocidade e que independente do sinal da declividade, o aumento desta representa uma diminuição da velocidade. O segundo indica uma redução maior das velocidades nos trechos em aclives se confrontados com os trechos em declive.

6.1.1.2 Perfil de velocidades da V_{85e}

A velocidade operacional efetiva – V_{85e} , pelo método proposto, é resultante da velocidade operacional potencial, das taxas de aceleração (com fator de redução para aclives) e desaceleração e das velocidades iniciais e finais do trecho, por sentido. O método utilizou, na impossibilidade de obter modelos próprios de estimativa de taxas de aceleração e desaceleração, taxas usuais adotadas pelo ITE (1992). Não é possível, no presente trabalho, fazer qualquer tipo de análise sobre a correspondência entre estas taxas e as efetivamente empregadas por condutores brasileiros em veículos e rodovias, também brasileiras.

Quanto ao perfil de velocidades resultantes, foi possível identificar na análise desenvolvida no capítulo anterior, elementos que permitem determinar:

- **perfil de velocidades proposto X perfil IHSDM:** o perfil de velocidades resultante, do método proposto, apresenta o mesmo padrão de comportamento do obtido através do *software* IHSDM. Diferenças mais significativas são observadas nos extremos das condicionantes geométricas (mais ou menos favoráveis), em função do modelo de estimativa da velocidade operacional potencial proposto apresentar-se menos elástico;
- **taxas de aceleração e desaceleração adotadas X taxas do IHSDM:** confrontado as inclinações positivas (acelerações) e negativas (desacelerações) entre os dois métodos, é possível estabelecer uma correspondência entre os mesmos. Esta análise indica que o procedimento adotado, embora não similar ao do IHSDM, apresenta efeitos semelhantes, apresentando em determinadas situações valores um pouco superiores (característicos de uma direção tida como “mais agressiva”). Na falta de dados que permitam uma análise mais aprofundada, esta semelhança de efeitos foi utilizada na validação do método de obtenção da velocidade operacional efetiva.

6.1.1.3 Método de classificação pelo ICG

A análise do ICG, como Índice de Consistência Geométrica de rodovias de pista simples para veículos de passeio, permite afirmar:

- **ICG X velocidade de projeto:** verificou-se uma correlação muito forte entre o índice proposto e a velocidade de projeto. Este fato foi associado às baixas notas atribuídas pelo critério de segurança I e sua representatividade na composição do ICG, em virtude da aplicação da média geométrica;
- **ICG X índices de acidentes:** os índices de consistência geométrica (por quilômetro e por trecho) apresentaram correlações distintas quando confrontados com os índices de acidentes. Enquanto o ICG_{km} apresentou correlações classificadas como baixas a muito baixas, em relação aos índices de acidentes utilizados, o ICG_{trecho} apresentou correlações consideradas moderadas. O bom desempenho do ICG_{trecho} permite identificar o mesmo como um bom índice de medida de desempenho entre trechos rodoviários distintos. Acredita-se que o baixo desempenho do ICG_{km} possa estar relacionado a imprecisão do registro do marco quilométrico nos BOs. É importante ressaltar que tanto o ICG_{km} quanto o ICG_{trecho} apresentaram correlações com os índices de acidentes bem acima do esperado, visto que os índices propostos não contemplam fatores relacionados a idade e sexo do condutor, consumo de álcool e drogas, sono, condições da via e climáticas e tantos outros fatores contribuintes de um acidente viário;
- **ICG_{trecho} (média geométrica) X ICG_{trecho} (média aritmética):** o índice de consistência geométrica por trecho foi estabelecido a partir da média geométrica dos ICG_{km} . Ao longo do trabalho foi possível identificar que esta opção talvez não tenha sido a melhor. Como se deseja utilizar o ICG_{trecho} de uma rodovia para confronto e classificação com demais rodovias, fatores alheios a sua classificação por quilômetro devem ser removidos. A utilização da média geométrica entre os ICG_{km} para a composição do ICG_{trecho} , penaliza trechos viários mais extensos, visto que estes têm mais chances de apresentar um ou outro quilômetro com ICG_{km} baixo, reduzindo significativamente a média do trecho. Nesse sentido, considera-se como recomendação para trabalhos futuros, a adoção de um ICG_{trecho} resultante da média simples (aritmética) entre os ICG_{km} .

6.1.1.4 Método para conversão de dados georreferenciados em elementos plani-altimétricos

O método de conversão de bases de dados georreferenciadas em elementos plani-altimétricos foi considerado vital para a realização do presente estudo. Sem este, somente rodovias com dados referentes ao seu projeto geométrico estariam sujeitas à análise. Problemas relacionados à guarda e conservação de projetos geométricos nas instituições responsáveis, bem como a implementação de reformulações em rodovias sem a alteração do projeto ou da elaboração do projeto “*as build*”, dificultam a obtenção destes dados, fundamentais para a análise da consistência geométrica.

Os equipamentos de GPS e *softwares* específicos permitem hoje uma precisão com erro inferior a meio metro. O erro relativo, para fins de cadastro, e não de levantamento topográfico, pode ser considerado desprezível. Além disso, os equipamentos de GPS atuais, de simples operação, fornecem dados georreferenciados em alta velocidade e de fácil arquivamento. Estas características foram fundamentais na adoção desta base de dados para obtenção dos elementos plani-altimétricos necessários.

O método para conversão destes dados em elementos plani-altimétricos da rodovia apresenta limitações que não chegam a comprometer a análise. Estas limitações referem-se à:

- **curva de transição e sua curva circular simples equivalente:** o método para obtenção da planimetria da via identifica, inicialmente, os alinhamentos e, a partir destes, ajusta curvas circulares de concordância entre os mesmos. O método não permite identificar curvas de transição, ajustando uma curva circular simples equivalente. Este procedimento não pode ser considerado válido como reconstituição topográfica da via. Contudo, para estimativa da velocidade operacional, esta simplificação não traz prejuízos. Nesse sentido, foi considerado válido o procedimento simplificado de caracterizar a planimetria da via apenas com os elementos tangente e curva circular simples;
- **existência ou não da concordância vertical:** a precisão dos dados georreferenciados no eixo Z (cota) é inferior aos demais eixos. Na maioria dos dados altimétricos levantados verificou-se a impossibilidade de determinar a projeção de sua curva de concordância vertical. Esta indefinição da projeção fez com que não pudesse ser avaliado, no modelo de previsão da velocidade operacional potencial, aspectos relacionados às distâncias de visibilidade (parada e ultrapassagem). A alternativa a esta

limitação foi considerar declividades por segmentos de alinhamentos verticais e a estimativa da flecha para as curvas de concordância vertical (visto o perfil apresentar uma deformação de dez vezes em sua escala de eixo Z, permitindo uma identificação melhor do elemento flecha da parábola de concordância). Com este procedimento, foi possível determinar a declividade para cada estaca da rodovia, sendo esta definida como uma das variáveis independente do modelo.

6.1.2 Conclusões sobre a classificação dos trechos, obtida no estudo de caso

O presente item está subdividido entre as conclusões sobre a classificação das rodovias e sobre aspectos vinculados à velocidade de projeto das mesmas.

6.1.2.1 Classificação das rodovias

As rodovias utilizadas no estudo de caso foram submetidas à análise pelos critérios de segurança I e II e pelo índice de consistência geométrica proposto. A análise desta classificação permite afirmar:

- **classificação pelo critério de segurança I:** no critério que avalia a diferença entre a velocidade operacional e a de projeto, seis dos quatorze trechos rodoviários avaliados apresentaram baixo desempenho. Este fato deve-se às baixas velocidades de projeto dos mesmos, associado a velocidades operacionais altas, produzindo diferenças superiores a 20 km/h. Os trechos viários com classificação ‘projeto ruim’ pelo critério de segurança I, apresentam sérios problemas de dimensionamento e, conseqüentemente, de segurança viária;
- **classificação pelo critério de segurança II:** neste critério, que avalia as diferenças de velocidades operacionais entre elementos planimétricos sucessivos, as rodovias do estudo de caso apresentaram boa performance. Problemas pontuais identificados podem ser tratados com soluções e/ou paliativos específicos;
- **classificação pelo ICG_{km} e ICG_{trecho} :** dos 225 quilômetros analisados, 108 km (48%) foram classificados com ICG_{km} em ‘projeto bom’, 14 km (6%) em ‘projeto regular’ e 103 km (46%) em ‘projeto fraco’. O ICG_{trecho} classificou 5 trechos rodoviários (36%) em ‘projeto bom’, 2 (14%) em ‘projeto regular’ e 7 (50%) em ‘projeto fraco’. Os dois índices, com valores relativos muito próximos, consideram metade dos trechos rodoviários analisados com problemas de segurança. Além disso, em função do ICG apresentar-se em escala numérica, é possível ordenar os trechos segundo seu ICG_{trecho} .

Por este critério, o trecho rodoviário com menor ICG_{trecho} (16) é o que apresenta os maiores índices de acidentes, o que reforça a capacidade explicativa do índice.

6.1.2.2 Velocidades de projeto

O ICG_{trecho} apresentou alta correlação com a velocidade de projeto e correlação moderada com os índices de acidentes. Da análise desenvolvida é possível concluir:

- **projetos bons, regulares e fracos segundo ICG_{trecho} :** uma relação entre a velocidade de projeto e o ICG_{trecho} , com coeficiente de determinação de 0,91, que indica rodovias com velocidades de projeto igual ou superior a 90 km/h na classificação ‘projeto bom’, rodovias com velocidade de projeto de 70 e 80 km/h, como ‘projeto regular’ e rodovias com velocidade de projeto inferior a 70 km/h, classificadas em ‘projeto fraco’.
- **projetos bons, regulares e fracos segundo índices de acidentes:** da mesma forma, foi possível identificar que trechos rodoviários com velocidade de projeto ≥ 80 km/h (classificados como ‘projeto bom’) apresentaram os índices de acidentes mais baixos, enquanto no outro extremo, trechos com velocidade de projeto ≤ 70 km/h, apresentaram índices de acidentes equivalentes ao dobro da condição mais favorável.

A principal conclusão que se estabelece em relação à velocidade de projeto corrobora os estudos de McLean (1979). Este identificou que rodovias australianas com projetos dimensionados para velocidades inferiores a 90 km/h, em grande parte das vezes, apresentam tráfego com velocidades superiores à definida em projeto. Este fato deve ser considerado grave, principalmente no Brasil, onde as normas de projeto permitem rodovias dimensionadas para velocidades de projeto de 40 km/h.

O problema não está associado, necessariamente, à velocidade de projeto ser baixa ou alta, mas sim, à diferença entre esta e a velocidade operacional efetiva. Se, por exemplo, um segmento viário com $V_d = 60$ km/h apresentar V_{85e} no entorno desta, a utilização da via estará em conformidade com o dimensionamento do seu projeto. O que deve ser evitado, é a elaboração de projetos e a construção de rodovias com custos minimizados artificialmente a partir da adoção de velocidades de projeto inferiores. Este recurso, embora possa inicialmente trazer economia aos cofres públicos, em função da redução de custos de implantação da via, é um fator, entre outros tantos, que se soma à insegurança viária e aos elevados custos anuais com acidentes, feridos e mortes, para a sociedade brasileira, registrados em R\$ 24,6 bilhões pelo IPEA (2006).

O método proposto proporciona uma ferramenta de análise preliminar para o estabelecimento de limites de velocidades regulamentadas. Desta forma, é possível obter limites compatíveis com os valores observados/esperados para a via, em favor da segurança viária.

6.2 CONCLUSÃO GERAL

As conclusões parciais referentes às diferentes etapas de desenvolvimento e aplicação do método para análise da consistência geométrica de rodovias brasileiras de pista simples, proposto nesta Tese, permitem estabelecer uma conclusão geral sobre o mesmo. Os aspectos preponderantes foram:

- **aplicabilidade e replicabilidade:** o método proposto mostrou-se bastante simples em sua operação. A possibilidade de utilizar dados plani-altimétricos ou georreferenciados, oferece uma versatilidade de opções para utilização do mesmo. A possibilidade de atualização do modelo de estimativa da velocidade operacional potencial e da alteração de taxas de aceleração e desaceleração e do fator de redução da potência, para aclives, oferecem ao usuário condições de replicabilidade do modelo em diferentes situações;
- **agilidade e baixo custo:** o método permite obter uma análise sobre a consistência geométrica de rodovias, já implantadas ou em fase de projeto, de forma ágil e com baixo custo. A equipe necessária para desenvolver a análise pode ser dimensionada com dois técnicos com experiência na área de segurança viária e outros colaboradores (por exemplo, quatro bolsistas ou estagiários de engenharia) com o objetivo de coletar e processar os dados necessários;
- **eficiência:** foi considerada positiva a avaliação e classificação de rodovias, do estudo de caso, pelo método proposto. As análises desenvolvidas, confrontando a classificação obtida por trecho com índices de acidentes dos mesmos, registraram correlações classificadas como moderadas. Também foi possível observar a equivalência entre as notas mínimas de ICG_{trecho} e os maiores índices de acidentes.

A aplicabilidade e replicabilidade do método, associada à agilidade da análise, seu baixo custo e a eficiência registrada, principalmente no ICG_{trecho} , recomenda a utilização do método como ferramenta de análise da consistência geométrica e no apoio de auditorias de segurança viária. Nesse sentido, entende-se ter contribuído para a melhor segurança viária da sociedade brasileira, desenvolvendo estudos e propondo alternativas para avaliar e minimizar os malefícios decorrentes dos acidentes viários.

6.3 RECOMENDAÇÕES

As recomendações propostas dividem-se entre; (i) recomendações para melhoria do método proposto e (ii) recomendações para estudos sobre segurança viária.

6.3.1 Recomendações para melhoria do método proposto

Como recomendações para melhoria do método proposto, é possível sugerir:

- adotar a média aritmética no cálculo do ICG_{trecho} para minimizar os efeitos negativos da média geométrica sobre trechos com extensões significativamente diversificadas e problemas associados a nota igual a zero para um ICG_{km} ;
- ampliação do modelo para sua aplicação na previsão da velocidade operacional efetiva de outros tipos de veículos (carga e ônibus);
- obter dados sobre distâncias de visibilidade e desenvolvimento circular para inclusão destas variáveis no modelo de estimativa da V_{85} potencial;
- obter dados referentes a taxas de aceleração e desaceleração para desenvolvimento de modelo próprio de estimativa para as mesmas e;
- realizar 'levantamento' de dados GPS nos dois sentidos da via (sentido do estacionamento e sentido contrário), de forma a minimizar efeitos negativos referentes à alteração do percurso (ultrapassagens e deslocamentos para o acostamento).

6.3.2 Recomendações para estudos sobre segurança viária

Embora as recomendações a seguir não estejam relacionadas diretamente com o método proposto sugere-se, em favor dos estudos de segurança viária:

- a utilização de bases de dados georreferenciadas na obtenção do cadastro geométrico das rodovias;
- a utilização de equipamentos de GPS no registro de acidentes – BOs, de forma a ter-se uma definição mais precisa da posição do acidente sobre o elemento geométrico da via (exemplo: entrada ou saída da curva, em rampa, etc.);
- desenvolvimento de bases de dados integradas e disponíveis para pesquisas acadêmicas e;
- apoio à intensificação de pesquisas relacionadas à segurança viária.

REFERÊNCIAS

AEPO S.A Ingenieros Consultores. **Análisis de la carretera AV-502 con el programa IHSDM Beta V 2.02** (Interactive Highway Safety Design Model). España. Octubre, 2002.

AL-MASAEID, H. R. (1997) **Impact of Pavement Condition on Rural Road Accidents**. Canadian Journal of Civil Engineering, v. 24, p. 531-533.

AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials. **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets**. Washington, D.C.: 1990.

AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials. **A Policy on Geometric Design of Highway and Streets**. Green Book. 4ed. Washington, D.C.: 2001. 905p.

BELLA; F. **Operating speed predicting models on two-lane rural roads from driving simulation**. TRB 2005 Annual Meeting CD-ROM.

BELLA; F. **Effects of driver perception of combined curves on speed and lateral placement**. TRB 2006 Annual Meeting CD-ROM. 85th Annual Meeting Transportation Research Board. January 22-26, 2006, Washington D.C.

BISQUERRA, R.; SARRIERA, J. C.; MARTÍNEZ, F. **Introdução à Estatística: enfoque informático com o pacote estatístico SPSS**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

BOCANEGRA, C. W. R.; GARCÍA, D. S. P. ; LINDAU, L. A.; ALBANO, J. F. **Modelo de redes neurais artificiais para previsão da velocidade operacional em curvas de rodovias de pista simples**. In: XIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2005, Recife - PE. Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes 2005. Rio de Janeiro : Anísio Brasileiro, Osvaldo Cavalcanti da Costa Lima Neto e Maria Leonor Alves Maia, 2005. v. I. p. 879-890.

BOX, P. C.; OPPENLANDER, J.C. **Manual of Traffic Engineering Studies**. 1976. (14)78-91.

BRASIL. Ministério do Planejamento. **Orçamento da União – Exercício Financeiro 2006** (Lei nº 11.306, de 16 de maio de 2006). 2006. Vol. I, p. 12. Disponível em: http://www.planejamento.gov.br/orcamento/conteudo/orcamento_2006/orcamento_2006.htm. Acesso em: abril de 2007.

BRASIL. Ministério do Planejamento. **Orçamento da União – Exercício Financeiro 2007** (Lei nº 11.451, de 07 de fevereiro de 2007). 2007. Vol. I, p. 12. Disponível em: http://www.planejamento.gov.br/orcamento/conteudo/orcamento_2007/orcamento_2007.htm. Acesso em: abril de 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Anuário Estatístico de Saúde do Brasil - 2001**. 2001. Disponível em: <<http://portal.saude.gov.br/portal/aplicacoes/anuario2001/index.cfm>>. Acesso em: agosto de 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portal da Saúde: **Mortes no trânsito aumentam 9% em três anos - 25/04/2007**. 2007. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/aplicacoes/noticias/noticias_detalhe.cfm?co_seq_noticia=29276>. Acesso em: maio de 2006.

BRASIL. Ministério dos Transportes – Programa Pare. **Procedimentos para o Tratamento de Locais Críticos de Acidentes de Trânsito**. Brasília, DF. 2002.

CAFÍSO, S.; GRAZIANO, A. D.; CAVA, G. L.. **Actual Driving Data Analysis for Design Consistency Evaluation**. TRB 2005 Annual Meeting CD-ROM.

CAFÍSO, S.; CAVA, G. L.; MONTELLA, A. **Safety Index for Evaluation of Two-Lane Rural Highways**. TRB 2007 Annual Meeting CD-ROM.

CAMARGO, P. O.; CHRISTOPHER F.; IGOR A. C. R. **Posicionamento Relativo Cinemático com Receptor de Navegação Garmin GPS 12XL**. Em: 6º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis, 10 a 14 de Outubro, 2004. Disponível em: <http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac_2004/174.pdf>. Acesso em: março de 2007.

CAMPBELL, F.; J. H. OGLE; J. RHOADES; W. SARASUA e M. CHOWDHURY. **Evaluation of Methods for Determining Horizontal Road Design Data Using an Instrumented Vehicle Equipped with Satellite Differentially Corrected GPS**. TRB 2007 Annual Meeting CD-ROM.

CRISMAN, B.; PERCO, P. **The influence of the spiral length on the path of a vehicle entering a curve**. In: TRB 2004 Annual Meeting CD-ROM.

CET – Companhia de Engenharia de Tráfego. **Capítulo 6 – Pesquisa de Velocidade Pontual – Boletim Técnico Nº 31 da CET**. São Paulo. 1982.

CIENGE. **Software de Computer Aided Design – CAD, WorkCAD versão 2006**. Porto Alegre, out. 2005.

CINTRA, J. P. **Sistema UTM**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003. Disponível em: <http://geodesia.ufsc.br/Biblioteca/BR/USP/2000-04/Apostila_UTM_2003.pdf>. Acessado em: março de 2008.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. **Relatório Gerencial – Pesquisa Rodoviária**

2006. Brasília, 2006.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. **Relatório Gerencial – Pesquisa Rodoviária 2007**. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/informacoes/pesquisas/rodoviaria/2007/arquivos/pdf/rs.pdf>>. Brasília, 2007. Acesso em: novembro de 2007.

DAER/RS – Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Estado do Rio Grande do Sul. **Normas de Projetos Rodoviários**. Porto Alegre, fev. 1991.

DAER/RS – Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Estado do Rio Grande do Sul. **Sistema Rodoviário Estadual**. Porto Alegre, set. 2005a.

DAER/RS – Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Estado do Rio Grande do Sul. **Nº de Acidentes de 1991 à 2004**. Disponível em: <http://www.daer.rs.gov.br/geral_1991_2003.pdf>. 2005b. Acesso em: março de 2007.

DAER/RS – Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem do Estado do Rio Grande do Sul. **2007 – Tráfego**. Disponível em http://www.daer.rs.gov.br/vdm_2006.pdf. Acesso em: julho de 2007.

DELL'ACQUA, G.; ABATE D.; LAMBERTI, R. **Driver speed behavior on two-lane rural highways in Southern Italy**. TRB 2007 Annual Meeting CD-ROM.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. **Manual de Identificação, Análise e Tratamento de Pontos Negro**. Brasília, DF. 1987.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. **Anuário Estatístico de Acidentes de Trânsito – 2001**. Disponível em: <www.denatran.gov.br/acidentes.htm>. Acesso em: março de 2007.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. **Anuário Estatístico de Acidentes de Trânsito – 2005**. Disponível em: <<http://www.infoseg.gov.br/renaest/detalheNoticia.do?noticia.codigo=115>>. 2006. Acesso em: março de 2007.

DIXON, K. K.; WU, C. H.; SARASUA, W.; DANIELS, J. **Posted and Free-Flow Speeds for Rural Multilane Highways in Georgia**. Journal of Transportation Engineering. (November/December 1999) pp. 487–494.

DONNELL, E. T.; STODART, B. P.; GROSS, F.; OPIELA, K. **Appraisal of the interactive highway safety design model's crash prediction and design consistency module results: case studies from Pennsylvania**. TRB 2007 Annual Meeting CD-ROM.

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais**. Ministério dos Transportes – Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. 1999.

EMMERSON, J. **Speeds of Cars on Sharp Horizontal Curves.**”Traffic Engineering & Control, Vol. 11, No. 3, London (July 1969) p. 135–137.

FHWA (2000) **Evaluation of Design Consistency Methods for Two-Lane Rural Highways, Executive Summary**. Federal Highway Administration, FHWA-RD-99-173(25):1-25.

FITZPATRICK, K.; BLASCHKE, J. D.; SHAMBURGER, C. B.; KRAMMES, R. A.; FAMBRO, D. B. **Compatibility of Design Speed, Operating Speed, and Posted Speed**. Final Report FHWA/TX-95/1465-2F. Texas Department of Transportation, College Station, TX Out. 1995.

FITZPATRICK, K.; CARLSON, P. J.; WOOLDRIDGE, M. D.; BREWER, M. A. **Design Factors That Affect Driver Speed on Suburban Arterials**. Report FHWA/TX-00/1769-3. Texas Transportation Institute, College Station, TX (August 1999).

FITZPATRICK, K.; ELEFTERIADOU, L.; HARWOOD, D.; COLLINS, J.; McFADDEN, J.; ANDERSON, I. B.; KRAMMES, R. A.; IRIZARRY, N.; PARMA, K.; BAUER, K.; PASSETTI, K. **Speed Prediction for Two-Lane Rural Highways**. Report FHWA-RD-99-171, Federal Highway Administration, Washington, DC (2000).

FRANCO, B. M.; MÁIA, M.; FERNANDA, E. **Vidas perdidas na estrada**. O Globo, out. 2007. Disponível em:
<http://www2.coppead.ufrj.br/port/index.php?option=com_content&task=view&id=493&Itemid=172>. Acesso em: março de 2008.

FRIDSTRÖM, L.; INGEBRITSE, S. **An aggregate accident modal based on pooled, regional time-series data**. Accident Analysis and Prevention. 1991. v. 23, n. 5, p. 363-378.

GALAN, A. T. **Obtaining Raw Data Form Some Garmin Units**. Disponível em:
<www.artico.lma.fi.upm.es/numerico/miembros/antonio/async>. Acesso em: julho de 2003.

GARBER, N. J.; EHRHART, A. A. **The Effect of Speed, Flow, and Geometric Characteristics on Crash Rates for Different Types of Virginia Highways**. Virginia Department of Transportation and the University of Virginia. 2000.

GARCÍA, D. S. P. **Elaboração de Modelo de Previsão da Velocidade Operacional e Classificação de Rodovias do Estado do Rio Grande do Sul Quanto a sua Consistência Geométrica**. Dissertação de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFRGS. 2002.

GARCÍA, D. S. P.; ALBANO, J. F. **Modelo de Previsão da Velocidade Operacional a partir de Características Planimétricas de Rodovias**. In: 3ª Semana de Engenharia de Produção e Transportes, 2003, Porto Alegre. Anais da 3ª Semana de Engenharia de Produção e Transportes. Porto Alegre : FEEng-UFRGS, 2003a.

GARCÍA, D. S. P.; ALBANO, J. F. **Análise da Consistência Geométrica de Rodovias a partir da Velocidade Operacional**. In: 3ª Semana de Engenharia de Produção e Transportes, 2003b, Porto Alegre. Anais da 3ª Semana de Engenharia de Produção e Transportes. Porto Alegre : FEEng-UFRGS

GARCÍA, D. S. P.; GOLDNER, L. G. **Utilização de modelo de previsão da velocidade operacional segundo características planimétricas na classificação de rodovias no estado do Rio Grande Do Sul**. In: XVII-ANPET, 2003c, Rio de Janeiro. Anais do XVII-ANPET

GARCÍA, D. S. P.; GOLDNER, L. G.; ALBANO, J. F. **Análise Multivariada para Previsão da Velocidade Operacional em Rodovias**. In: 4ª Semana de Engenharia de Produção e Transportes, 2004, Porto Alegre. Anais da 4ª Semana de Engenharia de Produção e Transportes. Porto Alegre : FEEng-UFRGS,

GIBREEL, G. M.; EASA, S. M.; HASSAN, Y.; EI-DIMEERY, I.A. **State of the Art of Highway Geometric Design Consistency**. Journal of Transportation Engineering. 1999. v.125, n.9, p.305-313.

GLENNON, J., NEWMAN, T.; LEISCH, J. **Safety and Operational Considerations for Design of Rural Highway Curves**. Report No. FHWA/RD-86/035, Federal Highway Administration, Washington, DC. Dez. 1985.

HASSAN, Y. **Highway Design Consistency: Refining the State of Knowledge and Practice**. Transportation Research Record 1881, TRB, National Research Council, Washington, D. C., 2004, pp. 63-71.

HCM – Highway Capacity Manual. (1950) **Transportation Research Board**. Washington, DC.

HCM – Highway Capacity Manual. (1965) **Transportation Research Board**. Washington, DC.

HCM – Highway Capacity Manual (2000) – **Chapter 12 and Chapter 20**. National Research Council. Washington D.C.

HERRSTEDT, L.; GREIBE, P. **Safer Signing and Marking of Horizontal Curves on Rural Roads**. *Traffic Engineering and Control*. 2001. v.42, n.3, p.82-87.

HILL, C. J.; MOORE, T. **GRINGO – A RINEX Logger For Hand-held GPS Receivers**. 12° International Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute de Navigation, Nashville. CD ROM, Nashville, Tennessee. Set. 1999.

HUNTER, W. W.; STEWART, J. R.; HEUSEN-CAUSEY, S. V. **An Overview of Rural Speed Crashes in North Carolina – 1994-1999**. University of North Carolina – Highway Safety Research Center. 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Noções Básicas de Cartografia**. 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoos/representacao.html>. Acesso em: março de 2007.

IHSDM – Interactive Highway Safety Design Model. **IHSDM Documents e IHSDM Tutorial**. 2006.

IHT – The Institution of Highways & Transportation. **Guidelines for the Safety Audit of Highways**. England. 1996. 50p.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Rodovias Brasileiras – Relatório Executivo**. Brasília. Dez. 2006.

ISLAM, M.N.; SENEVIRATNE, P.N. **Evaluation of Design Consistency of Two-Lane Rural Highways**. ITE Journal, Vol. 64, No. 2, Washington, DC. Fev. 1994. pp. 28–31.

ITE – Institute of Transportation Engineers. **Traffic Engineering handbook**. ISBN 0-13-926791-3, Englewood Cliff : Prentice Hall, Pline, James L. 1992. 4th ed., p. 38-42.

KANELLAIDIS, G.; GOLIAS, J.; EFSTATHIADIS, S. **Drivers' Speed Behaviour on Rural Road Curves**. Traffic Engineering and Control. 1990. v.31, n.7, p.414-415.

KRAMMES, R. A.; BRACKETT, R. Q.; SHAFER, M. A.; OTTESEN, J. L.; ANDERSON, I. B.; FINK, K. L.; COLLINS, K. M.; PENDLETON, O. J.; MESSER, C. J. **Horizontal Alignment Design Consistency for Rural Two-Lane Highways**. Research Report FHWA-RD-94-034. Federal Highway Administration, Washington, DC. 1993.

LAMM, R.; CHOUEIRI, E. M. **Recommendations for Evaluating Horizontal Design Consistency Based on Investigations in the State of New York**. Transportation Research Record 1122, Transportation Research Board, Washington, DC. 1987. pp. 68–78.

LAMM, R.; CHOUEIRI, E. M.; HAYWARD, J. C.; PALURI, A. **Possible Design Procedure to Promote Design Consistency in Highway Geometric Design on Two-Lane Rural Roads**. Transportation Research Record 1195, pg 111-122, TRB, National Research Council, Washington, D.C. 1988.

LAMM, R.; CHOUEIRI, E. M.; MAILAENDER, T. **Comparison of Operating Speed on Dry and Wet Pavement of Two Lane Rural Highways**. Transportation Research Record 1280, p.199-207. 1990.

LAMM, R.; GUENTHER, A. K.; CHOUEIRI, E. M. **Safety Module for Highway Geometric Design**. Transportation Research Record 1512. 1995. p.7-15.

LAMM, R.; PSARIANOS, B.; MAILAENDER, T. **Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook**. 1999. McGraw-Hill, ISBN 0-07-038295-6, p. 9.1-9.76.

LAVE, C.; ELIAS, P. **Did the 65 mph Speed Limit Save Lives?** Accident Analysis and Prevention, 1994. v.26, n.1, p.49-62.

LUM, H.; REAGAN, J. A. **Interactive Highway Safety Design Model: Accident Predictive Module**. Public Roads. Winter. 1995.

MATSON, T. M.; SMITH, W. S.; HURD, F. W. **Traffic Engineering**. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York. 1955.

MAYORA, J. M. P. **Un Nuevo Enfoque de los Programas de Seguridad Vial. Tratamiento de Tramos con Concentración de Accidentes y Actuaciones Preventivas**. Rutas, 53 Abril 1996.

McLEANNA, J. **An Alternative to the Design Speed Concept for Low Speed Alignment Design**. Transportation Research Record 702. Transportation Research Board, Washington, DC (1979) p. 55-63.

MENESES, F. A. B.; PORTO Jr., W.; LOUREIRO, C. F. G. **Análise e tratamento de trechos rodoviários críticos em ambientes urbanos e suburbanos de grandes cidades**. In: XIII Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, São Carlo, 1999. Anais do XIII Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, v. III, p. 101-104.

MIAOU, S.; LUM, H. **Modeling vehicle accident and highway geometric design relationship**. Accident Analysis and Prevention. 1993. V. 25, n. 6, p. 689 – 901.

MURRAY, C. J. L.; LOPES, A. D. **The Global Burden of Disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries and risk factors in 1990 and projected to 2020**. Harvard University, Boston, MA, USA and World Health Organization, Geneva, Switzerland. Disponível em: www.worldbank.org/html/jpd/transport/roads/saf_docs/gbd.doc.

NAJJAR, M.Y.; STOKES, R.W.; RUSSELL, E. R. **Setting speed limits on Kansas two-**

lanes highways: a Neuronet approach. Anais do 79º Annual Meeting of Transportation Research Board (em CD-ROM). TRB, Washington, D.C.

NIE, B.; HASSAN, Y. **Modeling Driver Speed Behavior on Horizontal Curves of Different Road Classifications.** 86th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC, January 21-25, 2007.

NODARI, C. T.; LINDAU, L. A. **Auditoria de Segurança Viária.** Transportes. São Paulo, v. 9, n. 2, p. 48-66, 2001

NODARI, C.T. **Método de Avaliação da Segurança Potencial de Segmentos Rodoviários Rurais de Pista Simples.** Tese de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFRGS. 2003.

OKAMOTO, H.; KOSHI, M. **A method to cope with the random errors of observed accident rates in regression analysis.** Accident Analysis and Prevention. 1989. v. 21, n. 4, p. 317-332.

OM – Operations Manual. Virginia Department of Highways. **Traffic and Safe Divisions.** Virginia. EUA. 1972.

OMS – Organização Mundial da Saúde. **Primeira Semana Mundial das Nações Unidas de Segurança no Trânsito.** 23 a 29 de abril de 2007. 2007. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/aplicacoes/noticias/noticias_detalhe.cfm?co_seq_noticia=29276>. Acesso em maio de 2007

OSÓRIO, C. A. A. C. **Avaliação da consistência de traçado em rodovias com duas faixas de tráfego.** Dissertação de Mestrado. São Paulo, Universidade de São Paulo, 2000.

PANITZ, M. A. **Auditoria de segurança viária:** a oportunidade perdida para redução da severidade de acidentes rodoviários. In: X Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, Brasília, 1996. Anais do X Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, v. II, p. 695-705.

PARMA, K. **Evaluation of Alignment Indices in Estimating Tangent Speeds on Rural Two-Lane Highways.** A Masters Thesis, Texas A&M University, College Station, TX. 1997.

PEO – Professional Engineers Ontario. **Report of highway 407 safety.** Review Committee. Disponível em: <www.peo.on.ca>. Acesso em: maio de 2006.

PERCO, P. **Desirable length of spiral curves for two-lane rural roads.** TRB 2006 Annual Meeting CD-ROM

POE, C. M.; TARRIS, J. P.; MASON Jr., J. M. **Relationship of Operating Speed to Roadway Geometric Design Speed**. Pennsylvania Transportation Institute, Report Number PTI 9606. Dez. 1996.

POE, C.; MASON Jr., J. M. **Analyzing Influence of Geometric Design on Operating Speeds Along Low-Speed Urban Streets: Mixed Model Approach**. Transportation Research Record 1737. Transportation Research Board, Washington, DC. 2000. pp 18–25.

POLUS, A.; FITZPATRICK, K.; FAMBRO, D. **Predicting Operating Speeds on Tangent Sections of Two-Lane Rural Highways**. Transportation Research Record 1737. Transportation Research Board, Washington DC. 2000. pp. 50–57.

PROCTOR, S.; BELCHER, M. **The use of road safety audits in Great Britain**. TMS Consultancy. Coventry, England. 1993.

RETZKO, H. G. **Umdrucke zur Vorlesung: Grundlagen des Verkehrswesen**. Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik. Technische Universität Darmstadt. Alemanha, 1997/98.

ROCK, S. M. **Impact of the 65 mph Speed Limit on Accidents, Deaths, and Injuries in Illinois**. Accident Analysis and Prevention. 1995. v.27, n.2, p.207-214.

SALVADOR, D. M.; GOLDNER, L. G. **Análise da Segurança Viária em Rodovias Estaduais Patrulhadas de Santa Catarina**. 10º Encontro Nacional de Conservação Rodoviária – ENACOR, Joinvile SC. 2005.

SANTOS, A. A.; FLOR, C. D. R. V.; LINS, F. J. C. C. **Avaliação de Precisão de Receptores GPS de Navegação Através da Portadora L1 Para Fins de Cadastro**. Em: 4º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Florianópolis, 06 a 10 de Outubro, 2002, CD ROM - COBRAC, Florianópolis. 2002.

SANTOS, B. J. R. **A Consistência da Geometria de Rodovias: Principais Metodologias e Contribuição ao Método do Módulo de Segurança**. São Paulo, Brasil, 1998.

SCARINGELA, R. S.; MARTINEZ, A.; RODOLPHO, A. J. **Auditoria de Segurança Viária nos Projetos de Sinalização Semafórica da Cidade de São Paulo**. In: IX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, 1995, São Carlos. Anais do IX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, v. 3, p. 405-409.

SCHURR, K. S.; McCOY, P. T.; PESTI, G.; HUFF, R. **Relationship Between Design, Operating, and Posted Speeds on Horizontal Curves on Rural Two-Lane Highways in Nebraska**. Transportation Research Board. Annual Meeting. Jan. 2002.

SHANKAR, V.; MANNERING, F.; BARFIELD, W. **Effect of Roadway Geometric and Environmental factors on rural freeway accident frequencies**. Accident Analysis and Prevention. 1995. v. 27, n. 3, p. 371-389.

TARIGAN, A. **Driver Performance on Horizontal Curves**. Proceedings of Annual Meeting, Highway Research Board, Washington, DC. 1954.

TARRIS, J. P.; POE, C. M., MASON, J. M.; GOULIAS, K. G. **Predicting Operating Speeds on Low-Speed Urban Streets: Regression and Panel Analysis Approaches**. Transportation Research Record 1523. 1996. p.46-54.

THE WORLD BANK. **Road Safety**. Washington, 07 de abril de 2001 Disponível em: <www.worldbank.org/html/jpd/transport/roads/safety.htm>. Acesso em: fev. de 2007.

TRENTIN, L. C. **Análise Crítica de Modelos de Verificação de Consistência de Traçado**. Dissertação de Mestrado. São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2007.

TSU, B. S. A. **O estabelecimento de limites legais de velocidade em rodovias de pista simples**. Dissertação de Mestrado. São Paulo, Universidade de São Paulo. 2003.

TRB – Transportation Research Board. **Highway capacity manual 2000**. Washington, D.C.: National Research Council, 2000. 1134p.

UNB – Universidade de Brasília. **Glossário Geológico Ilustrado**. 2007. Disponível em: <<http://www.unb.br/ig/glossario/verbete/utm.htm>>. Acesso em: março de 2007.

USA. Department of Main Roads, New South Wales. **The Behaviour of Drivers on Horizontal Curves**. Main Roads, Vol. 34, No. 4, New South Wales, Australia. 1969. pp. 127–128.

VIEIRA, H. **Avaliação de Medidas de Contenção de Acidentes: Uma Abordagem Multidisciplinar**. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC. 1999.

WANG, J.; HUGHES, W. E.; STEWART, R. **Safety Effects of Cross-Section Design for Rural, Four-Lane, Non-Freeway Highways**: Final Report. Report n°: FHWA-RD-98-071, Federal Highway Administration, Washington, D.C. 1998.

APÊNDICE A – *DESIGN CONSISTENCY MODULE* – DCM: PASSO A PASSO

Design Consistency Module – DCM:

passo a passo

No que se refere à manipulação de dados no software IHSDM, esta Tese apresenta apenas os passos necessários para a análise através do *Design Consistency Module*, divididos em cinco etapas distintas:

- Configuração das propriedades do estudo/projeto;
- Configuração das propriedades da rodovia;
- Introdução/edição de dados;
- Visualização da geometria da rodovia;
- Avaliação.

1 Configuração das propriedades do estudo/projeto

A caixa de diálogo contendo as propriedades do estudo/projeto no IHSDM pode ser selecionada posicionando o cursor sobre a estrutura de diretórios hierarquizada, em um estudo/projeto (no 1º nível). Abaixo desta, a opção de botões a ser apresentada será a relativa a *Project Operations*. Entre os botões existentes neste console, pode se encontrar o de *Properties*.

Ao pressionar-se o botão de *Properties*, o IHSDM apresentará uma caixa de diálogos como a da Figura 1. Nesta, é possível definir o título para o estudo, comentários e descrições pertinentes e obter informações sobre datas de criação, de modificações, histórico e diretório de armazenamento dos arquivos. Também é neste momento que se deve definir a unidade métrica padrão em metros. É importante salientar que, o IHSDM na presente versão possui uma incompatibilidade com o separador decimal “virgula”, devendo-se alterar o mesmo para a configuração internacional de “Opções Regionais” do Windows para o padrão “Inglês (Estados Unidos)”.

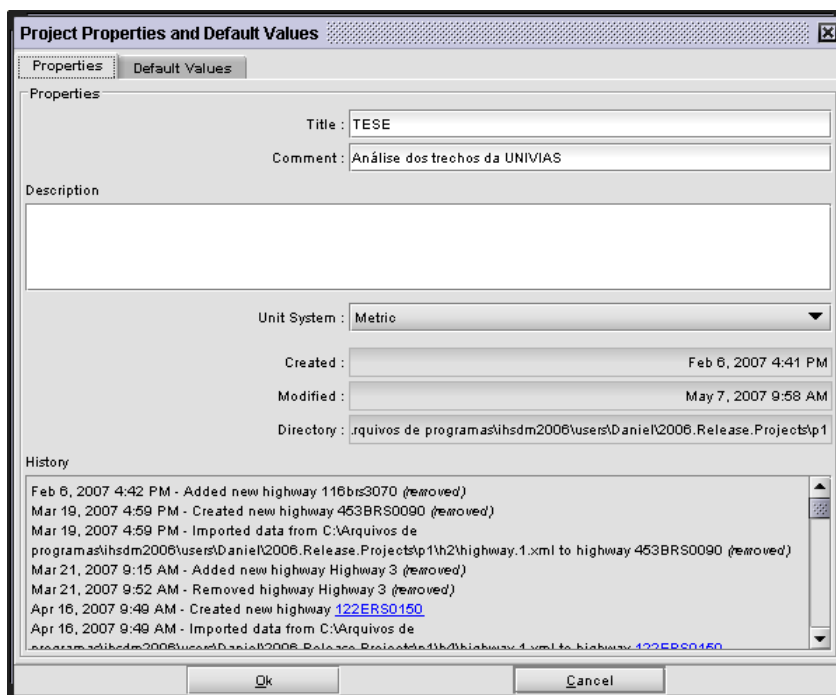


Figura 1 – Propriedades do projeto no IHS DM

2 Configuração das propriedades da rodovia

As rodovias (2º nível) possuem um console com botões específicos: *Highway Operations*. Neste console, através do botão de *Properties*, é possível acessar a caixa de diálogo da Figura 2.

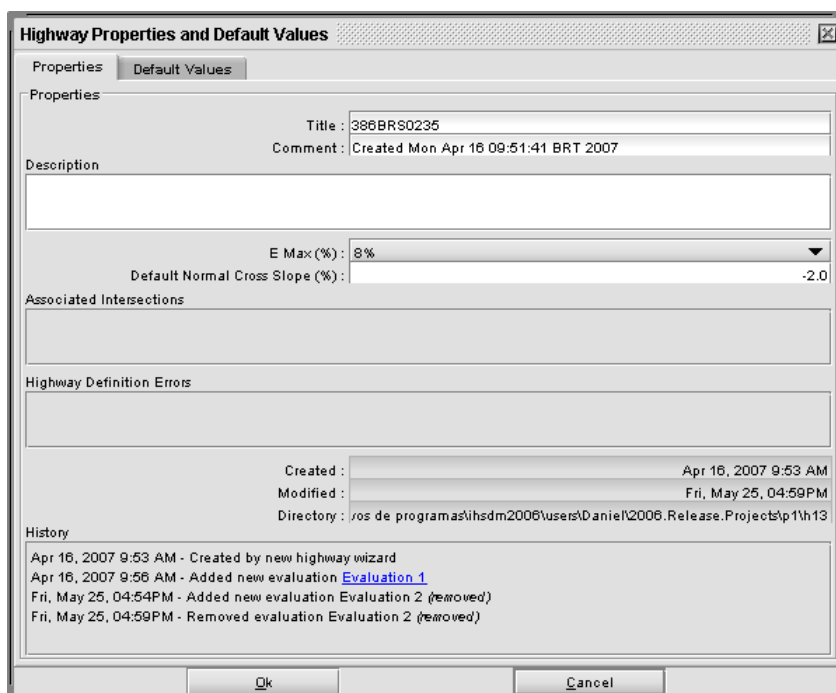


Figura 2 – Propriedades da rodovia no IHS DM

Nesta caixa de diálogo deve-se informar título, comentário e descrição da rodovia, bem como características geométricas vinculadas ao projeto da seção transversal e da superelevação. A superelevação máxima deve ser selecionada a partir de valores pré-existentes que variam de 4% a 12%. Já o abaulamento deve ser informado na unidade de porcentagem. Para os estudos desenvolvidos, no presente trabalho, foram adotados os valores de 8%, para superelevação máxima e de 2%, para o abaulamento padrão em tangente.

3 Interface de dados do IHSDM

A interface para introdução, edição e gerenciamento dos dados do *software* IHSDM é bastante simples. Através de um menu principal, de botões de comando na lateral esquerda e de caixas de diálogo específicas, à direita, o *software* apresenta um ambiente amigável e de simples operação. A Figura 3 exibe a tela principal do IHSDM e uma de suas caixas de diálogo.

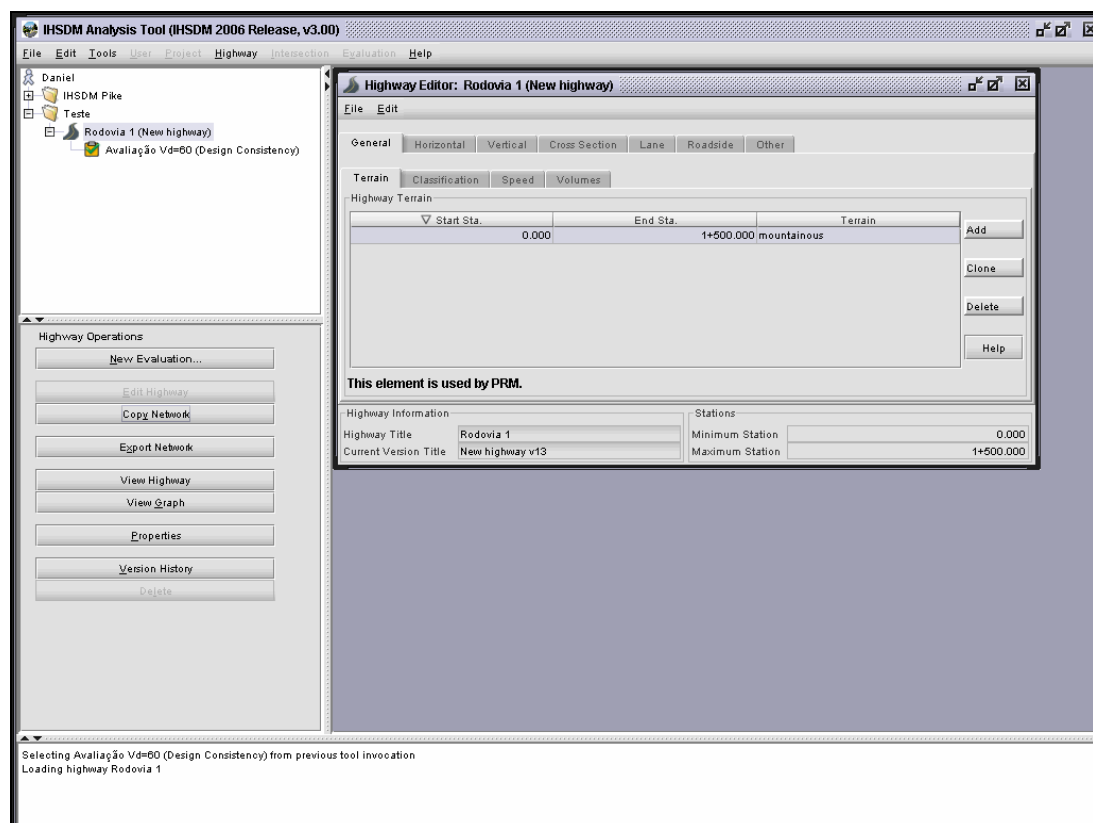


Figura 3 – Tela principal e “highway editor” do IHSDM

Para auxiliar ainda mais o usuário, o *software* oferece, no canto superior esquerdo, a estrutura de diretórios hierarquizada em três níveis que separam os diferentes estudos ou projetos (1º nível), as rodovias analisadas (2º nível) e suas avaliações (3º nível). Na extremidade inferior tem-se uma

interface de comunicação de *logs*, onde o IHSDM informa erros, falta de dados e o andamento das atividades.

4 Introdução/edição de dados no IHSDM

Como já mencionado anteriormente, a introdução/edição de dados no software IHSDM é feita a partir de caixas de diálogo específicas. Para o desenvolvimento da análise através do *Design Consistency Module* é necessário informar diversos itens na caixa de diálogo *Highway Editor*, solicitando acesso à mesma através do botão *Edit Highway*.

Na guia *General*, desta caixa de diálogo, o *software* abre um segundo grupo de guias solicitando informações características do projeto. É possível perceber que selecionando-se a guia *Terrain* surge uma mensagem em negrito: *This element is used by PRM*. Esta mensagem indica que a informação solicitada é necessária apenas para a análise através do *Policy Review Module* – PRM. Desta forma, na guia *General* a única informação necessária para análise através de *Design Consistency Module* é a solicitada através da sub-guia *Speed*, e dentro desta, a sub-guia *Design*. Nesta última, deve-se informar a velocidade de projeto para a rodovia, que pode ser única ou diferenciada por trechos, que devem ser delimitados a partir da informação de início e fim em quilômetros.

Na guia *Horizontal*, deve-se informar os elementos planimétricos da rodovia (Figura 4). Os elementos geométricos são separados em seis tipos distintos:

- **Coordinate:** elemento geométrico que indica para uma estação (estaca ou quilômetro) suas coordenadas X (*easting coordinate*) e Y (*northing coordinate*), em metros;
- **Heading:** estação e seu azimute, em graus decimais;
- **Deflection:** estação e ângulo de deflexão, em graus decimais;
- **Tangent:** delimitação da intertangente (trecho em reta) entre estações de início e fim, em metros;
- **Simple Curve:** delimitação da parte circular da curva através da indicação de seu início, fim, raio (em metros) e direção (erquerda ou direita);
- **Spiral Curve:** curva de transição (porção da clotóide) dada através da sua estação de início e fim, raio da curva horizontal (em metros), direção da curva (erquerda ou direita) e identificação de conexão com o início ou com o fim da curva horizontal. Para curvas de transição convencionais, deve-se informar uma primeira porção de espiral, uma segunda circular e uma terceira em espiral “espelhada”.

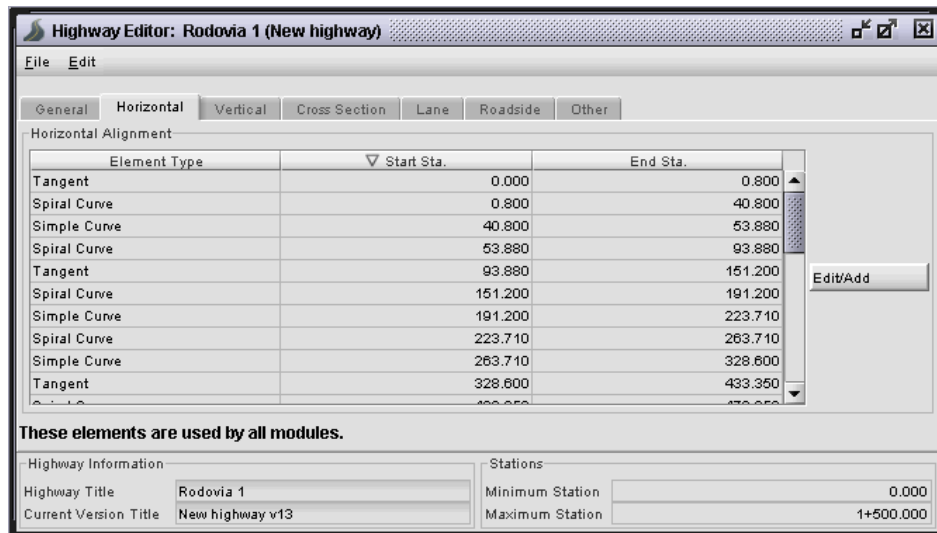


Figura 4 – Edição do elementos planimétricos no IHSDM

A guia Vertical permite a introdução de dados altimétricos para a composição do greide da rodovia (Figura 5). Os elementos geométricos altimétricos são divididos em quatro tipos distintos:

- **Elevation:** introdução de estações e cotas, em metros;
- **Tangent:** solicita a estação de início e fim do trecho em tangente, bem como a inclinação da rampa, em percentagem;
- **Curve:** introdução de curvas verticais a partir da definição de seu início e término;
- **VPI:** permite a introdução de informações sobre a parábola de concordância vertical. Deve-se informar a estação do ponto de inflexão, as rampas anterior e posterior e os comprimentos de projeção anterior e posterior da parábola.

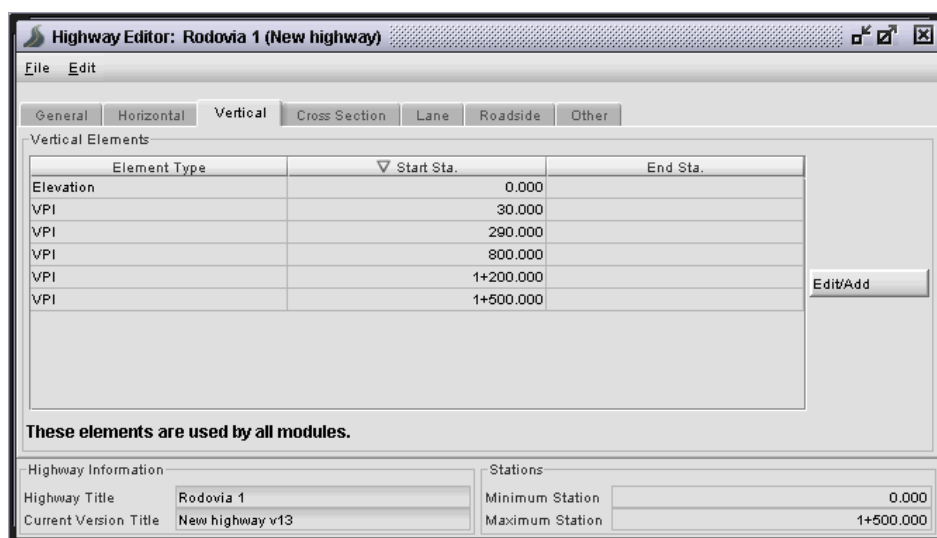


Figura 5 – Edição do elementos altimétricos no IHSDM

5 Visualização da geometria da rodovia

O *software* IHSDM permite a visualização em planta e perfil da rodovia. Através do botão *View Highway*, do console, é aberta a caixa de diálogo *Highway Viewer*. A Figura 6 mostra a vista em planta do eixo planimétrico de um trecho viário. Já a Figura 7, oferece a vista em perfil do mesmo trecho.

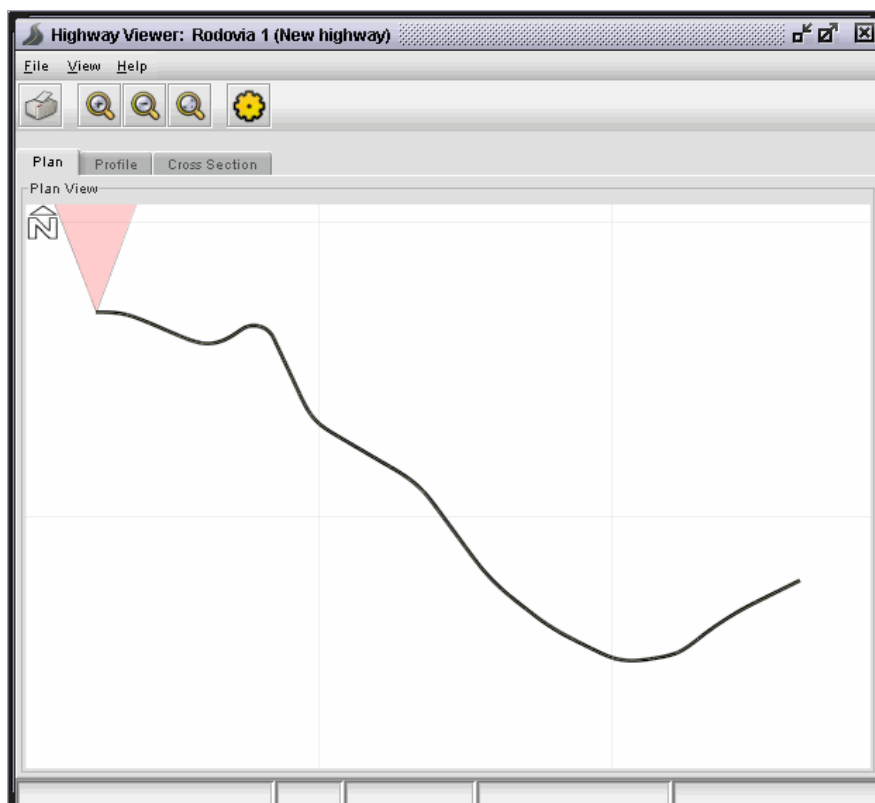


Figura 6 – Visualizador do eixo planimétrico no IHSDM

No perfil é possível observar as marcações (através de retas verticais) do início e fim dos trechos em rampa e das concordâncias em parábola. Através do cursor, é possível percorrer o greide, obtendo informações referentes a estacas e cotas, na linha inferior da caixa de diálogo.

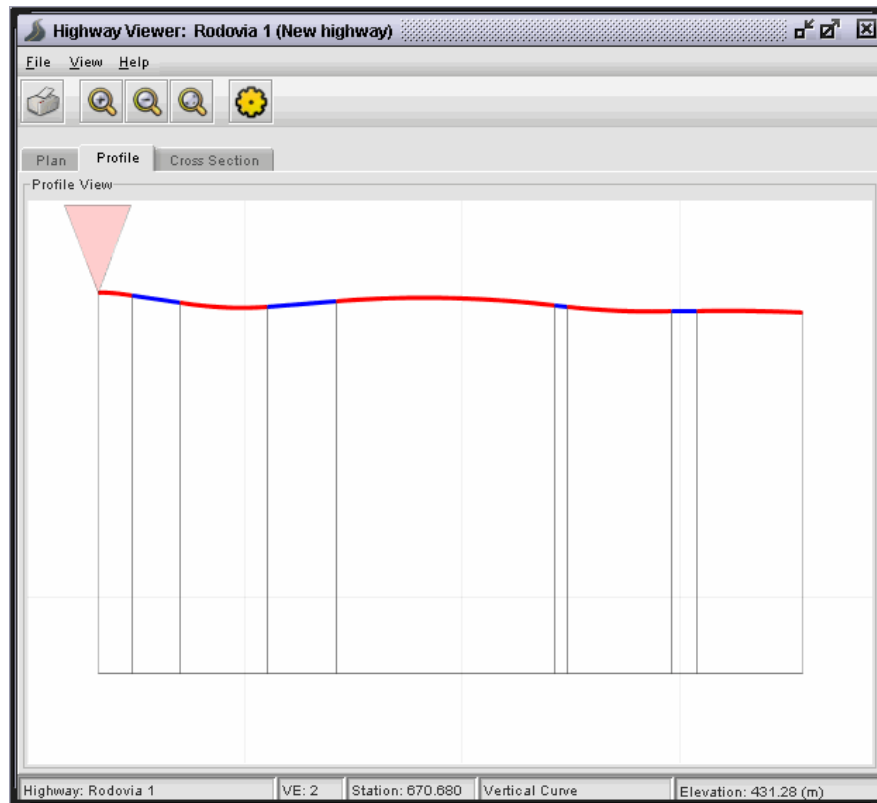


Figura 7 – Visualizador do greide no IHSDM

O módulo de visualização da rodovia possui recursos de zoom e permite a alteração de propriedades como cor, linhas de grade, entre outros. Também é possível salvar as imagens nos formatos PGN e TIFF.

6 Avaliação

Através do botão *New Evaluation...*, do console *Highway Operations*, é possível submeter a análise a rodovia. A Figura 8 indica a primeira caixa de diálogo do processo de avaliação da rodovia. Nesta, além de se fornecer o título, comentário e descrição da avaliação, deve-se informar o tipo de análise que se deseja desenvolver.

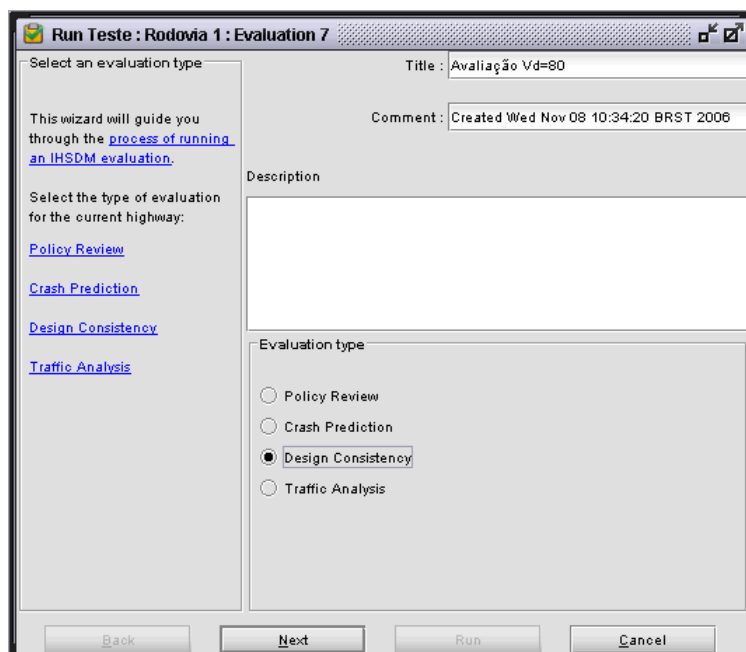


Figura 8 – Módulo de avaliação do IHSDM

A análise de *Design Consistency*, conforme Figura 9, permite determinar do segmento viário (início e fim) que se deseja analisar. A análise pode ser realizada para diferentes tipos de veículos de passeio, dos menos potentes (*Passenger Car – Type 1*) aos de maior performance (*Passenger Car – Type 5*). É possível, ainda, optar pela análise completa ou apenas pelo critério de segurança I ou II.

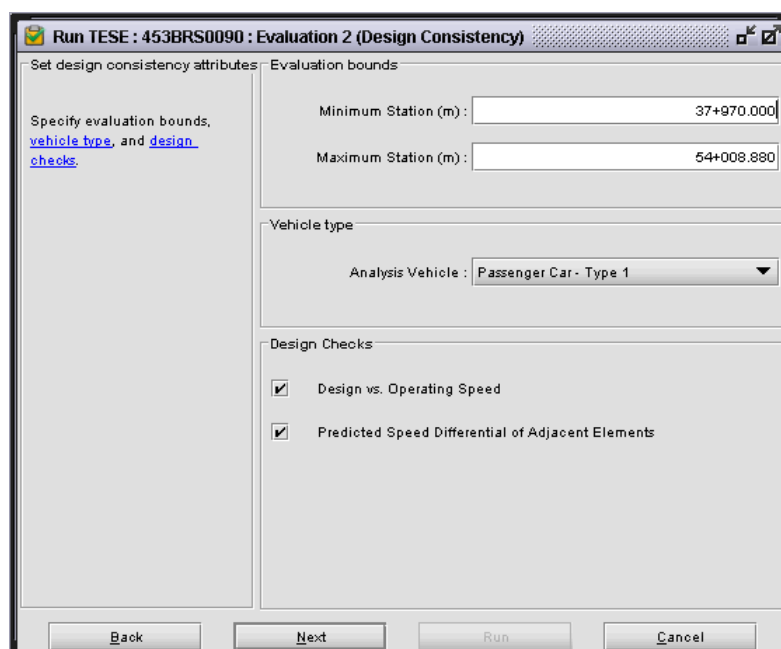


Figura 9 – Método de *Design Consistency* no IHSDM, etapa 1

Na etapa seguinte, Figura 10, o software solicita que se informe a velocidade desejada para a rodovia, ou diferentes trechos da mesma. Também deve informar a velocidade de ingresso e de saída do trecho em estudo.

Run TESE : 453BRS0090 : Evaluation 2 (Design Consistency)

Set speed attributes

Enter the [desired speed](#) values for the entire length of the highway section defined by the evaluation bounds.

Specify the vehicle speeds at the start and end of the evaluation section.

Start Sta.	End Sta.	Desired
37+970.000	54+008.880	100

Buttons: Add, Edit, Delete, Copy, Help

Vehicle speeds

Speed at Evaluation Start (km/h): 100

Speed at Evaluation End (km/h): 100

Buttons: Back, Next, Run, Cancel

Figura 10 – Método de *Design Consistency* no IHSDM, etapa 2

Em outras duas etapas, o IHSDM realiza a consistência das informações, identificando se não há falta de dados e se não existem informações incompatíveis. Pressionando-se o botão *Run*, o IHSDM procederá a análise e irá gerar um relatório completo de avaliação em formato HTML (Anexo A) ou os gráficos no sentido do estaqueamento e contrário, conforme visto no item **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Desta forma, conclui-se a avaliação através do *Design Consistency Module* – DCM – do software IHSDM.

**APÊNDICE B – QUADRO RESUMO: DADOS GEOMÉTRICOS E DE
VELOCIDADES**

Quadro resumo: dados geométricos e de velocidades

Rodovia	Trecho	Região	Elementos Geométricos										Velocidade			Obs. Trechos Descartados (motivo)	
			Curva	Lado	Raio	Rampa	Larg. da Faixa	Larg. do Acost.	Largura na Curva (com SL)	SE	Projeto	Permitida	Velocidade Operacional (V85)				
													Total	Veículos de Passeio	Carga		Ônibus
RS-020	Vista Alegre - Taquara (020ERS 0030 a 0090)	Ondulada	1	LE	202.91	-5.85	3.60	1.90	7.06	5.65	60	40	79.54	79.74	78.62	64.19	
			1	LD	202.91	5.85	3.60	1.90	7.06	5.65	60	40	85.15	86.76	74.33	67.74	
			2	LE	283.99	-0.70	3.60	1.90	6.83	6.33	60	60	77.88	78.07	77.77	71.05	
			2	LD	283.99	0.70	3.60	1.90	6.83	6.33	60	60	81.33	80.14	81.79	72.78	
			3	LE	309.44	4.75	3.60	1.90	6.88	4.00	60	80	74.77	76.87	71.54	69.10	
			3	LD	309.44	-4.75	3.60	1.90	6.88	4.00	60	80	71.16	71.22	69.97	65.40	
			4	LE	295.92	-3.52	3.60	1.90	6.83	6.17	60	80	76.27	80.00	70.60	67.90	
			4	LD	295.92	3.52	3.60	1.90	6.83	6.17	60	80	85.48	85.68	81.47	82.94	
			5	LE	150.87	5.31	3.60	1.90	6.79	7.09	60	80	76.19	79.29	59.90	72.09	
			5	LD	150.87	-5.31	3.60	1.90	6.79	7.09	60	60	76.29	76.85	63.15	67.25	
			6	LE	150.38	3.68	3.60	1.90	7.27	3.03	60	80	76.90	80.71	67.65	66.39	
			6	LD	150.38	-3.68	3.60	1.90	7.27	3.03	60	60	95.28	96.94	83.32	73.41	
			7	LE	198.04	5.43	3.60	1.90	7.11	7.54	60	80	80.94	82.65	76.24	73.67	
			7	LD	198.04	-5.43	3.60	1.90	7.11	7.54	60	60	80.58	83.54	71.98	72.72	
			8	LE	202.36	5.71	3.60	1.90	6.83	5.59	60	60	80.77	83.00	73.74	59.01	
8	LD	202.36	-5.71	3.60	1.90	6.83	5.59	60	80	79.73	84.37	70.08	59.39				
9	LE	436.94	-6.27	3.60	1.90	6.41	7.60	60	60	88.12	91.11	74.45	67.27				
9	LD	436.94	6.27	3.60	1.90	6.41	7.60	60	60	80.47	87.16	64.23	52.45				
10	LE	335.98	4.36	3.60	1.90	7.05	4.87	60	40	87.63	88.99	73.85	79.01				
10	LD	335.98	-4.36	3.60	1.90	7.05	4.87	60	60	80.83	82.97	71.65	71.47				
11	LE	281.04	0.78	3.60	1.90	6.62	5.56	60	40	96.79	98.98	84.28	76.44				
11	LD	281.04	-0.78	3.60	1.90	6.62	5.56	60	40	82.94	84.91	77.37	79.57				
12	LE	329.13	-0.73	3.60	1.90	6.71	4.07	60	40	88.41	89.61	75.16	70.11				
12	LD	329.13	0.73	3.60	1.90	6.71	4.07	60	60	84.56	88.54	78.28	77.39				
13	LE	159.63	-4.51	3.60	1.90	6.96	7.10	60	40	78.06	79.41	68.24	67.19				
13	LD	159.63	4.51	3.60	1.90	6.96	7.10	60	60	80.01	85.79	71.27	76.03				
14	LE	138.73	2.20	3.60	1.90	6.65	4.49	60	40	70.70	71.46	58.48	62.12				
14	LD	138.73	-2.20	3.60	1.90	6.65	4.49	60	60	88.60	88.72	88.17	66.67				
15	LE	154.78	-6.02	3.60	1.90	6.96	5.79	60	40	70.68	72.51	60.70	49.86				
15	LD	154.78	6.02	3.60	1.90	6.96	5.79	60	60	75.56	79.98	65.97	55.38				

Quadro resumo: dados geométricos e de velocidades

Rodovia	Trecho	Região	Elementos Geométricos										Velocidade			Obs. Trechos Descartados (motivo)	
			Curva	Lado	Raio	Rampa	Larg. da Faixa	Larg. do Acost.	Largura na Curva (com SL)	SE	Projeto	Permitida	Velocidade Operacional (V85)				
													Total	Veículos de Passeio	Carga		Ônibus
RS-115	Entr. RS/239 (p/ Taquara) - Entr. RS/235 (Gramado) (115ERS 0010 a 0070)	Ondulada a Montanhosa	16	LE	357.04	-0.48	3.60	1.90	7.37	8.22	60	60	82.60	87.93	73.26	71.92	
			16	LD	357.04	0.48	3.60	1.90	7.37	8.22	60	60	95.35	94.61	91.13	99.37	
			17	LE	346.76	2.66	3.60	1.90	7.55	8.34	60	80	87.55	87.78	86.11	78.67	
			17	LD	346.76	-2.66	3.60	1.90	7.55	8.34	60	60	89.43	90.49	75.49	60.93	
			18	LE	235.11	4.79	3.60	1.90	6.85	7.32	60	80	77.91	77.02	73.32	77.32	
			18	LD	235.11	-4.79	3.60	1.90	6.85	7.32	60	60	92.49	92.74	80.03	85.54	intertan.
			19	LE	237.87	5.51	3.60	1.90	7.4	8.43	60	60	91.99	93.39	65.66	62.69	intertan.
			19	LD	237.87	-5.51	3.60	1.90	7.4	8.43	60	60	75.93	77.97	52.05	38.45	
			20	LE	104.05	1.10	3.60	1.90	8.16	8.71	60	60	76.21	77.02	51.41	60.65	intertan.
			20	LD	104.05	-1.10	3.60	1.90	8.16	8.71	60	60	70.99	72.00	69.40	61.20	intertan.
			21	LE	122.74	2.30	3.60	1.90	7.66	7.66	60	60	73.93	74.74	64.11	66.45	
			21	LD	122.74	-2.30	3.60	1.90	7.66	7.66	60	60	71.81	72.32	68.16	57.02	intertan.
			22	LE	99.48	2.88	3.60	1.90	7.94	8.22	60	60	71.57	72.50	64.14	56.64	
			22	LD	99.48	-2.88	3.60	1.90	7.94	8.22	60	60	81.35	81.75	70.01	59.05	intertan.
			23	LE	102.95	3.43	3.60	1.90	7.19	8.59	60	60	71.29	71.38	62.82	60.02	intertan.
			23	LD	102.95	-3.43	3.60	1.90	7.19	8.59	60	60	84.25	85.04	68.36	65.83	intertan.
			24	LE	149.11	2.55	3.60	1.90	7.8	8.02	60	60	80.02	81.45	73.25	60.22	intertan.
			24	LD	149.11	-2.55	3.60	1.90	7.8	8.02	60	60	79.83	80.92	50.72	59.80	intertan.
			25	LE	328.94	0.08	3.60	1.90	6.88	2.28	60	60	84.18	85.60	78.39	69.11	
			25	LD	328.94	-0.08	3.60	1.90	6.88	2.28	60	60	82.94	84.66	72.72	62.30	intertan.
			26	LE	893.40	-0.09	3.60	1.90	7.01	2.56	60	60	91.16	91.59	79.24	74.91	
			26	LD	893.40	0.09	3.60	1.90	7.01	2.56	60	60	90.71	92.24	82.50	77.07	
			27	LE	343.89	-2.59	3.60	1.90	7.29	7.98	60	80	95.21	96.95	76.76	79.48	intertan.
			27	LD	343.89	2.59	3.60	1.90	7.29	7.98	60	80	82.29	83.93	67.47	78.69	
			28	LE	279.04	1.55	3.60	1.90	7.2	8.34	60	80	74.21	73.80	74.49	66.25	
			28	LD	279.04	-1.55	3.60	1.90	7.2	8.34	60	80	79.38	81.45	70.17	59.62	
			29	LE	429.83	3.91	3.60	1.90	7.02	5.86	60	80	86.70	88.55	78.42	69.57	
			29	LD	429.83	-3.91	3.60	1.90	7.02	5.86	60	80	87.31	90.13	74.38	73.45	
			30	LE	345.95	0.94	3.60	1.90	6.7	8.37	60	60	78.41	78.76	75.60	66.77	
			30	LD	345.95	-0.94	3.60	1.90	6.7	8.37	60	80	89.02	89.80	73.30	78.46	

Quadro resumo: dados geométricos e de velocidades

Rodovia	Trecho	Região	Elementos Geométricos						Velocidade		Velocidade Operacional (V85)			Obs. Trechos Descartados (motivo)			
			Curva	Lado	Raio	Rampa	Larg. da Faixa	Larg. do Acost.	Largura na Curva (com SL)	SE	Projeto	Permitida	Veículos de Passeio		Carga	Ônibus	
													Total				de
BR-116	Entr. RS/239 (p/ C.Bom) - Entr. RS/235 (p/ N.Petropolis) (116BRS 3130 a 3168)	Montanhosa a Escarpada	31	LE	130.54	-0.61	3.50	0.50 a 2.00	6.86	8.01	60	60	76.85	82.66	73.78	60.63	intertan.
			31	LD	130.54	0.61	3.50	0.50 a 2.00	6.86	8.01	60	60	77.37	79.04	66.88	63.06	
			32	LE	65.77	7.45	3.50	0.50 a 2.00	8.38	7.71	60	60	53.87	55.31	44.14	48.27	
			32	LD	65.77	-7.45	3.50	0.50 a 2.00	8.38	7.71	60	60	64.32	64.48	53.93	48.76	
			33	LE	79.28	5.99	3.50	0.50 a 2.00	8.01	7.65	60	60	69.79	69.75	63.10	66.86	
			33	LD	79.28	-5.99	3.50	0.50 a 2.00	8.01	7.65	60	60	68.17	69.02	57.45	50.51	intertan.
			34	LE	153.41	1.73	3.50	0.50 a 2.00	7.94	8.37	60	40	76.99	77.17	68.43	63.74	intertan.
			34	LD	153.41	-1.73	3.50	0.50 a 2.00	7.94	8.37	60	40	91.84	93.82	74.70	76.34	intertan.
			35	LE	136.27	3.89	3.50	0.50 a 2.00	7.78	7.07	60	60	81.28	83.03	67.19	56.71	
			35	LD	136.27	-3.89	3.50	0.50 a 2.00	7.78	7.07	60	60	71.10	72.68	48.03	55.45	
			36	LE	214.49	-5.60	3.50	0.50 a 2.00	7.63	6.92	60	60	95.07	95.66	86.91	72.73	
			36	LD	214.49	5.60	3.50	0.50 a 2.00	7.63	6.92	60	60	79.01	79.40	65.40	64.59	
			37	LE	74.94	-4.30	3.50	0.50 a 2.00	6.66	7.96	60	60	68.75	69.64	41.34	52.74	
			37	LD	74.94	4.30	3.50	0.50 a 2.00	6.66	7.96	60	60	57.69	58.50	47.88	54.08	
			38	LE	117.24	1.85	3.50	0.50 a 2.00	7.78	7.61	60	60	75.28	76.97	62.87	56.49	intertan.
			38	LD	117.24	-1.85	3.50	0.50 a 2.00	7.78	7.61	60	60	72.44	74.39	67.76	61.66	
			39	LE	119.52	4.93	3.50	0.50 a 2.00	7.66	7.27	60	60	77.68	79.12	55.32	60.98	
			39	LD	119.52	-4.93	3.50	0.50 a 2.00	7.66	7.27	60	60	74.54	75.99	61.89	64.29	
			40	LE	260.80	-5.38	3.50	0.50 a 2.00	6.6	9.46	60	60	86.41	89.06	77.64	68.21	
			40	LD	260.80	5.38	3.50	0.50 a 2.00	6.6	9.46	60	60	72.00	72.73	46.82	62.81	
			41	LE	92.62	-4.55	3.50	0.50 a 2.00	6.35	9.30	60	60	73.57	74.70	69.24	65.08	
			41	LD	92.62	4.55	3.50	0.50 a 2.00	6.35	9.30	60	60	64.98	65.05	57.18	63.38	intertan.
			42	LE	110.48	-4.85	3.50	0.50 a 2.00	6.69	8.49	60	60	74.20	75.62	61.54	69.61	
			42	LD	110.48	4.85	3.50	0.50 a 2.00	6.69	8.49	60	60	71.05	71.79	68.62	64.30	intertan.
			43	LE	82.78	-2.04	3.50	0.50 a 2.00	7.1	7.78	60	60	67.42	69.63	61.97	58.78	
43	LD	82.78	2.04	3.50	0.50 a 2.00	7.1	7.78	60	60	68.28	69.35	58.40	52.51				
44	LE	117.26	-4.29	3.50	0.50 a 2.00	6.67	8.11	60	60	71.91	72.95	68.52	58.87				
44	LD	117.26	4.29	3.50	0.50 a 2.00	6.67	8.11	60	60	80.10	83.30	71.53	68.70				
45	LE	96.88	0.61	3.50	0.50 a 2.00	6.61	8.32	60	60	68.62	69.66	57.66	62.56				
45	LD	96.88	-0.61	3.50	0.50 a 2.00	6.61	8.32	60	60	65.74	66.02	64.79	56.37				

Quadro resumo: dados geométricos e de velocidades

Rodovia	Trecho	Região	Elementos Geométricos						Velocidade			Velocidade Operacional (V85)			Obs. Trechos Descartados (motivo)		
			Curva	Lado	Raio	Rampa	Larg. da Faixa	Larg. do Acost.	Largura na Curva (com SL)	SE	Projeto	Permitida	Veículos de Passeio			Carga	Ônibus
													Total	Veículos de Passeio			
RS-040	Viamão - Entr. RS/784 (p/ Cidreira) (040ERS 0030 a 0090)	Plana	46	LE	815.84	2.04	3.60	1.90	6.64	3.68	80	80	89.18	90.70	77.79	79.69	intertan.
			46	LD	815.84	-2.04	3.60	1.90	6.64	3.68	80	80	79.10	80.49	60.28	54.29	
			47	LE	749.91	-1.52	3.60	1.90	7.08	2.35	80	80	82.59	83.98	75.94	77.19	
			47	LD	749.91	1.52	3.60	1.90	7.08	2.35	80	80	104.56	104.83	78.46	81.76	tam.anostra
			48	LE	954.95	-0.03	3.60	1.90	6.79	2.54	80	80	103.26	102.99	102.15	102.37	
			48	LD	954.95	0.03	3.60	1.90	6.79	2.54	80	80	92.56	94.31	80.09	72.73	
			49	LE	672.74	1.40	3.60	1.90	6.62	2.27	80	60	91.04	91.06	84.96	99.08	
			49	LD	672.74	-1.40	3.60	1.90	6.62	2.27	80	60	84.84	85.82	74.82	64.09	
			50	LE	984.19	0.06	3.60	1.90	6.65	1.65	80	60	81.97	82.00	77.96	65.21	
			50	LD	984.19	-0.06	3.60	1.90	6.65	1.65	80	60	95.91	95.91	91.74	76.17	
			51	LE	995.40	0.00	3.60	1.90	6.57	1.86	80	60	87.18	87.84	85.22	81.98	
			51	LD	995.40	0.00	3.60	1.90	6.57	1.86	80	60	104.15	104.20	89.94	107.87	
			52	LE	411.05	2.54	3.60	1.90	6.74	6.15	80	80	90.98	91.53	81.91	-	
			52	LD	411.05	-2.54	3.60	1.90	6.74	6.15	80	80	93.37	93.52	88.22	75.36	
			53	LE	561.31	-0.91	3.60	1.90	6.97	2.98	80	80	93.90	93.96	93.46	74.52	
			53	LD	561.31	0.91	3.60	1.90	6.97	2.98	80	80	96.14	97.56	80.16	80.63	
			54	LE	693.23	-0.24	3.60	1.90	6.71	2.84	80	40	98.46	98.97	77.68	-	tam.anostra
			54	LD	693.23	0.24	3.60	1.90	6.71	2.84	80	60	82.81	83.31	80.63	63.16	
			55	LE	966.17	0.00	3.60	1.90	6.61	3.59	80	80	105.49	105.67	87.82	-	tam.anostra
			55	LD	966.17	0.00	3.60	1.90	6.61	3.59	80	80	86.28	86.04	84.47	87.54	
			56	LE	697.49	-0.08	3.60	1.90	7.04	4.41	80	60	76.32	74.32	70.38	79.45	
			56	LD	697.49	0.08	3.60	1.90	7.04	4.41	80	60	79.55	79.24	78.61	-	
			57	LE	715.06	0.43	3.60	1.90	6.73	3.27	80	60	87.47	87.93	76.94	-	intertan.
			57	LD	715.06	-0.43	3.60	1.90	6.73	3.27	80	80	90.91	90.83	83.72	-	tam.anostra
			58	LE	762.15	-0.28	3.60	1.90	6.68	1.42	80	60	90.03	92.37	74.49	65.45	
			58	LD	762.15	0.28	3.60	1.90	6.68	1.42	80	80	92.31	92.01	91.12	-	
			59	LE	774.66	-0.09	3.60	1.90	6.64	2.08	80	80	87.22	87.66	76.44	-	
			59	LD	774.66	0.09	3.60	1.90	6.64	2.08	80	60	96.42	96.45	94.14	92.60	
			60	LE	706.48	-0.22	3.60	1.90	6.92	3.68	80	40	83.45	84.21	61.06	72.00	
			60	LD	706.48	0.22	3.60	1.90	6.92	3.68	80	40	84.09	85.37	64.49	-	tam.anostra

APÊNDICE C – DADOS CONSIDERADOS NO MODELO E PARA TESTE

Tabela 1 – Dados considerados no modelo

Curva	1/Raio	Dummy (Lado)	Abs (Rampa)	Dummy (Active)	V85	Curva	1/Raio	Dummy (Lado)	Abs (Rampa)	Dummy (Active)	V85
1	0,004928	1	5,8500	0	79,74	30	0,002891	0	0,9400	0	89,80
1	0,004928	0	5,8500	1	86,76	31	0,007660	0	0,6100	1	79,04
2	0,003521	1	0,7000	0	78,07	32	0,015205	1	7,4500	1	55,31
2	0,003521	0	0,7000	1	80,14	32	0,015205	0	7,4500	0	64,48
3	0,003232	1	4,7500	1	76,87	33	0,012614	1	5,9900	1	69,75
3	0,003232	0	4,7500	0	71,22	35	0,007338	1	3,8900	1	83,03
4	0,003379	1	3,5200	0	80,00	35	0,007338	0	3,8900	0	72,68
4	0,003379	0	3,5200	1	85,68	36	0,004662	0	5,6000	1	79,40
5	0,006628	1	5,3100	1	79,29	37	0,013344	1	4,3000	0	69,64
5	0,006628	0	5,3100	0	76,85	37	0,013344	0	4,3000	1	58,50
6	0,006650	1	3,6800	1	80,71	38	0,008530	0	1,8500	0	74,39
6	0,006650	0	3,6800	0	96,94	39	0,008367	1	4,9300	1	79,12
7	0,005049	1	5,4300	1	82,65	39	0,008367	0	4,9300	0	75,99
7	0,005049	0	5,4300	0	83,54	40	0,003834	1	5,3800	0	89,06
8	0,004942	1	5,7100	1	83,00	40	0,003834	0	5,3800	1	72,73
8	0,004942	0	5,7100	0	84,37	41	0,010797	1	4,5500	0	74,70
9	0,002289	1	6,2700	0	91,11	42	0,009051	1	4,8500	0	75,62
12	0,003038	0	0,7300	1	88,54	46	0,001226	0	2,0400	0	80,49
13	0,006264	1	4,5100	0	79,41	47	0,001333	1	1,5200	0	83,98
13	0,006264	0	4,5100	1	85,79	48	0,001047	1	0,0300	0	102,99
14	0,007208	1	2,2000	1	71,46	48	0,001047	0	0,0300	1	94,31
14	0,007208	0	2,2000	0	88,72	49	0,001486	1	1,4000	1	91,06
15	0,006461	1	6,0200	0	72,51	49	0,001486	0	1,4000	0	85,82
15	0,006461	0	6,0200	1	79,98	50	0,001016	1	0,0600	1	82,00
16	0,002801	1	0,4800	0	87,93	50	0,001016	0	0,0600	0	95,91
16	0,002801	0	0,4800	1	94,61	51	0,001005	1	0,0000	0	87,84
17	0,002884	1	2,6600	1	87,78	51	0,001005	0	0,0000	0	104,20
17	0,002884	0	2,6600	0	90,49	52	0,002433	1	2,5400	1	91,53
18	0,004253	1	4,7900	1	77,02	52	0,002433	0	2,5400	0	93,52
19	0,004204	0	5,5100	0	77,97	53	0,001782	1	0,9100	0	93,96
21	0,008147	1	2,3000	1	74,74	53	0,001782	0	0,9100	1	97,56
22	0,010052	1	2,8800	1	72,50	54	0,001443	0	0,2400	1	83,31
24	0,006706	1	2,5500	1	81,45	55	0,001035	0	0,0000	0	86,04
25	0,003040	1	0,0800	1	85,60	56	0,001434	1	0,0800	0	74,32
26	0,001119	1	0,0900	0	91,59	56	0,001434	0	0,0800	1	79,24
30	0,002891	1	0,9400	1	78,76						

Tabela 2 – Dados considerados para teste

Curva	1/Raio	Dummy (Lado)	Abs (Rampa)	Dummy (Aclive)	V85	Curva	1/Raio	Dummy (Lado)	Abs (Rampa)	Dummy (Aclive)	V85
9	0,002289	0	6,2700	1	87,16	43	0,012080	1	2,0400	0	69,63
10	0,002976	1	4,3600	1	88,99	43	0,012080	0	2,0400	1	69,35
10	0,002976	0	4,3600	0	82,97	44	0,008528	1	4,2900	0	72,95
11	0,003558	1	0,7800	1	98,98	44	0,008528	0	4,2900	1	83,30
11	0,003558	0	0,7800	0	84,91	45	0,010322	1	0,6100	1	69,66
12	0,003038	1	0,7300	0	89,61	45	0,010322	0	0,6100	0	66,02
26	0,001119	0	0,0900	1	92,24	58	0,001312	1	0,2800	0	92,37
27	0,002908	0	2,5900	1	83,93	58	0,001312	0	0,2800	1	92,01
28	0,003584	1	1,5500	1	73,80	59	0,001291	1	0,0900	0	87,66
28	0,003584	0	1,5500	0	81,45	59	0,001291	0	0,0900	1	96,45
29	0,002327	1	3,9100	1	88,55	60	0,001415	1	0,2200	0	84,21
29	0,002327	0	3,9100	0	90,13						

Unidades:

1/Raio: [1/m]

Dummy (Lado): [1-Lado esquerdo, 0-Lado direito]

Abs (Rampa): [%]

Dummy (Aclive): [1-Aclive, 0-Declive.]

V85: [km/h]

APÊNDICE D – ESCORES PADRONIZADOS, AUTOVALORES E CARGAS

Tabela 1 – Escores padronizados

N	CP1	CP2	CP3	CP4	V85	N	CP1	CP2	CP3	CP4	V85
1	4,3698	-0,7508	0,7783	-4,3163	79,74	37	0,6744	-0,2224	0,0112	-0,6898	89,80
2	4,4323	-0,2210	-1,0317	-4,4553	86,76	38	0,6832	1,0169	-1,0949	-0,5997	79,04
3	0,6828	0,4662	0,7163	-0,5292	78,07	39	5,7630	0,0319	-0,3048	-5,6427	55,31
4	0,7454	0,9960	-1,0936	-0,6682	80,14	40	5,3406	-1,7616	0,0890	-5,4711	64,48
5	3,8240	0,6709	-0,3368	-3,6635	76,87	41	4,7166	0,3771	-0,3223	-4,5703	69,75
6	3,4016	-1,1226	0,0570	-3,4919	71,22	42	3,2106	0,8738	-0,3473	-3,0287	83,03
7	2,7012	-0,2001	0,7503	-2,6034	80,00	43	2,7883	-0,9198	0,0465	-2,8571	72,68
8	2,7637	0,3296	-1,0597	-2,7424	85,68	44	4,2532	-0,1619	-1,0347	-4,2715	79,40
9	4,2266	0,5383	-0,3302	-4,0735	79,29	45	3,2649	-0,3853	0,7592	-3,1716	69,64
10	3,8043	-1,2552	0,0636	-3,9019	76,85	46	3,3274	0,1445	-1,0508	-3,3106	58,50
11	3,0599	0,9235	-0,3498	-2,8746	80,71	47	1,3288	-0,4379	0,0219	-1,3560	74,39
12	2,6376	-0,8701	0,0440	-2,7030	96,94	48	3,9556	0,6280	-0,3349	-3,7930	79,12
13	4,3117	0,5101	-0,3287	-4,1626	82,65	49	3,5332	-1,1656	0,0590	-3,6214	75,99
14	3,8893	-1,2835	0,0651	-3,9910	83,54	50	4,0328	-0,6396	0,7727	-3,9712	89,06
15	4,5120	0,4440	-0,3253	-4,3686	83,00	51	4,0953	-0,1099	-1,0373	-4,1102	72,73
16	4,0897	-1,3496	0,0685	-4,1970	84,37	52	3,4425	-0,4441	0,7623	-3,3569	74,70
17	4,6690	-0,8498	0,7835	-4,6267	91,11	53	3,6562	-0,5149	0,7660	-3,5785	75,62
18	0,7666	0,9889	-1,0933	-0,6905	88,54	54	1,4608	-0,4821	0,0245	-1,4997	80,49
19	3,4114	-0,4343	0,7621	-3,3300	79,41	55	1,2686	0,2726	0,7263	-1,1336	83,98
20	3,4739	0,0955	-1,0479	-3,4690	85,79	56	0,2019	0,6247	0,7084	-0,0378	102,99
21	2,0009	1,2731	-0,3677	-1,7858	71,46	57	0,2645	1,1545	-1,1016	-0,1768	94,31
22	1,5786	-0,5204	0,0261	-1,6141	88,72	58	1,4252	1,4626	-0,3770	-1,2005	91,06
23	4,4923	-0,7911	0,7803	-4,4405	72,51	59	1,0029	-0,3309	0,0168	-1,0289	85,82
24	4,5548	-0,2613	-1,0297	-4,5795	79,98	60	0,4658	1,7793	-0,3931	-0,2152	82,00
25	0,5250	0,5183	0,7137	-0,3678	87,93	61	0,0435	-0,0143	0,0007	-0,0436	95,91
26	0,5875	1,0480	-1,0962	-0,5068	94,61	62	0,1805	0,6318	0,7080	-0,0158	87,84
27	2,3278	1,1648	-0,3619	-2,1265	87,78	63	0,0005	-0,0001	0,0000	0,0006	104,20
28	1,9055	-0,6288	0,0319	-1,9548	90,49	64	2,2417	1,1932	-0,3634	-2,0385	91,53
29	3,8531	0,6614	-0,3363	-3,6923	77,02	65	1,8193	-0,6004	0,0305	-1,8668	93,52
30	3,9461	-1,3023	0,0662	-4,0503	77,97	66	0,8322	0,4167	0,7189	-0,6847	93,96
31	2,0730	1,2494	-0,3665	-1,8588	74,74	67	0,8947	0,9465	-1,0910	-0,8236	97,56
32	2,4892	1,1122	-0,3596	-2,2843	72,50	68	0,4150	1,1048	-1,0991	-0,3310	83,31
33	2,2512	1,1905	-0,3634	-2,0435	81,45	69	0,0006	-0,0001	-0,0001	0,0006	86,04
34	0,4813	1,7744	-0,3930	-0,2288	85,60	70	0,2379	0,6129	0,7090	-0,0744	74,32
35	0,2449	0,6105	0,7091	-0,0819	91,59	71	0,3005	1,1426	-1,1010	-0,2133	79,24
36	1,0967	1,5712	-0,3826	-0,8614	78,76						

Tabela 2 – Autovalores e cargas dos componentes principais

	AutoValor	CP1	CP2	CP3	CP4
1/Raio	1,6492	0,6937	-0,1092	-0,0624	0,7092
Dummy (Lado)	1,0715	0,1862	0,6541	0,7329	-0,0169
Rampa	0,9015	0,6796	-0,2243	0,0114	-0,6983
Dummy (Active)	0,3779	0,1490	0,7141	-0,6773	-0,0955

Tabela 3 – Cargas padronizadas componentes principais

	CP1'	CP2'	CP3'	CP4'
1/Raio	0,5402	-0,0850	-0,0486	0,5522
Dummy (Lado)	0,1799	0,6319	0,7081	-0,0163
Rampa	0,7158	-0,2363	0,0120	-0,7355
Dummy (Active)	0,2424	1,1617	-1,1019	-0,1553

Tabela 4 – Cálculo dos coeficientes angulares

	CP1'	CP2'	CP3'	CP4'	Coef. Modelo	
Coeficientes dos CPs	93,1545	-1485,0200	232,3790	133,2670	-1517,0000	93,1545
1/Raio	-802,2066	-19,7614	-6,4801	-837,7235	-1666,1716	
Dummy (Lado)	-267,1681	146,8420	94,3625	24,7764	-1,1872	
Rampa	-1062,9192	-54,9081	1,6049	1115,7569	-0,4654	
Dummy (Active)	-360,0349	269,9467	-146,8460	235,5915	-1,3426	

**APÊNDICE E – MÉTODO PARA OBTENÇÃO DOS ELEMENTOS PLANI-
ALTIMÉTRICOS**

Método para obtenção dos elementos plani-altimétricos a partir dos dados georreferenciados

1 Obtenção de elementos planimétricos

A partir da base de dados georreferenciada procedeu-se à obtenção dos elementos planimétricos indispensáveis ao método proposto. Para tanto, foram utilizados recursos computacionais em CAD (*Computer Aided Design*) como ferramenta de manipulação destes dados. A seguir, são apresentadas as principais etapas desenvolvidas na conversão das informações:

- Conversão dos dados formato TXT para DWG através de SCRIPT
- Identificação do sentido da via
- Utilização do comando REGRETION para identificação dos alinhamentos horizontais
- Determinação dos pontos de inflexão – PIs
- Determinação das curvas circulares através do comando FILLET
- Ajuste e conversão dos alinhamentos em uma única PLINE
- Determinação do eixo verdadeiro através do comando OFFSET
- Obtenção do arquivo de elementos planimétricos

1.1 Conversão dos dados formato TXT para DWG através de SCRIPT

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresentou a estrutura do arquivo em formato TXT (documento simples de texto) da base de dados georreferenciada. Dos dados existentes no mesmo, serão necessários apenas os das colunas de coordenadas X e Y para a determinação da planimetria da rodovia.

A representação gráfica planificada das coordenadas, através de um *software* de CAD (*Computer Aided Design*), é gerada através de um arquivo SCRIPT. Os arquivos SCRIPT são arquivos de texto que contêm uma seqüência de instruções, tal como se fossem digitadas a partir da linha de comando. São arquivos de fácil compreensão e podem ser criados no Notepad ou em qualquer editor de texto, devendo possuir apenas o sufixo SCR. Neste projeto, os arquivos TXT foram processados para arquivos SCR através do programa Microsoft Excel.

Os arquivos SCRIPT gerados, foram processados no *software* de CAD WorkCAD (CIENGE, 2005). A opção por este *software* ocorreu devido a possibilidade de programação direta em seu código fonte. A Figura 1 apresenta, no quadro do canto inferior direito, a planta baixa de um trecho completo, mostrando em destaque uma série de curvas em reversão. Na mesma figura, é demarcado um quadro indicando o segmento viário que será utilizado como exemplo nos itens a seguir. Os arquivos gerados, nesta etapa, apresentam o sufixo PLA.DWG (PLA indicando que o arquivo refere-se a projeção planimétrica da rodovia e DWG indicando a extensão padrão do *software* “DraWinG”).

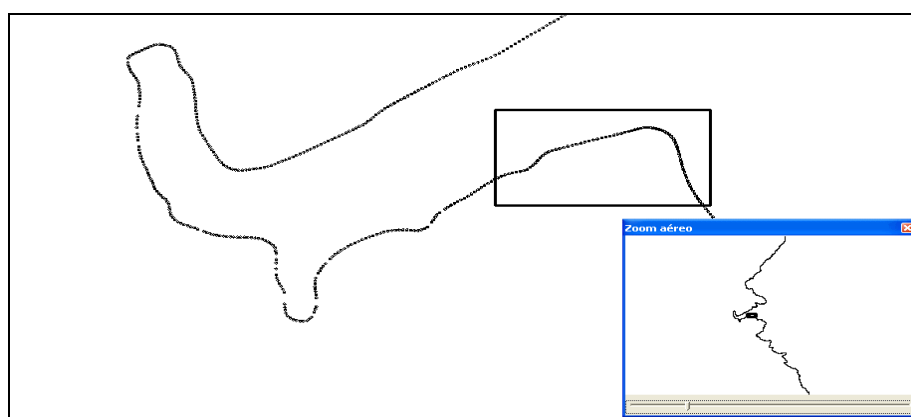


Figura 1 – Visão planimétrica total e em zoom de um dos trechos analisados

1.2 Identificação do sentido da via

As coordenadas X e Y identificam pontos capturados pelo equipamento GPS de 1 em 1 segundo. Conforme a velocidade do veículo, os pontos se apresentam de forma mais aproximada ou distanciada. A Figura 2 apresenta, para o segmento exemplo, uma série de pontos processados. Através destes, é impossível determinar o sentido do estaqueamento da rodovia, condição necessária para seu referenciamento com os acidentes.

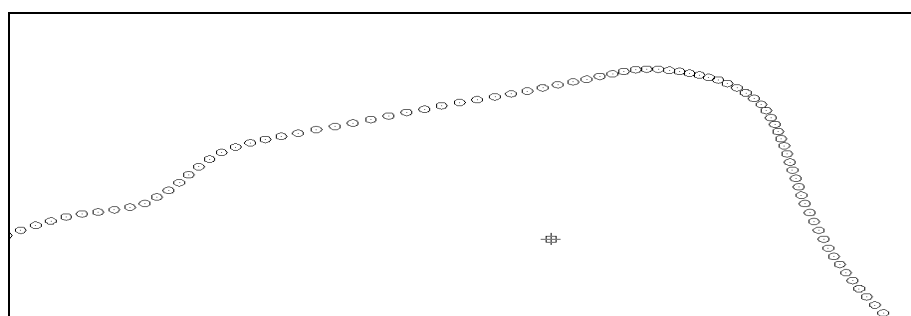


Figura 2 – Visão planimétrica, em detalhe, dos pontos georreferenciados

A identificação do sentido de estaqueamento da via utilizou como referência os dados constantes no Sistema Rodoviário Estadual – SRE. A determinação do início e fim do trecho pode ser obtida a partir da orientação da diretriz do alinhamento. No exemplo, o quadro do canto inferior direito da Figura 1 representa o trecho de código 116BRS3070 do SRE (2005). O trecho, conforme poderá ser visto na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** e representado na Figura 3, tem a descrição e orientação: ENTR. ERS-437 (CAMPESTRE DA SERRA) - SÃO MARCOS.

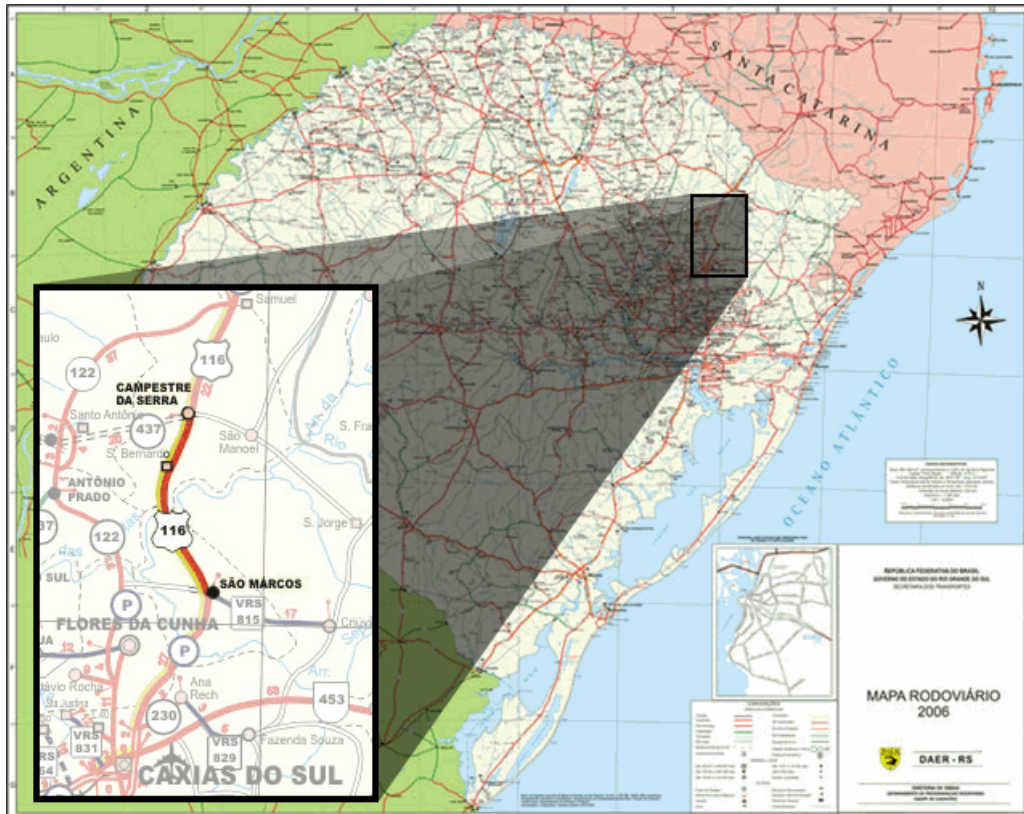


Figura 3 – Mapa rodoviário do Estado do Rio Grande do Sul

Observando o mapa, é possível identificar a orientação do trecho, que se desenvolve no sentido norte-sul. Neste caso, tem-se para a Figura 1 e para o segmento desta, representado na Figura 2, o sentido definido, que, neste último caso, apresenta orientação de oeste para leste (da esquerda para a direita, na figura).

1.3 Utilização do comando REGRETION para identificação dos alinhamentos horizontais

Com o trecho orientado, iniciam-se os procedimentos para a obtenção dos elementos planimétricos da via. Conforme a Equação 23, o modelo proposto apresenta como variáveis planimétricas independentes o raio e variável *dummy* lado, visto que a inclinação da rampa e a variável *dummy* a/active referem-se a elementos altimétricos da rodovia. A definição de raio e lado da curva pressupõe a caracterização de seus valores, bem como a delimitação dos mesmos através da definição de início e fim vinculados ao estaqueamento da via. Outro aspecto a ser considerado é que os intervalos entre curvas, denominados de intertangentes (trechos retos), devem ser tangentes as curvas de concordância horizontal.

A informação disponibilizada pelos equipamentos de GPS não oferece de forma direta os alinhamentos das intertangentes. O procedimento adotado consistiu em, inicialmente, através de uma avaliação visual prévia, identificar segmentos contendo pontos alinhados (Figura 2). Através de um comando novo desenvolvido no *software* WorkCAD (comando REGRETION - Figura 4) foram selecionados conjuntos de pontos alinhados e submetidos a análise.

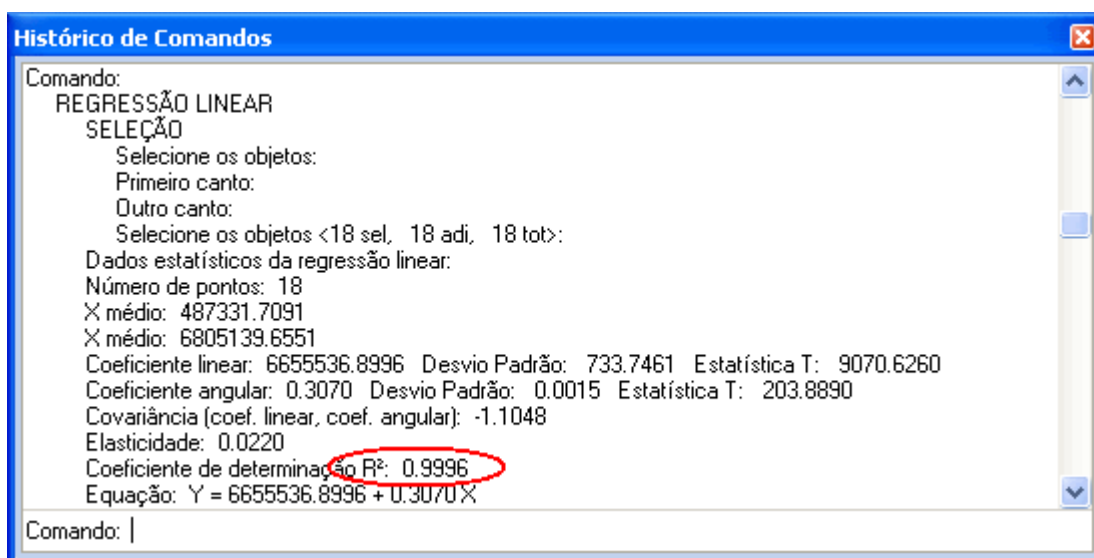


Figura 4 – Informações geradas a partir da utilização do comando REGRETION

O comando REGRETION além de traçar uma linha entre os pontos através da análise dos seus mínimos quadrados (Figura 5), oferece uma caixa de diálogo com as principais características da equação. Em especial, é importante ressaltar o elevado valor obtido para o coeficiente de

determinação (em destaque na Figura 4). Este valor sugere um ótimo ajuste do alinhamento em relação aos pontos.

A Figura 5, apresenta dois alinhamentos obtidos a partir da utilização do comando REGRETION em cada grupo de pontos. É importante salientar que a inserção ou exclusão de um ou mais pontos na análise não é considerada como fator de interferência no processo, visto que, nesta etapa, pretende-se identificar a orientação dos alinhamentos e não os seus limites.

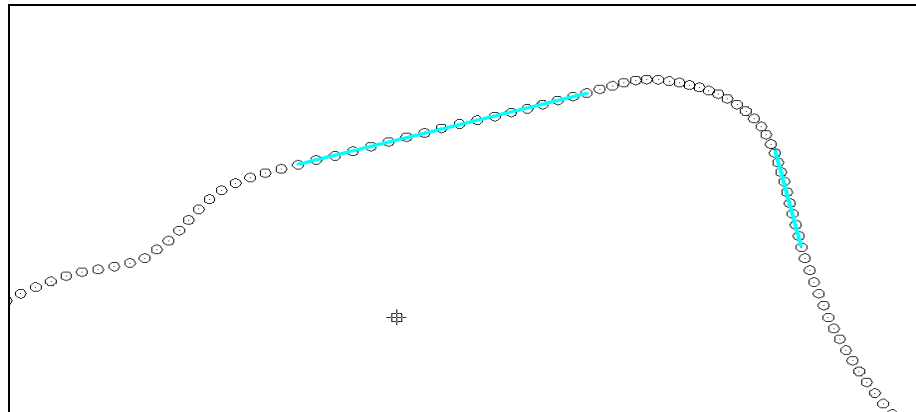


Figura 5 – Representação dos alinhamentos a partir do comando REGRETION

1.4 Determinação dos pontos de inflexão – PIs

O passo seguinte na determinação dos elementos planimétricos consiste na determinação dos pontos de inflexão. Utilizando o comando FILLET com as opções de cortar e de raio igual a zero é possível encontrar a interseção entre os alinhamentos. A Figura 6 mostra o alongamento dos alinhamentos até o seu ponto de inflexão.

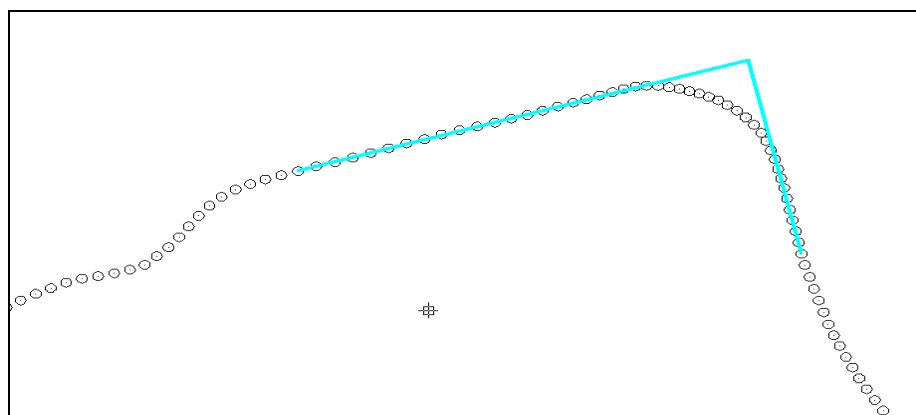


Figura 6 – Determinação dos pontos de inflexão – PIs

1.5 Determinação das curvas circulares através do comando FILLET

A determinação do raio da curva é a etapa seguinte na obtenção dos elementos planimétricos da rodovia. Conforme pode ser visto na Figura 7, os principais elementos geométricos de uma curva circular simples são: seu ângulo central (AC) e seu raio (R). Através dos mesmos, é possível obter os elementos geométricos secundários: tangente (T), desenvolvimento circular (D ou Dc) e a distância entre o ponto de inflexão e o centro do arco circular, denominado simplesmente como BD.

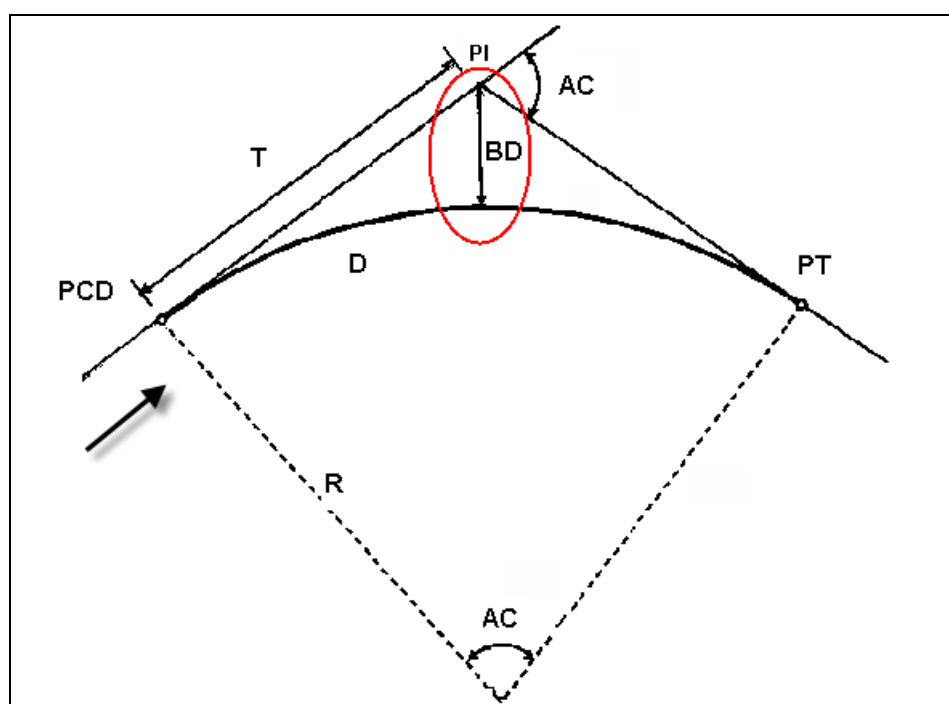


Figura 7 – Curva circular simples: principais elementos

Os pontos PC e PT indicam o início e fim da curva circular, respectivamente. No exemplo, para o sentido de estaqueamento definido na figura pela seta, o ponto de início da curva recebe a denominação PCD para caracterizar que a mesma desenvolve uma deflexão à direita.

A distância BD, em destaque, é utilizada como dado para a determinação do raio da curva circular. Conforme mostrado na Figura 6, a posição geométrica do ponto de inflexão (PI) e o ângulo central (AC) entre os alinhamentos já é conhecida. A relação geométrica entre o raio da curva, seu ângulo central e a distância BD é indicada pela Equação 1.

$$R = \frac{BD}{\left(\frac{1}{\cos(AC/2)} - 1\right)} \quad (1)$$

Onde:

R = raio [m]

BD = distância BD [m]

AC = ângulo central [°]

A distância entre o PI e um dos pontos próximos a parte central da curva pode ser obtida através do recurso automático de localização de pontos específicos (comando OSNAP) de *softwares* CAD. Neste caso, a configuração do comando OSNAP identifica o END POINT do alinhamento e o NODE de um dos pontos escolhidos. Para simplificar o procedimento, o comando FILLET foi programado para ajustar um arco de curva circular de forma automática, a partir da seleção dos dois alinhamentos concorrentes e da distância BD. A Figura 8, apresenta a curva circular simples tangente aos dois alinhamentos do exemplo.

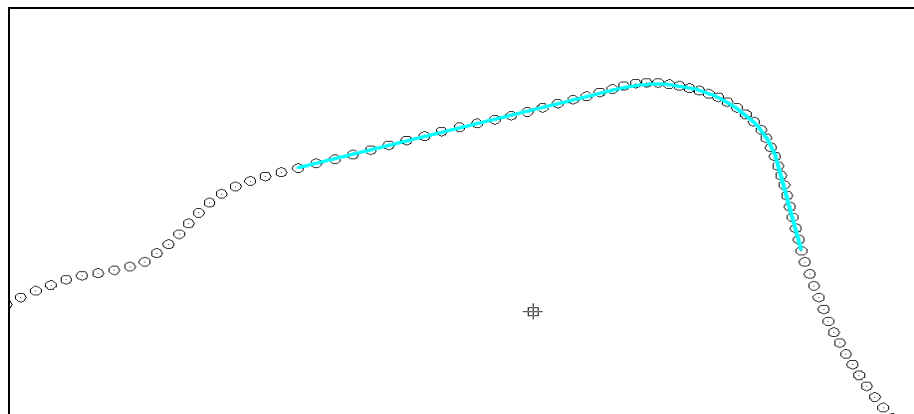


Figura 8 – Determinação das curvas circulares

Os procedimentos relatados até aqui foram replicados ao longo da rodovia. Como resultado obteve-se uma série de alinhamentos que concordam entre si através de curvas circulares simples.

1.6 Ajuste e conversão dos alinhamentos em uma única PLINE

Os alinhamentos e arcos circulares obtidos são considerados objetos independentes. Todos apresentam um início e fim com comprimentos (em reta ou em arco) de forma isolada. Para obter-se a extensão total do trecho é necessário agrupar os diferentes objetos em um único, de

forma ordenada. No entanto, antes de proceder-se essa união deve-se atentar aos segmentos iniciais e finais de cada trecho.

O início e fim de cada trecho podem apresentar algumas incoerências. Estas, estão associadas a diversos fatores, entre estes podem ser citados: o erro de precisão nas coordenadas dos primeiros pontos “levantados” pelo equipamento de GPS e a posição do veículo sobre a rodovia (que pode estar inicialmente estacionado no acostamento, por exemplo). Para corrigir estas incoerências, que descaracterizam o alinhamento, procedeu-se a exclusão destes pontos na obtenção do mesmo, através do comando REGRETION (Figura 9a e Figura 9b).

Com este procedimento, o trecho passa a apresentar-se mais curto. Objetivando minimizar este efeito, procurou-se determinar um ponto de início ou fim através do seguinte procedimento:

- Estender o alinhamento segundo sua orientação (Figura 9c);
- Criar uma linha de apoio com início no ponto limite de exclusão e término perpendicular ao alinhamento (Figura 9d);
- Interrupção do alinhamento, no limite identificado pela linha de apoio, através do comando TRIM (Figura 9e).

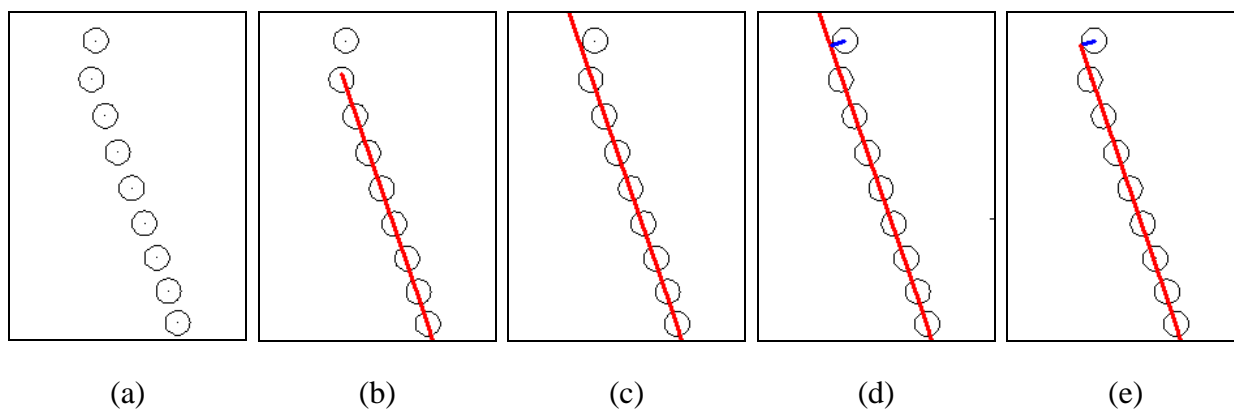


Figura 9 – Processo para a determinação do início e fim do trecho

Concluído este procedimento, procede-se a união de todos os elementos geométricos e um único objeto, através do comando PEDIT (opção juntar). Este recurso transforma linhas e arcos sequenciais em uma única polilinha (PLINE) orientada, segundo o sentido definido. Esta polilinha não representa o eixo da rodovia e sim o trajeto desenvolvido pelo veículo.

1.7 Determinação do eixo verdadeiro através do comando OFFSET

A PLINE obtida não corresponde ao eixo e sim ao trajeto que o veículo desenvolveu ao longo da via, estando posicionada a antena do GPS ao centro do seu painel traseiro. Para minimizar distorções, o condutor foi orientado a posicionar o veículo ao centro da faixa de rolamento. Em curvas, o condutor devia seguir essa mesma orientação, cuidando para não “atacar” a curva, de forma a desenvolver um raio mais amplo. Além disso, o condutor deveria evitar ultrapassagens, responsáveis por gerar alinhamentos interrompidos e/ou deformados. Mesmo com todas estas orientações, alguns casos tiveram que sofrer uma intervenção (correção) em CAD.

Uma vez corrigidos problemas pontuais, procedeu-se a determinação do eixo da via (Figura 10). Para tanto, é atribuída uma distância padrão entre o eixo da rodovia e a posição da antena no veículo. O valor de 1,80 metros, adotado, tem como referência uma largura de faixa de 3,60 metros. É importante salientar que em segmentos com largura de faixa inferior, exemplo 3,30 metros, a incorreção na determinação de um raio de curvatura equivaleria a 15 centímetros. Se este erro fosse identificado em uma das situações mais críticas, curva com raio de curvatura de 50,00 metros alterado para 49,85 metros, a interferência na velocidade operacional do modelo proposto seria equivalente a 0,10 km/h, ou seja, praticamente desprezível.

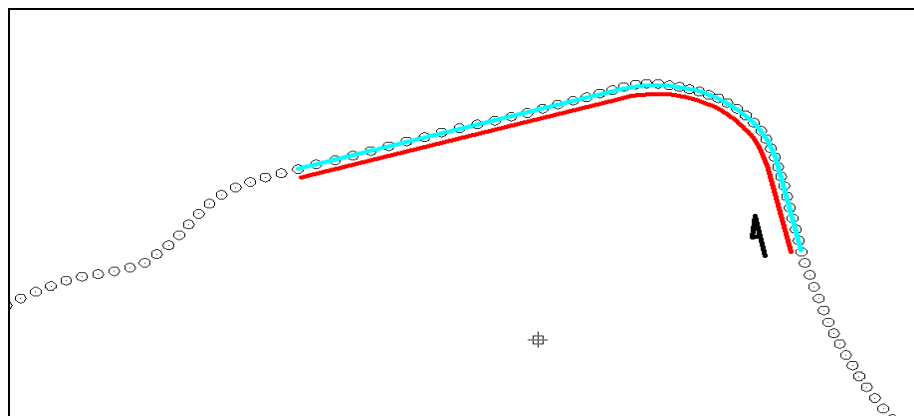


Figura 10 – Determinação do eixo verdadeiro

A determinação do eixo da rodovia utilizou o comando OFFSET do CAD. Através deste comando é gerada uma nova polilinha paralela em relação a anterior ao longo de toda a sua extensão, distante da mesma 1,80 metros. Conforme a Figura 10, é necessário determinar o sentido desenvolvido pelo veículo no “levantamento” para a identificação da posição do eixo (lado). Com este procedimento o eixo do trecho rodoviário está definido geometricamente.

1.8 Obtenção do arquivo de elementos planimétricos

Os objetos PLINE em *softwares* CAD apresentam propriedades específicas como o comprimento total e dos segmentos da PLINE, as coordenadas X e Y para cada vértice e uma propriedade associada a segmentos em arco denominada *bulge*. Estas propriedades embora permitam a determinação inequívoca da PLINE não são usuais em projetos geométricos viários.

A possibilidade de programação no *software* WorkCAD permitiu a ampliação das propriedades de objetos PLINE, bem como a possibilidade de listá-los e salvá-los em arquivos formato TXT e XLS. Este recurso, implementado, permitiu a obtenção de características geométricas tais como: raio da curva (com sinal positivo para curva à esquerda e negativo à direita), comprimento da corda e do arco da curva circular e seu ângulo interno (Figura 11).

OBJETO		GEOMÉTRICAS			WORKCAD				
Tipo	Handle	Vértice	Vértice X	Vértice Y	PI Bulge	PI Raio	PI Dist. do seg. (corda)	PI Comp. do arco	PI Ângulo interno
POLYLINE	C34	1	486863.0971	6805510.2198	0.0000	---	31.9756	---	---
		2	486834.2739	6805496.3756	0.0341	1110.3159	151.1708	151.2878	8°
		3	486702.7783	6805421.8001	0.0000	---	182.7279	---	---
		4	486550.3380	6805321.0457	0.0557	619.4432	137.5781	137.8625	13°
		5	486444.6979	6805232.9100	0.0000	---	4.4837	---	---
		6	486441.5954	6805229.6731	-0.0746	-225.4282	66.9296	67.1779	17°

Figura 11 – Dados planimétricos para elaboração da Planilha de Coordenadas

As propriedades mencionadas originam-se das propriedades básicas já existentes do objeto PLINE. Ambas puderam ser exportadas para arquivos de fácil manipulação em planilhas como a Microsoft Excel. O arquivo gerado fornece todas as informações necessárias para a construção da planilha de coordenadas. Esta, por sua vez, é utilizada de forma direta no modelo de estimativa da V85 e do ICG proposto e, através de uma manipulação prévia, também utilizada na informação dos elementos planimétricos do *software* IHSDM.

2 Obtenção de elementos altimétricos

Da mesma forma como realizado para a obtenção dos elementos planimétricos, a definição dos principais elementos altimétricos é desenvolvida sobre uma plataforma CAD. As etapas necessárias para a transformação dos pontos georreferenciados em elementos altimétricos são descritas a seguir:

- Conversão dos dados formato TXT para DWG através de SCRIPT
- Identificação do sentido da via e utilização do comando MIRROR
- Utilização do comando REGRETION para identificação dos alinhamentos verticais
- Determinação dos pontos de inflexão verticais - PIVs
- Ajuste e conversão dos alinhamentos em uma única PLINE
- Determinação das flechas para obtenção da parábola de concordância vertical
- Obtenção do arquivo de elementos altimétricos

2.1 Conversão dos dados formato TXT para DWG através de SCRIPT

A passagem de informações em formato TXT para DWG seguiu a mesma orientação utilizada na planimetria, ou seja, a programação externa do CAD através de um arquivo do tipo SCRIPT. A única diferença que merece destaque, refere-se a uma etapa intermediária necessária na altimetria. Enquanto na planimetria a informação sobre o ponto (coordenada X e Y) já se encontra disponível de forma direta no arquivo TXT, na altimetria, tem-se apenas a informação de cota (coordenada Z) do ponto, não estando disponível, de forma direta, a posição (estaca) do mesmo.

A determinação da posição do ponto ao longo da extensão da via, ou seja, sua estaca de referência, é obtida a partir do somatório das distâncias euclidianas entre pontos seqüenciais, do primeiro até este, conforme Equação 2. O perfil da via é gerado vinculando a cota de cada ponto a sua extensão.

$$E_j = \sum_{i=1}^j \sqrt{(x_i - x_{i-1})^2 + (y_i - y_{i-1})^2} \quad (2)$$

Onde:

E_j = extensão total entre o primeiro ponto e o ponto j [m]

x_i, x_{i-1} = coordenada X dos pontos i e i-1, respectivamente [m]

y_i, y_{i-1} = coordenada Y dos pontos i e i-1, respectivamente [m]

Este recurso, contudo, não é preciso em segmentos curvos. Enquanto em trechos retilíneos a trajetória entre dois pontos é a própria reta indicada pela distância entre os mesmos, nos trechos curvos a trajetória é dada pelo arco, enquanto a distância refere-se à corda do mesmo. O arco

possui sempre uma extensão superior à corda fazendo com que a extensão total da via seja subdivisionada quando considerada apenas pelo somatório entre as distâncias euclidianas dos pontos sequenciais.

A diferença entre o comprimento do arco e da corda torna-se mais significativa quando tem-se raios pequenos e pontos mais distantes. Na base de dados utilizada no projeto, os raios, na sua grande maioria, foram superiores a 100 metros enquanto que a distância entre os pontos não ultrapassou 25 metros¹. Nesta condição mais crítica, a diferença de medida entre arco e corda é de 0,0656 metros. Embora o valor seja pequeno, o erro é sistemático, ou seja, não compensatório.

Para corrigir o erro sistemático da determinação das posições relativas na altimetria utilizou-se um recurso de ajuste a extensão planimétrica, conforme poderá ser visto no item **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

2.2 Identificação do sentido da via e utilização do comando MIRROR

O trajeto desenvolvido pelo veículo utilizado para o “levantamento” de dados, via GPS, nem sempre seguiu a orientação definida pelo SRE (2005). Este procedimento foi adotado com o objetivo de minimizar as distâncias percorridas. A base de dados disponível no DAER/RS apresenta um código de identificação do sentido do trajeto. O valor 1, neste código, indica que o sentido do trajeto foi similar a orientação definida no SRE (2005), já o código 2 indica o sentido contrário.

No presente trabalho procedeu-se a verificação da orientação através da análise da diretriz da via, conforme visto no item 1.2. As rodovias que apresentavam dados coletados com a trajetória em sentido contrário tiveram que ser submetidas a um procedimento de correção da orientação. Uma vez processado o arquivo SCRIPT e gerado o perfil longitudinal da via, as rodovias “levantadas”

¹ O equipamento GPS foi programado para disparar a cada segundo. O veículo utilizado para o “levantamento” ao percorrer uma distância de 25 metros entre dois pontos consecutivos apresenta uma velocidade de 25 m/s que é equivalente a 90 km/h. Quase a totalidade de pontos apresenta registros de velocidade inferiores a este.

em sentido contrário são submetidas a um rebatimento, através do comando MIRROR, conforme Figura 12.

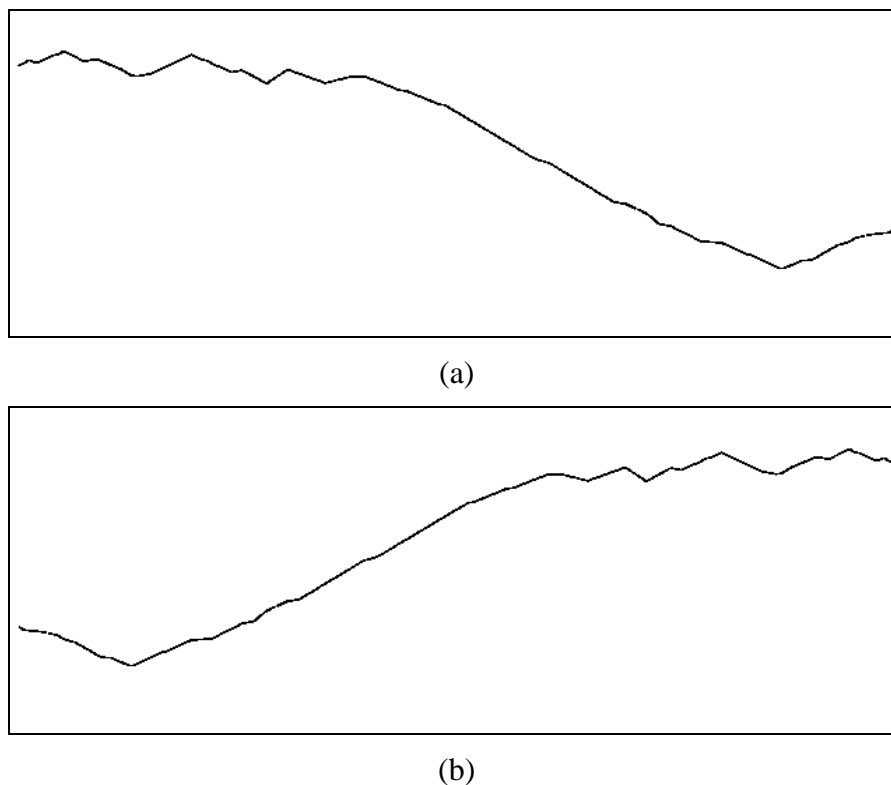


Figura 12 – Correção do sentido do estaqueamento

2.3 Utilização do comando REGRETION para identificação dos alinhamentos verticais

Da mesma forma como apresentado no item 1.3, os alinhamentos verticais são obtidos através do ajuste de uma reta para cada segmento em estudo. A seleção dos pontos que compõem o segmento é visual enquanto o ajuste da reta se dá pelo método dos mínimos quadrados entre esta e os pontos georreferenciados. As retas obtidas neste processo obtiveram um elevado coeficiente de determinação (R^2), com quase totalidade das mesmas acima de 0,9900.

2.4 Determinação dos pontos de inflexão verticais – PIVs

As interseções entre os alinhamentos gerados no item anterior são obtidas através do comando FILLET. Estas interseções, denominadas pontos de inflexão verticais (PIVs), indicam o início e fim do alinhamento vertical, determinando também sua declividade.

Na maioria dos dados observados não é possível identificar a curva de concordância vertical entre os alinhamentos. Nestes casos o greide da rodovia é considerado como coincidente a estes alinhamentos o que usualmente é conhecido pelo termo “vértice seco”.

2.5 Ajuste e conversão dos alinhamentos em uma única PLINE

Como visto no item 1.6, os alinhamentos inicial e final devem ser prolongados até o limite dado pelo primeiro e último pontos do “levantamento”, respectivamente. Na altimetria os limites serão considerados apenas sobre a abscissa, devendo o primeiro alinhamento iniciar na coordenada X do primeiro ponto, e o último terminar na coordenada X do último ponto. A seguir, as diferentes retas que compõem os alinhamentos seqüenciais são convertidas em um único objeto do tipo polilinha através do comando PEDIT com sua opção juntar. Com isso, a coordenada X de cada um dos PIVs irá expressar o estaqueamento do mesmo e a do último ponto a extensão total altimétrica da rodovia, desde que a coordenada X inicial seja igual a zero.

2.6 Determinação das flechas para obtenção da parábola de concordância vertical

Conforme comentado no item 2.4, na maioria dos casos, o “levantamento” georreferenciado não permitiu a identificação da concordância vertical entre os alinhamentos. Acredita-se que este fato esteja associado a menor precisão no processo para a obtenção da cota (coordenada Z).

Nos demais casos, é possível determinar os elementos geométricos que compõem a parábola de concordância vertical, conforme Figura 13, através da definição da flecha “e”. A Equação 3

oferece o comprimento da projeção horizontal (L) para uma parábola simples², a partir da sua flecha (e) e da diferença de inclinação entre alinhamentos sucessivos.

$$L = \frac{800 \times e}{(i_2 - i_1)} \quad (3)$$

Onde:

L = projeção horizontal da parábola [m]

e = flecha da parábola [m]

i_1, i_2 = rampa anterior e posterior, respectivamente [m]

Uma vez determinada a projeção horizontal da parábola simples e conhecida a estaca de seu PIV é possível identificar as estacas de início (PCV) e término (PTV) da curva de concordância. Ao longo deste segmento, a rodovia apresenta uma inclinação variável, entre os limites de i_1 até i_2 .

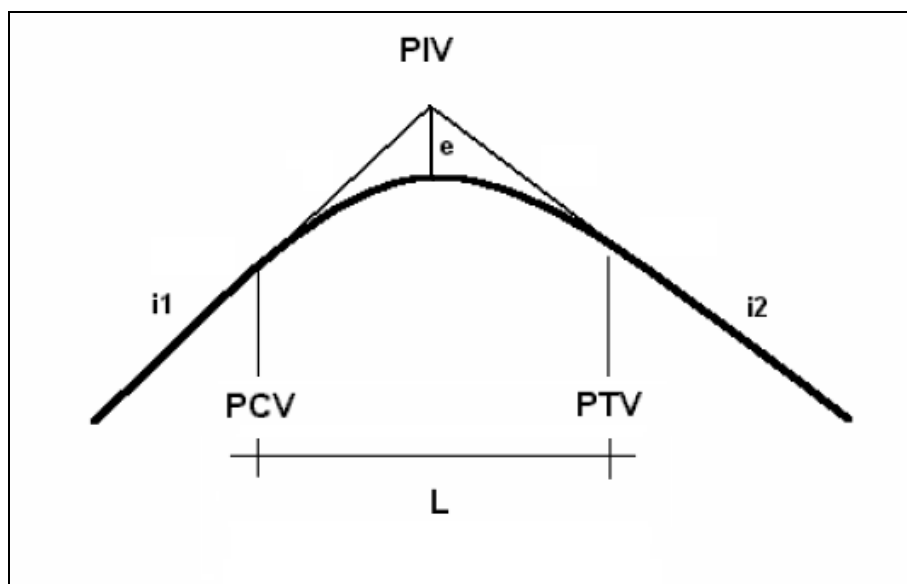


Figura 13 – Principais elementos geométricos da curva de concordância vertical

A Figura 14 apresenta os alinhamentos ajustados sobre os pontos e a identificação de duas concordâncias verticais através de duas linhas verticais. Estas linhas representam a flecha da parábola simples e é adotada por ser mais perceptível do que a projeção horizontal da mesma. Na mesma figura, na sua extremidade direita, é possível identificar dois alinhamentos com “vértice

² A parábola simples é o elemento de concordância vertical mais comum em rodovias de pista simples. Ela caracteriza-se por apresentar projeções horizontais equivalentes para cada um dos lados do PIV, ou seja, $L/2$.

seco”, onde não é possível determinar a flecha e, conseqüentemente, a curva de concordância vertical.

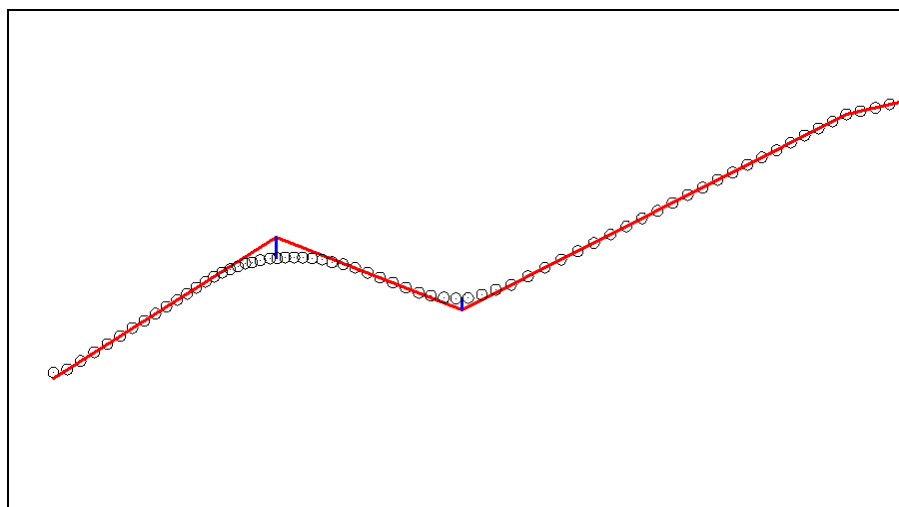


Figura 14 – Inserção das flechas

2.7 Obtenção do arquivo de elementos altimétricos

Os objetos gerados no *software* WorkCAD permitem a caracterização do greide da rodovia. Conforme processo visto no item 1.8, através do comando LIST, é possível gerar o arquivo altimétrico que, junto com o planimétrico, compõem a base de dados para a seqüência do estudo.

APÊNDICE F – ESTUDO DE CASO: TRECHOS SELECIONADOS

Tabela 1 – Pólo Caxias do Sul (Convias), segundo DAER/RS (2005a)

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO TRECHO	INI	FIN	EXT	SIT	VDM
TR01: BR-116 CAXIAS DO SUL – CAMPESTRE DA SERRA						
km 79,24 ao km 141,98						
116BRS3070	ENTR. ERS-437 (CAMPESTRE DA SERRA) - SÃO MARCOS	79,73	115,24	35,51	PAV	-
116BRS3080	SÃO MARCOS - ENTR. ERS-230 (P/ ANA RECH)	115,24	142,42	27,18	PAV	2538
TR02: BR-116 CAXIAS DO SUL – NOVA PETRÓPOLIS						
km 153,80 ao km 183,90						
116BRS3110	FIM DA PISTA DUPLA - ENTR. ERS-452 (VILA CRISTINA)	152,21	172,26	20,05	PAV	1329
116BRS3130	ENTR. ERS-452 (VILA CRISTINA) - ENTR. ERS-235 (NOVA PETRÓPOLIS)	172,26	184,17	11,91	PAV	-
TR03: RS-122 CAXIAS DO SUL – ANTÔNIO PRADO						
km 81,40 ao km 127,88						
122ERS0140	ACESSO A LINHA 40 - ACESSO A FLÔRES DA CUNHA	81,43	91,13	9,70	PAV	-
122ERS0145	ACESSO A FLÔRES DA CUNHA - ENTR. VRS-314 (P/ NOVA PÁDUA)	91,13	95,00	3,87	PAV	-
122ERS0150	ENTR. VRS-314 (P/ NOVA PÁDUA) - PASSO DO ZEFERINO	95,00	107,75	12,75	PAV	2960
122ERS0160	PASSO DO ZEFERINO - ENTR. ERS-437(A) (ANTÔNIO PRADO)	107,75	126,36	18,61	PAV	-
122ERS0170	ENTR. ERS-437(A) (P/ ANTÔNIO PRADO) - ACESSO SUL A IPÊ (INÍCIO DO CONTORNO)	126,36	127,80	1,44	PAV	-
TR04: RS-122 e RST-453 CAXIAS DO SUL – NOVA MILANO						
km 53,00 ao km 81,01 (RS-122) e km 140,74 ao km 147,16 (RST-453)						
122ERS0070	ENTR. ERS-446 (P/ SÃO VENDELINO) - ENTR. RST-453(A) (P/ FARROUPILHA)	39,04	59,87	20,83	PAV	-
122ERS0090	ENTR. RST-453(A) (P/ FARROUPILHA) - ACESSO A CAXIAS DO SUL	59,87	69,03	9,16	DUP	11331
122ERS0110	ACESSO A CAXIAS DO SUL - ENTR. RST-453(B) (CAXIAS DO SUL)	69,03	79,99	10,96	PAV	-
122ERS0130	ENTR. RST-453(B) (CAXIAS DO SUL) - ACESSO A LINHA 40	79,99	81,43	1,44	PAV	-
453RTS0230	ENTR. ERS-122(B) (CAXIAS DO SUL) - ENTR. BRS-116 (P/ SÃO MARCOS)	141,53	147,89	6,36	PAV	5921
TR05: BR-116 ANA RECH – AV. SÃO LEOPOLDO						
km 141,98 ao km 153,80						
116BRS3090	ENTR. ERS-230 (P/ ANA RECH) - ENTR. RST-453 (P/ CAXIAS DO SUL)	142,42	144,91	2,49	DUP	-
116BRS3093	ENTR. RST-453 (P/ CAXIAS DO SUL) - INÍCIO DA PISTA DUPLA	144,91	147,89	2,98	PAV	-
116BRS3095	INÍCIO DA PISTA DUPLA - ACESSO LESTE A CAXIAS DO SUL	147,89	150,16	2,27	DUP	-
116BRS3100	ACESSO LESTE A CAXIAS DO SUL - FIM DA PISTA DUPLA	150,16	152,21	2,05	DUP	-
TR06: RS-453 ACESSO A CAXIAS DO SUL						
km 0,00 ao km 5,50						
453RST0190	ENTR. ERS-122(A) (P/ FARROUPILHA) - ACESSO A CAXIAS DO SUL	121,41	130,57	9,16	DUP	-

Tabela 2 – Pólo Lajeado (Sulvias), segundo DAER/RS (2005a)

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO TRECHO	INI	FIN	EXT	SIT	VDM
TR01: BR-386 LAJEADO – ARROIO TATIM						
km 252,38 ao km 343,80						
386BRS0235	ENTR. ERS-332(B) (P/ ARVOREZINHA) - ACESSO A FONTOURA XAVIER	249,49	269,22	19,73	PAV	-
386BRS0238	ACESSO A FONTOURA XAVIER - ACESSO A SÃO JOSÉ DO HERVAL	269,22	281,82	12,60	PAV	-
386BRS0240	ACESSO A SÃO JOSÉ DO HERVAL - ENTR. ERS-423 (P/ PROGRESSO)	281,82	314,10	32,28	PAV	4406
386BRS0242	ENTR. ERS-423 (P/ PROGRESSO) - ACESSO A MARQUES DE SOUZA	314,10	324,12	10,02	PAV	-
386BRS0244	ACESSO A MARQUES DO SOUZA - ENTR. ERS-421 (P/ FORQUETINHA)	324,12	340,71	16,59	PAV	-
386BRS0247	ENTR. ERS-421 (P/ FORQUETINHA) - ENTR. ERS-130/RST-453(A) (P/ LAJEADO)	340,71	344,39	3,68	PAV	-
TR02: BR-386 ESTRELA – ENTR. RST-287						
km 351,07 ao km 390,79						
386BRS0260	ENTR. RST-453(B)/ERS-129(A) (ESTRELA) - ENTR. ERS-129(B) (P/ ESTRELA)	349,50	354,94	5,44	PAV	-
386BRS0262	ENTR. ERS-129(B) (P/ ESTRELA) - ENTR. ERS-128(A) (P/ BOM RETIRO DO SUL)	354,94	360,29	5,35	PAV	-
386BRS0263	ENTR. ERS-128(A) (P/ BOM RETIRO DO SUL) - ENTR. ERS-128(B) (P/ TEUTÔNIA)	360,29	365,87	5,58	PAV	-
386BRS0265	ENTR. ERS-128(B) (P/ TEUTÔNIA) - ENTR. RST-287(A) (TABAÍ)	365,87	384,28	18,41	PAV	8521
386BRS0271	ENTR. RST-287(A) (TABAÍ) - ENTR. BRS-287(B)/ERS-440 (P/ TRIUNFO)	384,28	390,82	6,54	DUP	-
TR03: RS-130 e RS-129 LAJEADO – GUAPORÉ						
km 72,30 ao km 97,15 (RS-130) e km 68,11 ao km 127,41 (RS-129)						
130ERS0090	ENTR. BRS-386/453(B) (P/ LAJEADO) - ENTR. VRS-311 (ARROIO DO MEIO)	72,22	78,54	6,32	PAV	-
130ERS0110	ENTR. VRS-311 (ARROIO DO MEIO) - ENTR. ERS-129 (P/ ROCA SALES)	78,54	97,27	18,73	PAV	4130
129ERS0080	ENTR. ERS-130 (P/ ARROIO DO MEIO) – ENCANTADO	68,50	70,38	1,88	PAV	-
129ERS0090	ENCANTADO - ENTR. ERS-332 (P/ ILÓPOLIS)	70,38	74,13	3,75	PAV	4171
129ERS0100	ENTR. ERS-332 (P/ ILÓPOLIS) – MUÇUM	74,13	82,82	8,69	PAV	-
129ERS0110	MUÇUM - ENTR. ERS-431 (DOIS LAJEADOS)	82,82	108,47	25,65	PAV	-
129ERS0130	ENTR. ERS-431 (DOIS LAJEADOS) - ENTR. ERS-441 (GUAPORÉ)	108,47	127,78	19,31	PAV	-
TR04: RST-453 ESTRELA – GARIBALDI						
km 39,68 ao km 96,38						
453RST0090	ENTR. BRS-386(B)/ERS-129 (ESTRELA) - ENTR. ERS-128 (TEUTÔNIA)	37,97	54,02	16,05	PAV	6617
453RST0110	ENTR. ERS-128 (TEUTÔNIA) - ACESSO A IMIGRANTE	54,02	65,44	11,42	PAV	-

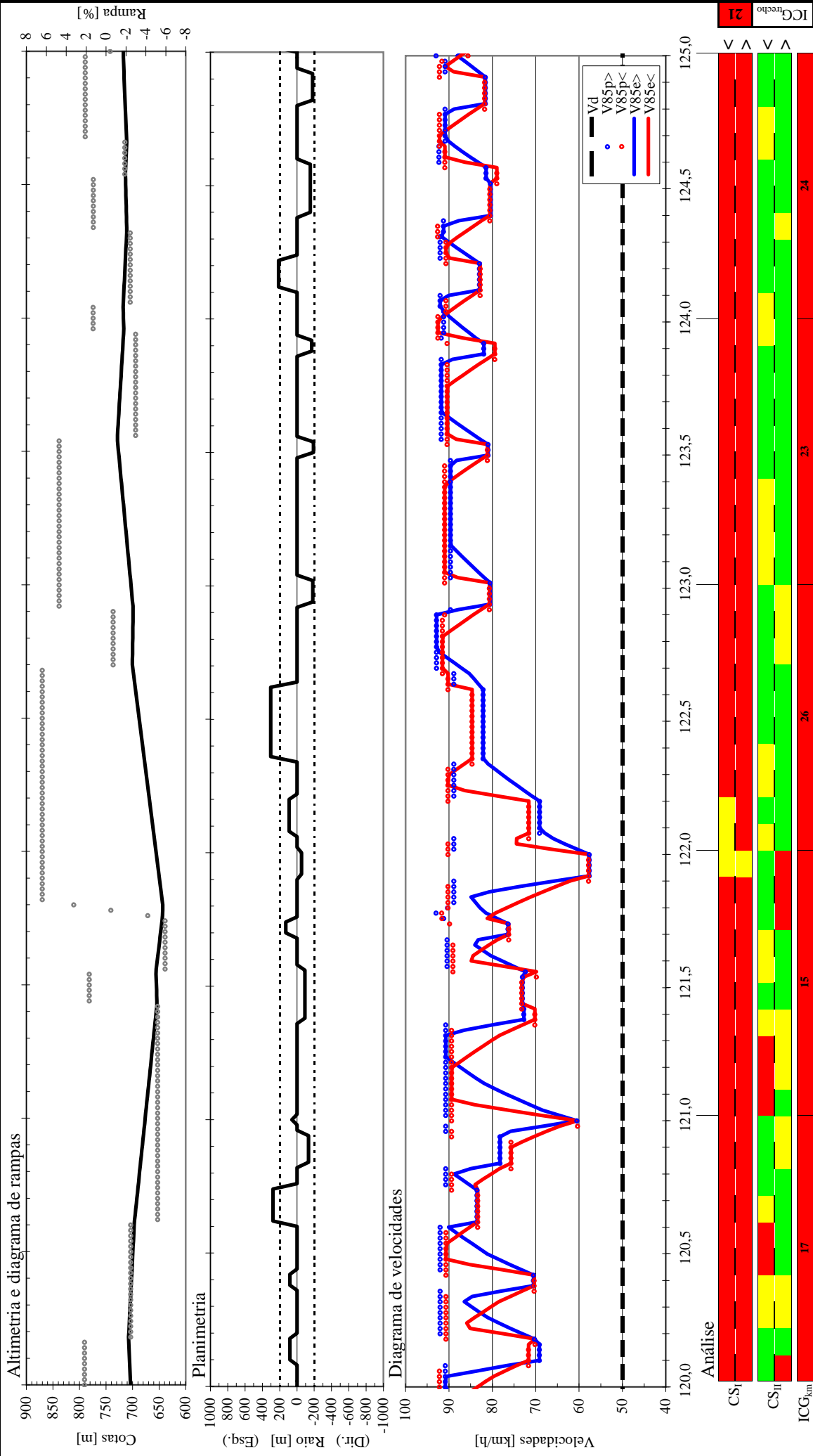
453RST0115	ACESSO A IMIGRANTE - ENTR. RST-470(A) (GARIBALDI)	65,44	96,18	30,74	PAV	1969
TR05: RST-453 LAJEADO – VENÂNCIO AIRES						
km 0,08 ao km 29,53						
453RST0010	ENTR. RST-287/ERS-244 (P/ STA CRUZ DO SUL) - ENTR. ERS-130(A) (P/ CRUZEIRO DO SUL)	0,00	29,83	29,83	PAV	3456
TR06: RS-128 ENTR. BR-386 – ENTR. RST-453						
km 13,91 ao km 30,30						
128ERS0050	ENTR. BRS-386(B) (P/ TABAÍ) - ENTR. ERS-419 (P/ POÇO DAS ANTAS)	13,89	26,77	12,88	PAV	-
128ERS0060	ENTR. ERS-419 (P/ POÇO DAS ANTAS) - ENTR. BRS-453 (TEUTÔNIA)	26,77	30,27	3,50	PAV	-
TR07: BR-386 LAJEADO – ESTRELA						
km 343,80 ao km 351,07						
386BRS0250	ENTR. ERS-130/RST-453(A) (P/ LAJEADO) - ENTR. RST- 453(B)/ERS-129 (ESTRELA)	344,39	349,50	5,11	DUP	-
386BRS0260	ENTR. RST-453(B)/ERS-129(A) (ESTRELA) - ENTR. ERS- 129(B) (P/ ESTRELA)	349,50	354,94	5,44	PAV	-
TR08: RS-130 TREVO CRUZEIRO DO SUL – TREVO BR-386 (Trecho Urbano)						
km 68,62 ao km 72,30						
130ERS0070	ENTR. RST-453(A) (P/ VENÂNCIO AIRES) - ENTR. ERS- 413 (P/ SANTA CLARA)	69,19	69,83	0,64	PAV	-
130ERS0080	ENTR. ERS-413 (P/ SANTA CLARA) - ENTR. RST-386- 453(B) (P/ LAJEADO)	69,83	72,22	2,39	PAV	-

Tabela 3 – Pólo Metropolitano (Metrovias), segundo DAER/RS (2005a)

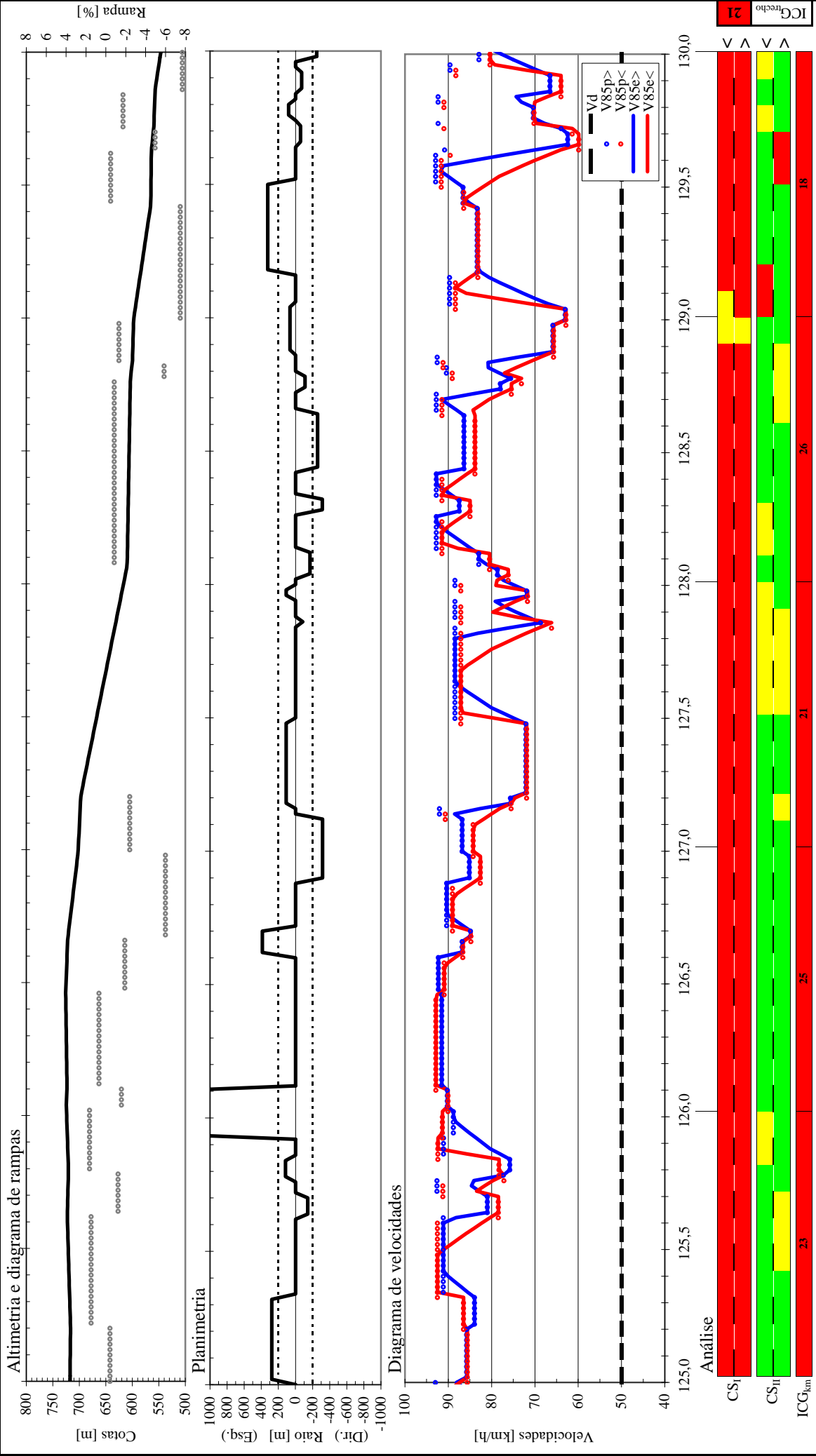
CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO TRECHO	INI	FIN	EXT	SIT	VDM
TR04: BR-116 GUAÍBA – CAMAQUÃ						
km 301,52 ao km 399,52						
116BRS3275	ENTR. ERS-703 (P/ GUAÍBA) - ENTR. ERS-709 (P/ BARRA DO RIBEIRO)	299,56	319,62	20,06	PAV	7508
116BRS3290	ENTR. ERS-709 (P/ BARRA DO RIBEIRO) - ENTR. ERS-711 (P/ MARIANA PIMENTEL)	319,62	327,93	8,31	PAV	-
116BRS3295	ENTR. ERS-711 (P/ MARIANA PIMENTEL) - ENTR. ERS-713 (P/ SERTÃO SANTANA)	327,93	336,89	8,96	PAV	-
116BRS3297	ENTR. ERS-713 (P/ SERTÃO SANTANA) - ENTR. ERS-715/717 (P/ TAPES)	336,89	362,82	25,93	PAV	-
116BRS3310	ENTR. ERS-715/717 (P/ TAPES) - ENTR. ERS-350(A) (P/ ARAMBARÉ)	362,82	397,64	34,82	PAV	-
116BRS3320	ENTR. ERS-350(A) (P/ ARAMBARÉ) - ENTR. BRS-470/ERS-350(B) (CAMAQUÃ)	397,64	402,76	5,12	PAV	-
TR 05: BR-290 ELDORADO DO SUL – PANTANO GRANDE						
km 112,30 ao km 224,30						
290BRS0110	ENTR. BRS-116(B) (P/ GUAÍBA) - ENTR. ERS-703 (P/ GUAÍBA)	111,37	121,43	10,06	PAV	-
290BRS0120	ENTR. ERS-703 (P/ GUAÍBA) - ENTR. ERS-401 (P/ CHARQUEADAS)	121,43	129,60	8,17	PAV	7886
290BRS0150	ENTR. ERS-401 (P/ CHARQUEADAS) - ENTR. RST-470 (P/ SÃO JERÔNIMO)	129,60	161,27	31,67	PAV	-
290BRS0170	ENTR. RST-470 (P/ SÃO JERÔNIMO) - ACESSO A BUTIÁ	161,27	173,44	12,17	PAV	-
290BRS0175	ACESSO A BUTIÁ - ACESSO A MINAS DO LEÃO	173,44	182,09	8,65	PAV	-
290BRS0180	ACESSO A MINAS DO LEÃO - ENTR. BRS-471 (PANTANO GRANDE)	182,09	214,55	32,46	PAV	-
290BRS0190	ENTR. BRS-471 (PANTANO GRANDE) - ENTR. BRS-153(A) (P/ CACHOEIRA DO SUL)	214,55	261,61	47,06	PAV	-
TR06: BR-290 PANTANO GRANDE – ENTR. BR-153 e BR-153 ENTR. BR-290 – ENTR. BR-392						
km 224,30 ao km 317,30						
290BRS0190	ENTR. BRS-471 (PANTANO GRANDE) – ENTR. BRS-153(A) (P/ CACHOEIRA DO SUL)	214,55	261,61	47,06	PAV	-
290BRS0210	ENTR. BRS-153(A) (P/ CACHOEIRA DO SUL) - ENTR. ERS-705 (GERIBÁ)	261,61	282,11	20,50	PAV	-
290BRS0220	ENTR. ERS-705 (GERIBÁ) - ENTR. BRS-153(B) (P/ BAGÉ)	282,11	316,20	34,09	PAV	-
153BRS1850	ENTR. BRS-290(B) (P/ SÃO GABRIEL) - ENTR. BRS-392 (P/ CAÇAPAVA DO SUL)	464,38	489,93	25,55	PAV	-
TR07: RS-030 GRAVATAÍ – OSÓRIO						
km 6,15 ao km 80,15						
030ERS0070	GRAVATAÍ (PARQUE DOS ANJOS) – GLORINHA	3,09	23,42	20,33	PAV	-
030ERS0090	GLORINHA - ENTR. ERS-474 (P/ ROLANTE)	23,42	50,30	26,88	PAV	3247

030ERS0110	ENTR. ERS-474 (P/ ROLANTE) - SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA	50,30	52,61	2,31	PAV	-
030ERS0130	SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA - ENTR. BRS-101(A) (P/ CAPIVARI DO SUL)	52,61	76,67	24,06	PAV	-
030ERS0150	ENTR. BRS-101(A) (P/ CAPIVARI DO SUL) - ENTR. BRS-101(B)-290 (OSÓRIO)	76,67	80,82	4,15	PAV	-
TR08: RS-040 VIAMÃO – PINHAL						
km 11,50 ao km 94,50						
040ERS0050	ENTR. ERS-118 (P/ PASSO DO FIÚZA) - CAPÃO DA PORTEIRA	11,24	47,08	35,84	PAV	7261
040ERS0070	CAPÃO DA PORTEIRA - ENTR. BRS-101 (CAPIVARI DO SUL)	47,08	64,48	17,40	PAV	-
040ERS0090	ENTR. BRS-101 (CAPIVARI DO SUL) - ENTR. ERS-784 (P/ CIDREIRA)	64,48	85,48	21,00	PAV	3248
040ERS0110	ENTR. ERS-784 (P/ CIDREIRA) - ENTR. ERS-786 (BALNEÁRIO PINHAL)	85,48	94,85	9,37	PAV	-
TR09: RS-784 ENTR. RS-040 – CIDREIRA						
km 0,00 ao km 14,92						
784ERS0010	ENTR. ERS-786 (CIDREIRA) - ENTR. ERS-040 (P/ PINHAL)	0,00	14,75	14,75	PAV	-
TR10: RS-474 ENTR. BR-290 – ENTR. RS-239						
km 0,00 ao km 32,60						
474ERS0010	ENTR. BRS-290 (P/ PORTO ALEGRE) - ENTR. ERS-030 (P/ SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA)	0,00	5,74	5,74	PAV	-
474ERS0020	ENTR. ERS-030 (P/ SANTO ANTÔNIO DA PATRULHA) - ENTR. ERS-242 (P/ TAQUARA)	5,74	13,67	7,93	PAV	-
474ERS0030	ENTR. ERS-242 (P/ TAQUARA) - ENTR. ERS-239 (ROLANTE)	13,67	32,64	18,97	PAV	-
TR11: RS-040 RS-040 – VIAMÃO (Trecho Urbano)						
km 11,20 ao km 11,50						
040ERS0050	ENTR. ERS-118 (P/ PASSO DO FIÚZA) - CAPÃO DA PORTEIRA	11,24	47,08	35,84	PAV	7261

APÊNDICE G – RELATÓRIOS DE ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA

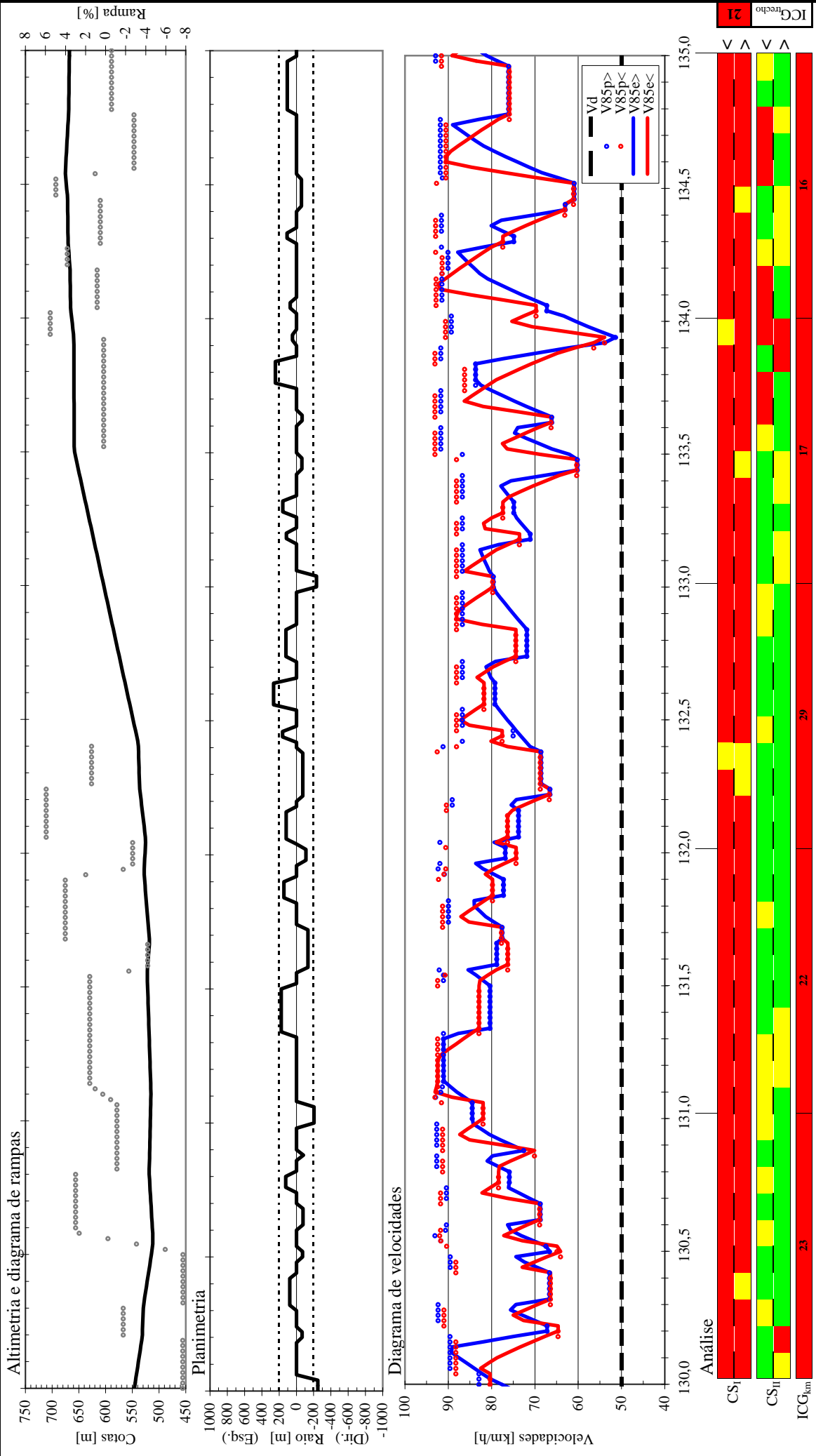


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL 116BRS3080 SÃO MARCOS - ENTR. ERS-230 (P/ ANA RECH)		PGEP	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA km 120+000 ao km 125+000		Data: mar/08	Página 02
PLANIMETRIA Valor = 0: ratio infinito (tangente) Valores < 0: curva à direita Valores > 0: curva à esquerda	VELOCIDADES V_d : diretriz (projeto) V_{85p} : operacional potencial V_{85e} : operacional efetiva por faixa	ANÁLISE CLASSIFICAÇÃO CS _I : Critério de Segurança I $V_{85} - V_d$ CS _{II} : Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85e+1}$ ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km	unid. km/h km/h pis
		bom $x \leq 10$ $x \leq 10$ 81 a 100	fraco $x > 20$ $x > 20$ 0 a 50
		regular $10 < x \leq 20$ $10 < x \leq 20$ 51 a 80	
CS _I		17	24
CS _{II}		15	26
ICG _{km}		23	24

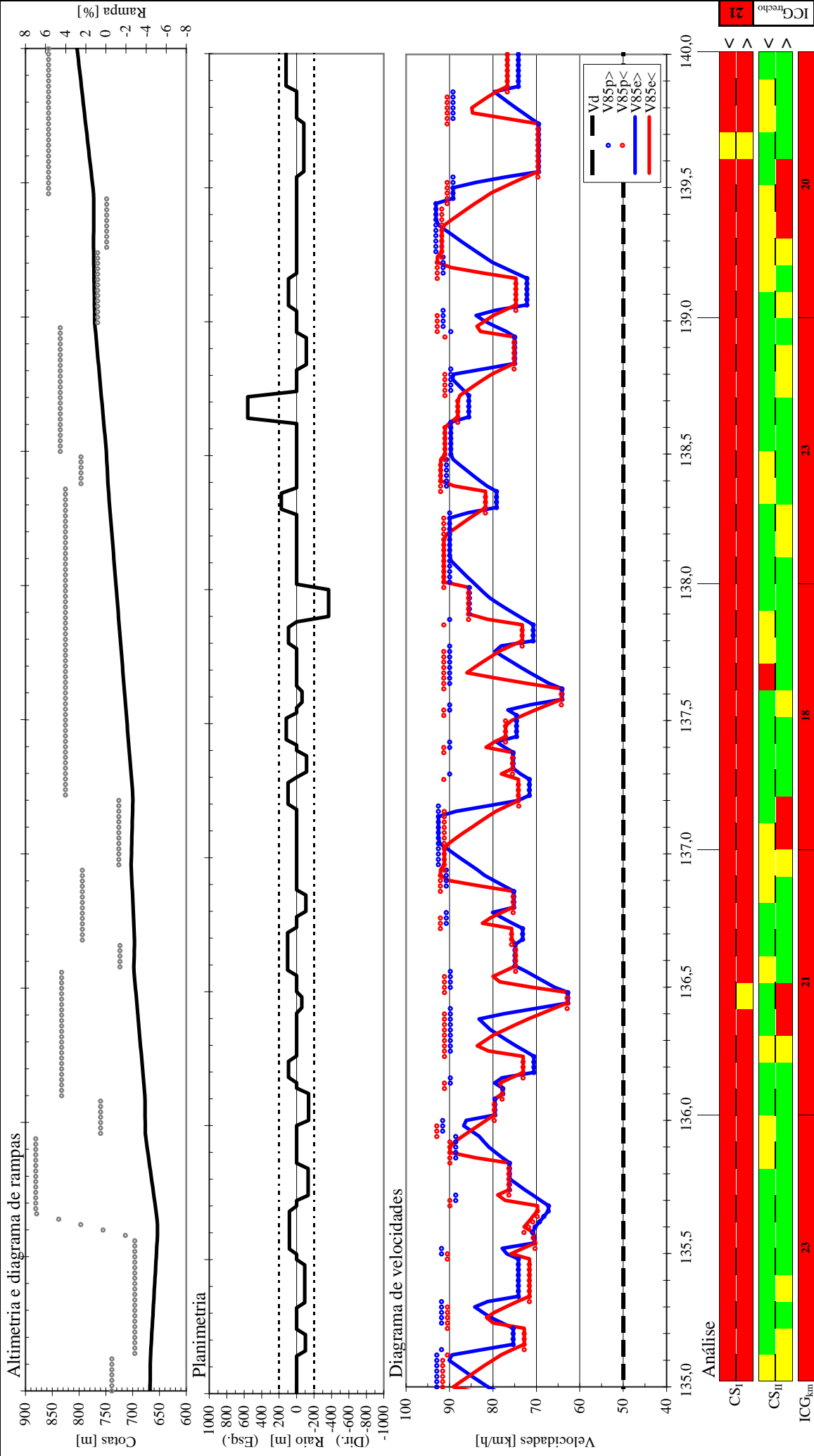


OBSERVAÇÕES		VELOCIDADES		ANÁLISE	
PLANIMETRIA	V _d : diretriz (projeto)	CLASSIFICAÇÃO	unid.	bom	fraco
Valor = 0: ratio infinito (tangente)	V _{85p} : operacional potencial	CS _I : Critério de Segurança I V _{85p} - V _d	x > 20	x ≤ 10	x > 20
Valores < 0: curva à direita	V _{85e} : operacional efetiva por faixa	CS _{II} : Critério de Segurança II V _{85e} - V _{85p}	x > 20	10 < x ≤ 20	x > 20
Valores > 0: curva à esquerda		ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km	0 a 50	51 a 80	81 a 100

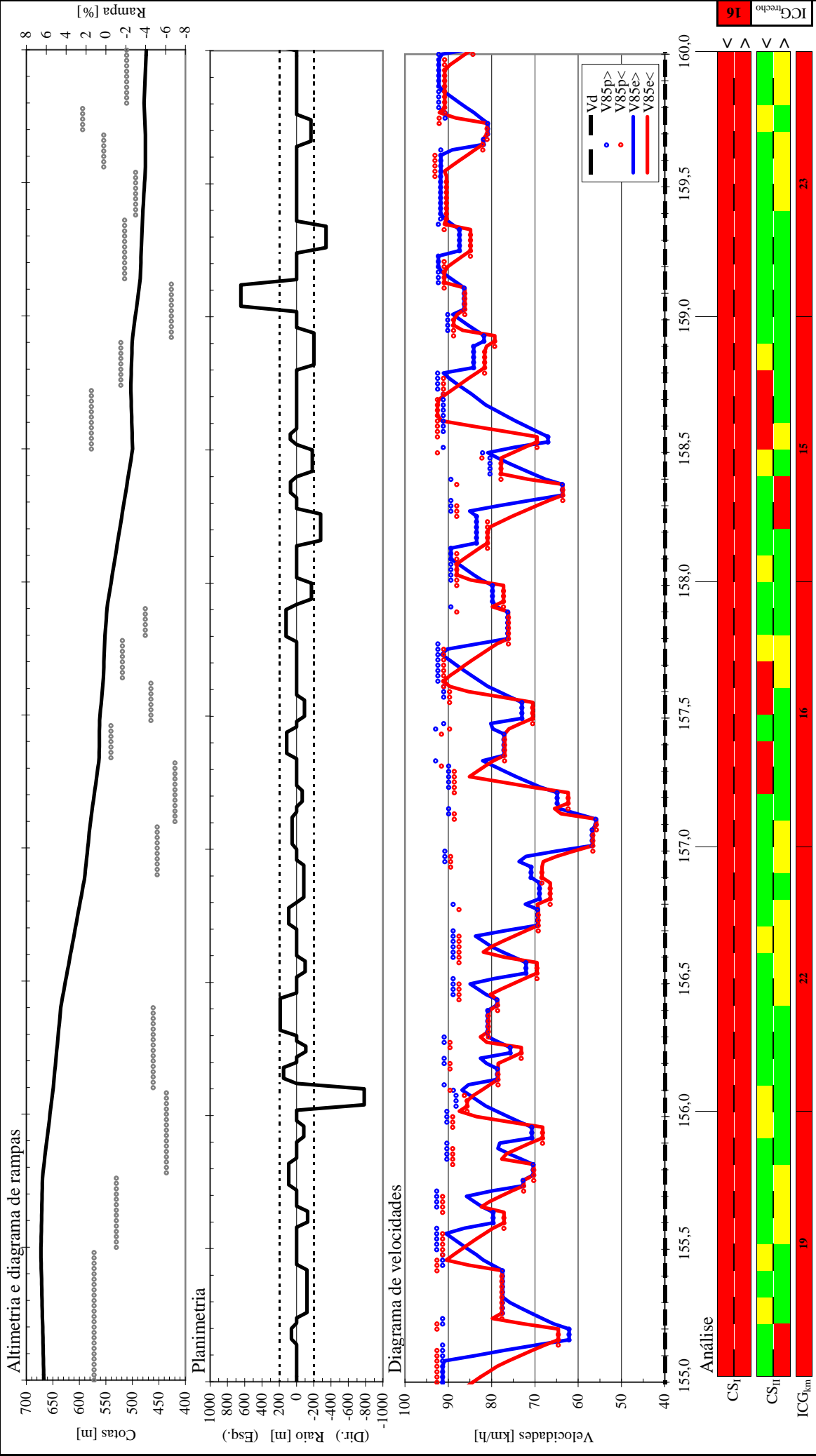
PPGEP	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
	116BRS3080
	SÃO MARCOS - ENTR. ERS-230 (P/ ANA RECH)
	ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA
Data:	km 125+000 ao km 130+000
	mar/08



PPGEP		ANÁLISE	
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL		UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
116BRS3080		116BRS3080	
SÃO MARCOS - ENTR. ERS-230 (P/ ANA RECH)		SÃO MARCOS - ENTR. ERS-230 (P/ ANA RECH)	
ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA		ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA	
Data:	mar/08	CS _I : Critério de Segurança I $V_{85} - V_d$	CS _{II} : Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85p}$
		ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km	
		CS _I : bom	CS _{II} : bom
		CS _I : regular	CS _{II} : regular
		CS _I : fraco	CS _{II} : fraco
		ICG _{km} : 0 a 50	ICG _{km} : 51 a 80
		ICG _{km} : 81 a 100	ICG _{km} : 101 a 120
		ICG _{km} : 121 a 140	ICG _{km} : 141 a 160
		ICG _{km} : 161 a 180	ICG _{km} : 181 a 200
		ICG _{km} : 201 a 220	ICG _{km} : 221 a 240
		ICG _{km} : 241 a 260	ICG _{km} : 261 a 280
		ICG _{km} : 281 a 300	ICG _{km} : 301 a 320
		ICG _{km} : 321 a 340	ICG _{km} : 341 a 360
		ICG _{km} : 361 a 380	ICG _{km} : 381 a 400
		ICG _{km} : 401 a 420	ICG _{km} : 421 a 440
		ICG _{km} : 441 a 460	ICG _{km} : 461 a 480
		ICG _{km} : 481 a 500	ICG _{km} : 501 a 520
		ICG _{km} : 521 a 540	ICG _{km} : 541 a 560
		ICG _{km} : 561 a 580	ICG _{km} : 581 a 600
		ICG _{km} : 601 a 620	ICG _{km} : 621 a 640
		ICG _{km} : 641 a 660	ICG _{km} : 661 a 680
		ICG _{km} : 681 a 700	ICG _{km} : 701 a 720
		ICG _{km} : 721 a 740	ICG _{km} : 741 a 760
		ICG _{km} : 761 a 780	ICG _{km} : 781 a 800
		ICG _{km} : 801 a 820	ICG _{km} : 821 a 840
		ICG _{km} : 841 a 860	ICG _{km} : 861 a 880
		ICG _{km} : 881 a 900	ICG _{km} : 901 a 920
		ICG _{km} : 921 a 940	ICG _{km} : 941 a 960
		ICG _{km} : 961 a 980	ICG _{km} : 981 a 1000
		ICG _{km} : 1001 a 1020	ICG _{km} : 1021 a 1040
		ICG _{km} : 1041 a 1060	ICG _{km} : 1061 a 1080
		ICG _{km} : 1081 a 1100	ICG _{km} : 1101 a 1120
		ICG _{km} : 1121 a 1140	ICG _{km} : 1141 a 1160
		ICG _{km} : 1161 a 1180	ICG _{km} : 1181 a 1200
		ICG _{km} : 1201 a 1220	ICG _{km} : 1221 a 1240
		ICG _{km} : 1241 a 1260	ICG _{km} : 1261 a 1280
		ICG _{km} : 1281 a 1300	ICG _{km} : 1301 a 1320
		ICG _{km} : 1321 a 1340	ICG _{km} : 1341 a 1360
		ICG _{km} : 1361 a 1380	ICG _{km} : 1381 a 1400
		ICG _{km} : 1401 a 1420	ICG _{km} : 1421 a 1440
		ICG _{km} : 1441 a 1460	ICG _{km} : 1461 a 1480
		ICG _{km} : 1481 a 1500	ICG _{km} : 1501 a 1520
		ICG _{km} : 1521 a 1540	ICG _{km} : 1541 a 1560
		ICG _{km} : 1561 a 1580	ICG _{km} : 1581 a 1600
		ICG _{km} : 1601 a 1620	ICG _{km} : 1621 a 1640
		ICG _{km} : 1641 a 1660	ICG _{km} : 1661 a 1680
		ICG _{km} : 1681 a 1700	ICG _{km} : 1701 a 1720
		ICG _{km} : 1721 a 1740	ICG _{km} : 1741 a 1760
		ICG _{km} : 1761 a 1780	ICG _{km} : 1781 a 1800
		ICG _{km} : 1801 a 1820	ICG _{km} : 1821 a 1840
		ICG _{km} : 1841 a 1860	ICG _{km} : 1861 a 1880
		ICG _{km} : 1881 a 1900	ICG _{km} : 1901 a 1920
		ICG _{km} : 1921 a 1940	ICG _{km} : 1941 a 1960
		ICG _{km} : 1961 a 1980	ICG _{km} : 1981 a 2000
		ICG _{km} : 2001 a 2020	ICG _{km} : 2021 a 2040
		ICG _{km} : 2041 a 2060	ICG _{km} : 2061 a 2080
		ICG _{km} : 2081 a 2100	ICG _{km} : 2101 a 2120
		ICG _{km} : 2121 a 2140	ICG _{km} : 2141 a 2160
		ICG _{km} : 2161 a 2180	ICG _{km} : 2181 a 2200
		ICG _{km} : 2201 a 2220	ICG _{km} : 2221 a 2240
		ICG _{km} : 2241 a 2260	ICG _{km} : 2261 a 2280
		ICG _{km} : 2281 a 2300	ICG _{km} : 2301 a 2320
		ICG _{km} : 2321 a 2340	ICG _{km} : 2341 a 2360
		ICG _{km} : 2361 a 2380	ICG _{km} : 2381 a 2400
		ICG _{km} : 2401 a 2420	ICG _{km} : 2421 a 2440
		ICG _{km} : 2441 a 2460	ICG _{km} : 2461 a 2480
		ICG _{km} : 2481 a 2500	ICG _{km} : 2501 a 2520
		ICG _{km} : 2521 a 2540	ICG _{km} : 2541 a 2560
		ICG _{km} : 2561 a 2580	ICG _{km} : 2581 a 2600
		ICG _{km} : 2601 a 2620	ICG _{km} : 2621 a 2640
		ICG _{km} : 2641 a 2660	ICG _{km} : 2661 a 2680
		ICG _{km} : 2681 a 2700	ICG _{km} : 2701 a 2720
		ICG _{km} : 2721 a 2740	ICG _{km} : 2741 a 2760
		ICG _{km} : 2761 a 2780	ICG _{km} : 2781 a 2800
		ICG _{km} : 2801 a 2820	ICG _{km} : 2821 a 2840
		ICG _{km} : 2841 a 2860	ICG _{km} : 2861 a 2880
		ICG _{km} : 2881 a 2900	ICG _{km} : 2901 a 2920
		ICG _{km} : 2921 a 2940	ICG _{km} : 2941 a 2960
		ICG _{km} : 2961 a 2980	ICG _{km} : 2981 a 3000
		ICG _{km} : 3001 a 3020	ICG _{km} : 3021 a 3040
		ICG _{km} : 3041 a 3060	ICG _{km} : 3061 a 3080
		ICG _{km} : 3081 a 3100	ICG _{km} : 3101 a 3120
		ICG _{km} : 3121 a 3140	ICG _{km} : 3141 a 3160
		ICG _{km} : 3161 a 3180	ICG _{km} : 3181 a 3200
		ICG _{km} : 3201 a 3220	ICG _{km} : 3221 a 3240
		ICG _{km} : 3241 a 3260	ICG _{km} : 3261 a 3280
		ICG _{km} : 3281 a 3300	ICG _{km} : 3301 a 3320
		ICG _{km} : 3321 a 3340	ICG _{km} : 3341 a 3360
		ICG _{km} : 3361 a 3380	ICG _{km} : 3381 a 3400
		ICG _{km} : 3401 a 3420	ICG _{km} : 3421 a 3440
		ICG _{km} : 3441 a 3460	ICG _{km} : 3461 a 3480
		ICG _{km} : 3481 a 3500	ICG _{km} : 3501 a 3520
		ICG _{km} : 3521 a 3540	ICG _{km} : 3541 a 3560
		ICG _{km} : 3561 a 3580	ICG _{km} : 3581 a 3600
		ICG _{km} : 3601 a 3620	ICG _{km} : 3621 a 3640
		ICG _{km} : 3641 a 3660	ICG _{km} : 3661 a 3680
		ICG _{km} : 3681 a 3700	ICG _{km} : 3701 a 3720
		ICG _{km} : 3721 a 3740	ICG _{km} : 3741 a 3760
		ICG _{km} : 3761 a 3780	ICG _{km} : 3781 a 3800
		ICG _{km} : 3801 a 3820	ICG _{km} : 3821 a 3840
		ICG _{km} : 3841 a 3860	ICG _{km} : 3861 a 3880
		ICG _{km} : 3881 a 3900	ICG _{km} : 3901 a 3920
		ICG _{km} : 3921 a 3940	ICG _{km} : 3941 a 3960
		ICG _{km} : 3961 a 3980	ICG _{km} : 3981 a 4000
		ICG _{km} : 4001 a 4020	ICG _{km} : 4021 a 4040
		ICG _{km} : 4041 a 4060	ICG _{km} : 4061 a 4080
		ICG _{km} : 4081 a 4100	ICG _{km} : 4101 a 4120
		ICG _{km} : 4121 a 4140	ICG _{km} : 4141 a 4160
		ICG _{km} : 4161 a 4180	ICG _{km} : 4181 a 4200
		ICG _{km} : 4201 a 4220	ICG _{km} : 4221 a 4240
		ICG _{km} : 4241 a 4260	ICG _{km} : 4261 a 4280
		ICG _{km} : 4281 a 4300	ICG _{km} : 4301 a 4320
		ICG _{km} : 4321 a 4340	ICG _{km} : 4341 a 4360
		ICG _{km} : 4361 a 4380	ICG _{km} : 4381 a 4400
		ICG _{km} : 4401 a 4420	ICG _{km} : 4421 a 4440
		ICG _{km} : 4441 a 4460	ICG _{km} : 4461 a 4480
		ICG _{km} : 4481 a 4500	ICG _{km} : 4501 a 4520
		ICG _{km} : 4521 a 4540	ICG _{km} : 4541 a 4560
		ICG _{km} : 4561 a 4580	ICG _{km} : 4581 a 4600
		ICG _{km} : 4601 a 4620	ICG _{km} : 4621 a 4640
		ICG _{km} : 4641 a 4660	ICG _{km} : 4661 a 4680
		ICG _{km} : 4681 a 4700	ICG _{km} : 4701 a 4720
		ICG _{km} : 4721 a 4740	ICG _{km} : 4741 a 4760
		ICG _{km} : 4761 a 4780	ICG _{km} : 4781 a 4800
		ICG _{km} : 4801 a 4820	ICG _{km} : 4821 a 4840
		ICG _{km} : 4841 a 4860	ICG _{km} : 4861 a 4880
		ICG _{km} : 4881 a 4900	ICG _{km} : 4901 a 4920
		ICG _{km} : 4921 a 4940	ICG _{km} : 4941 a 4960
		ICG _{km} : 4961 a 4980	ICG _{km} : 4981 a 5000
		ICG _{km} : 5001 a 5020	ICG _{km} : 5021 a 5040
		ICG _{km} : 5041 a 5060	ICG _{km} : 5061 a 5080
		ICG _{km} : 5081 a 5100	ICG _{km} : 5101 a 5120
		ICG _{km} : 5121 a 5140	ICG _{km} : 5141 a 5160
		ICG _{km} : 5161 a 5180	ICG _{km} : 5181 a 5200
		ICG _{km} : 5201 a 5220	ICG _{km} : 5221 a 5240
		ICG _{km} : 5241 a 5260	ICG _{km} : 5261 a 5280
		ICG _{km} : 5281 a 5300	ICG _{km} : 5301 a 5320
		ICG _{km} : 5321 a 5340	ICG _{km} : 5341 a 5360
		ICG _{km} : 5361 a 5380	ICG _{km} : 5381 a 5400
		ICG _{km} : 5401 a 5420	ICG _{km} : 5421 a 5440
		ICG _{km} : 5441 a 5460	ICG _{km} : 5461 a 5480
		ICG _{km} : 5481 a 5500	ICG _{km} : 5501 a 5520
		ICG _{km} : 5521 a 5540	ICG _{km} : 5541 a 5560
		ICG _{km} : 5561 a 5580	ICG _{km} : 5581 a 5600
		ICG _{km} : 5601 a 5620	ICG _{km} : 5621 a 5640
		ICG _{km} : 5641 a 5660	ICG _{km} : 5661 a 5680
		ICG _{km} : 5681 a 5700	ICG _{km} : 5701 a 5720
		ICG _{km} : 5721 a 5740	ICG _{km} : 5741 a 5760
		ICG _{km} : 5761 a 5780	ICG _{km} : 5781 a 5800
		ICG _{km} : 5801 a 5820	ICG _{km} : 5821 a 5840
		ICG _{km} : 5841 a 5860	ICG _{km} : 5861 a 5880
		ICG _{km} : 5881 a 5900	ICG _{km} : 5901 a 5920
		ICG _{km} : 5921 a 5940	ICG _{km} : 5941 a 5960
		ICG _{km} : 5961 a 5980	ICG _{km} : 5981 a 6000
		ICG _{km} : 6001 a 6020	ICG _{km} : 6021 a 6040
		ICG _{km} : 6041 a 6060	ICG _{km} : 6061 a 6080
		ICG _{km} : 6081 a 6100	ICG _{km} : 6101 a 6120
		ICG _{km} : 6121 a 6140	ICG _{km} : 6141 a 6160
		ICG _{km} : 6161 a 6180	ICG _{km} : 6181 a 6200
		ICG _{km} : 6201 a 6220	ICG _{km} : 6221 a 6240
		ICG _{km} : 6241 a 6260	ICG _{km} : 6261 a 6280
		ICG _{km} : 6281 a 6300	ICG _{km} : 6301 a 6320
		ICG _{km} : 6321 a 6340	ICG _{km} : 6341 a 6360
		ICG _{km} : 6361 a 6380	ICG _{km} : 6381 a 6400
		ICG _{km} : 6401 a 6420	ICG _{km} : 6421 a 6440
		ICG _{km} : 6441 a 6460	ICG _{km} : 6461 a 6480
		ICG _{km} : 6481 a 6500	ICG _{km} : 6501 a 6520
		ICG _{km} : 6521 a 6540	ICG _{km} : 6541 a 6560
		ICG _{km} : 6561 a 6580	ICG _{km} : 6581 a 6600
		ICG _{km} : 6601 a 6620	ICG _{km} : 6621 a 6640
		ICG _{km} : 6641 a 6660	ICG _{km} : 6661 a 6680
		ICG _{km} : 6681 a 6700	ICG _{km} : 6701 a 6720
		ICG _{km} : 6721 a 6740	ICG _{km} : 6741 a 6760
		ICG _{km} : 6761 a 6780	ICG _{km} : 6781 a 6800



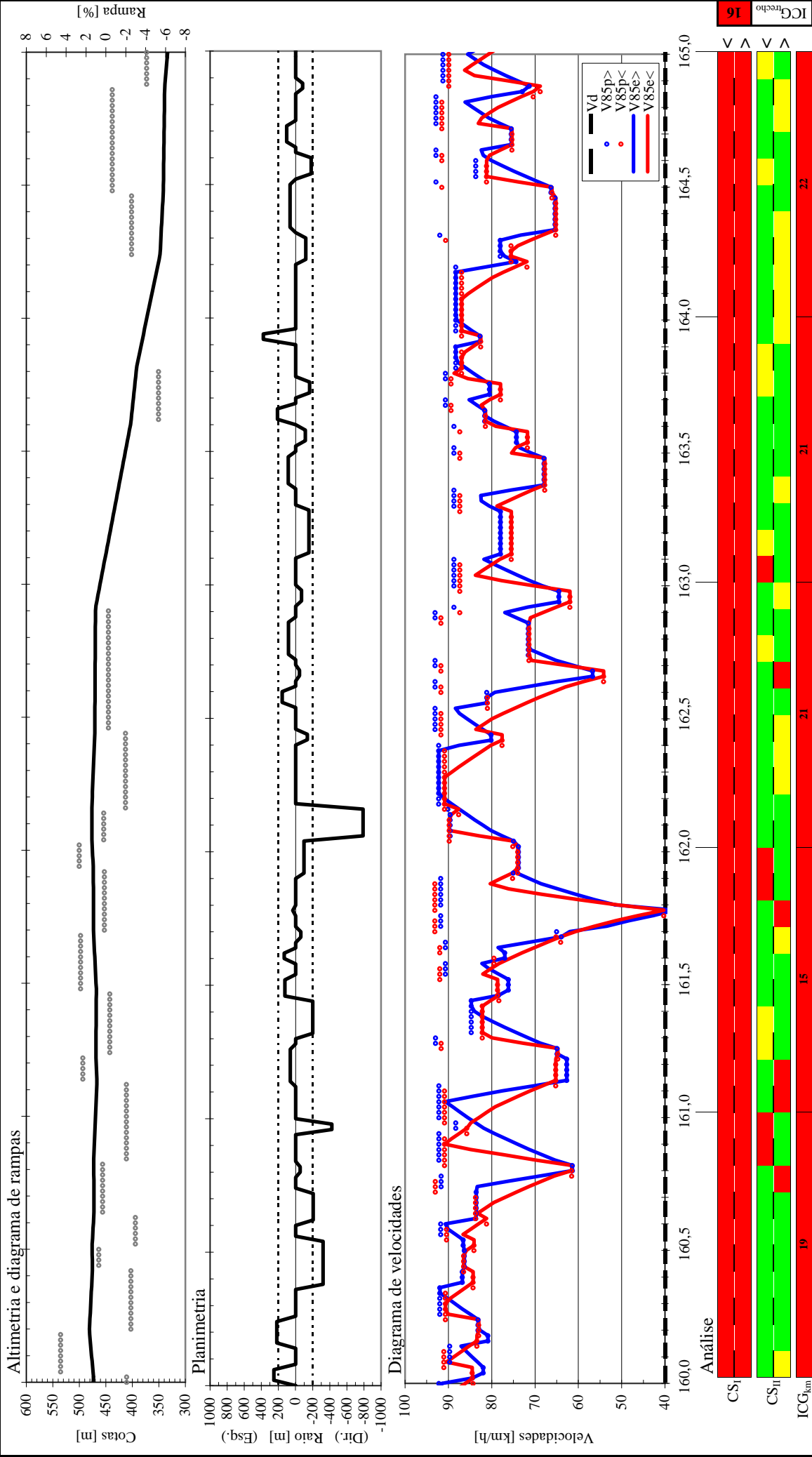
PPGEP		ANÁLISE	
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL		UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
116BRS3080		116BRS3080	
SÃO MARCOS - ENTR. ERS-230 (P/ ANA RECH)		SÃO MARCOS - ENTR. ERS-230 (P/ ANA RECH)	
ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA		ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA	
Data:	mar/08	CS _p : Critério de Segurança I $V_{85} - V_d$	CS _{II} : Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85+1}$
		ICG _{sup} : Índice de Consist. Geom. por km	
Página	05	Observações	Velocidades
		PLANIMETRIA	VELOCIDADES
		Valor = 0: ratio infinito (tangente)	V_p : diretriz (projeto)
		Valores < 0: curva à direita	V_{85p} : operacional potencial
		Valores > 0: curva à esquerda	V_{85e} : operacional efetiva por faixa



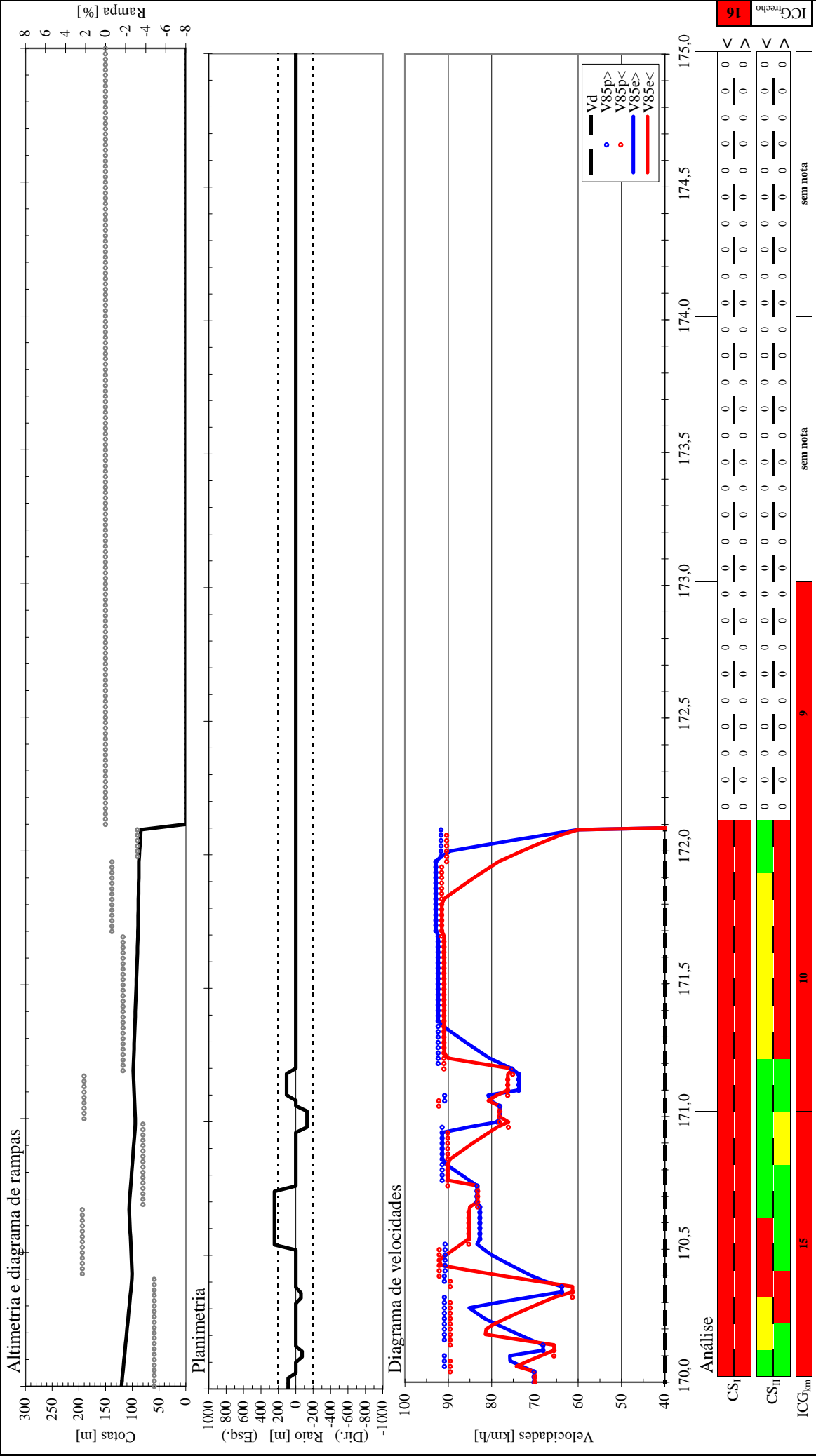
OBSERVAÇÕES		VELOCIDADES		ANÁLISE																															
PLANIMETRIA																																			
Valor = 0: ratio infinito (tangente)	V_d : diretriz (projeto)			CLASSIFICAÇÃO																															
Valores < 0: curva à direita	V_{85p} : operacional potencial			CS_p : Critério de Segurança I $V_{85} - V_d$	<table border="1"> <tr> <td>fraco</td> <td>unid.</td> </tr> <tr> <td>$x > 20$</td> <td>km/h</td> </tr> <tr> <td>regular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>$10 < x \leq 20$</td> <td>km/h</td> </tr> <tr> <td>bom</td> <td></td> </tr> <tr> <td>$x \leq 10$</td> <td>km/h</td> </tr> <tr> <td>CLASSIFICAÇÃO</td> <td></td> </tr> <tr> <td>CS_{op}: Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85p}$</td> <td> <table border="1"> <tr> <td>0 a 50</td> <td>pis</td> </tr> <tr> <td>$x > 20$</td> <td>km/h</td> </tr> <tr> <td>51 a 80</td> <td></td> </tr> <tr> <td>81 a 100</td> <td></td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td>Valores > 0: curva à esquerda</td> <td>V_{85e}: operacional efetiva por faixa</td> <td></td> <td></td> <td>ICG_{min}: Índice de Consist. Geom. por km</td> <td></td> </tr> </table>	fraco	unid.	$x > 20$	km/h	regular		$10 < x \leq 20$	km/h	bom		$x \leq 10$	km/h	CLASSIFICAÇÃO		CS_{op} : Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85p}$	<table border="1"> <tr> <td>0 a 50</td> <td>pis</td> </tr> <tr> <td>$x > 20$</td> <td>km/h</td> </tr> <tr> <td>51 a 80</td> <td></td> </tr> <tr> <td>81 a 100</td> <td></td> </tr> </table>	0 a 50	pis	$x > 20$	km/h	51 a 80		81 a 100		Valores > 0: curva à esquerda	V_{85e} : operacional efetiva por faixa			ICG_{min} : Índice de Consist. Geom. por km	
fraco	unid.																																		
$x > 20$	km/h																																		
regular																																			
$10 < x \leq 20$	km/h																																		
bom																																			
$x \leq 10$	km/h																																		
CLASSIFICAÇÃO																																			
CS_{op} : Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85p}$	<table border="1"> <tr> <td>0 a 50</td> <td>pis</td> </tr> <tr> <td>$x > 20$</td> <td>km/h</td> </tr> <tr> <td>51 a 80</td> <td></td> </tr> <tr> <td>81 a 100</td> <td></td> </tr> </table>	0 a 50	pis	$x > 20$	km/h	51 a 80		81 a 100																											
0 a 50	pis																																		
$x > 20$	km/h																																		
51 a 80																																			
81 a 100																																			
Valores > 0: curva à esquerda	V_{85e} : operacional efetiva por faixa			ICG_{min} : Índice de Consist. Geom. por km																															

PPGEP	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
	116BRS3110
	FIM DA PISTA DUPLA - ENTR. ERS-452 (VILA CRISTINA)
Data:	ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA
mar/08	km 155+000 ao km 160+000

CS _p	19	22	16	15	23	16
CS _{op}						
ICG _{km}						

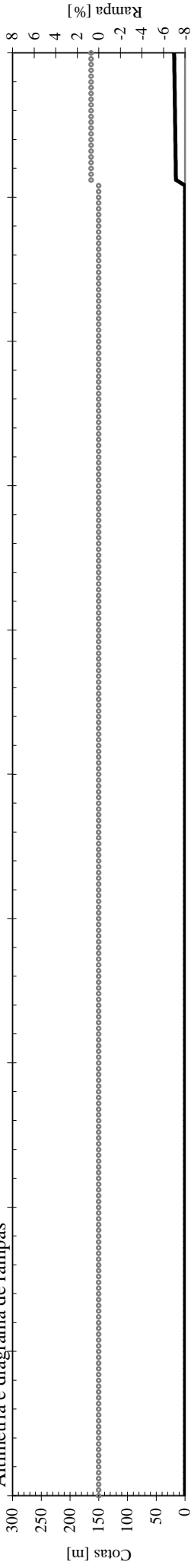


PPGEP UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL 116BRS3110 FIM DA PISTA DUPLA - ENTR. ERS-452 (VILA CRISTINA)		Data: mar/08		Página 03			
ANÁLISE		km 160+000 ao km 165+000					
PLANIMETRIA Valor = 0: ratio infinito (tangente) Valores < 0: curva à direita Valores > 0: curva à esquerda	VELOCIDADES V_d : diretriz (projeto) V_{85p} : operacional potencial V_{85e} : operacional efetiva por faixa	CLASSIFICAÇÃO CS_i : Critério de Segurança I $V_{85} - V_d$ CS_{II} : Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85e}$ ICG_{km} : Índice de Consist. Geom. por km	ANÁLISE	bom $x \leq 10$	regular $10 < x \leq 20$	fraco $x > 20$	unid. km/h
			bom $x \leq 10$	regular $10 < x \leq 20$	fraco $x > 20$	km/h	pis. 0 a 50
			81 a 100	51 a 80	0 a 50	km/h	pis.
			19	21	21	22	22



PPGEP		ANÁLISE	
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL		UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
116BRS3110		116BRS3110	
FIM DA PISTA DUPLA - ENTR. ERS-452 (VILA CRISTINA)		FIM DA PISTA DUPLA - ENTR. ERS-452 (VILA CRISTINA)	
ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA		ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA	
Data:	mar/08	sem nota	sem nota
km 170+000 ao km 175+000		km 170+000 ao km 175+000	
Página 05		Página 05	
PLANIMETRIA	VELOCIDADES	CLASSIFICAÇÃO	ANÁLISE
Valor = 0: ratio infinito (tangente)	V _d : diretriz (projeto)	CS _I : Critério de Segurança I V ₈₅ - V _d	bom
Valores < 0: curva à direita	V _{85p} : operacional potencial	CS _{II} : Critério de Segurança II V _{85i} - V _{85p+i}	regular
Valores > 0: curva à esquerda	V _{85e} : operacional efetiva por faixa	ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km	fraco
			unid.
			km/h
			km/h
			pis
			0 a 50
			51 a 80
			81 a 100
			9
			10
			15
			16

Altimetria e diagrama de rampas



Planimetria

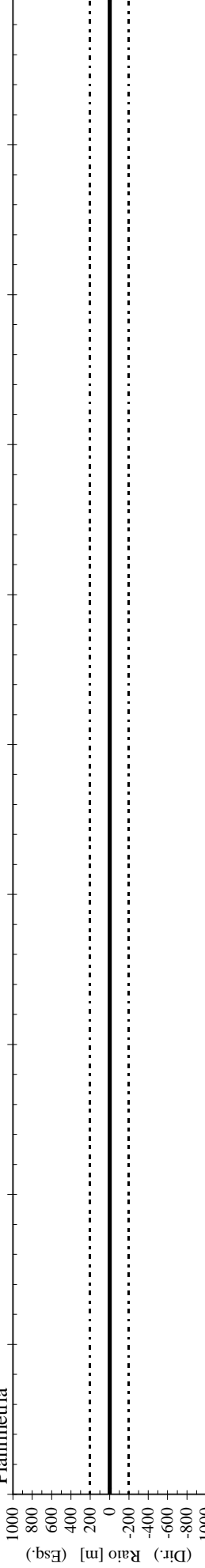
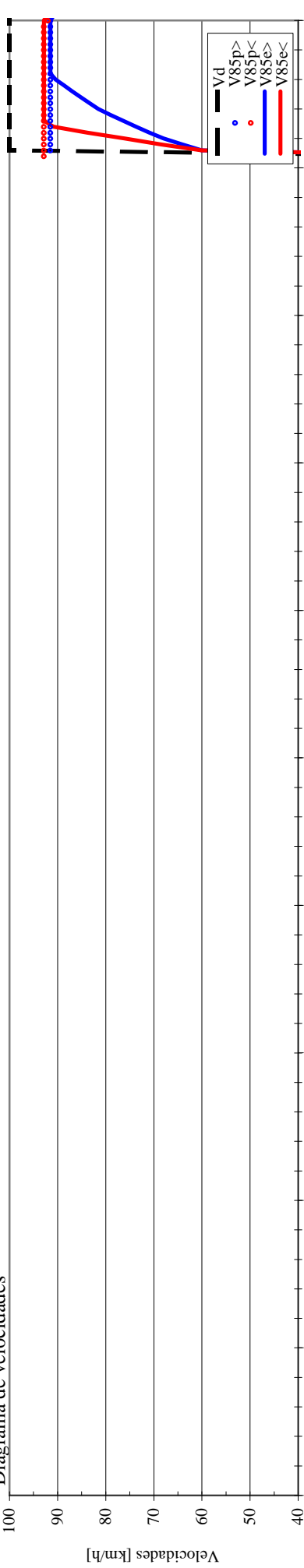


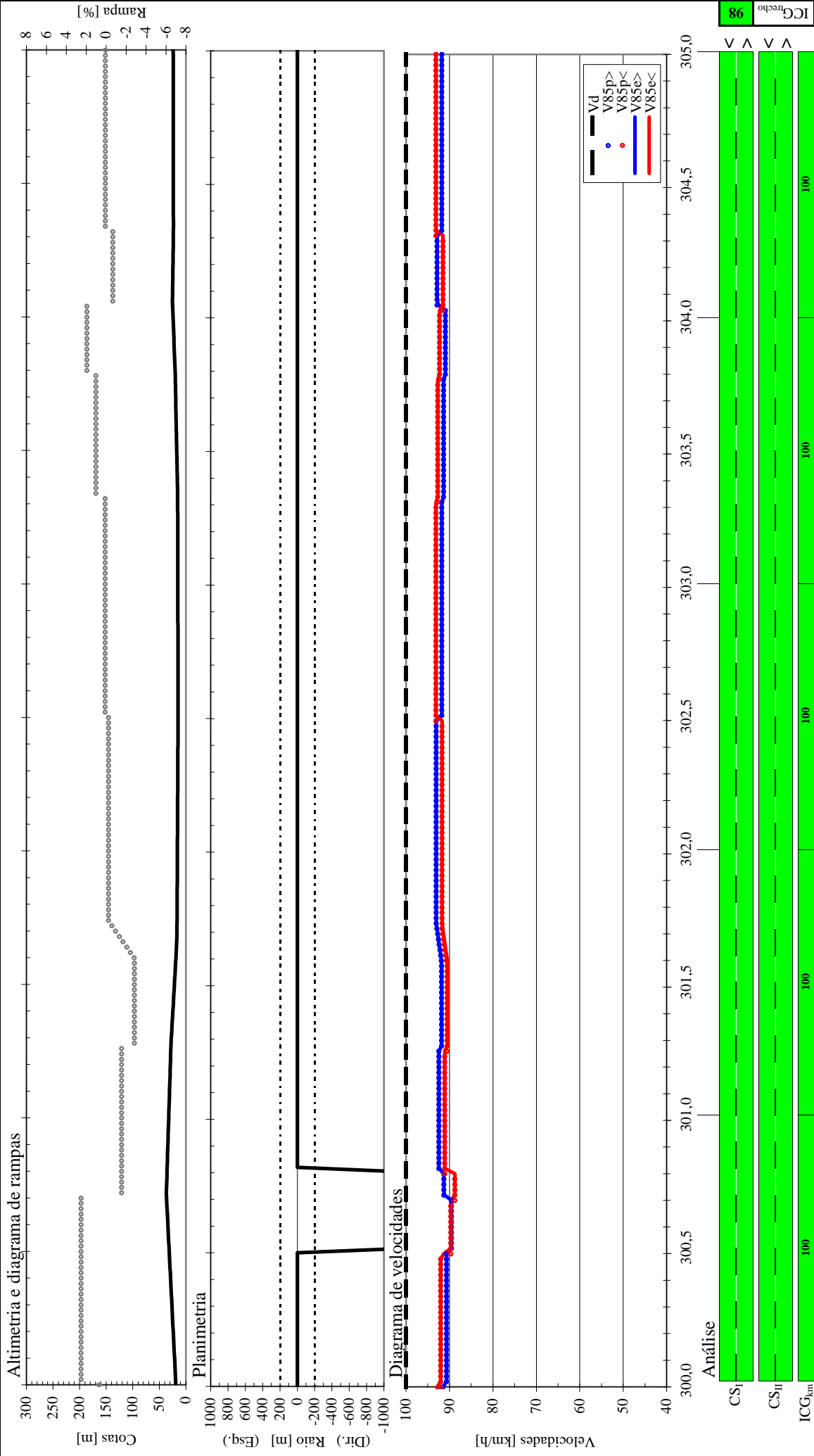
Diagrama de velocidades



Análise

	295,0	295,5	296,0	296,5	297,0	297,5	298,0	298,5	299,0	299,5	300,0
CS _I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CS _{II}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ICG _{km}	sem nota										

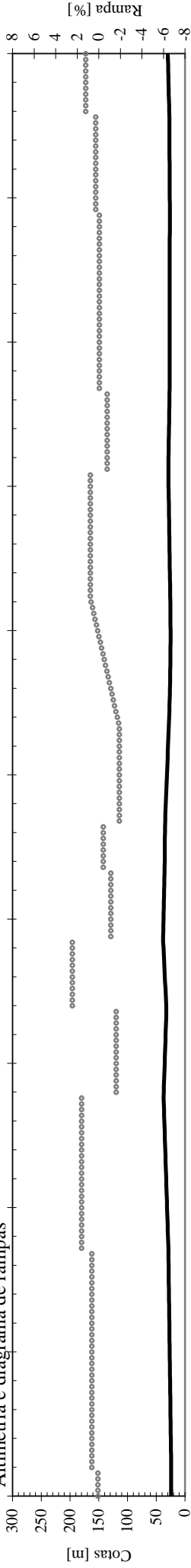
PPGEP	ANÁLISE		unid.
	sem nota	sem nota	
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	bom	regular	fraco
116BRS3275	x ≤ 10	10 < x ≤ 20	x > 20
ENTR. ERS-703 (P/ GUAÍBA) - ENTR. ERS-709 (P/ BARRA DO RIBEIRO)	x ≤ 10	10 < x ≤ 20	x > 20
ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA	81 a 100	51 a 80	0 a 50
Data: mar/08	km 295+000 ao km 300+000		pis



PPGEP		UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
		116BRS3275	
		ENTR. ERS-703 (P/ GUAÍBA) - ENTR. ERS-709 (P/ BARRA DO RIBEIRO)	
Data:	mar/08	ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA	
		km. 300+000 ao km. 305+000	
		Página 02	

PLANIMETRIA	OBSERVAÇÕES	VELOCIDADES	ANÁLISE			
			CLASSIFICAÇÃO	fraco	regular	bom
Valor = 0: ratio infinito (tangente)	V_d : diretriz (projeto)		CS _i : Critério de Segurança I $V_{85} - V_d$	x > 20	10 < x ≤ 20	x ≤ 10
Valores < 0: curva à direita	V_{85p} : operacional potencial		CS _{ii} : Critério de Segurança II $V_{85i} - V_{85i+1}$	x > 20	10 < x ≤ 20	x ≤ 10
Valores > 0: curva à esquerda	V_{85e} : operacional efetiva por faixa		ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km	0 a 50	51 a 80	81 a 100

Altimetria e diagrama de rampas



Planimetria

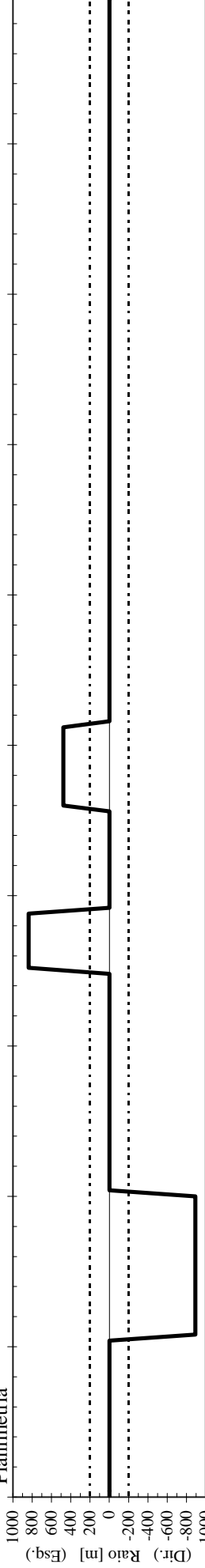
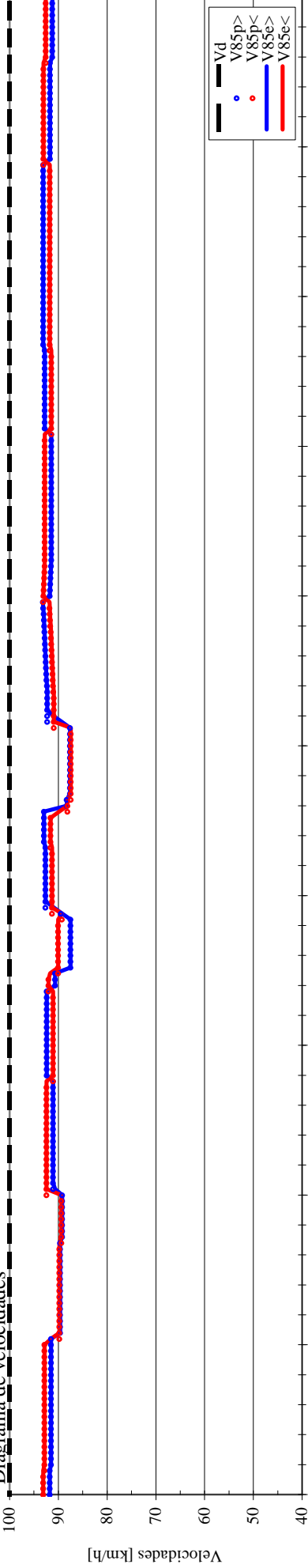


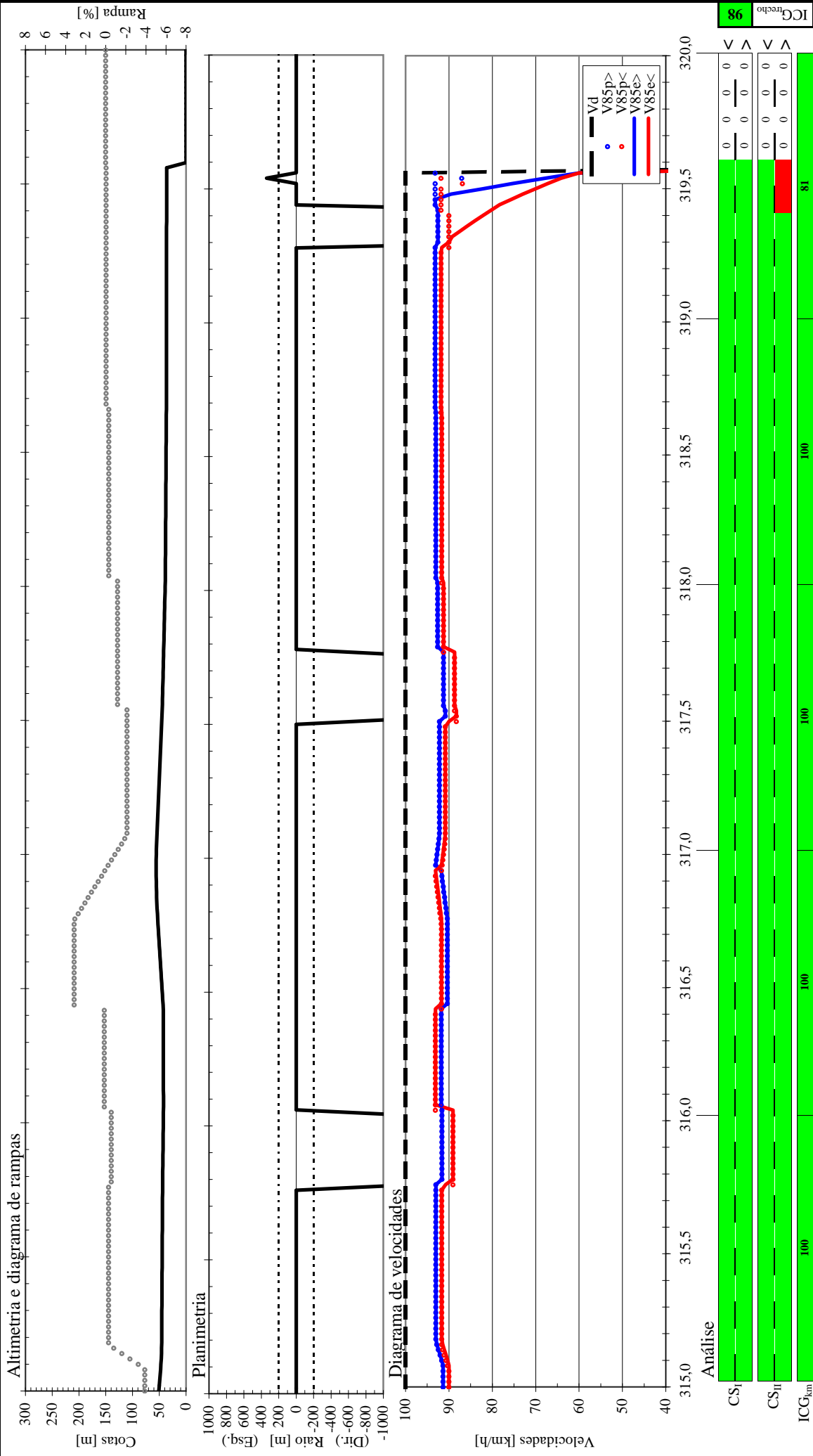
Diagrama de velocidades



Análise

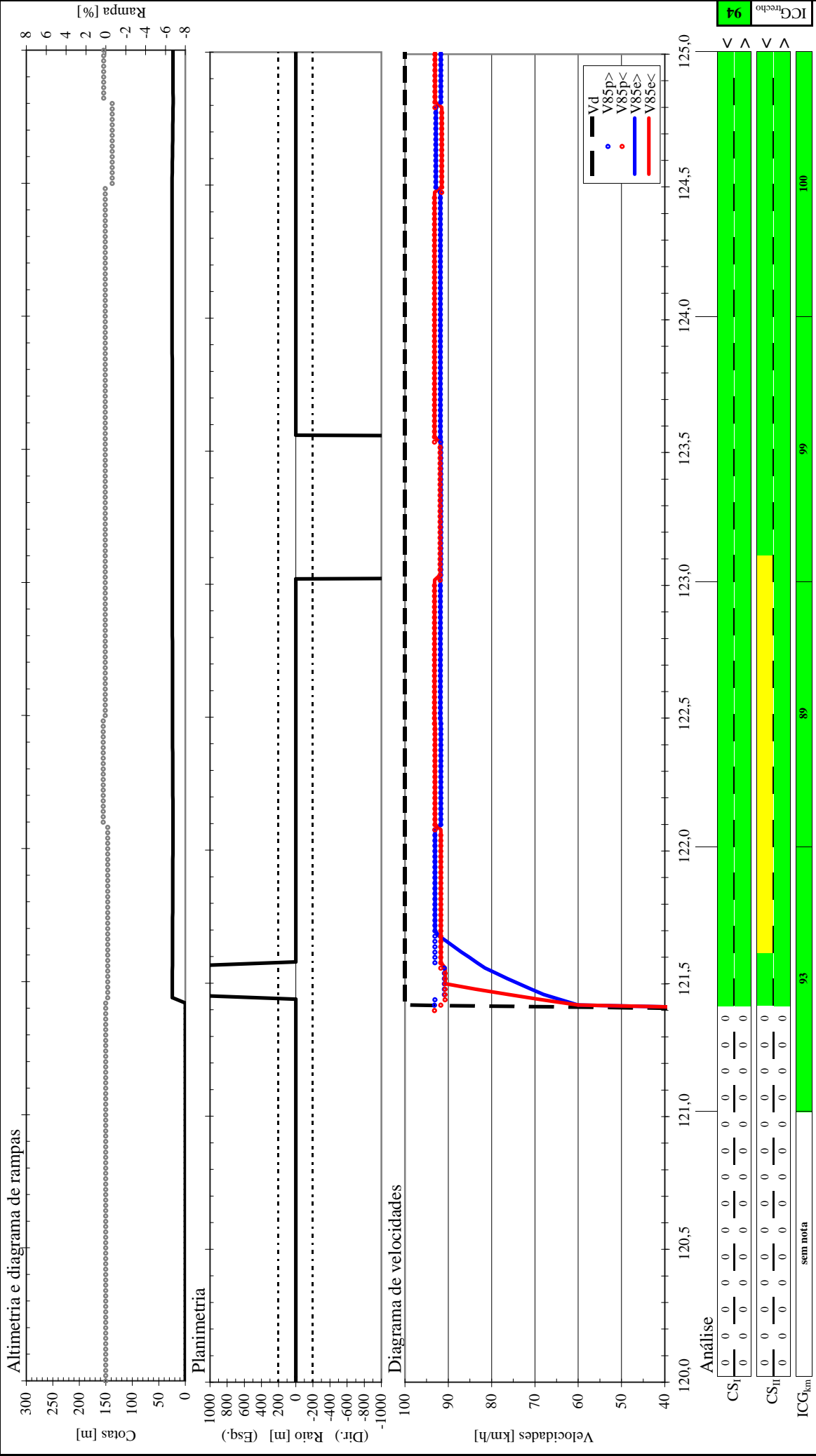
CS _I	305,0	306,0	307,0	308,0	309,0	309,5	310,0	V	ICG _{recho} 98
CS _{II}	305,0	306,0	307,0	308,0	309,0	309,5	310,0	V	
ICG _{km}	100	100	100	100	100	100	100		

PPGEP		UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
ANÁLISE		116BRS3275	
CLASSIFICAÇÃO		ENTR. ERS-703 (P/ GUAÍBA) - ENTR. ERS-709 (P/ BARRA DO RIBEIRO)	
CS _I : Critério de Segurança I $V_{85} - V_{dI}$	bom	$x \leq 10$	km/h
CS _{II} : Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85e+I}$	regular	$10 < x \leq 20$	km/h
ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km	fraco	$x > 20$	km/h
VELOCIDADES	VELOCIDADES	0 a 50	pis
PLANIMETRIA	OBSERVAÇÕES	Data: mar/08	
Valor = 0: raso infinito (tangente)	V_{85p} : diretriz (projeto)	Página 03	
Valores < 0: curva à direita	V_{85e} : operacional potencial	ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA	
Valores > 0: curva à esquerda	V_{85e} : operacional efetiva por faixa	km. 305+000 ao km 310+000	



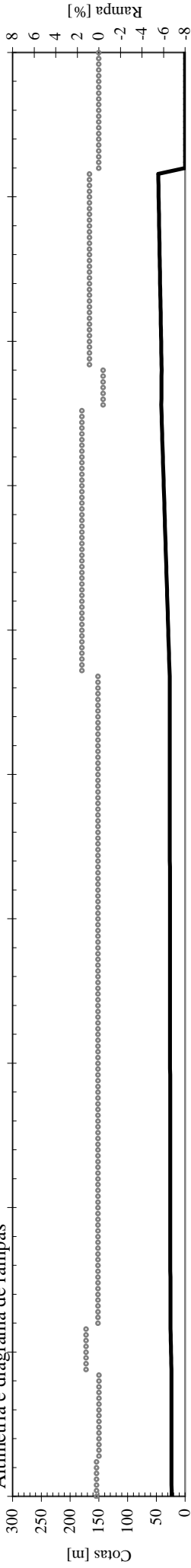
PPGEP	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
	116BRS3275
	ENTR. ERS-703 (P/ GUAÍBA) - ENTR. ERS-709 (P/ BARRA DO RIBEIRO)
Data:	ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA
matr/08	km. 31.5+000 ao km. 320+000
	Página 05

PLANIMETRIA	OBSERVAÇÕES	VELOCIDADES	ANÁLISE			
			CLASSIFICAÇÃO	bom	regular	fraco
Valor = 0: ratio infinito (tangente)	V_{d} : diretriz (projeto)		CS_I : Critério de Segurança I $V_{85} - V_{d}$	$x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$x > 20$
Valores < 0: curva à direita	V_{85p} : operacional potencial		CS_{II} : Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85p}$	$x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$x > 20$
Valores > 0: curva à esquerda	V_{85e} : operacional efetiva por faixa		ICG_{km} : Índice de Consist. Geom. por km	81 a 100	51 a 80	0 a 50
				100	100	81



PPGEP		UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
290BRS0120		ENTR. ERS-703 (P/ GUAÍBA) - ENTR. ERS-401 (P/ CHARQUEADAS)	
Data: mar/08		ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA	
km 120+000 ao km 125+000		Página 01	
OBSERVAÇÕES		ANÁLISE	
PLANIMETRIA	VELOCIDADES	CLASSIFICAÇÃO	
Valor = 0: ratio infinito (tangente)	V_d : diretriz (projeto)	CS _i : Critério de Segurança I $V_{85} - V_d$	bom
Valores < 0: curva à direita	V_{85p} : operacional potencial	CS _{II} : Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85p}$	regular
Valores > 0: curva à esquerda	V_{85e} : operacional efetiva por faixa	ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km	fraco
			unid.
			km/h
			km/h
			pis
			0 a 50
			51 a 80
			81 a 100
			93
			89
			99
			100

Altimetria e diagrama de rampas



Planimetria

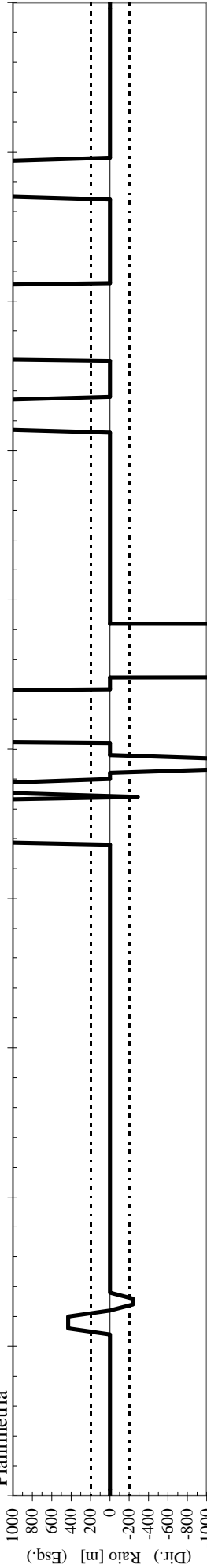
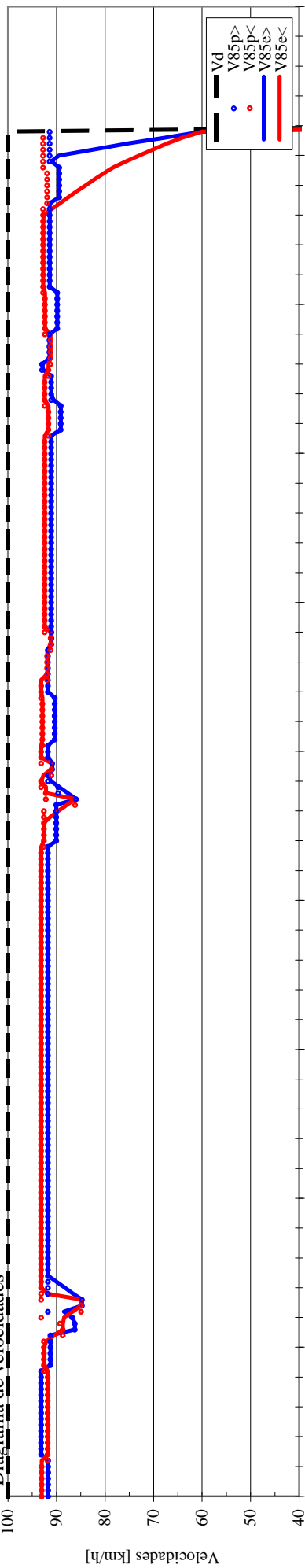


Diagrama de velocidades

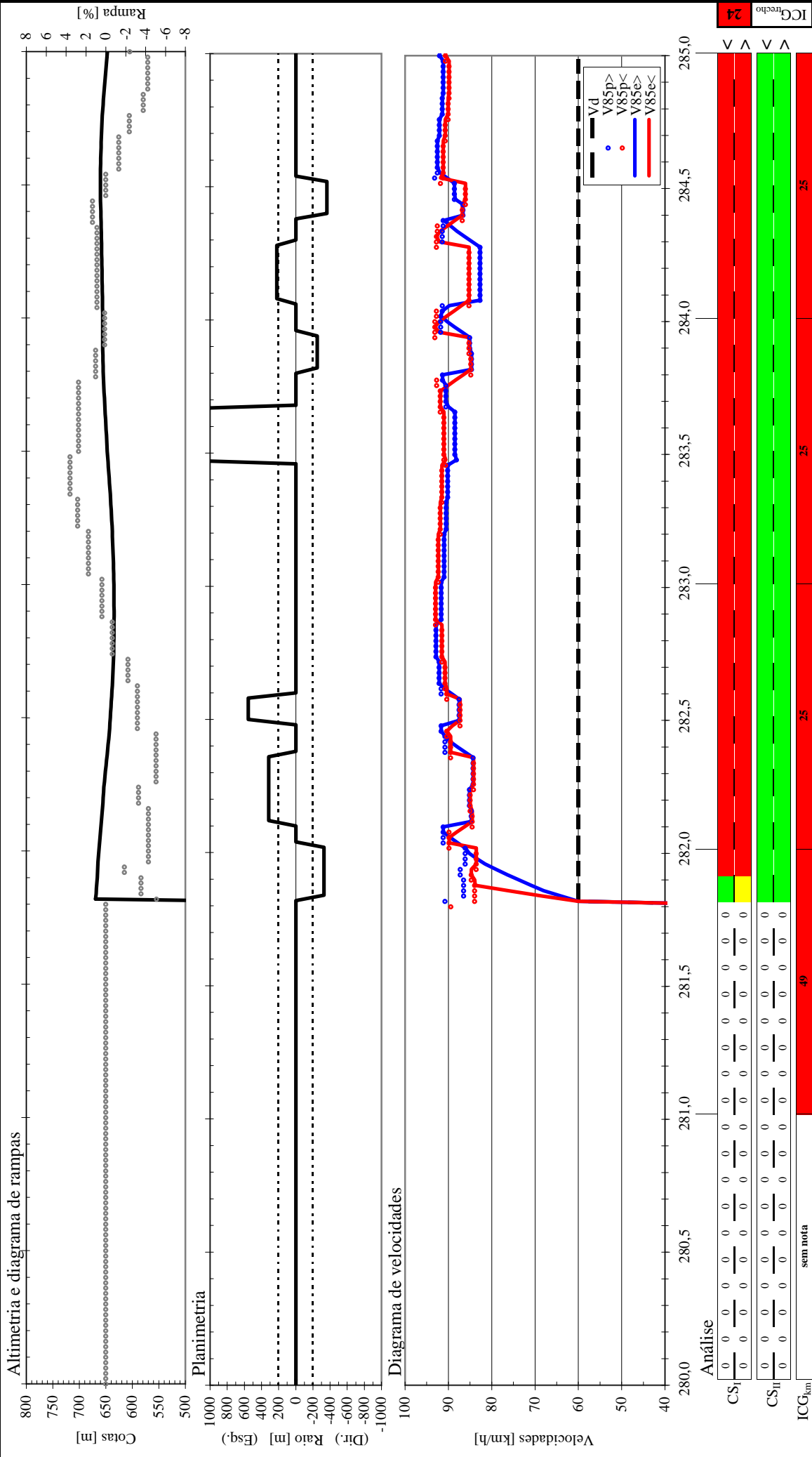


Análise

CS _I	0	0	0	0
CS _{II}	0	0	0	0
ICG _{km}	100	100	81	100

PLANIMETRIA	OBSERVAÇÕES	VELOCIDADES	ANÁLISE				
			CLASSIFICAÇÃO	bom	regular	fraco	unid.
Valor = 0: ratio infinito (tangente)	V _d : diretriz (projeto)	V _{85p} : operacional potencial	CS _I : Critério de Segurança I V ₈₅ - V _d	x ≤ 10	10 < x ≤ 20	x > 20	km/h
Valores < 0: curva à direita	V _{85p} : operacional potencial	V _{85e} : operacional efetiva por faixa	CS _{II} : Critério de Segurança II V _{85i} - V _{85e+1}	x ≤ 10	10 < x ≤ 20	x > 20	km/h
Valores > 0: curva à esquerda			ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km	81 a 100	51 a 80	0 a 50	pis

PPGEP	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
	290BRS0120
	ENTR. ERS-703 (P/ GUAÍBA) - ENTR. ERS-401 (P/ CHARQUEADAS)
Data:	ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA
	km 125+000 ao km 130+000
matr/08	
Página	02



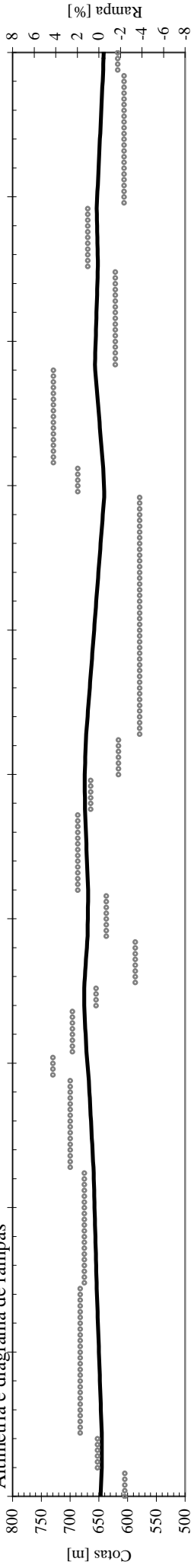
PPGEP		UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
		386BRS0240	
		ACESSO A SÃO JOSÉ DO HERVAL - ENTR. ERS-423 (P/ PROGRESSO)	
Data:	matr/08	ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA	
		km 280+000 ao km 285+000	
		Página 01	

ANÁLISE	CLASSIFICAÇÃO		
	bom	regular	fraco
CS _p : Critério de Segurança I $V_{85} - V_d$	$x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$x > 20$
CS _{tr} : Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85tr}$	$x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$x > 20$
ICG _{tr} : Índice de Consist. Geom. por km	81 a 100	51 a 80	0 a 50

PLANIMETRIA	OBSERVAÇÕES	VELOCIDADES
Valor = 0: ratio infinito (tangente)	V_d : diretriz (projeto)	V_{85p} : operacional potencial
Valores < 0: curva à direita	V_{85e} : operacional efetiva por faixa	
Valores > 0: curva à esquerda		

ANÁLISE	sem nota										
CS _p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CS _{tr}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ICG _{tr}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Altimetria e diagrama de rampas



Planimetria

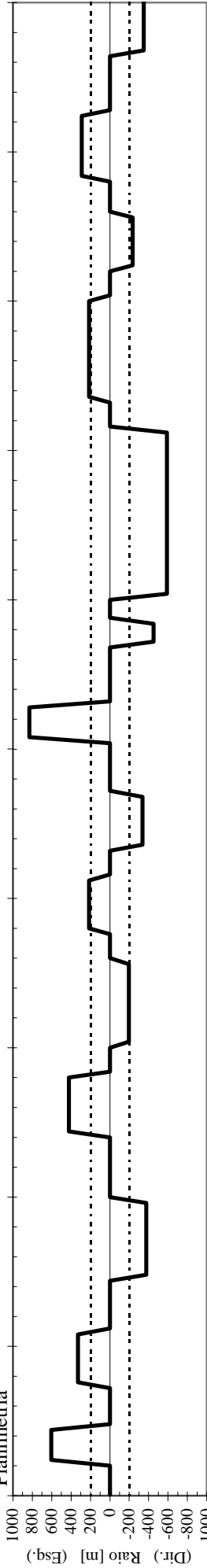
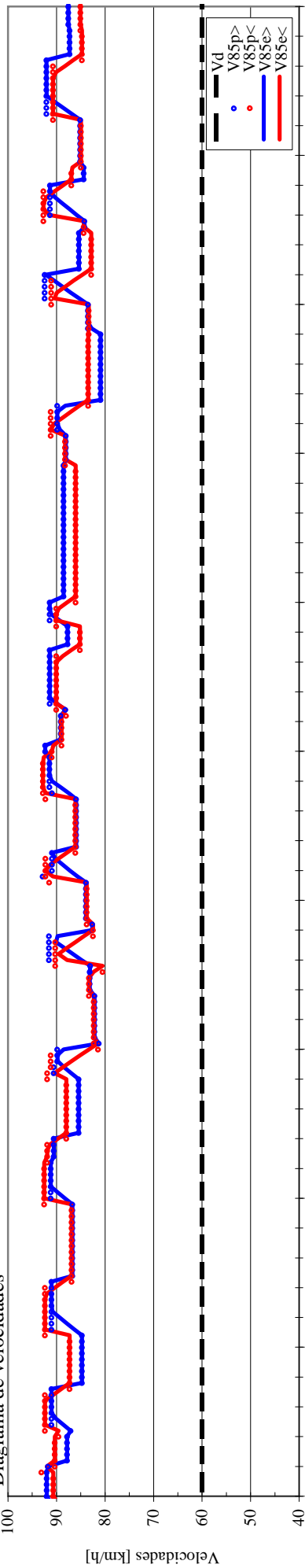


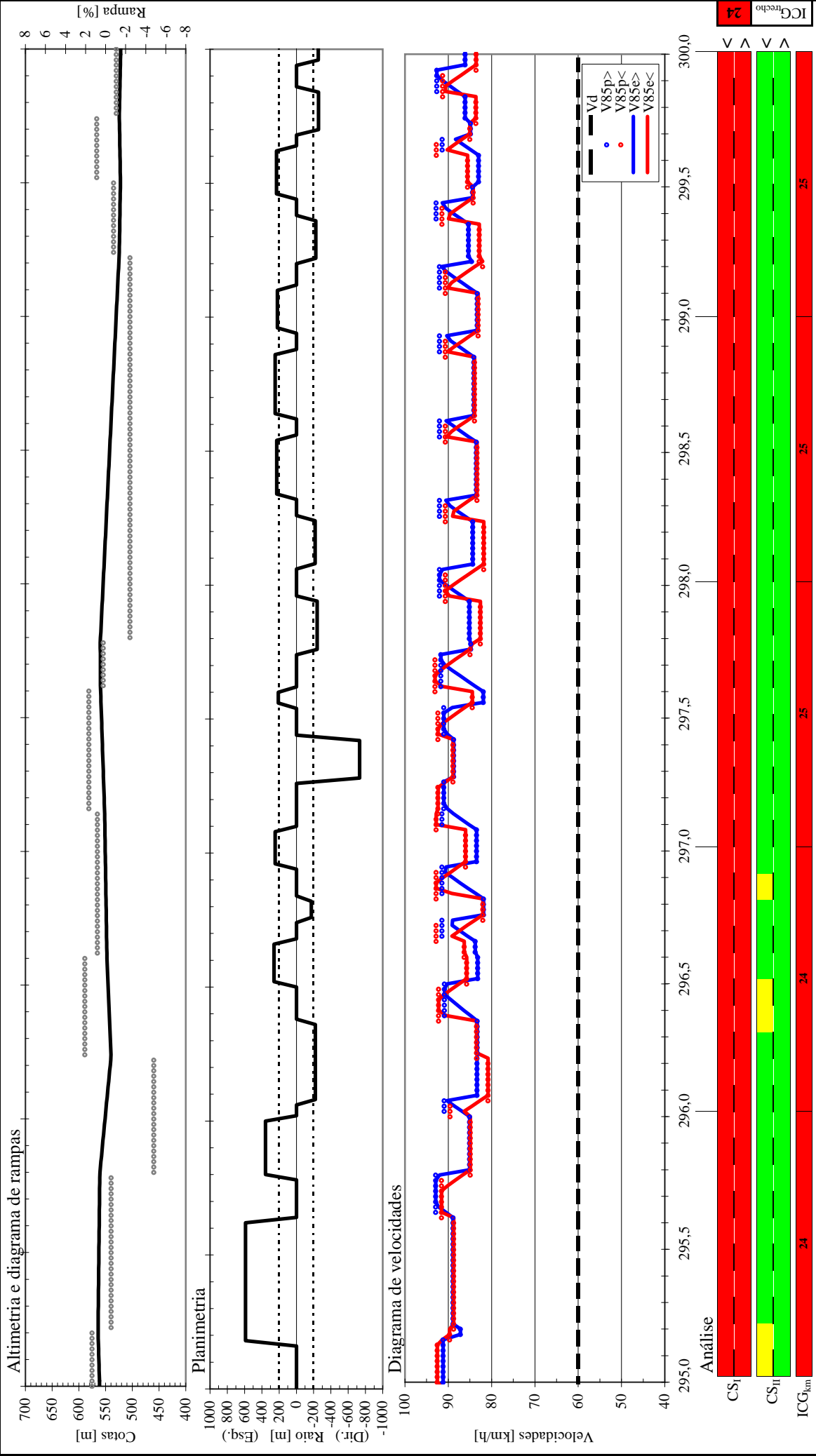
Diagrama de velocidades



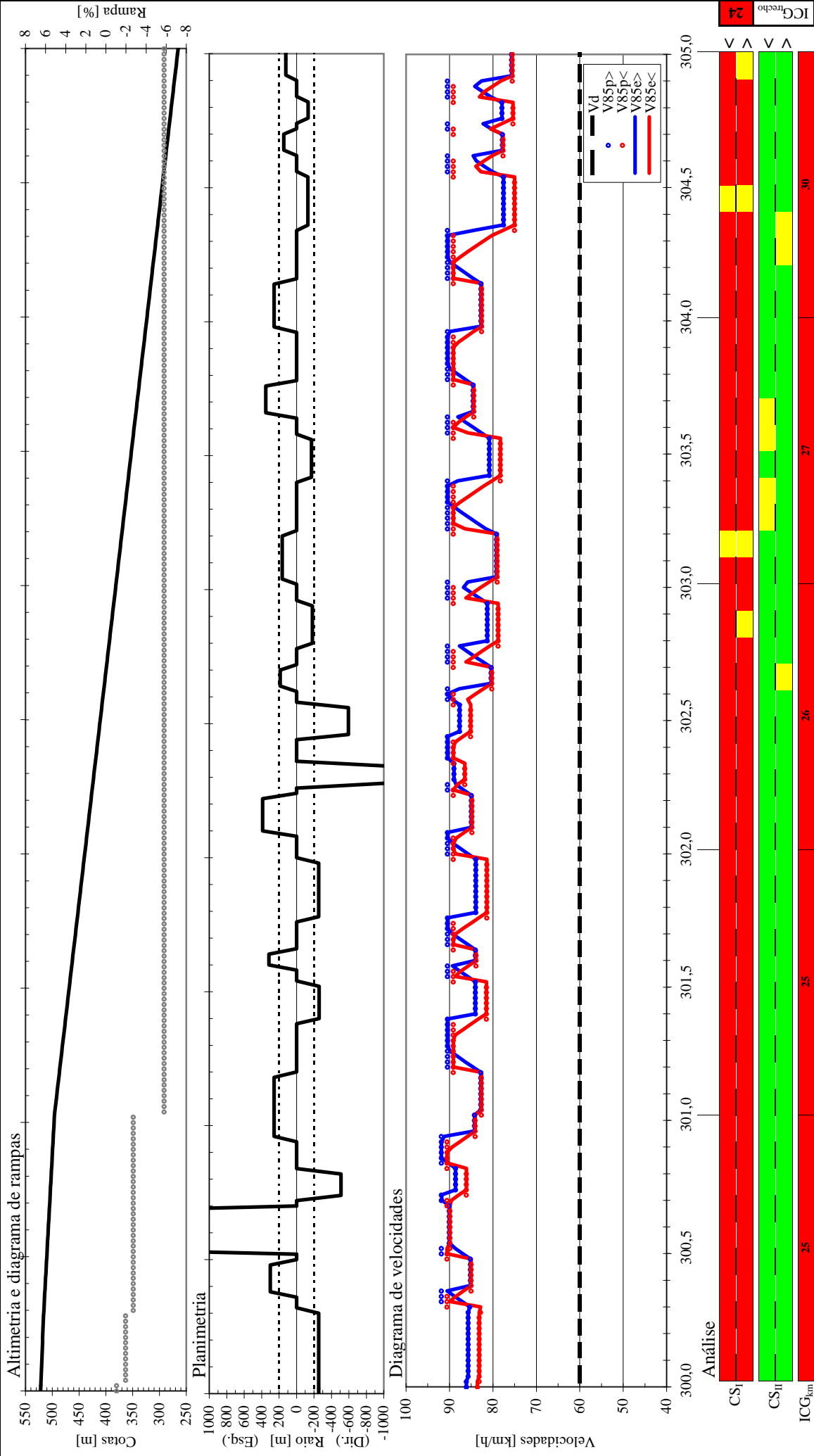
Análise

CS _I	285,0	285,5	286,0	286,5	287,0	287,5	288,0	288,5	289,0	289,5	290,0	
CS _{II}	[Red bar]											
ICG _{km}	[Green bar]											
	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	

OBSERVAÇÕES		VELOCIDADES		ANÁLISE		PPGEP	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
PLANIMETRIA							386BRS0240	
Valor = 0: ratio infinito (tangente)							ACESSO A SÃO JOSÉ DO HERVAL - ENTR. ERS-423 (P/ PROGRESSO)	
Valores < 0: curva à direita							ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA	
Valores > 0: curva à esquerda							km 285+000 ao km 290+000	
							Data:	Página
							mat/08	02

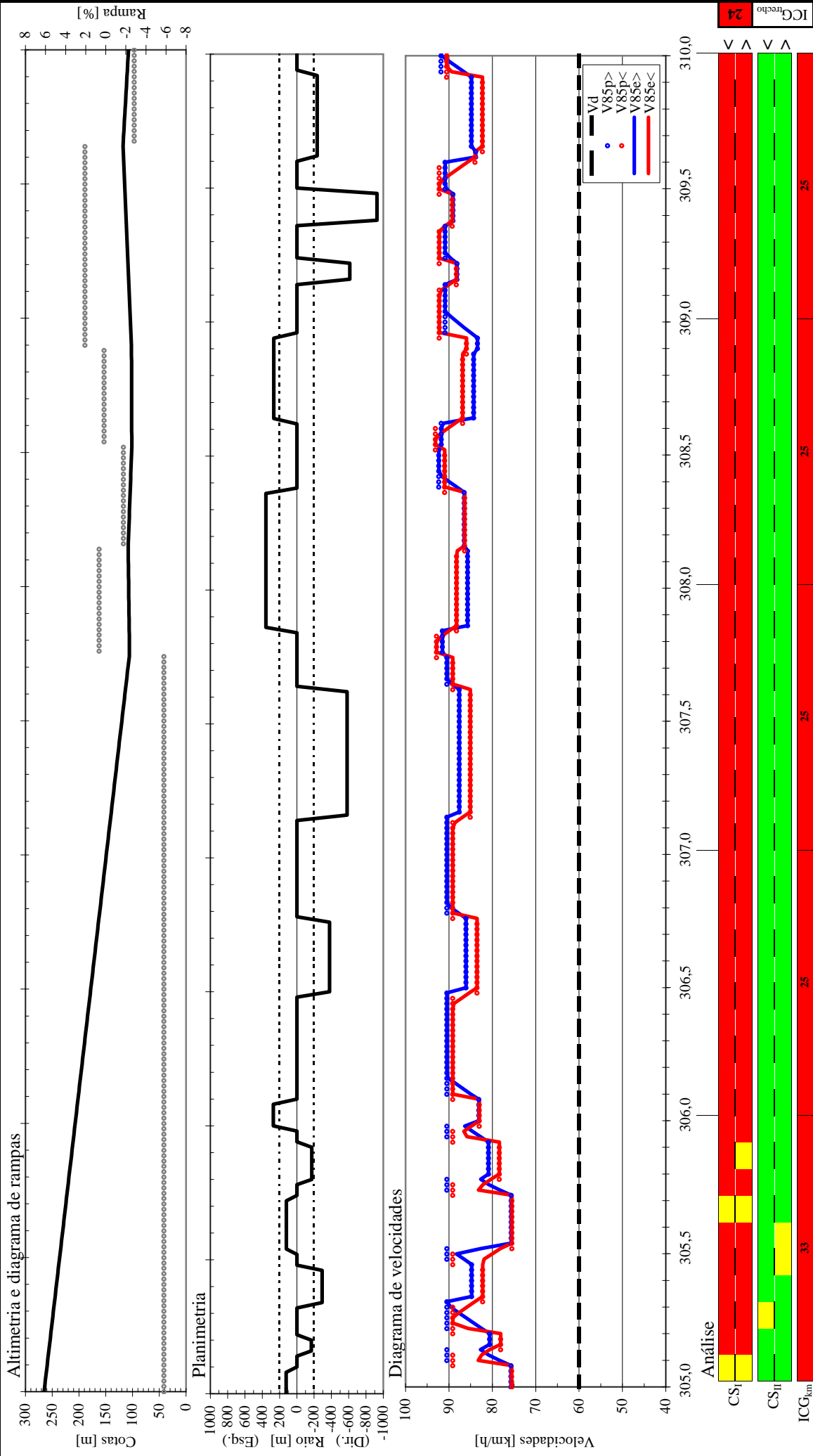


OBSERVAÇÕES		VELOCIDADES		ANÁLISE														
PLANIMETRIA		V_d : diretriz (projeto)		CLASSIFICAÇÃO	unid.													
Valor = 0: ratio infinito (tangente)		V_{85p} : operacional potencial		CS_j : Critério de Segurança I $V_{85} - V_d$	km/h	fraco												
Valores < 0: curva à direita		V_{85e} : operacional efetiva por faixa		CS_{jII} : Critério de Segurança II $V_{85I} - V_{85II}$	km/h	regular												
Valores > 0: curva à esquerda				ICG_{km} : Índice de Consist. Geom. por km	pis	bom												
						<table border="1"> <tr> <td>$x \leq 10$</td> <td>$10 < x \leq 20$</td> <td>$20 < x \leq 30$</td> <td>$30 < x \leq 40$</td> <td>$40 < x \leq 50$</td> <td>$x > 50$</td> </tr> <tr> <td>81 a 100</td> <td>51 a 80</td> <td>10 a 50</td> <td>0 a 50</td> <td>0 a 50</td> <td>0 a 50</td> </tr> </table>	$x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$20 < x \leq 30$	$30 < x \leq 40$	$40 < x \leq 50$	$x > 50$	81 a 100	51 a 80	10 a 50	0 a 50	0 a 50	0 a 50
$x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$20 < x \leq 30$	$30 < x \leq 40$	$40 < x \leq 50$	$x > 50$													
81 a 100	51 a 80	10 a 50	0 a 50	0 a 50	0 a 50													

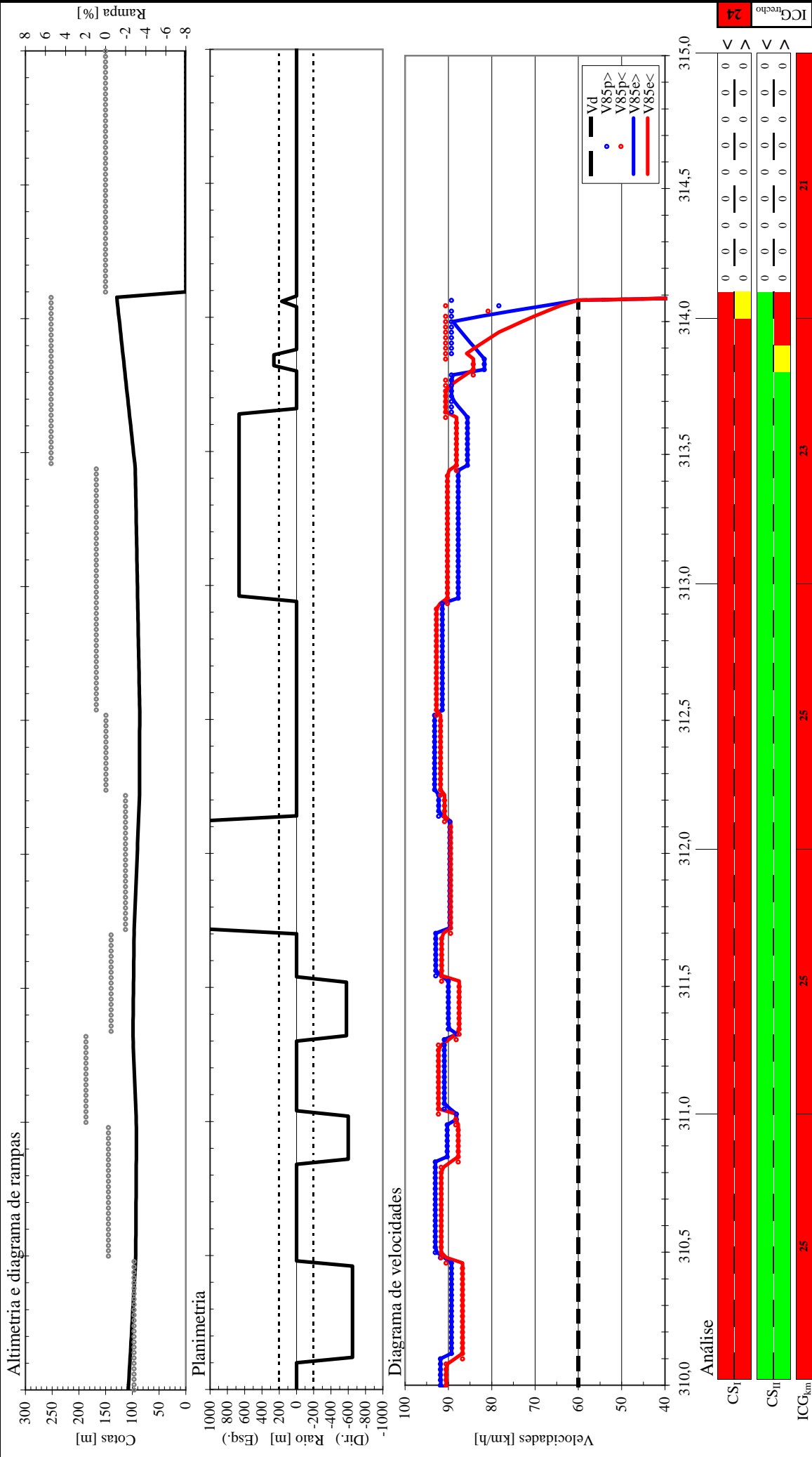


OBSERVAÇÕES		VELOCIDADES		ANÁLISE			
PLANIMETRIA	VELOCIDADES	CLASSIFICAÇÃO		bom	regular	fraco	unid.
Valor = 0: ratio infinito (tangente)	V_{85p} : diretriz (projeto)	CS_i : Critério de Segurança I $V_{85} - V_{d_i}$	$x \leq 10$	$x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$x > 20$	km/h
Valores < 0: curva à direita	V_{85e} : operacional potencial	CS_{II} : Critério de Segurança II $V_{85i} - V_{85e+i}$	$x \leq 10$	$x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$x > 20$	km/h
Valores > 0: curva à esquerda	V_{85e} : operacional efetiva por faixa	ICG_{km} : Índice de Consist. Geom. por km	81 a 100	51 a 80	0 a 50		pis

PPGEP	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
	386BRS0240
	ACESSO A SÃO JOSÉ DO HERVAL - ENTR. ERS-423 (P/ PROGRESSO)
Data:	ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA
matr/08	km. 300+000 ao km. 305+000
	Página 05



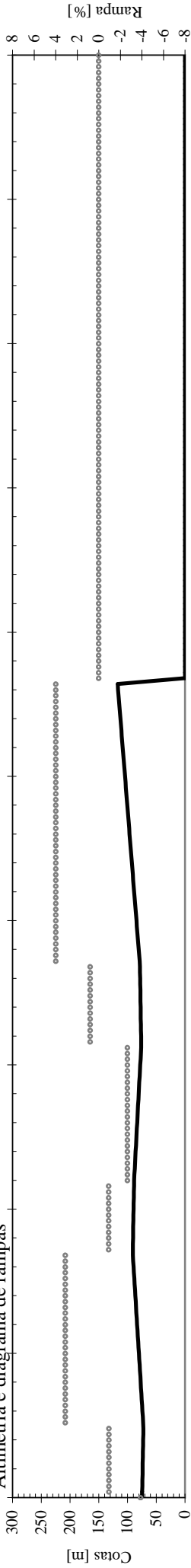
PPGEP		ANÁLISE	
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL		UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
386BRS0240		386BRS0240	
ACESSO A SÃO JOSÉ DO HERVAL - ENTR. ERS-423 (P/ PROGRESSO)		ACESSO A SÃO JOSÉ DO HERVAL - ENTR. ERS-423 (P/ PROGRESSO)	
Data:	matr/08	CLASSIFICAÇÃO	unid.
		CS _p : Critério de Segurança I $V_{85} - V_{d}$	fraco
		CS _{tr} : Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85tr}$	regular
		ICG _{sup} : Índice de Consist. Geom. por km	bom
			CS _{II}
			ICG _{km}
Valor = 0: ratio infinito (tangente)	V _d : diretriz (projeto)	CS _p : Critério de Segurança I $V_{85} - V_{d}$	x > 20
Valores < 0: curva à direita	V _{85p} : operacional potencial	CS _{tr} : Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85tr}$	10 < x ≤ 20
Valores > 0: curva à esquerda	V _{85e} : operacional efetiva por faixa	ICG _{sup} : Índice de Consist. Geom. por km	10 < x ≤ 20
			0 a 50
			51 a 80
			81 a 100



ICG
recho
24

OBSERVAÇÕES		VELOCIDADES		ANÁLISE		PPGEP	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
PLANIMETRIA				CLASSIFICAÇÃO			386BRS0240	
Valor = 0: ratio infinito (tangente)	$V_{d, diretriz}$ (projeto)			CS _i : Critério de Segurança I $V_{85} - V_{d,i}$	bom	fraco	ACESSO A SÃO JOSÉ DO HERVAL - ENTR. ERS-423 (P/ PROGRESSO)	
Valores < 0: curva à direita	V_{85p} : operacional potencial			CS _{II} : Critério de Segurança II $V_{85i} - V_{85p,i}$	regular		Data: ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA	
Valores > 0: curva à esquerda	V_{85e} : operacional efetiva por faixa			ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km			matr/08	
							km. 310+000 ao km 315+000	
							Página 07	

Altimetria e diagrama de rampas



Planimetria

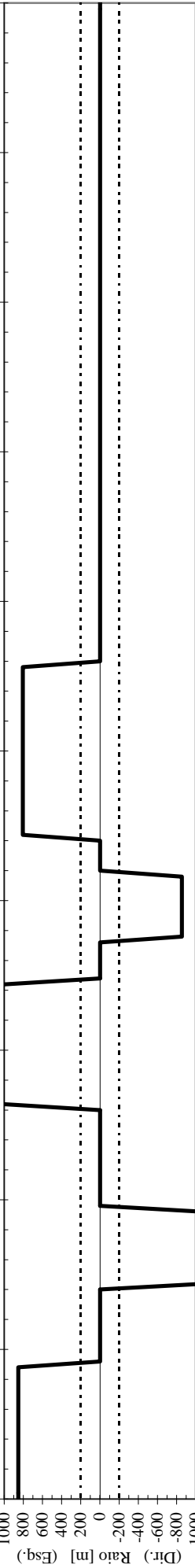
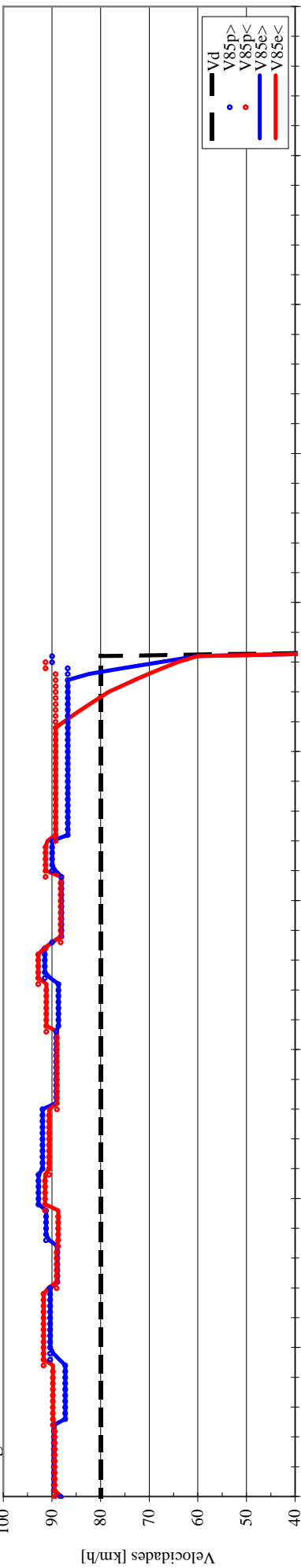


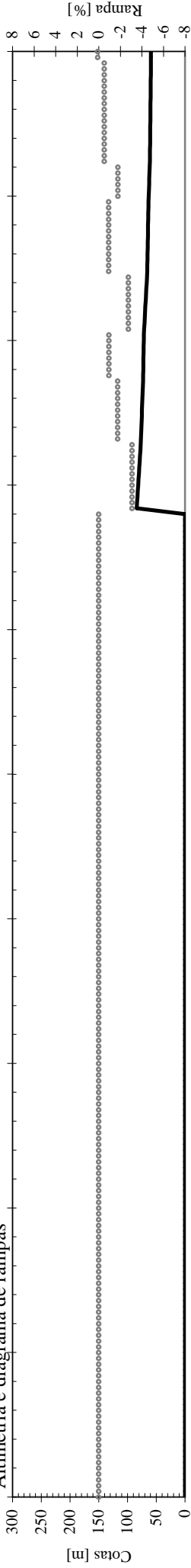
Diagrama de velocidades



Análise	Análise				Análise				Análise			
	CS _p	CS _{II}	ICG _{km}	CS _p	CS _{II}	ICG _{km}	CS _p	CS _{II}	ICG _{km}	CS _p	CS _{II}	ICG _{km}
CS _p : Critério de Segurança I $V_{85} - V_{d}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CS _{II} : Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85p+1}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km	81 a 100	51 a 80	0 a 50	81 a 100	51 a 80	0 a 50	81 a 100	51 a 80	0 a 50	81 a 100	51 a 80	0 a 50

PLANIMETRIA	OBSERVAÇÕES	VELOCIDADES	ANÁLISE			PPGEP	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL		
			CLASSIFICAÇÃO	bom	regular			fraco	
Valor = 0: ratio infinito (tangente)	V_{85p} : diâtriz (projeto)	V_{85e} : operacional potencial	CS _p : Critério de Segurança I $V_{85} - V_{d}$	x ≤ 10	10 < x ≤ 20	x > 20	386BRS0265		
Valores < 0: curva à direita	V_{85e} : operacional efetiva por faixa	V_{85p} : operacional potencial	CS _{II} : Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85p+1}$	x ≤ 10	10 < x ≤ 20	x > 20		ENTR. ERS-128(B) (P/ TEUTÔNIA) - ENTR. RST-287(A) (TABAL)	
Valores > 0: curva à esquerda		V_{85e} : operacional efetiva por faixa	ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km	81 a 100	51 a 80	0 a 50		ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA	
							Data: mar/08	km 375+000 ao km 380+000	Página 03

Altimetria e diagrama de rampas



Planimetria

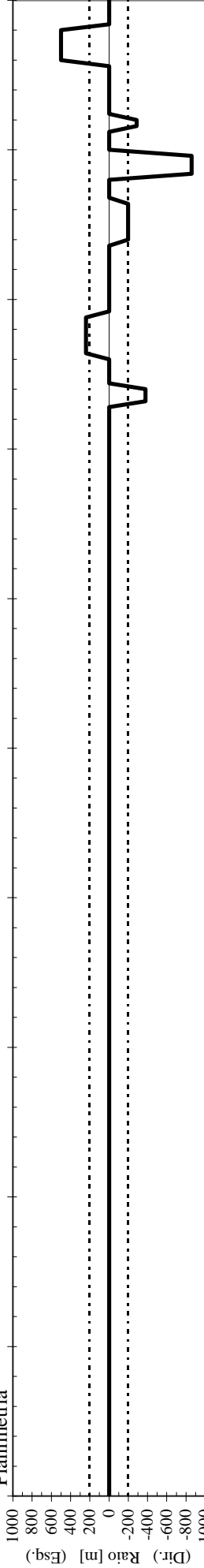
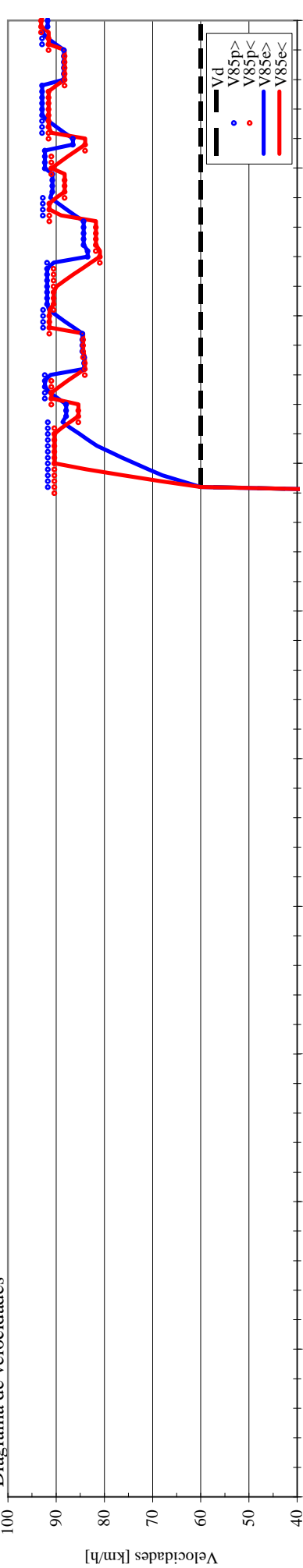


Diagrama de velocidades

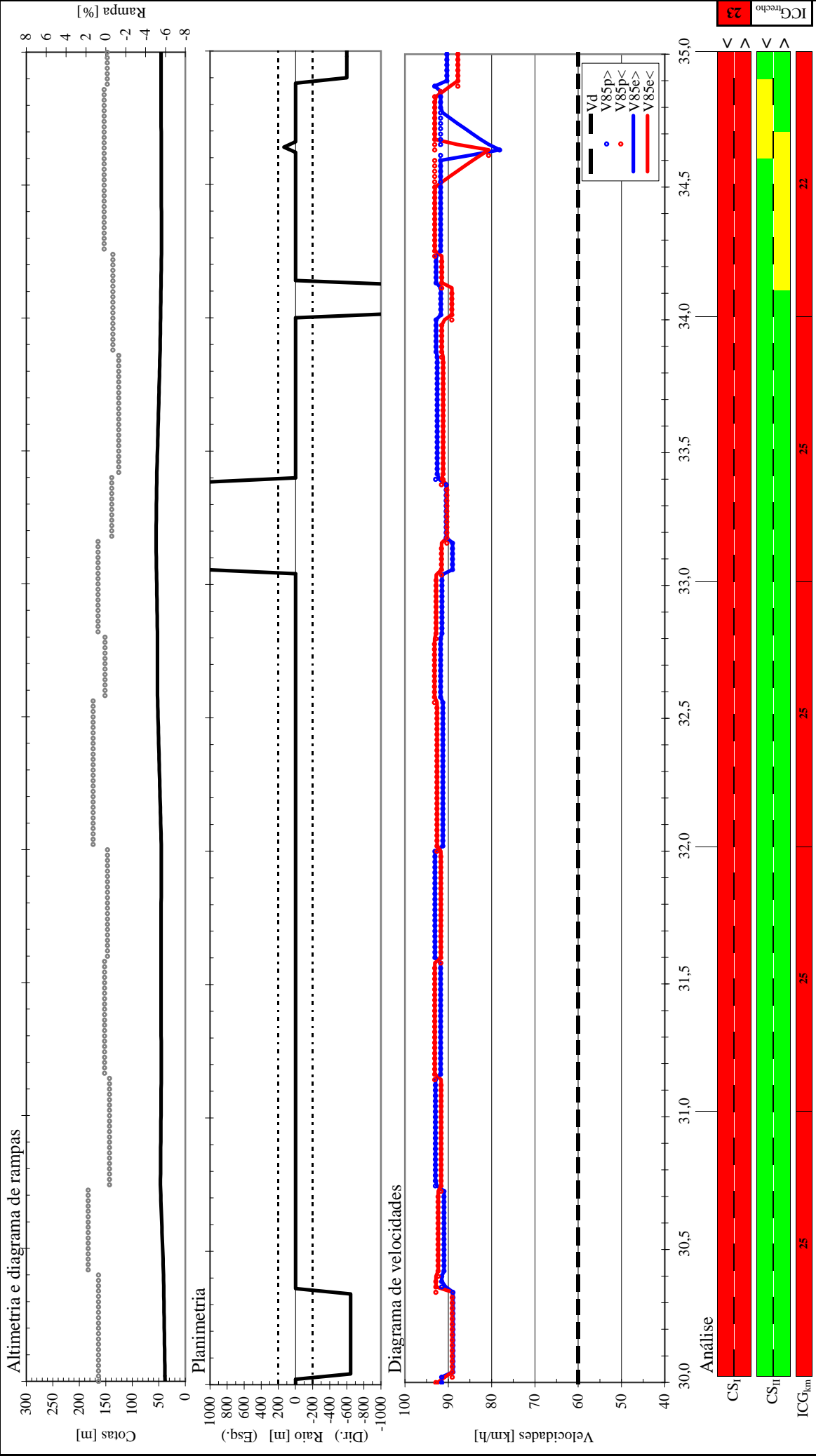


Análise

	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0
CS _p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CS _{tr}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CS _{tr}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ICG _{km}	sem nota			sem nota			32			25	

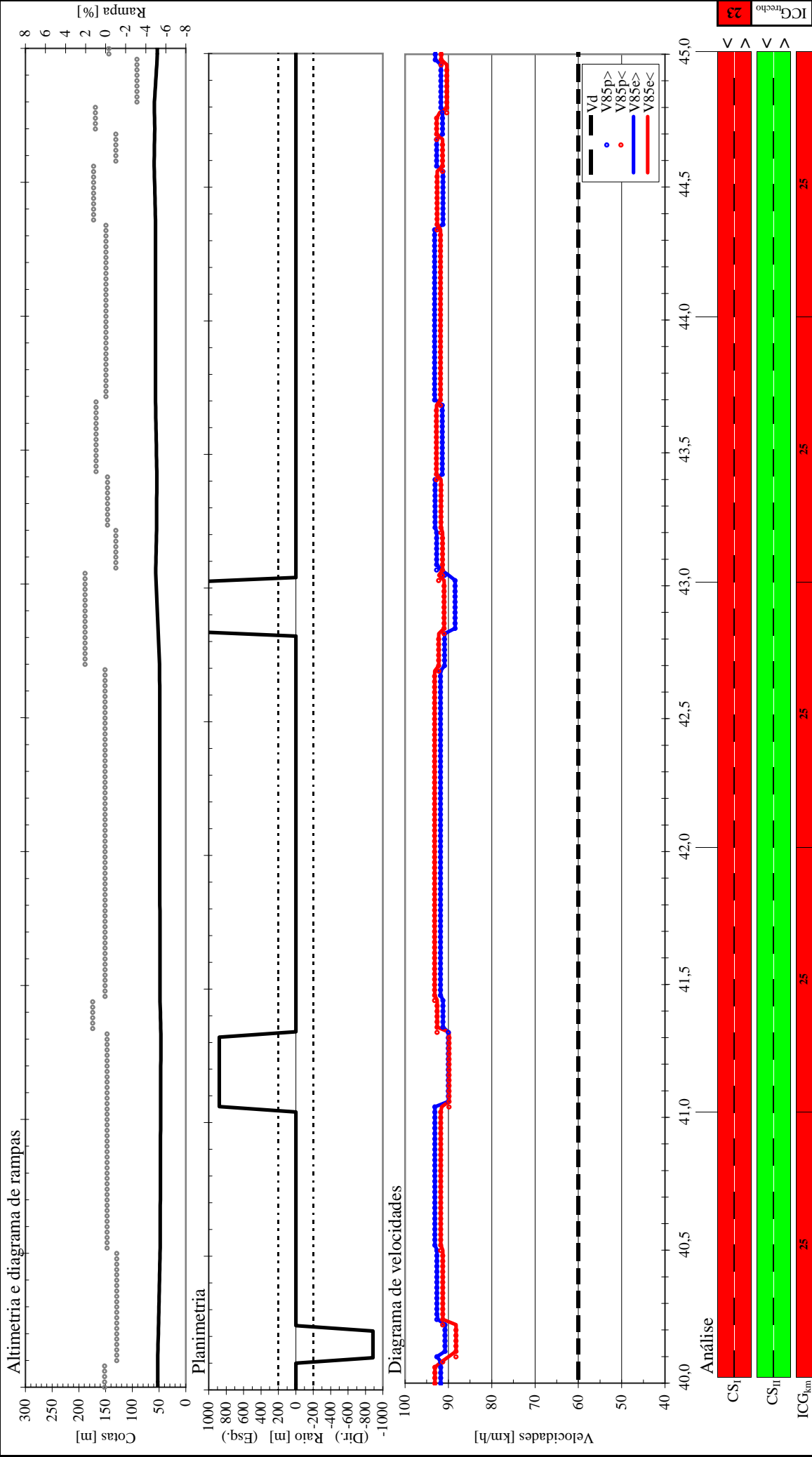
OBSERVAÇÕES		VELOCIDADES		ANÁLISE		
PLANIMETRIA		V _d : diretriz (projeto)		CLASSIFICAÇÃO		
Valor = 0: ratio infinito (tangente)		V _{85p} : operacional potencial		CS _p : Critério de Segurança I V ₈₅ - V _d	bom	fraco
Valores < 0: curva à direita		V _{85e} : operacional efetiva por faixa		CS _{tr} : Critério de Segurança II V _{85i} - V _{85e+1}	regular	x > 20
Valores > 0: curva à esquerda				ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km	sem nota	x > 20
						0 a 50
						51 a 80
						81 a 100

PPGEP	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
	030ERS0090
	GLORINHA - ENTR. ERS-474 (P/ ROLANTE)
Data:	ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA
	km 20+000 ao km 25+000
matr/08	
Página	01



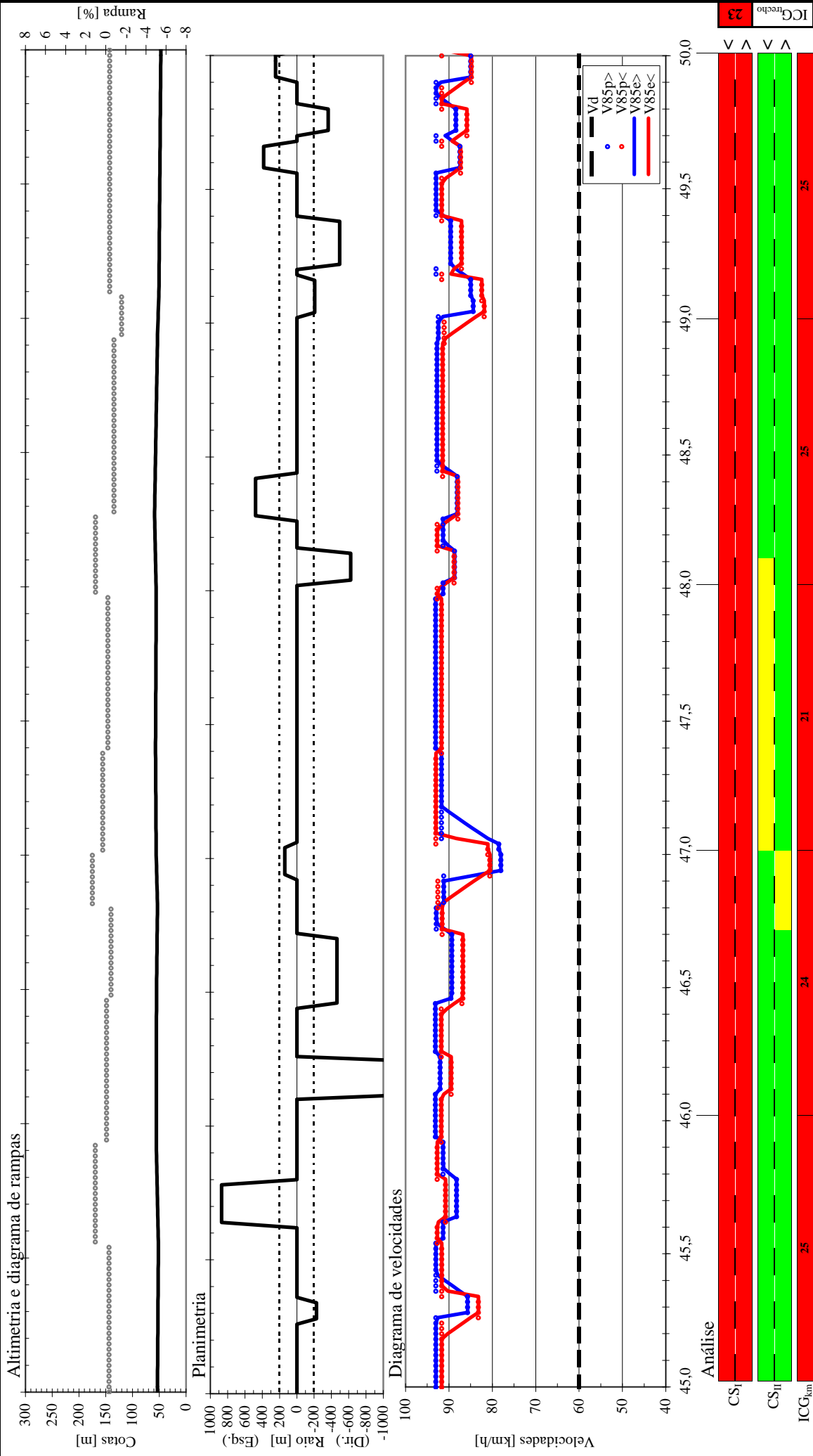
PPGEP		ANÁLISE	
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL		UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
030ERS0090		030ERS0090	
GLORINHA - ENTR. ERS-474 (P/ ROLANTE)		GLORINHA - ENTR. ERS-474 (P/ ROLANTE)	
ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA		ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA	
Data:	matr/08	km 30+000	km 35+000
Página		Página	
03		03	

PLANIMETRIA	OBSERVAÇÕES	VELOCIDADES	CLASSIFICAÇÃO	ANÁLISE
Valor = 0: raio infinito (tangente)	V_d : diretriz (projeto)		CS _I : Critério de Segurança I $V_{85} - V_d$	CS _I : bom $x \leq 10$
Valores < 0: curva à direita	V_{85p} : operacional potencial		CS _{II} : Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85p}$	CS _{II} : regular $10 < x \leq 20$
Valores > 0: curva à esquerda	V_{85e} : operacional efetiva por faixa		ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km	CS _{II} : fraco $x > 20$
				ICG _{km} : 0 a 50

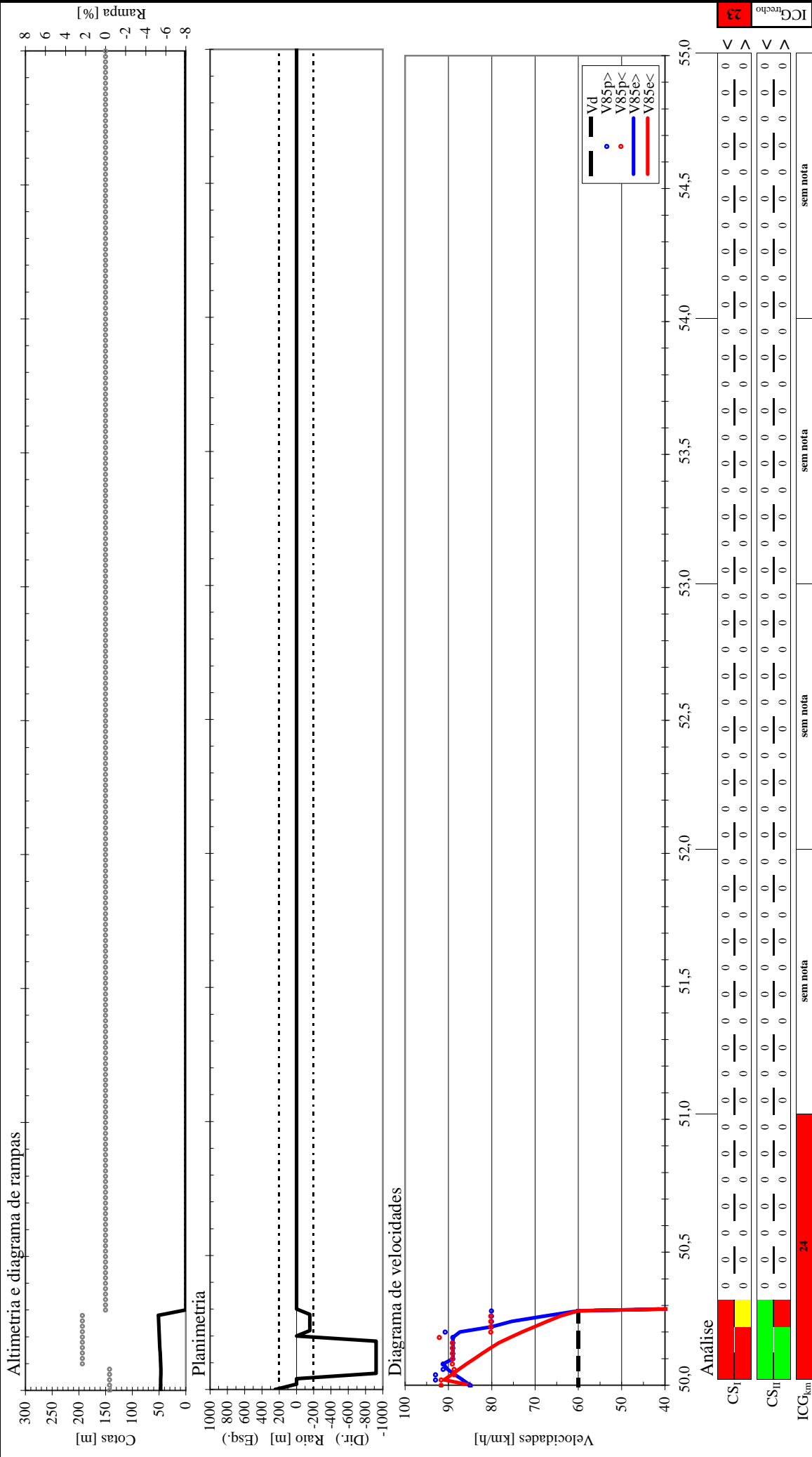


PPGEP		ANÁLISE	
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL		UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
030ERS0090		030ERS0090	
GLORINHA - ENTR. ERS-474 (P/ ROLANTE)		GLORINHA - ENTR. ERS-474 (P/ ROLANTE)	
ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA		ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA	
Data:	matr/08	km 40+000	km 45+000
Página		Página	
05		05	

PLANIMETRIA	OBSERVAÇÕES	VELOCIDADES	CLASSIFICAÇÃO	ANÁLISE
Valor = 0: raio infinito (tangente)	V_d : diretriz (projeto)		CS _I : Critério de Segurança I $V_{85} - V_d$	bom
Valores < 0: curva à direita	V_{85p} : operacional potencial		CS _{II} : Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85p}$	regular
Valores > 0: curva à esquerda	V_{85e} : operacional efetiva por faixa		ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km	fraco
				unid.
				km/h
				km/h
				pis



PPGEP		UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
030ERS0090		GLORINHA - ENTR. ERS-474 (P/ ROLANTE)	
ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA		km 45+000 ao km 50+000	
Data:	matr/08	Página 06	
OBSERVAÇÕES		ANÁLISE	
PLANIMETRIA	VELOCIDADES	CLASSIFICAÇÃO	
Valor = 0: ratio infinito (tangente)	V_d : diretriz (projeto)	bom	unid.
Valores < 0: curva à direita	V_{85p} : operacional potencial	regular	km/h
Valores > 0: curva à esquerda	V_{85e} : operacional efetiva por faixa	fraco	km/h
		$x \leq 10$	$x > 20$
		$10 < x \leq 20$	$x > 20$
		$51 \text{ a } 80$	$0 \text{ a } 50$
		$81 \text{ a } 100$	pis
		24	25
		21	25
		25	25

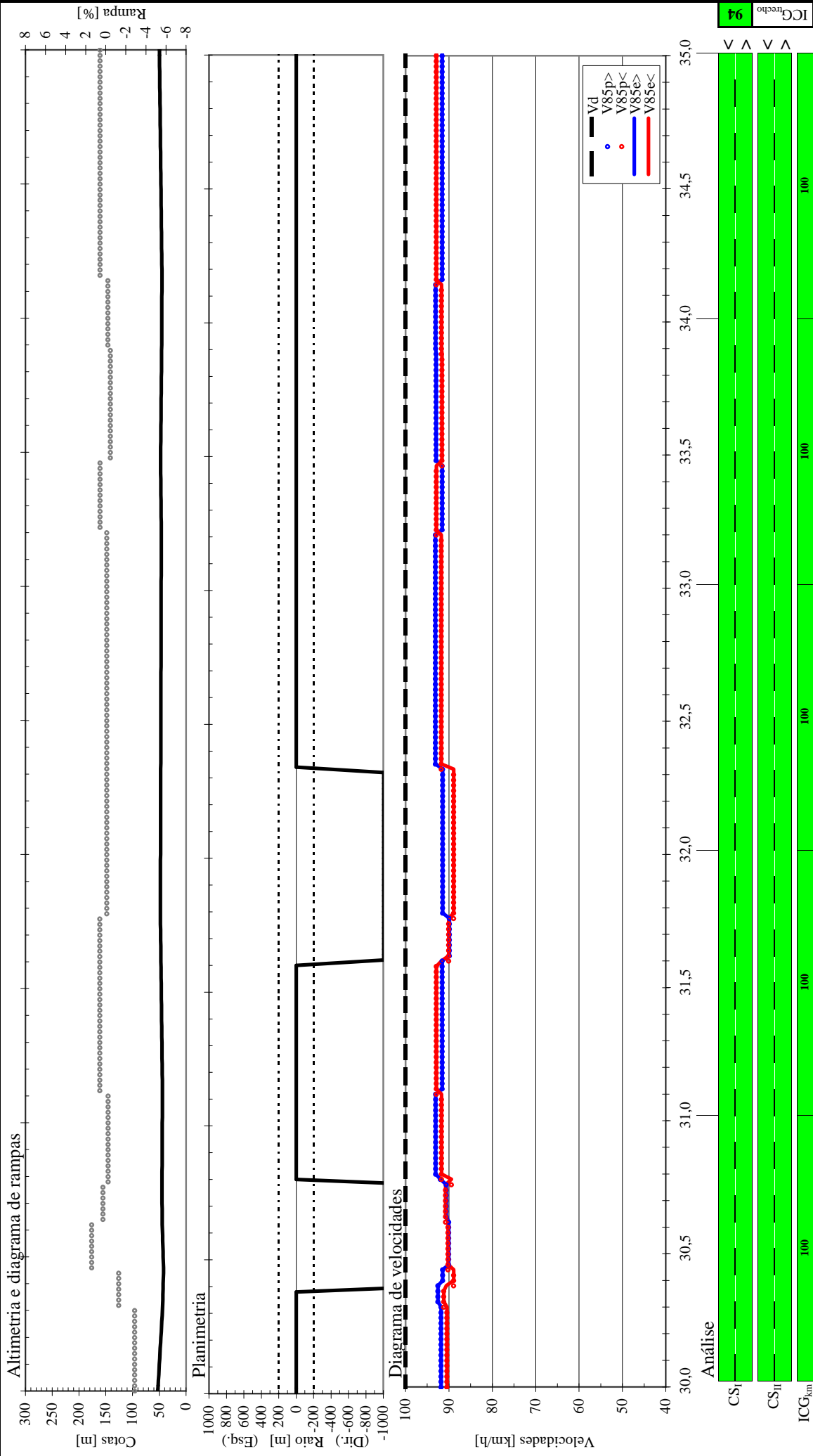


PPGEP		UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
		030ERS0090	
		GLORINHA - ENTR. ERS-474 (P/ ROLANTE)	
Data:		ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA	
mar/08		km 50+000 ao km 55+000	
		Página 07	

ANÁLISE	CLASSIFICAÇÃO		
	bom	regular	fraco
CS _j : Critério de Segurança I $V_{85} - V_{d}$	$x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$x > 20$
CS _{II} : Critério de Segurança II $V_{85i} - V_{85e+i}$	$x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$x > 20$
ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km	81 a 100	51 a 80	0 a 50

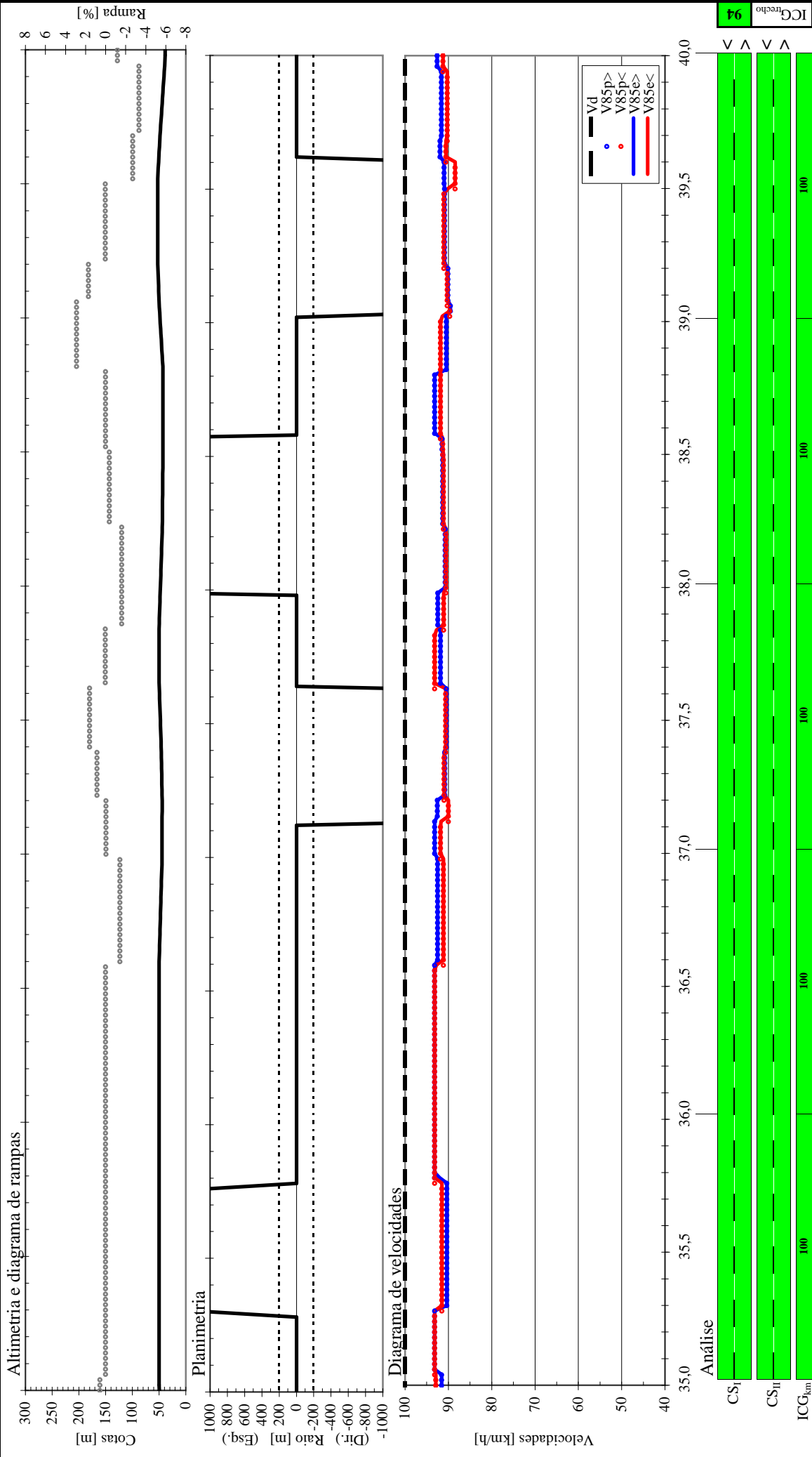
OBSERVAÇÕES	VELOCIDADES	
	V _d : diretriz (projeto)	V _{85p} : operacional potencial
	V _{85e} : operacional efetiva por faixa	

PLANIMETRIA	VELOCIDADES	ANÁLISE	sem nota	sem nota	sem nota	sem nota	sem nota
Valor = 0: ratio infinito (tangente)							
Valores < 0: curva à direita							
Valores > 0: curva à esquerda							



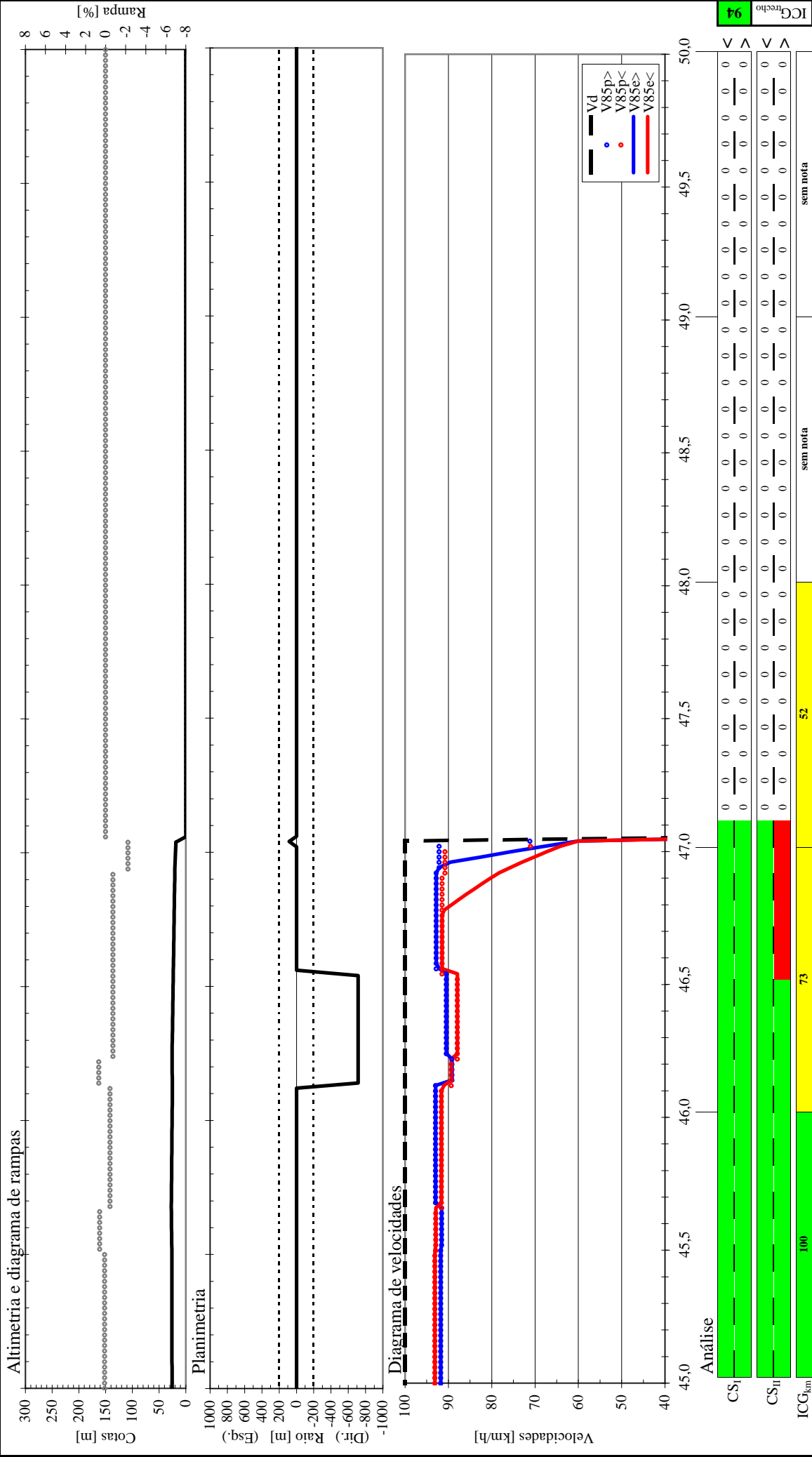
PPGEP		UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
040ERS0050		ENTR. ERS-118 (P/ PASSO DO FÚZZA) - CAPÃO DA PORTEIRA	
Data:	mar/08	ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA	
		km 30+000 ao km 35+000	
Página		05	

PLANIMETRIA	OBSERVAÇÕES	VELOCIDADES	ANÁLISE			
			CLASSIFICAÇÃO	bom	regular	fraco
Valor = 0: raio infinito (tangente)	V_d : diretriz (projeto)		CS_I : Critério de Segurança I $V_{85} - V_d$	$x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$x > 20$
Valores < 0: curva à direita	V_{85p} : operacional potencial		CS_{II} : Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85p}$	$x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$x > 20$
Valores > 0: curva à esquerda	V_{85e} : operacional efetiva por faixa		ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km	81 a 100	51 a 80	0 a 50
				100	100	100



OBSERVAÇÕES		VELOCIDADES		ANÁLISE			
PLANIMETRIA	VELOCIDADES	CLASSIFICAÇÃO		bom	regular	fraco	unid.
Valor = 0: ratio infinito (tangente)	V_{85p} : diretriz (projeto)	CS _I : Critério de Segurança I $ V_{85e} - V_{d} $	$x \leq 10$	$x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$x > 20$	km/h
Valores < 0: curva à direita	V_{85p} : operacional potencial	CS _{II} : Critério de Segurança II $ V_{85e} - V_{85e+1} $	$x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$x > 20$		km/h
Valores > 0: curva à esquerda	V_{85e} : operacional efetiva por faixa	ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km	81 a 100	51 a 80	0 a 50		pis
			100	100	100		

PPGEP	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
	040ERS0050
	ENTR. ERS-118 (P/ PASSO DO FÚZA) - CAPÃO DA PORTEIRA
Data:	ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA
	km 35+000 ao km 40+000
	mar/08



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL		PPGEP	
040ERS0050		sem nota	
ENTR. ERS-118 (P/ PASSO DO FÚZA) - CAPÃO DA PORTEIRA		sem nota	
Data:	ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA	Data:	
	km 45+000 ao km 50+000	matr/08	08

Altimetria e diagrama de rampas

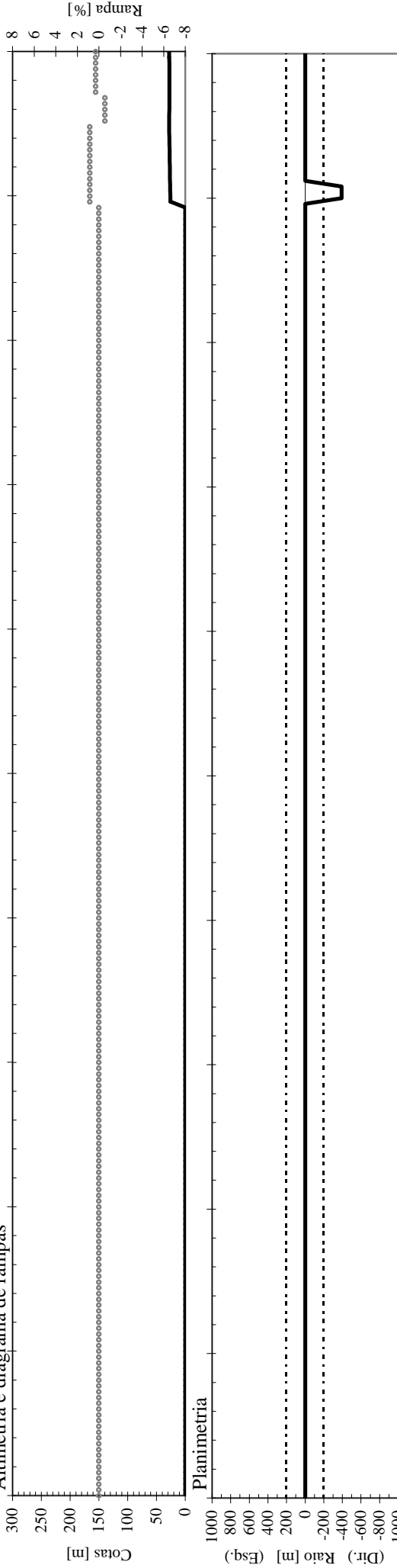
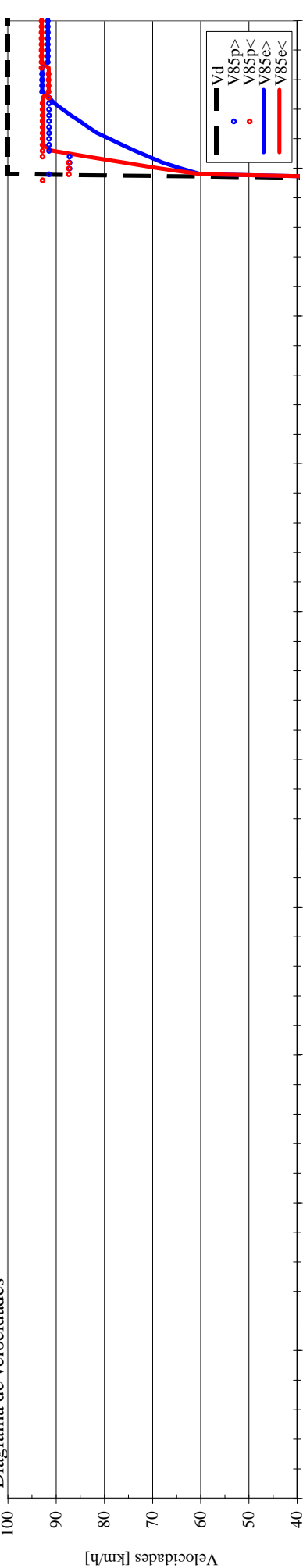
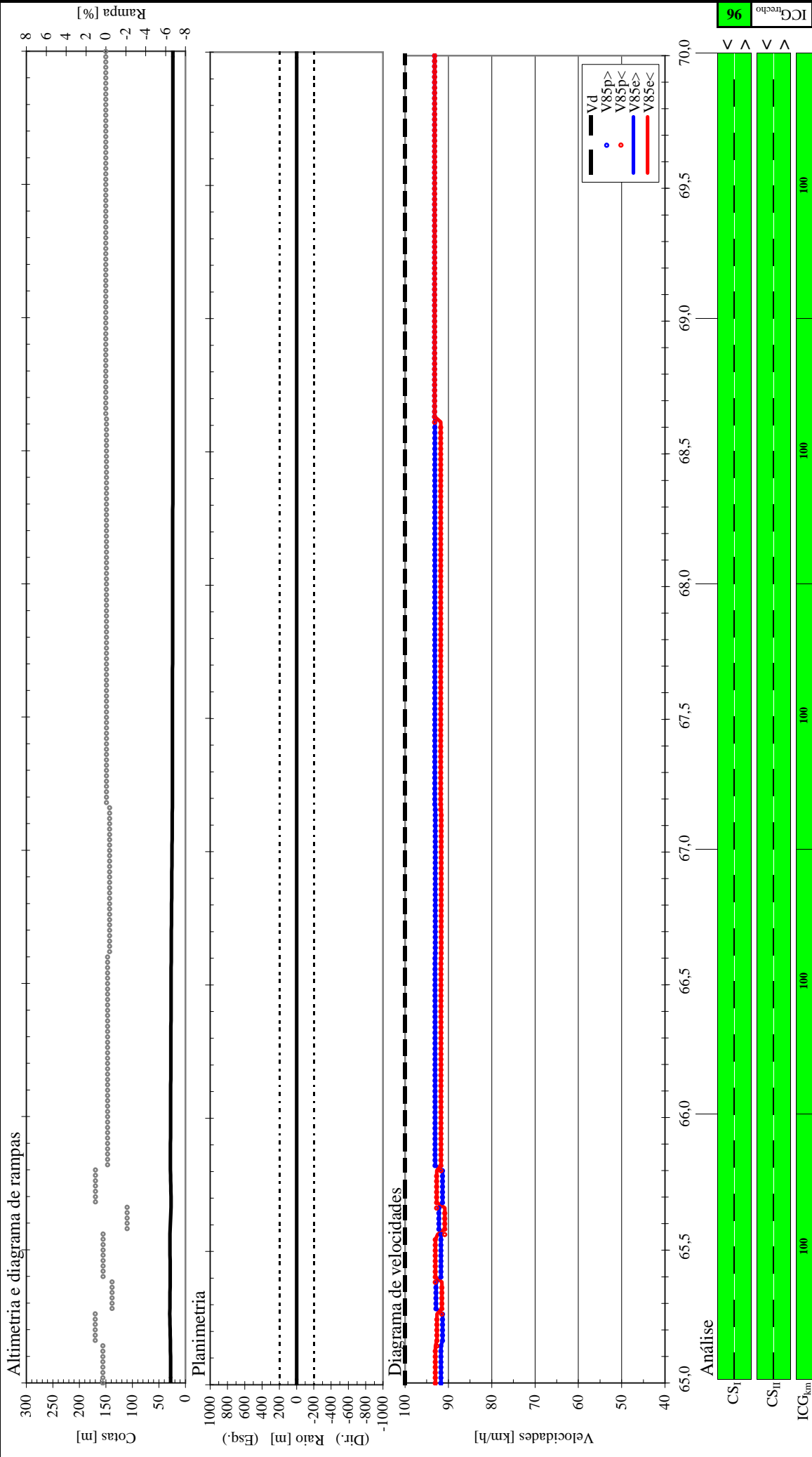


Diagrama de velocidades

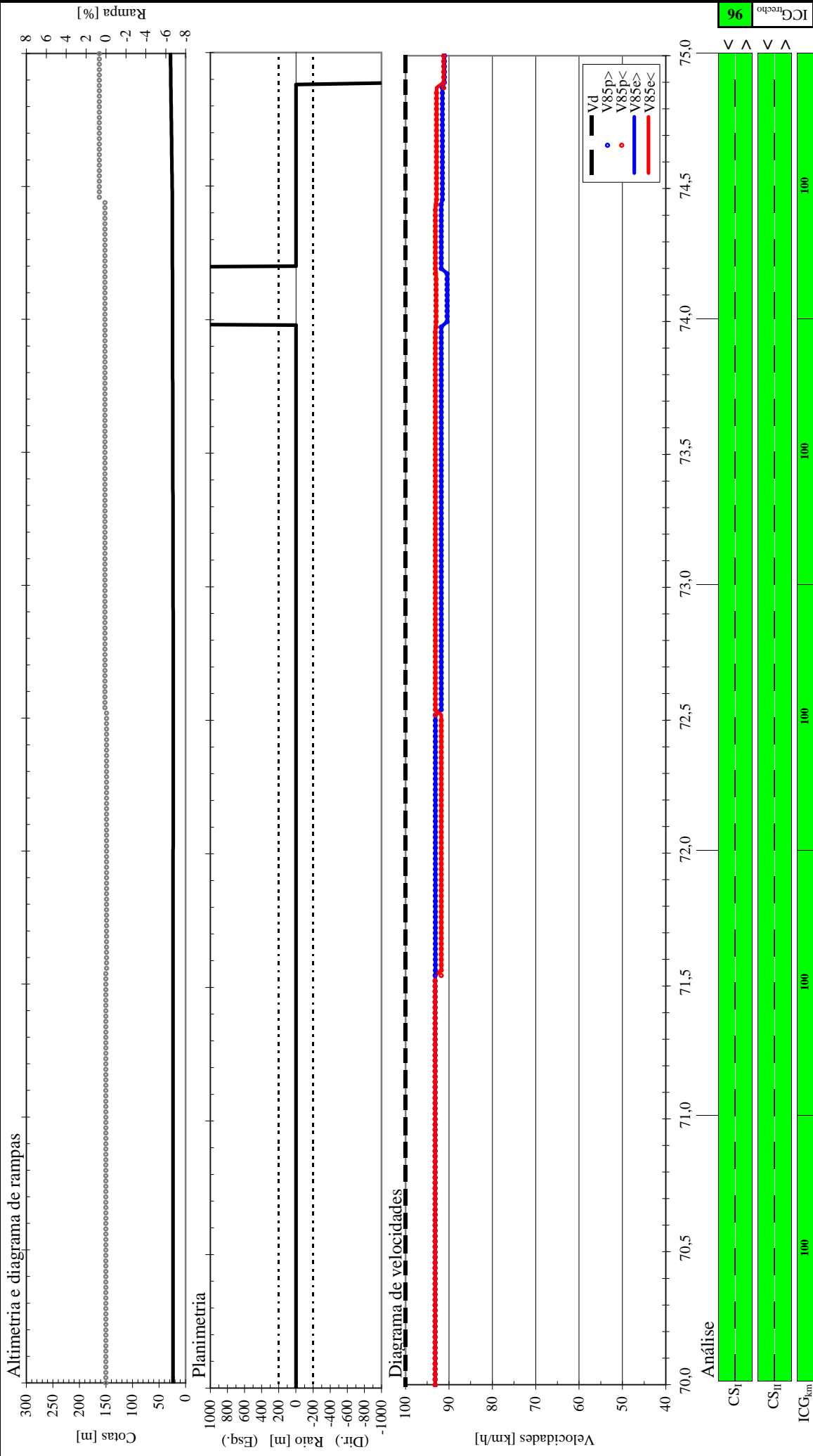


Análise	sem nota					sem nota					sem nota												
	60,0	60,5	61,0	61,5	62,0	62,5	63,0	63,5	64,0	64,5	65,0	60,0	60,5	61,0	61,5	62,0	62,5	63,0	63,5	64,0	64,5	65,0	
CS _p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CS _{tr}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ICG _{km}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PLANIMETRIA	OBSERVAÇÕES		VELOCIDADES		ANÁLISE		PPGEP	
	Valor = 0: ratio infinito (tangente)	V _d : diretriz (projeto)	V _{85p} : operacional potencial	V _{85e} : operacional efetiva por faixa	CLASSIFICAÇÃO	CS _p : Critério de Segurança I V ₈₅ - V _d	CS _{tr} : Critério de Segurança II V ₈₅ - V _{85tr}	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
Valores < 0: curva à direita	V _{85e} : operacional efetiva por faixa	81 a 100	bom	sem nota	100	sem nota	sem nota	040ERS0090
Valores > 0: curva à esquerda		51 a 80	regular	sem nota	0 a 50	sem nota	sem nota	ENTR. BRS-101 (CAPIVARI DO SUL) - ENTR. ERS-784 (P/ CIDREIRA)
		10 < x ≤ 20	fraco	sem nota	x > 20	sem nota	sem nota	Data: ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA
		x ≤ 10		sem nota	0 a 50	sem nota	sem nota	km 60+000 ao km 65+000
		x > 20		sem nota	0 a 50	sem nota	sem nota	Página
		0 a 50		sem nota	0 a 50	sem nota	sem nota	01



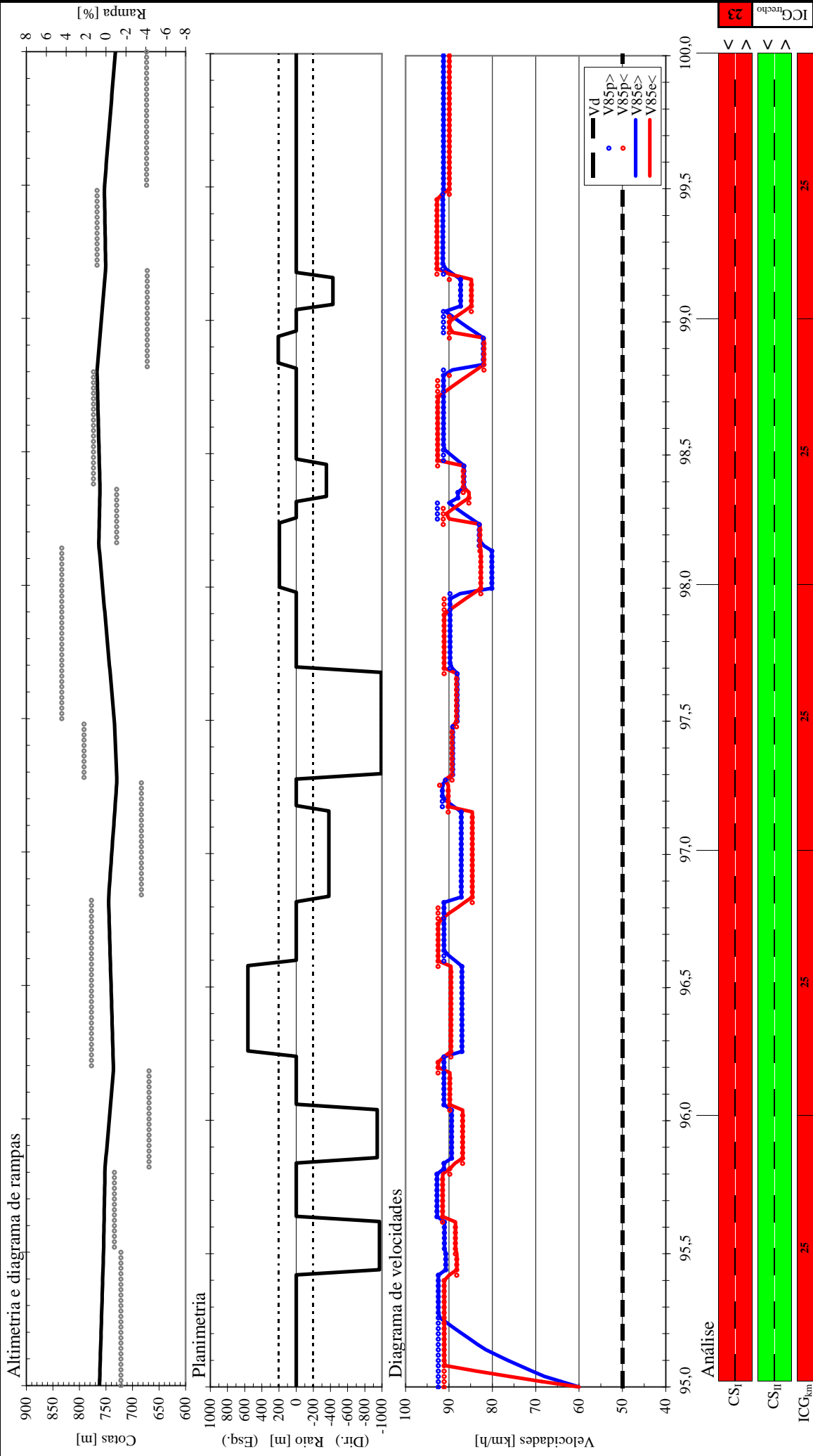
PPGEP	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
	040ERS0090
	ENTR. BRS-101 (CAPIVARI DO SUL) - ENTR. ERS-784 (P/ CIDREIRA)
Data:	ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA
mar/08	km 65+000 ao km 70+000
	Página 02



PPGEP		UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
		040ERS0090	
		ENTR. BRS-101 (CAPIVARI DO SUL) - ENTR. ERS-784 (P/ CIDREIRA)	
Data:	matr/08	ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA	
		km 70+000 ao km 75+000	
		Página 03	

ANÁLISE	CLASSIFICAÇÃO		
	bom	regular	fraco
CS _I : Critério de Segurança I $V_{85} - V_{dI}$	$x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$x > 20$
CS _{II} : Critério de Segurança II $V_{85I} - V_{85II}$	$x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$x > 20$
ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km	81 a 100	51 a 80	0 a 50

PLANIMETRIA	OBSERVAÇÕES	VELOCIDADES	ANÁLISE
Valor = 0: ratio infinito (tangente)	V_{dI} : diâmetro (projeto)	V_{85p} : operacional potencial	
Valores < 0: curva à direita	V_{85e} : operacional efetiva por faixa		
Valores > 0: curva à esquerda			



PPGEP		ANÁLISE	
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL		CLASSIFICAÇÃO	
122ERS0150		bom	fraco
ENTR. VRS-314 (P/ NOVA PÁDUA) - PASSO DO ZEFERINO		$x \leq 10$	$x > 20$
Data: mar/08		$10 < x \leq 20$	$x > 20$
ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA		$x \leq 10$	$0 \text{ a } 50$
km 95+000 to km 100+000		$10 < x \leq 20$	$51 \text{ a } 80$
Página 01		$81 \text{ a } 100$	

PLANIMETRIA	OBSERVAÇÕES	VELOCIDADES
Valor = 0: ratio infinito (tangente)	V_{d} : diretriz (projeto)	
Valores < 0: curva à direita	V_{85p} : operacional potencial	
Valores > 0: curva à esquerda	V_{85e} : operacional efetiva por faixa	

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

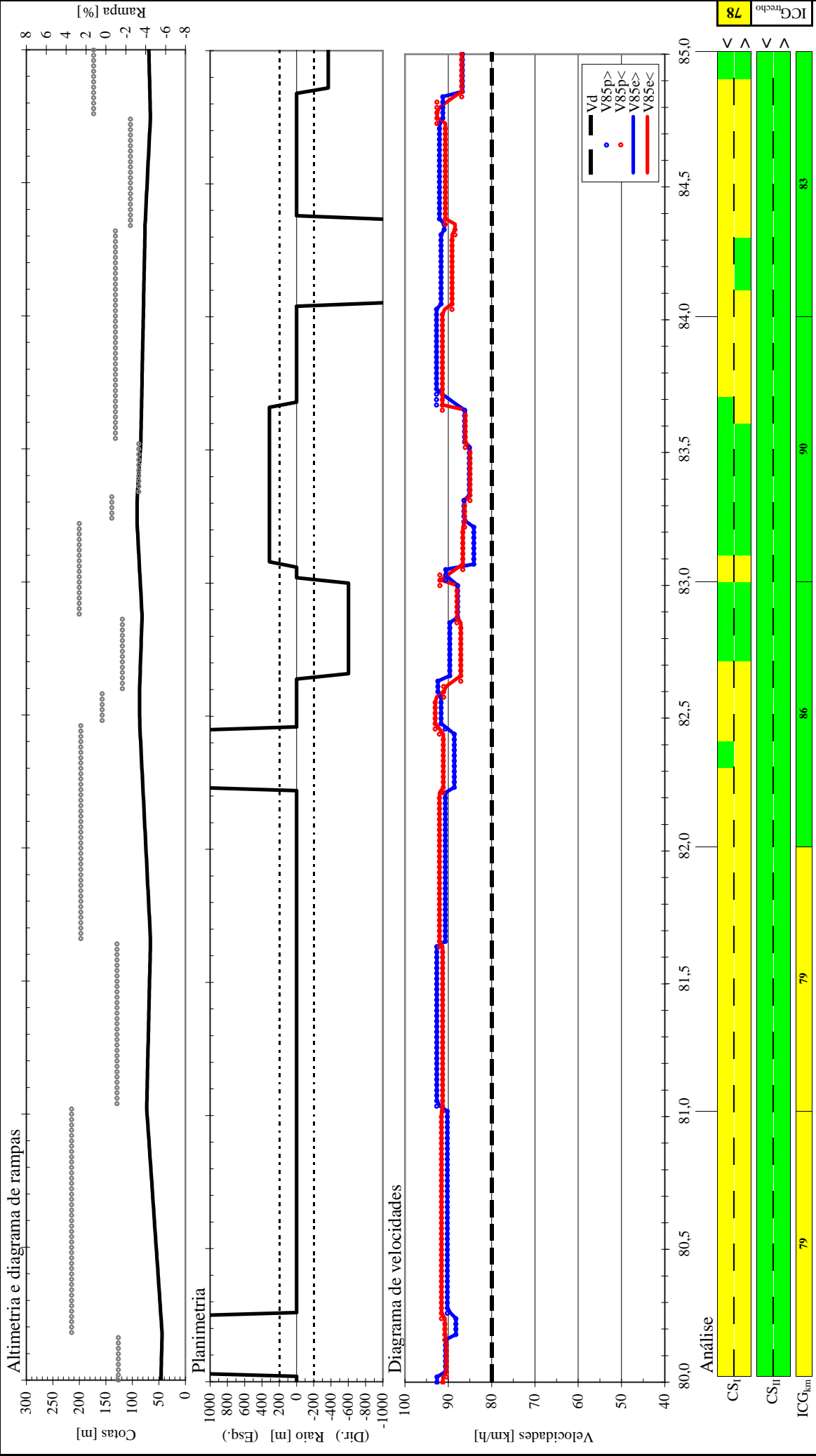
CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

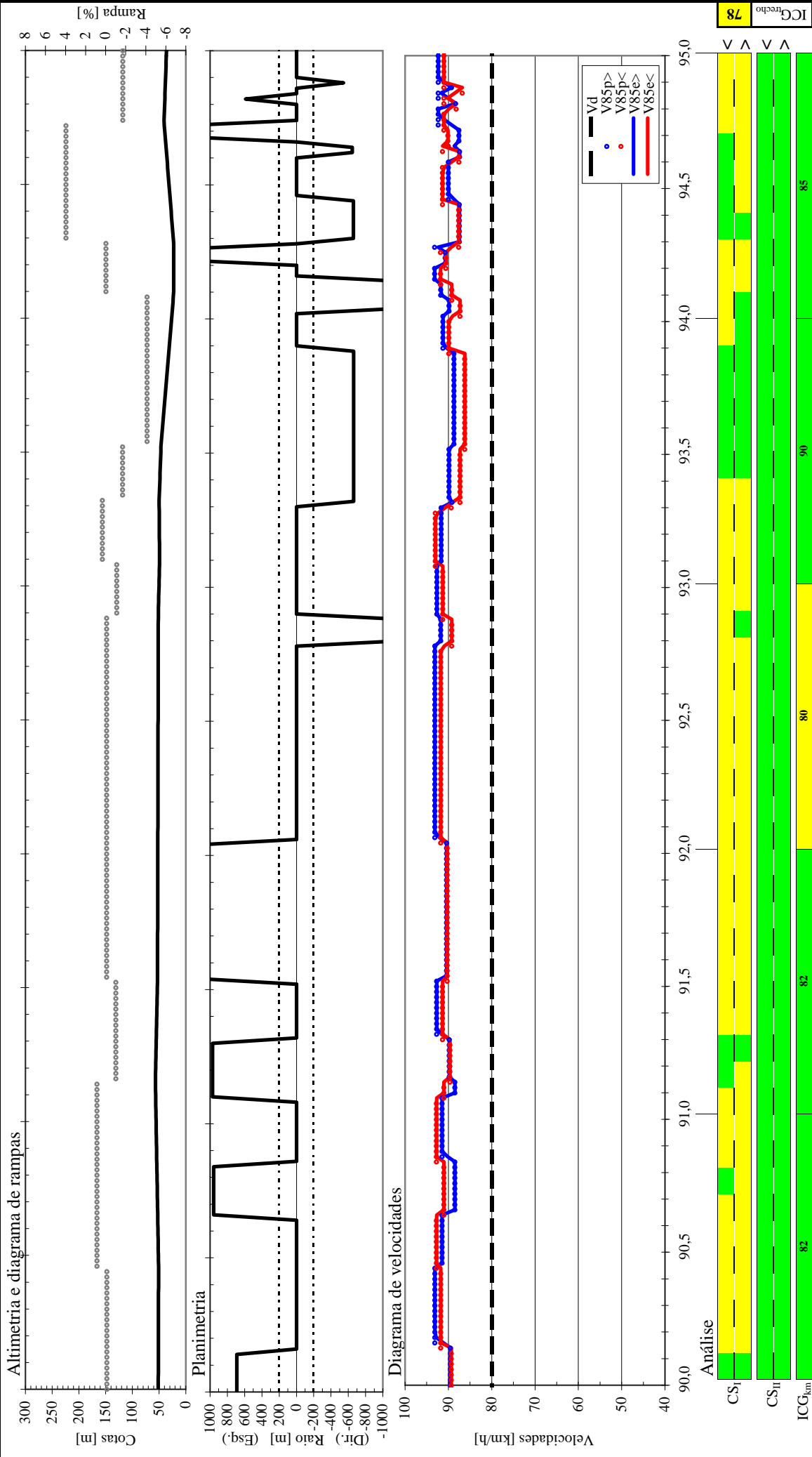
CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25

CS _I	CS _{II}	ICG _{km}
25	25	25



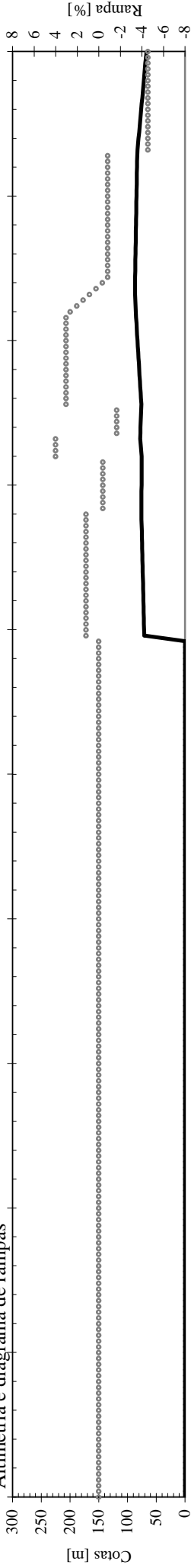
OBSERVAÇÕES		VELOCIDADES		ANÁLISE		PPGEP
PLANIMETRIA	Valor = 0: ratio infinito (tangente)	CLASSIFICAÇÃO	fraco	unid.	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	130ERS0110
	Valores < 0: curva à direita		regular	km/h		
Valores > 0: curva à esquerda	V _d : diretriz (projeto)	bom	x > 20	km/h	Data:	ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA
	V _{85p} : operacional potencial	x ≤ 10	x > 20	km/h	mar/08	km 80+000 ao km 85+000
	V _{85e} : operacional efetiva por faixa	x ≤ 10	0 a 50	pis		
		ICG _{min} : Índice de Consist. Geom. por km	81 a 100			
			79			
			86			
			90			
			83			
			78			



PPGEP		ANÁLISE	
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL		UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
130ERS0110		130ERS0110	
ENTR. VRS-311 (ARROIO DO MEIO) - ENTR. ERS-129 (P/ ROCA SALES)		ENTR. VRS-311 (ARROIO DO MEIO) - ENTR. ERS-129 (P/ ROCA SALES)	
Data:	mar/08	CS _I : Critério de Segurança I $V_{85} - V_d$	CS _{II} : Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85e}$
ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA		ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km	
km 90+000 ao km 95+000			
Página 04			

PLANIMETRIA	OBSERVAÇÕES	VELOCIDADES	CLASSIFICAÇÃO	ANÁLISE	unid.
Valor = 0: raio infinito (tangente)	V_{85p} : diâtriz (projeto)			bom	km/h
Valores < 0: curva à direita	V_{85e} : operacional potencial			regular	km/h
Valores > 0: curva à esquerda	V_{85e} : operacional efetiva por faixa			fraco	km/h
					pis

Altimetria e diagrama de rampas



Planimetria

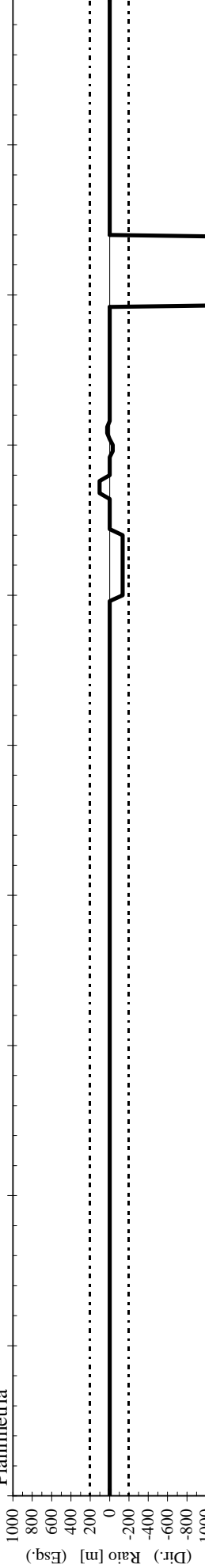
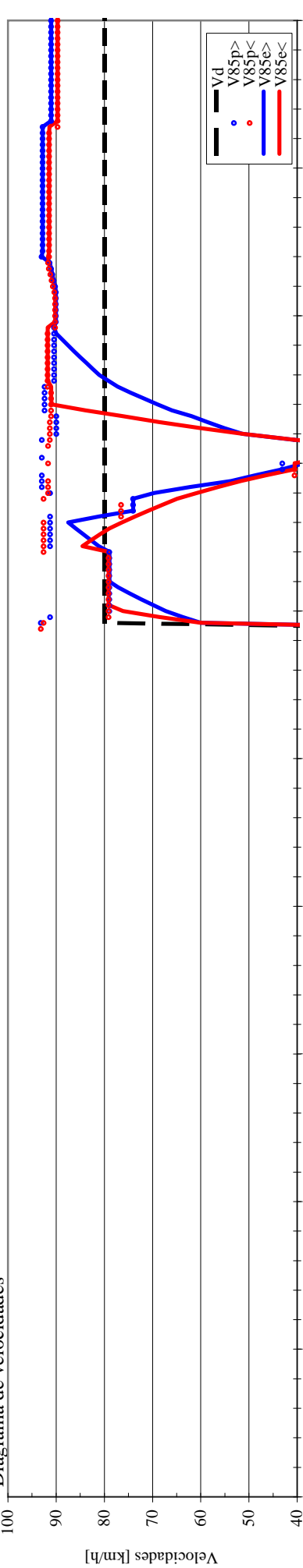


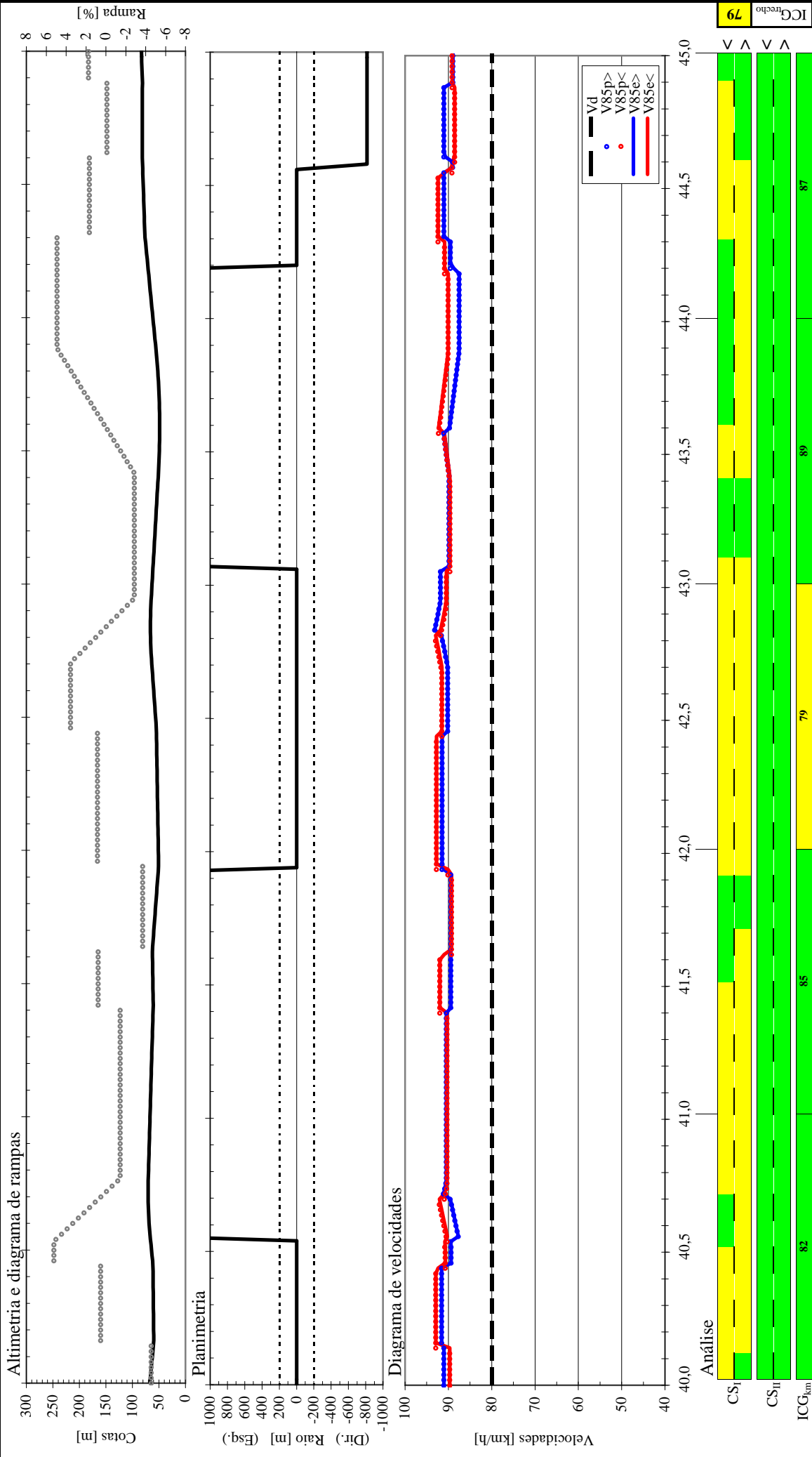
Diagrama de velocidades



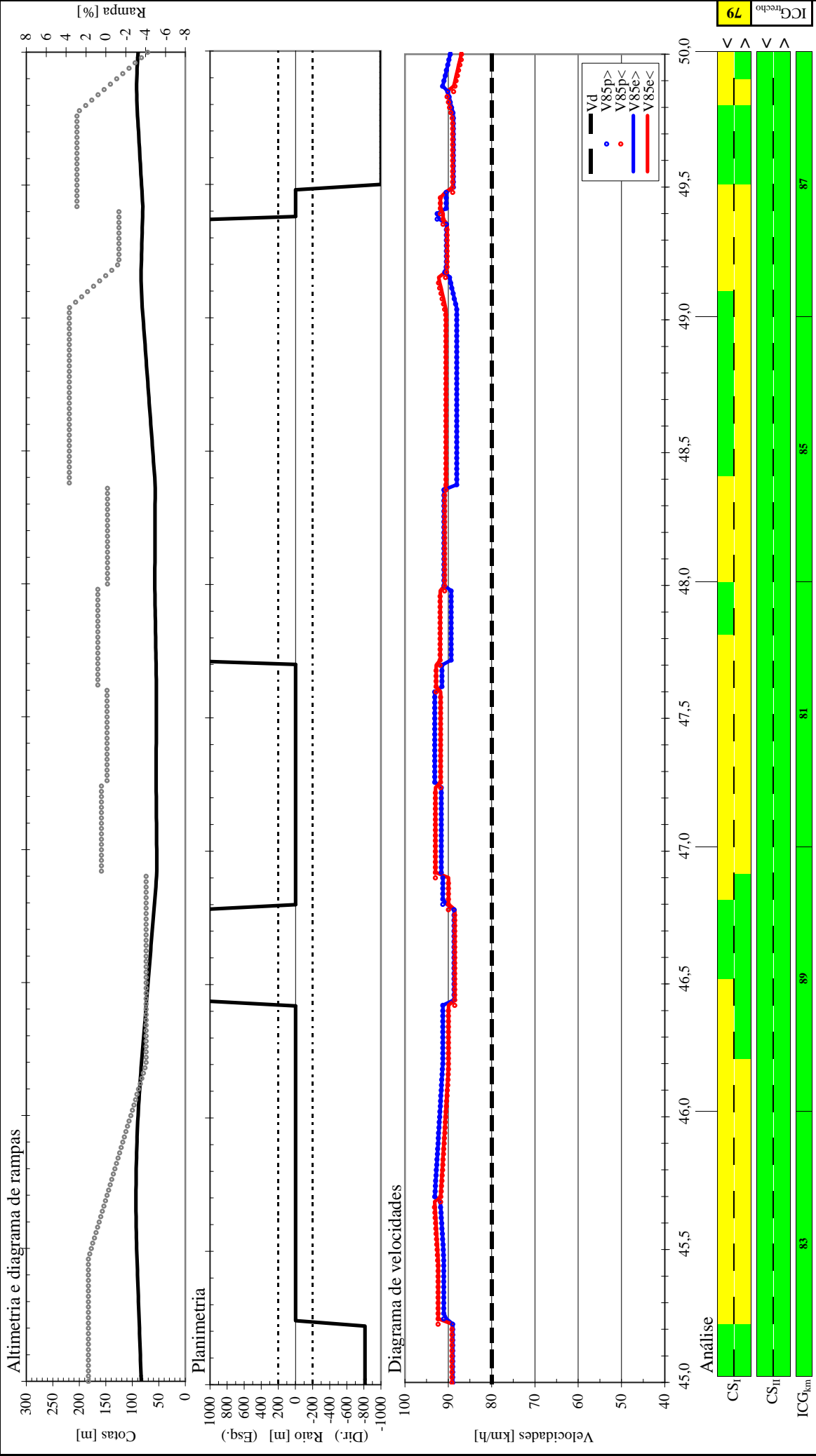
Análise	sem nota				sem nota				ICG _{km}			
	35,0	35,5	36,0	36,5	37,0	37,5	38,0	38,5		39,0	39,5	40,0
CS _i	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CS _{II}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ICG _{km}	sem nota				sem nota				100	67	82	

PLANIMETRIA		VELOCIDADES		ANÁLISE	
Valor = 0: ratio infinito (tangente)	V _d : diretriz (projeto)	CLASSIFICAÇÃO	CS _i : Critério de Segurança I V ₈₅ - V _d	bom	x ≤ 10
Valores < 0: curva à direita	V _{85p} : operacional potencial	VELOCIDADES	CS _{II} : Critério de Segurança II V _{85i} - V _{85p}	regular	10 < x ≤ 20
Valores > 0: curva à esquerda	V _{85e} : operacional efetiva por faixa	VELOCIDADES	ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km	fraco	x > 20
					0 a 50
					51 a 80
					81 a 100

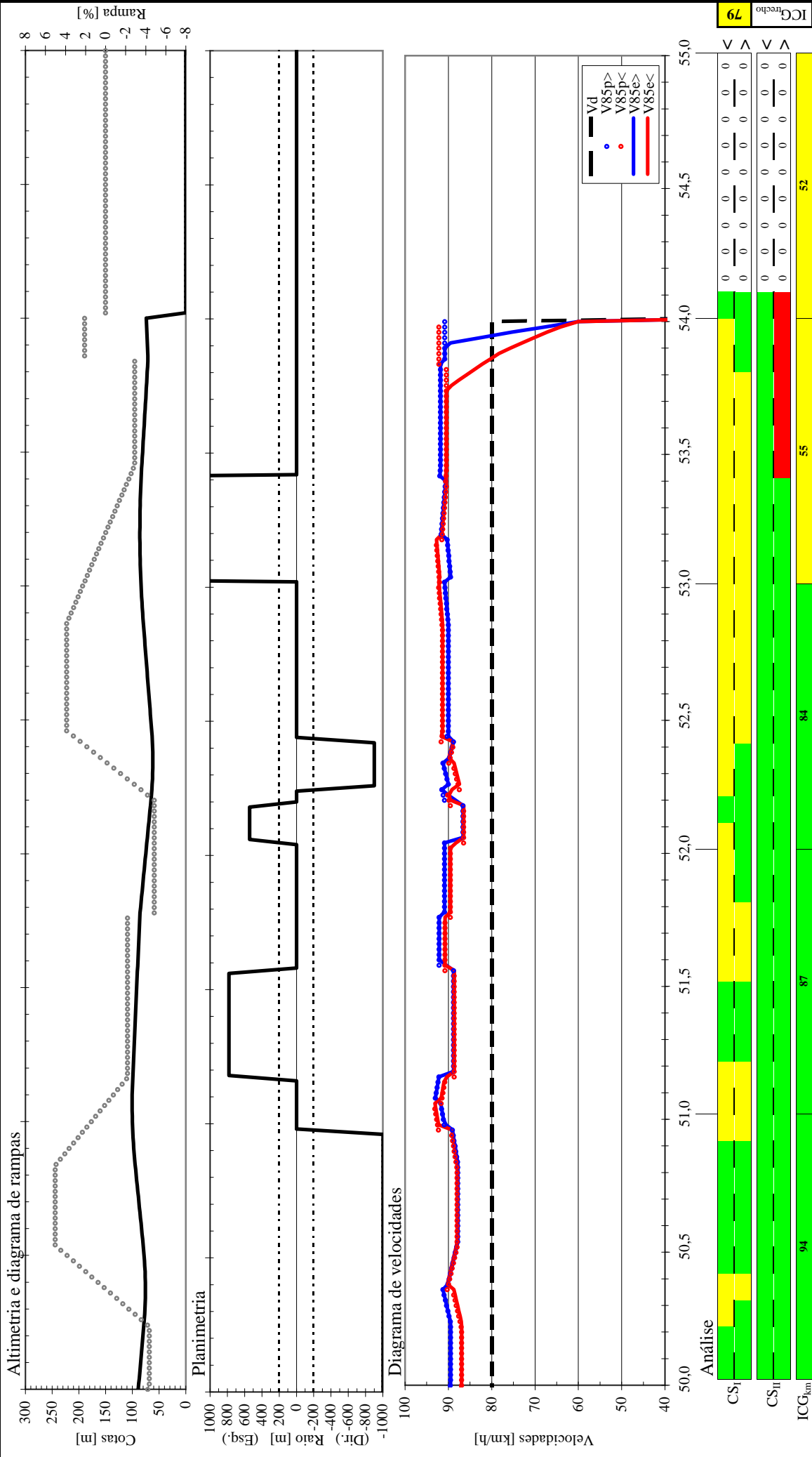
PPGEP	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
	453RST0090
	ENTR. BRS-386(B)/ERS-129 (ESTRELA) - ENTR. ERS-128 (TEUTÔNIA)
Data:	ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA
mar/08	km 35+000 ao km 40+000



PPGEP		ANÁLISE	
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL		UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
453RST0090		ENTR. BRS-386(B)/ERS-129 (ESTRELA) - ENTR. ERS-128 (TEUTÔNIA)	
Data: mar/08		ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA	
km 40+000 ao km 45+000		Página 02	
PLANIMETRIA	OBSERVAÇÕES	VELOCIDADES	CLASSIFICAÇÃO
Valor = 0: raio infinito (tangente)	V _d : diretriz (projeto)	V _{85p} : operacional potencial	CS _I : Critério de Segurança I V ₈₅ - V _d
Valores < 0: curva à direita	V _{85e} : operacional efetiva por faixa		CS _{II} : Critério de Segurança II V _{85i} - V _{85e+1}
Valores > 0: curva à esquerda			ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km
			unid. km/h
			fraco x > 20
			regular 10 < x ≤ 20
			bom x ≤ 10
			0 a 50
			51 a 80
			81 a 100
			79
			85
			87

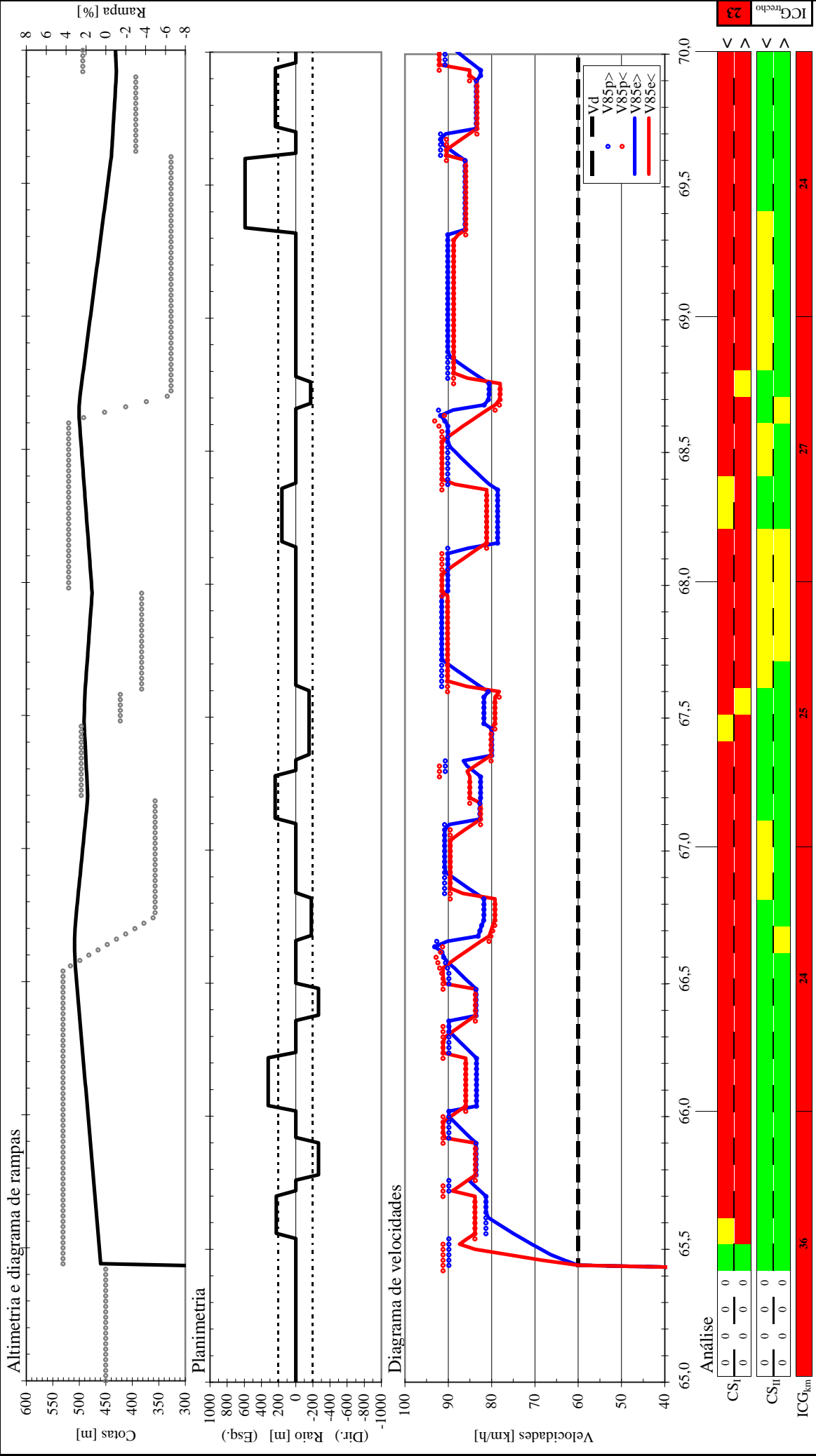


PPGEP		UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL																																																	
453RST0090		ENTR. BRS-386(B)/ERS-129 (ESTRELA) - ENTR. ERS-128 (TEUTÔNIA)																																																	
Data: mar/08		ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA																																																	
km 45+000 ao km 50+000		Página 03																																																	
PLANIMETRIA	OBSERVAÇÕES	VELOCIDADES	ANÁLISE																																																
Valor = 0: raio infinito (tangente)	V_d : diretriz (projeto)		CLASSIFICAÇÃO																																																
Valores < 0: curva à direita	V_{85p} : operacional potencial		CS_p : Critério de Segurança I $V_{85} - V_d$																																																
Valores > 0: curva à esquerda	V_{85e} : operacional efetiva por faixa		CS_{II} : Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85e+1}$																																																
			ICG_{km} : Índice de Consist. Geom. por km																																																
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>unid.</th> <th>fraco</th> <th>regular</th> <th>bom</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>km/h</td> <td>$x > 20$</td> <td>$10 < x \leq 20$</td> <td>$x \leq 10$</td> </tr> <tr> <td>km/h</td> <td>$x > 20$</td> <td>$10 < x \leq 20$</td> <td>$x \leq 10$</td> </tr> <tr> <td>pis</td> <td>0 a 50</td> <td>51 a 80</td> <td>81 a 100</td> </tr> </tbody> </table>	unid.	fraco	regular	bom	km/h	$x > 20$	$10 < x \leq 20$	$x \leq 10$	km/h	$x > 20$	$10 < x \leq 20$	$x \leq 10$	pis	0 a 50	51 a 80	81 a 100																																
unid.	fraco	regular	bom																																																
km/h	$x > 20$	$10 < x \leq 20$	$x \leq 10$																																																
km/h	$x > 20$	$10 < x \leq 20$	$x \leq 10$																																																
pis	0 a 50	51 a 80	81 a 100																																																
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>km</th> <th>CS_p</th> <th>CS_{II}</th> <th>ICG_{km}</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>45,0</td> <td>90</td> <td>90</td> <td>83</td> </tr> <tr> <td>45,5</td> <td>90</td> <td>90</td> <td>83</td> </tr> <tr> <td>46,0</td> <td>90</td> <td>90</td> <td>83</td> </tr> <tr> <td>46,5</td> <td>90</td> <td>90</td> <td>89</td> </tr> <tr> <td>47,0</td> <td>90</td> <td>90</td> <td>81</td> </tr> <tr> <td>47,5</td> <td>90</td> <td>90</td> <td>81</td> </tr> <tr> <td>48,0</td> <td>90</td> <td>90</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>48,5</td> <td>90</td> <td>90</td> <td>85</td> </tr> <tr> <td>49,0</td> <td>90</td> <td>90</td> <td>87</td> </tr> <tr> <td>49,5</td> <td>90</td> <td>90</td> <td>87</td> </tr> <tr> <td>50,0</td> <td>90</td> <td>90</td> <td>87</td> </tr> </tbody> </table>	km	CS _p	CS _{II}	ICG _{km}	45,0	90	90	83	45,5	90	90	83	46,0	90	90	83	46,5	90	90	89	47,0	90	90	81	47,5	90	90	81	48,0	90	90	85	48,5	90	90	85	49,0	90	90	87	49,5	90	90	87	50,0	90	90	87
km	CS _p	CS _{II}	ICG _{km}																																																
45,0	90	90	83																																																
45,5	90	90	83																																																
46,0	90	90	83																																																
46,5	90	90	89																																																
47,0	90	90	81																																																
47,5	90	90	81																																																
48,0	90	90	85																																																
48,5	90	90	85																																																
49,0	90	90	87																																																
49,5	90	90	87																																																
50,0	90	90	87																																																



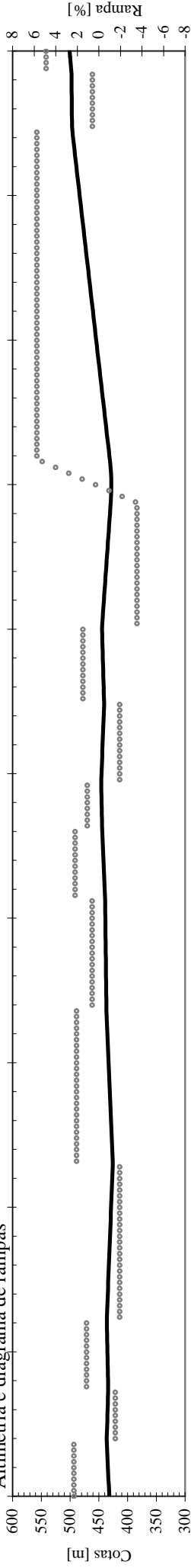
PPGEP	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
	453RST0090
	ENTR. BRS-386(B)/ERS-129 (ESTRELA) - ENTR. ERS-128 (TEUTÔNIA)
Data:	ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA
matr/08	km 50+000 ao km 55+000
Página	04

OBSERVAÇÕES	ANÁLISE														
	VELOCIDADES	CLASSIFICAÇÃO	unid.												
Valor = 0: ratio infinito (tangente)	V_{d} : diretriz (projeto)	CS _j : Critério de Segurança I $V_{85} - V_{d}$	km/h												
Valores < 0: curva à direita	V_{85p} : operacional potencial	CS _{jII} : Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85p}$	km/h												
Valores > 0: curva à esquerda	V_{85e} : operacional efetiva por faixa	ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km	pis												
		<table border="1"> <tr> <td>bom</td> <td>regular</td> <td>fraco</td> </tr> <tr> <td>$x \leq 10$</td> <td>$10 < x \leq 20$</td> <td>$x > 20$</td> </tr> <tr> <td>$x \leq 10$</td> <td>$10 < x \leq 20$</td> <td>$x > 20$</td> </tr> <tr> <td>81 a 100</td> <td>51 a 80</td> <td>0 a 50</td> </tr> </table>	bom	regular	fraco	$x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$x > 20$	$x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$x > 20$	81 a 100	51 a 80	0 a 50	
bom	regular	fraco													
$x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$x > 20$													
$x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$x > 20$													
81 a 100	51 a 80	0 a 50													



OBSERVAÇÕES		VELOCIDADES		ANÁLISE		PPGEP	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
PLANIMETRIA		VELOCIDADES		CLASSIFICAÇÃO		453ERS0115		
Valor = 0: ratio infinito (tangente)		V _d : diretriz (projeto)		CS _I : Critério de Segurança I V ₈₅ - V _d		ACESSO A IMIGRANTE - ENTR. RST-470(A) (GARIBALDI)		
Valores < 0: curva à direita		V _{85p} : operacional potencial		CS _{II} : Critério de Segurança II V ₈₅ - V _{85p}		ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA		
Valores > 0: curva à esquerda		V _{85e} : operacional efetiva por faixa		ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km		Data: mar/08		
				CS _I : 0 0 0 0		km 65+000 ao km 70+000		
				CS _{II} : 0 0 0 0		Página 01		
				ICG _{km} : 36 24 25 27 24				

Altimetria e diagrama de rampas



Planimetria

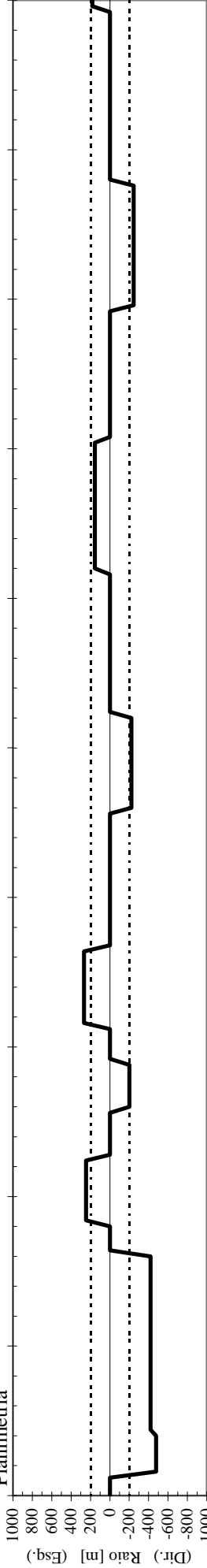
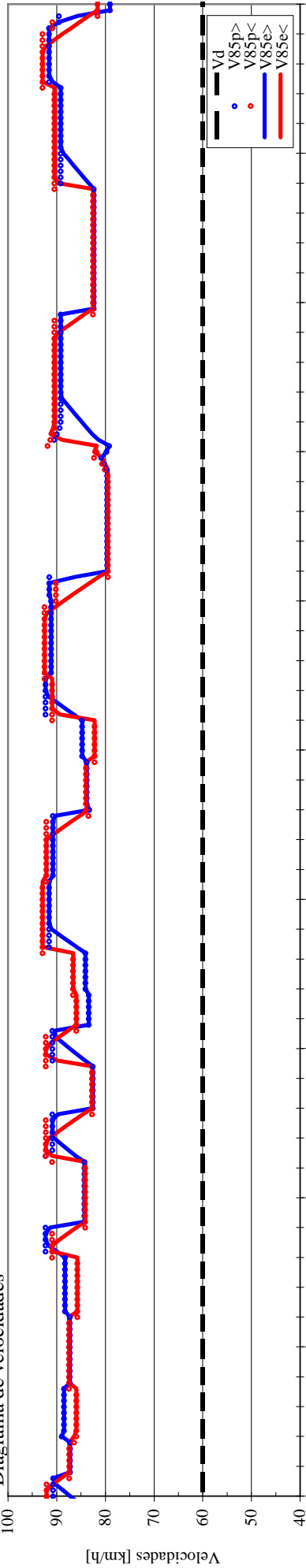
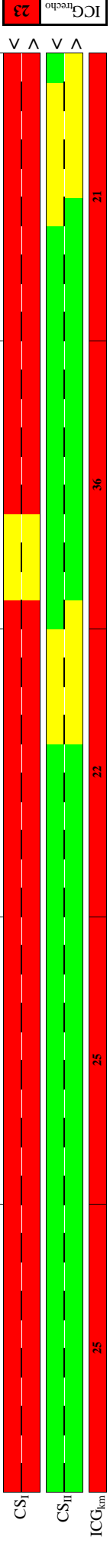


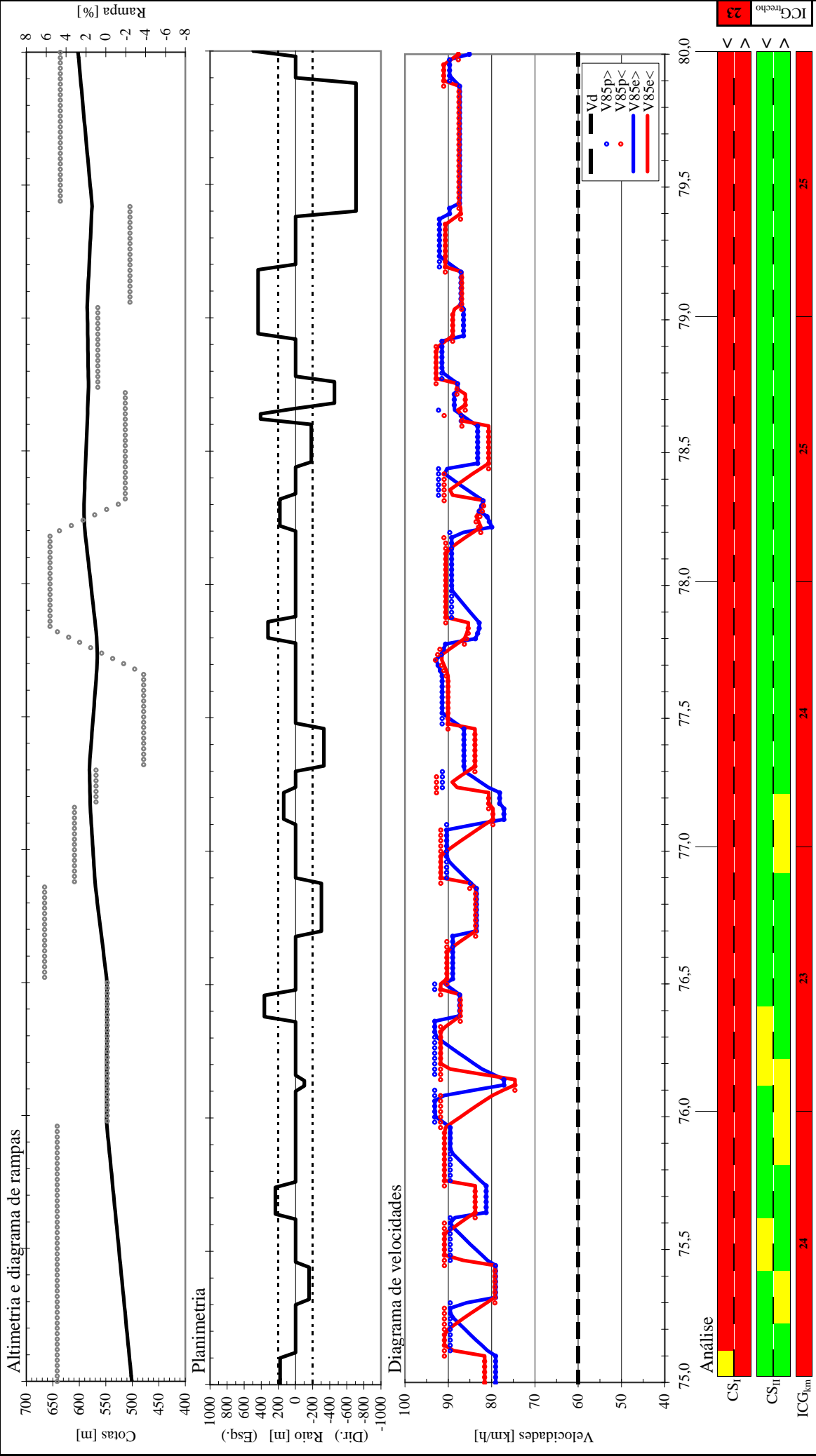
Diagrama de velocidades



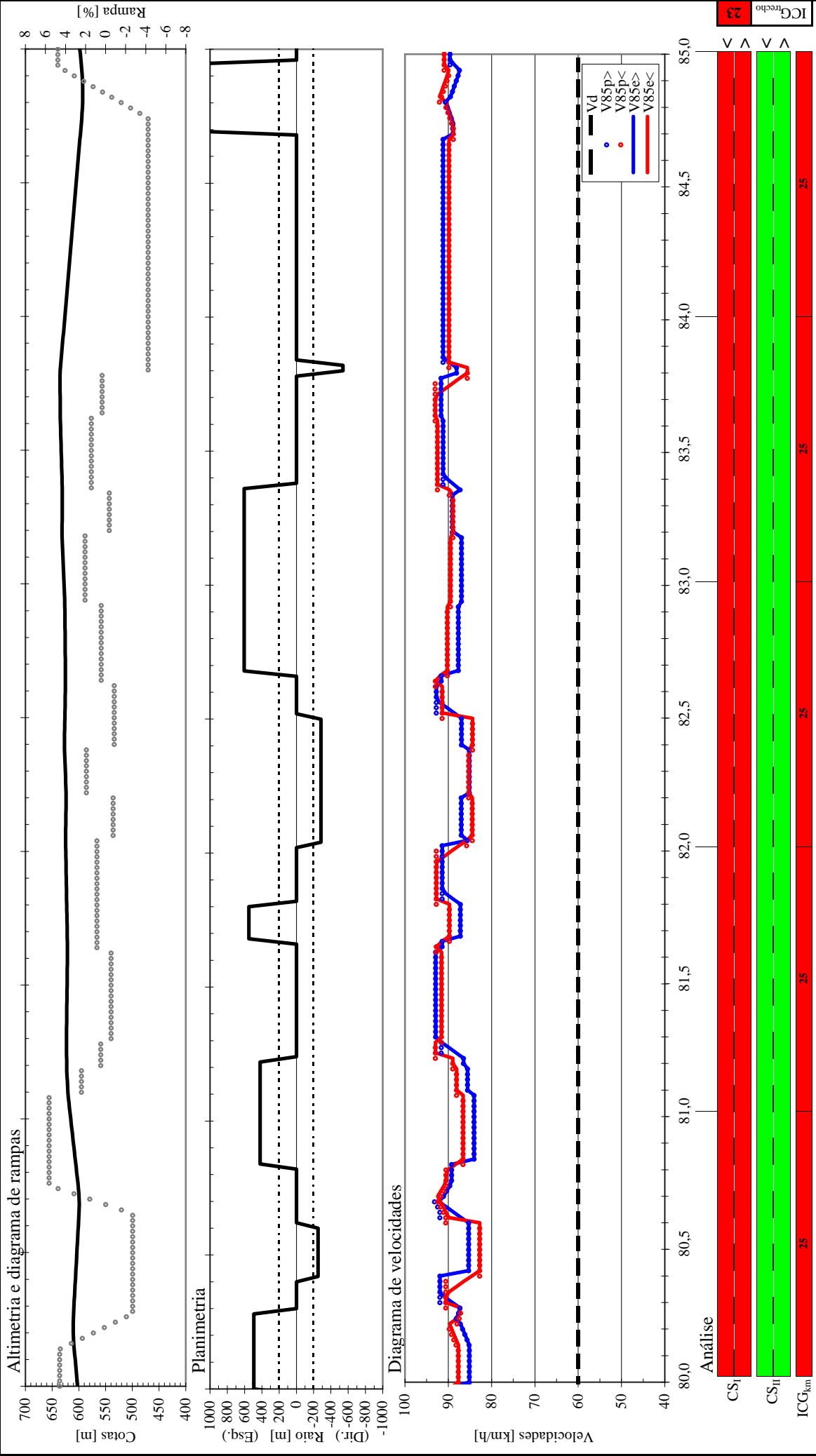
Análise



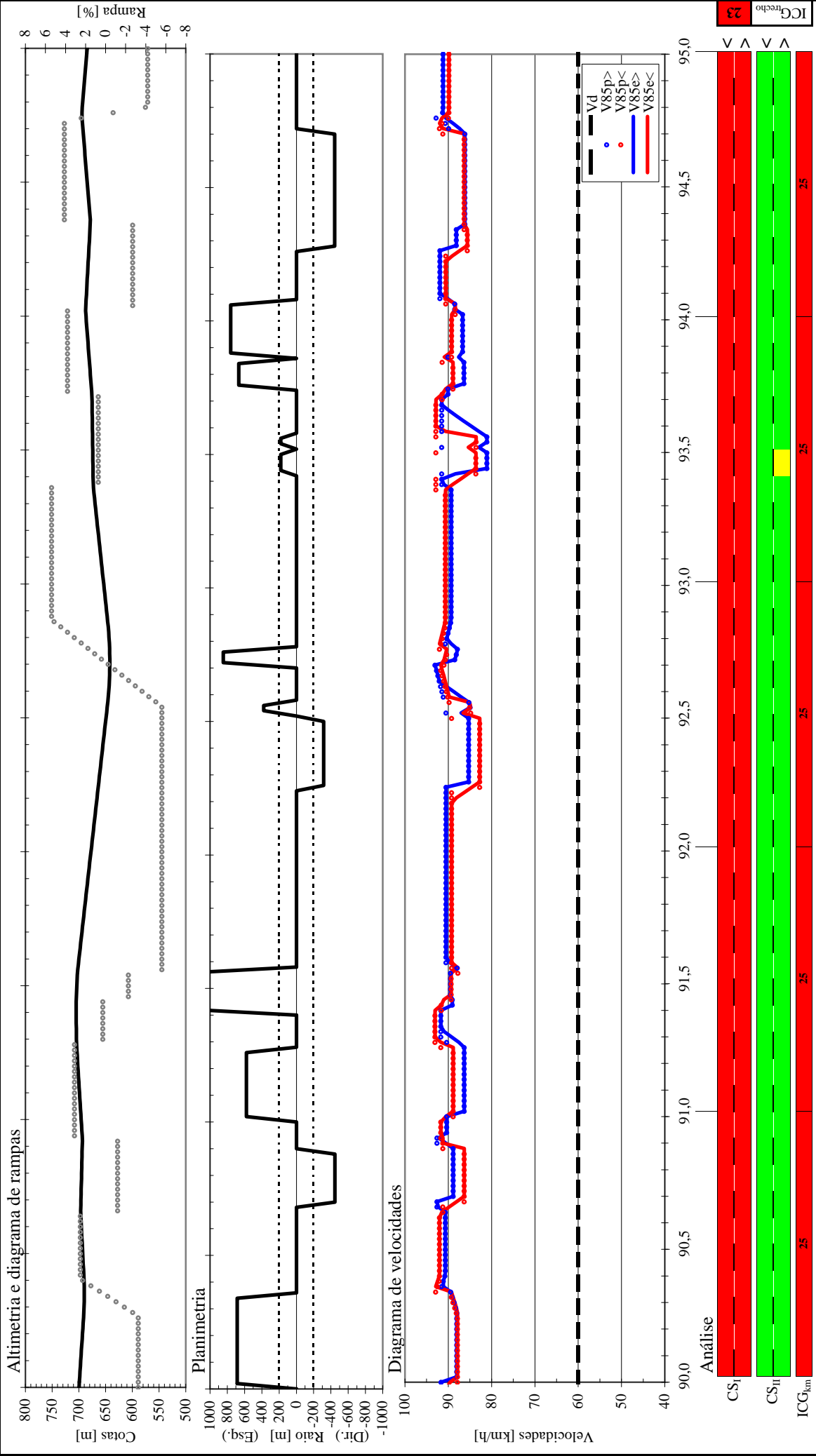
OBSERVAÇÕES		VELOCIDADES		ANÁLISE	
PLANIMETRIA	VELOCIDADES	CLASSIFICAÇÃO		unid.	
Valor = 0: ratio infinito (tangente)	V _d : diretriz (projeto)	CS _I : Critério de Segurança I V _{85p} - V _d	bom	x ≤ 10	km/h
Valores < 0: curva à direita	V _{85p} : operacional potencial	CS _{II} : Critério de Segurança II V _{85p} - V _{85p+1}	regular	10 < x ≤ 20	km/h
Valores > 0: curva à esquerda	V _{85e} : operacional efetiva por faixa	ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km	fraco	x > 20	km/h
				0 a 50	pis



PPGEP		UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
453ERS0115		ACESSO A IMIGRANTE - ENTR. RST-470(A) (GARIBALDI)	
Data:	matr/08	ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA	
km 75+000 ao km 80+000		Página 03	
OBSERVAÇÕES		ANÁLISE	
PLANIMETRIA	VELOCIDADES	CLASSIFICAÇÃO	
Valor = 0: ratio infinito (tangente)	V_d : diretriz (projeto)	bom	fraco
Valores < 0: curva à direita	V_{85p} : operacional potencial	regular	
Valores > 0: curva à esquerda	V_{85e} : operacional efetiva por faixa		
		$x \leq 10$ $10 < x \leq 20$	$x > 20$
		$x \leq 10$ $10 < x \leq 20$	$x > 20$
		81 a 100	0 a 50
		23	24
		24	25
		25	25



PPGEP		UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL																	
453ERS0115		ACesso A IMIGRANTE - ENTR. RST-470(A) (GARIBALDI)																	
Data: mar/08		ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA																	
km 80+000 ao km 85+000		Página 04																	
PLANIMETRIA	OBSERVAÇÕES	VELOCIDADES	ANÁLISE																
Valor = 0: raio infinito (tangente)	V_d : diretriz (projeto)		CLASSIFICAÇÃO																
Valores < 0: curva à direita	V_{85p} : operacional potencial		CS_I : Critério de Segurança I $V_{85} - V_d$																
Valores > 0: curva à esquerda	V_{85e} : operacional efetiva por faixa		CS_{II} : Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85e+I}$																
			ICG_{km} : Índice de Consist. Geom. por km																
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>unid.</th> <th>fraco</th> <th>regular</th> <th>bom</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>km/h</td> <td>$x > 20$</td> <td>$10 < x \leq 20$</td> <td>$x \leq 10$</td> </tr> <tr> <td>km/h</td> <td>$x > 20$</td> <td>$10 < x \leq 20$</td> <td>$x \leq 10$</td> </tr> <tr> <td>pis</td> <td>0 a 50</td> <td>51 a 80</td> <td>81 a 100</td> </tr> </tbody> </table>	unid.	fraco	regular	bom	km/h	$x > 20$	$10 < x \leq 20$	$x \leq 10$	km/h	$x > 20$	$10 < x \leq 20$	$x \leq 10$	pis	0 a 50	51 a 80	81 a 100
unid.	fraco	regular	bom																
km/h	$x > 20$	$10 < x \leq 20$	$x \leq 10$																
km/h	$x > 20$	$10 < x \leq 20$	$x \leq 10$																
pis	0 a 50	51 a 80	81 a 100																
CS _I			25																
CS _{II}			25																
ICG _{km}			25																



PPGEP		ANÁLISE	
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL		453ERS0115	
ACESSO A IMIGRANTE - ENTR. RST-470(A) (GARIBALDI)		ACESSO A IMIGRANTE - ENTR. RST-470(A) (GARIBALDI)	
Data: mar/08		Data: mar/08	
km 90+000 ao km 95+000		km 90+000 ao km 95+000	
Página 06		Página 06	

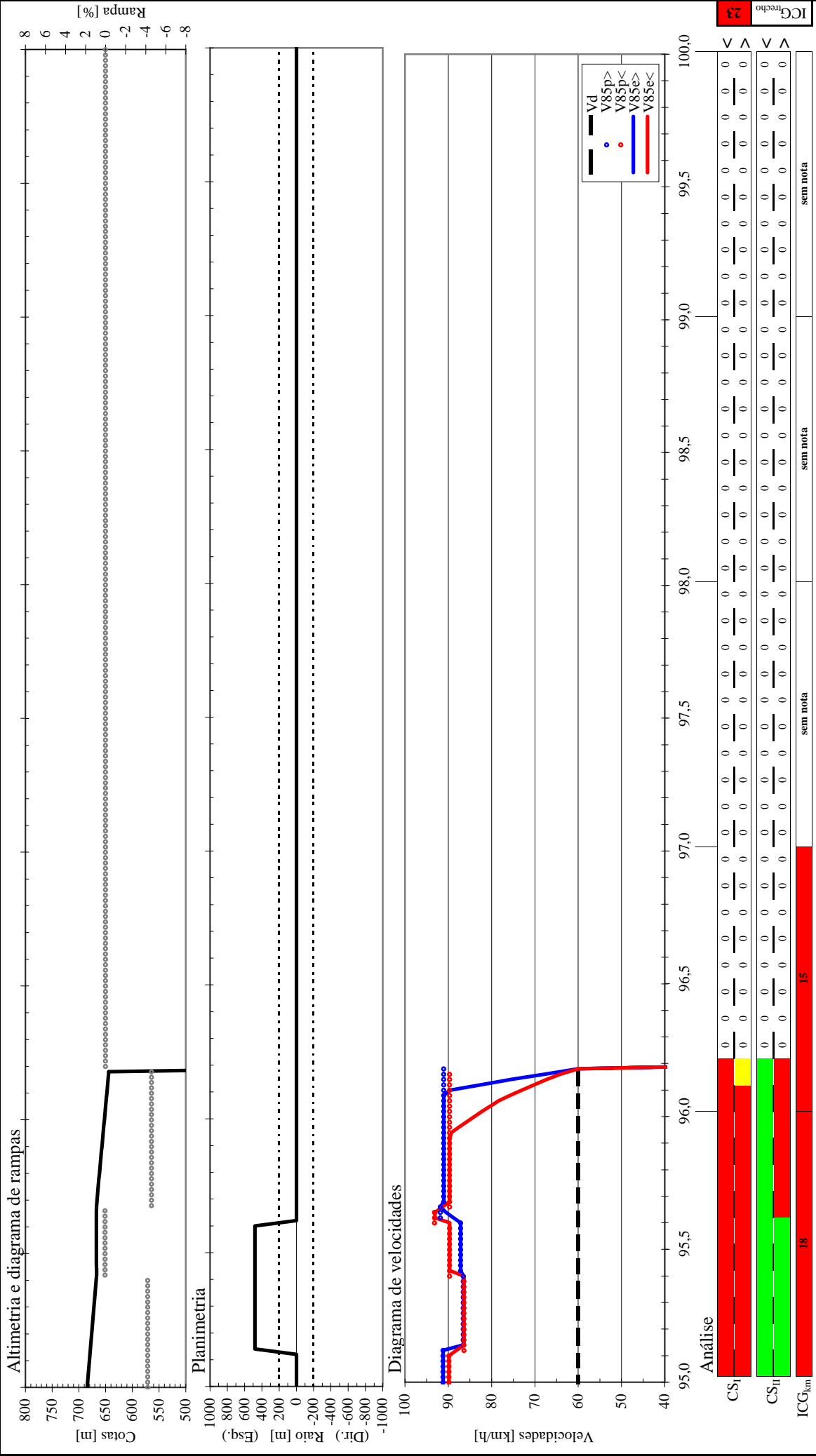
CLASSIFICAÇÃO	unid.
bom	km/h
regular	km/h
fraco	km/h

VELOCIDADES	VELOCIDADES
V _d : diretriz (projeto)	V _d : diretriz (projeto)
V _{85p} : operacional potencial	V _{85p} : operacional potencial
V _{85e} : operacional efetiva por faixa	V _{85e} : operacional efetiva por faixa

PLANIMETRIA	VELOCIDADES
Valor = 0: ratio infinito (tangente)	V _d : diretriz (projeto)
Valores < 0: curva à direita	V _{85p} : operacional potencial
Valores > 0: curva à esquerda	V _{85e} : operacional efetiva por faixa

ANÁLISE
CS _I : Critério de Segurança I V ₈₅ - V _d
CS _{II} : Critério de Segurança II V _{85i} - V _{85e+i}
ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km

ANÁLISE
CS _I
CS _{II}
ICG _{km}



PPGEP		UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	
		453ERS0115	
		ACESSO A IMIGRANTE - ENTR. RST-470(A) (GARIBALDI)	
Data:	mar/08	ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA GEOMÉTRICA	
		km 95+000 to km 100+000	
		Página 07	

ANÁLISE	CLASSIFICAÇÃO		
	bom	regular	fraco
CS _I : Critério de Segurança I $V_{85} - V_d$	$x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$x > 20$
CS _{II} : Critério de Segurança II $V_{85} - V_{85e}$	$x \leq 10$	$10 < x \leq 20$	$x > 20$
ICG _{km} : Índice de Consist. Geom. por km	81 a 100	51 a 80	0 a 50

OBSERVAÇÕES	VELOCIDADES
V _d : diretriz (projeto)	
V _{85p} : operacional potencial	
V _{85e} : operacional efetiva por faixa	

PLANIMETRIA	VELOCIDADES
Valor = 0: ratio infinito (tangente)	
Valores < 0: curva à direita	
Valores > 0: curva à esquerda	

ANÁLISE	sem nota	sem nota
CS _I	0	0
CS _{II}	0	0
ICG _{km}	18	15

APÊNDICE H – QUADRO RESUMO DO ICG, I_{ACTOT} , I_{ACPAR} , I_{UPS} E I_{RS}

QUADRO RESUMO DO ICG, I_{AcTot}, I_{AcPar}, I_{UPS} e I_{R\$} por trecho e por km

SRE	Valores por trecho				Valores por quilômetro											Critério de descarte								Dados válidos por quilômetro																	
	Vd	VDM	ICG	I _{AcTot}	I _{AcPar}	I _{UPS}	I _{R\$}	ICG	Ac _{Tot}	I _{AcTot}	Ac _{Par}	I _{AcPar}	UPS	I _{UPS}	N _A	N _F	N _M	R\$	I _{R\$}	1	2	3	4	5	6	7	8	Tot	ICG	I _{AcTot}	I _{AcPar}	I _{UPS}	I _{R\$}								
116BRS310	40	1329	16	6,82	6,33	14,68	35,90	158	15	33	11,34	31	10,65	81	27,83	33	17	0	690183,00	86,55										15	11,34	10,65	27,83	86,55							
								159	23	13	4,47	11	3,78	33	11,34	13	6	0	245227,00	30,75														23	4,47	3,78	11,34	30,75			
								160	19	24	8,25	24	8,25	52	17,87	24	4	1	181992,00	22,82															19	8,25	8,25	17,87	22,82		
								161	15	17	5,84	16	5,50	21	7,22	17	1	0	58775,00	7,37															15	5,84	5,50	7,22	7,37		
								162	21	32	10,99	29	9,96	64	21,99	32	12	0	497696,00	62,41															21	10,99	9,96	21,99	62,41		
								163	21	31	10,65	27	9,28	87	29,89	31	17	5	687769,00	86,25																					
								164	22	92	31,61	85	29,20	208	71,47	92	36	1	1488260,00	186,64																					
								165	17	61	20,96	54	18,55	125	42,95	61	24	0	991771,00	124,38																					
								166	21	49	16,84	38	13,06	145	49,82	49	27	1	1092055,00	136,95																					
								167	15	24	8,25	20	6,87	64	21,99	24	17	0	679320,00	85,19																					
								168	21	15	5,15	14	4,81	43	14,77	15	8	0	324153,00	40,65																21	5,15	4,81	14,77	40,65	
								169	22	21	7,22	20	6,87	45	15,46	21	8	0	331395,00	41,56																					
								170	15	24	8,25	21	7,22	76	26,11	24	29	0	1138392,00	142,76																					
								171	10	41	14,09	29	9,96	105	36,08	41	19	0	776351,00	97,36																					
								172	9	21	7,22	19	6,53	41	14,09	21	5	0	216627,00	27,17																					
								299	100	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	X												
								300	100	8	0,49	8	0,49	16	0,97	8	2	0	86168,00	1,91																100	0,49	0,49	0,97	1,91	
301	100	26	1,58	21	1,28	86	5,23	26	18	0	719990,00	15,98																100	1,58	1,28	5,23	15,98									
302	100	59	3,59	47	2,86	183	11,13	59	37	4	1486885,00	33,00																100	3,59	2,86	11,13	33,00									
303	100	75	4,56	56	3,41	155	9,43	75	20	1	855645,00	18,99																													
304	100	17	1,03	14	0,85	29	1,76	17	6	0	250055,00	5,55																													
305	100	18	1,09	13	0,79	74	4,50	18	8	3	327774,00	7,28																													
306	100	16	0,97	13	0,79	36	2,19	16	10	0	401872,00	8,92																													
307	100	18	1,09	11	0,67	78	4,74	18	11	6	442542,00	9,82																													
308	100	14	0,85	11	0,67	50	3,04	14	4	2	169922,00	3,77																													
309	100	22	1,34	15	0,91	62	3,77	22	7	2	294346,00	6,53																													
310	100	11	0,67	9	0,55	35	2,13	11	20	0	778397,00	17,28																													
311	100	21	1,28	10	0,61	53	3,22	21	11	0	446163,00	9,90																													
312	100	15	0,91	14	0,85	39	2,37	15	10	0	400665,00	8,89																													
313	100	18	1,09	16	0,97	42	2,55	18	8	0	327774,00	7,28																													
314	100	6	0,36	5	0,30	10	0,61	6	1	0	45498,00	1,01																													
315	100	18	1,09	14	0,85	50	3,04	18	10	1	404286,00	8,97																													
316	100	16	0,97	11	0,67	48	2,92	16	5	5	210592,00	4,67																													
317	100	7	0,43	6	0,36	19	1,16	7	7	0	276241,00	6,13																													
116BRS3275	100	7508	98	1,24	0,96	3,77	11,78																																		

QUADRO RESUMO DO ICG, I_{AcTot}, I_{AcPar}, I_{UPS} e I_{R\$} por trecho e por km

SRE	Valores por trecho				Valores por quilômetro											Critério de descarte								Dados válidos por quilômetro													
	Vd	VDM	ICG	I _{AcTot}	I _{AcPar}	I _{UPS}	I _{R\$}	ICG	Ac _{Tot}	I _{AcTot}	Ac _{Par}	I _{AcPar}	UPS	I _{UPS}	N _A	N _F	N _M	R\$	I _{R\$}	1	2	3	4	5	6	7	8	Tot	I _{AcTot}	I _{AcPar}	I _{UPS}	I _{R\$}					
386RS0265	80	8521	86	1,36	1,15	4,60	11,75	30	42	4,35	40	4,15	154	15,96	42	26	3	1045350,00	39,54																		
								304	30	42	4,35	40	4,15	154	15,96	42	26	3	1045350,00	39,54																	
								305	33	61	6,32	59	6,11	153	15,86	61	26	0	1068283,00	40,41																	
								306	25	28	2,90	28	2,90	100	10,36	28	16	4	645892,00	24,43																	
								307	25	14	1,45	10	1,04	42	4,35	14	5	1	208178,00	7,87																	
								308	25	18	1,87	17	1,76	42	4,35	18	9	0	366030,00	13,85																	
								309	25	6	0,62	6	0,62	10	1,04	6	1	0	45498,00	1,72																	
								310	25	11	1,14	11	1,14	43	4,46	11	12	5	472349,00	17,87																	
								311	25	11	1,14	9	0,93	15	1,55	11	3	0	128045,00	4,84																	
								312	25	51	5,29	45	4,66	71	7,36	51	7	0	329349,00	12,46																	
								313	23	6	0,62	5	0,52	22	2,28	6	2	2	83754,00	3,17																	
								314	21	24	2,49	22	2,28	32	3,32	24	2	0	105480,00	3,99																	
								365	94	14	0,75	13	0,70	42	2,25	14	4	1	169922,00	3,32																	
								366	74	57	3,05	51	2,73	181	9,70	57	53	1	2096367,00	41,00																	
								367	81	37	1,98	26	1,39	157	8,41	37	14	6	580243,00	11,35																	
								368	85	51	2,73	40	2,14	183	9,81	51	37	6	1477029,00	28,89																	
								369	94	26	1,39	15	0,80	78	4,18	26	14	1	566966,00	11,09																	
								370	86	111	5,95	95	5,09	155	8,31	111	12	0	593049,00	11,60																	
								371	90	20	1,07	17	0,91	24	1,29	20	3	0	138908,00	2,72																	
								372	82	13	0,70	11	0,59	45	2,41	13	6	2	245227,00	4,80																	
								373	91	26	1,39	21	1,13	86	4,61	26	11	3	452198,00	8,84																	
								374	96	10	0,54	10	0,54	14	0,75	10	3	0	126838,00	2,48																	
								375	89	10	0,54	9	0,48	18	0,96	10	3	0	126838,00	2,48																	
								376	85	18	0,96	18	0,96	86	4,61	18	13	6	519054,00	10,15																	
								377	89	18	0,96	15	0,80	46	2,47	18	5	1	213006,00	4,17																	
							378		33	1,77	28	1,50	89	4,77	33	21	0	843207,00	16,49																		
							379		10	0,54	9	0,48	18	0,96	10	2	0	88582,00	1,73																		
							380		14	0,75	12	0,64	30	1,61	14	5	0	208178,00	4,07																		
							381		11	0,59	11	0,59	43	2,30	11	4	3	166301,00	3,25																		
							382		12	0,64	10	0,54	44	2,36	12	9	1	358788,00	7,02																		
							383		11	0,59	11	0,59	43	2,30	11	7	4	281069,00	5,50																		
							384		35	1,88	32	1,71	83	4,45	35	23	0	922133,00	18,04																		
							23	32	2	0,28	2	0,28	10	1,41	2	5	0	193694,00	9,94																		
							24	25	2	0,28	2	0,28	10	1,41	2	2	0	78926,00	4,05																		
							25	25	1	0,14	1	0,14	5	0,70	1	2	0	77719,00	3,99																		

QUADRO RESUMO do ICG, I_{AcTot}, I_{AcPar}, I_{UPS} e I_{R\$} por trecho e por km

SRE	Valores por trecho					Valores por quilômetro												Critério de descarte								Dados válidos por quilômetro							
	Vd	VDM	ICG	I _{AcTot}	I _{AcPar}	I _{UPS}	I _{R\$}	km	ICG	Ac _{Tot}	I _{AcTot}	Ac _{Par}	I _{AcPar}	UPS	I _{UPS}	N _A	N _F	N _M	R\$	I _{R\$}	1	2	3	4	5	6	7	8	Tot	ICG	I _{AcTot}	I _{AcPar}	I _{UPS}
040ERS0050	100	7261	94	1,14	0,81	3,61	11,84	20	100	9	0,57	8	0,50	13	0,82	9	2	0	87375,00	2,01									100	0,57	0,50	0,82	2,01
								21	100	10	0,63	5	0,31	30	1,89	10	6	0	241606,00	5,55									100	0,63	0,31	1,89	5,55
								22	100	10	0,63	8	0,50	26	1,64	10	1	1	50326,00	1,16									100	0,63	0,50	1,64	1,16
								23	100	10	0,63	9	0,57	30	1,89	10	6	1	241606,00	5,55									100	0,63	0,57	1,89	5,55
								24	100	16	1,01	11	0,69	36	2,26	16	10	0	401872,00	9,22									100	1,01	0,69	2,26	9,22
								25	100	21	1,32	16	1,01	65	4,09	21	10	1	407907,00	9,36									100	1,32	1,01	4,09	9,36
								26	100	31	1,95	25	1,57	79	4,97	31	20	1	802537,00	18,42									100	1,95	1,57	4,97	18,42
								27	100	28	1,76	22	1,38	100	6,29	28	20	1	798916,00	18,34									100	1,76	1,38	6,29	18,34
								28	100	22	1,38	15	0,94	86	5,41	22	17	0	676906,00	15,54									100	1,38	0,94	5,41	15,54
								29	100	20	1,26	12	0,75	52	3,27	20	9	0	368444,00	8,46									100	1,26	0,75	3,27	8,46
								30	100	26	1,64	19	1,19	98	6,16	26	20	2	796502,00	18,28									100	1,64	1,19	6,16	18,28
								31	100	30	1,89	16	1,01	106	6,67	30	24	1	954354,00	21,91									100	1,89	1,01	6,67	21,91
								32	100	25	1,57	18	1,13	69	4,34	25	19	0	757039,00	17,38									100	1,57	1,13	4,34	17,38
								33	100	15	0,94	7	0,44	63	3,96	15	12	1	477177,00	10,95									100	0,94	0,44	3,96	10,95
								34	100	17	1,07	11	0,69	69	4,34	17	11	2	441335,00	10,13									100	1,07	0,69	4,34	10,13
								35	100	9	0,57	7	0,44	33	2,08	9	9	0	355167,00	8,15									100	0,57	0,44	2,08	8,15
								36	100	28	1,76	15	0,94	104	6,54	28	23	2	913684,00	20,97									100	1,76	0,94	6,54	20,97
								37	100	14	0,88	7	0,44	50	3,14	14	15	0	590738,00	13,56									100	0,88	0,44	3,14	13,56
								38	100	4	0,25	2	0,13	4	0,25	4	0	0	4828,00	0,11									100	0,25	0,13	0,25	0,11
								39	100	13	0,82	8	0,50	37	2,33	13	10	0	398251,00	9,14									100	0,82	0,50	2,33	9,14
								40	100	8	0,50	7	0,44	12	0,75	8	1	0	47912,00	1,10									100	0,50	0,44	0,75	1,10
								41	100	15	0,94	6	0,38	63	3,96	15	22	2	859737,00	19,73									100	0,94	0,38	3,96	19,73
								42	100	13	0,82	8	0,50	37	2,33	13	10	0	398251,00	9,14									100	0,82	0,50	2,33	9,14
								43	100	8	0,50	7	0,44	28	1,76	8	3	1	124424,00	2,86									100	0,50	0,44	1,76	2,86
								44	100	6	0,38	4	0,25	22	1,38	6	2	1	83754,00	1,92									100	0,38	0,25	1,38	1,92
								45	100	3	0,19	1	0,06	11	0,69	3	4	0	156645,00	3,60									100	0,19	0,06	0,69	3,60
								46	73	9	0,57	7	0,44	25	1,57	9	3	3	125631,00	2,88									73	0,57	0,44	1,57	2,88
								47	52	11	0,69	7	0,44	47	2,96	11	15	0	587117,00	13,48									52	0,69	0,44	2,96	13,48
								64	100	28	3,94	17	2,39	84	11,81	28	16	0	645892,00	33,14									100	3,94	2,39	11,81	33,14
								65	100	16	2,25	12	1,69	52	7,31	16	8	2	325360,00	16,70									100	2,25	1,69	7,31	16,70
								66	100	21	2,95	17	2,39	37	5,20	21	9	0	369651,00	18,97									100	2,95	2,39	5,20	18,97
								67	100	4	0,56	3	0,42	20	2,81	4	2	2	81340,00	4,17									100	0,56	0,42	2,81	4,17
								68	100	9	1,27	9	1,27	29	4,08	9	3	1	125631,00	6,45									100	1,27	1,27	4,08	6,45
								69	100	7	0,98	5	0,70	27	3,80	7	9	0	352753,00	18,10									100	0,98	0,70	3,80	18,10

QUADRO RESUMO DO ICG, I_{AcTot}, I_{AcPar}, I_{UPS} e I_{R\$} por trecho e por km

SRE	Valores por trecho					Valores por quilômetro													Critério de descarte								Dados válidos por quilômetro																				
	Vd	VDM	ICG	I _{AcTot}	I _{AcPar}	I _{UPS}	I _{R\$}	km	ICG	Ac _{Tot}	I _{AcTot}	Ac _{Par}	I _{AcPar}	UPS	I _{UPS}	N _A	N _F	N _M	R\$	I _{R\$}	1	2	3	4	5	6	7	8	Tot	ICG	I _{AcTot}	I _{AcPar}	I _{UPS}	I _{R\$}													
040ERS0090	100	3248	96	1,82	1,47	5,40	16,33	70	100	6	0,84	6	0,84	22	3,09	6	4	0	160266,00	8,22										100	0,84	0,84	3,09	8,22													
								71	100	3	0,42	3	0,42	7	0,98	3	1	0	41877,00	2,15																											
								72	100	6	0,84	4	0,56	14	1,97	6	3	0	122010,00	6,26																											
								73	100	7	0,98	6	0,84	19	2,67	7	5	0	199729,00	10,25																											
								74	100	1	0,14	1	0,14	1	0,14	1	0	0	1207,00	0,06																											
								75	100	7	0,98	4	0,56	35	4,92	7	8	1	314497,00	16,14																											
								76	100	7	0,98	6	0,84	27	3,80	7	8	0	314497,00	16,14																											
								77	100	21	2,95	21	2,95	69	9,70	21	16	1	637443,00	32,71																											
								78	100	9	1,27	8	1,12	29	4,08	9	9	0	355167,00	18,22																											
								79	100	9	1,27	7	0,98	25	3,51	9	6	0	240399,00	12,34																											
								80	100	9	1,27	5	0,70	41	5,76	9	12	1	469935,00	24,11																											
								81	100	14	1,97	7	0,98	74	10,40	14	10	4	399458,00	20,50																											
								82	100	16	2,25	13	1,83	36	5,06	16	7	0	287104,00	14,73																											
								83	100	5	0,70	5	0,70	13	1,83	5	2	0	82547,00	4,24																											
84	100	14	1,97	12	1,69	34	4,78	14	9	0	361202,00	18,53																																			
85	52	66	9,28	59	8,29	150	21,09	66	27	1	1112574,00	57,09																																			
85	25	41	6,32	39	6,02	133	20,52	41	18	3	738095,00	41,56																																			
85	25	50	7,71	48	7,40	130	20,05	50	25	1	1016750,00	57,25																																			
85	25	24	3,70	22	3,39	40	6,17	24	7	0	296760,00	16,71																																			
85	25	19	2,93	18	2,78	47	7,25	19	11	2	443749,00	24,99																																			
85	25	12	1,85	12	1,85	32	4,94	12	6	0	244020,00	13,74																																			
85	25	14	2,16	9	1,39	30	4,63	14	4	0	169922,00	9,57																																			
85	24	26	4,01	16	2,47	38	5,86	26	6	0	260918,00	14,69																																			
85	24	21	3,24	20	3,09	33	5,09	21	7	0	293139,00	16,51																																			
85	21	37	5,71	34	5,24	65	10,03	37	8	0	350707,00	19,75																																			
85	29	42	6,48	38	5,86	102	15,73	42	35	0	1389654,00	78,25																																			
85	24	50	7,71	48	7,40	150	23,14	50	28	1	1131518,00	63,71																																			
85	22	44	6,79	43	6,63	80	12,34	44	8	1	359156,00	20,22																																			
85	22	37	5,71	36	5,55	81	12,50	37	17	1	695011,00	39,13																																			
85	70	67	18	1,97	15	1,64	62	6,79	18	13	1	519054,00	20,74																																		
85	71	39	13	1,42	11	1,20	41	4,49	13	11	0	436507,00	17,44																																		
85	72	44	30	3,28	23	2,52	106	11,60	30	23	1	916098,00	36,61																																		
85	73	41	44	4,82	36	3,94	144	15,76	44	39	0	1545092,00	61,74																																		
85	74	34	14	1,53	13	1,42	34	3,72	14	11	0	437714,00	17,49																																		
122ERS0150	50	2960	23	3,73	3,21	8,15	22,82	95	25	41	6,32	39	6,02	133	20,52	41	18	3	738095,00	41,56																											
								95	25	50	7,71	48	7,40	130	20,05	50	25	1	1016750,00	57,25																											
								95	25	24	3,70	22	3,39	40	6,17	24	7	0	296760,00	16,71																											
								95	25	19	2,93	18	2,78	47	7,25	19	11	2	443749,00	24,99																											
								95	25	12	1,85	12	1,85	32	4,94	12	6	0	244020,00	13,74																											
								95	25	14	2,16	9	1,39	30	4,63	14	4	0	169922,00	9,57																											
								95	24	26	4,01	16	2,47	38	5,86	26	6	0	260918,00	14,69																											
								95	24	21	3,24	20	3,09	33	5,09	21	7	0	293139,00	16,51																											
								95	21	37	5,71	34	5,24	65	10,03	37	8	0	350707,00	19,75																											
								95	29	42	6,48	38	5,86	102	15,73	42	35	0	1389654,00	78,25																											
								95	24	50	7,71	48	7,40	150	23,14	50	28	1	1131518,00	63,71																											
								95	22	44	6,79	43	6,63	80	12,34	44	8	1	359156,00	20,22																											
								95	22	37	5,71	36	5,55	81	12,50	37																															

QUADRO RESUMO DO ICG, I_{AcTot}, I_{AcPar}, I_{UPS} e I_{R\$} por trecho e por km

SRE	Valores por trecho					Valores por quilômetro													Dados válidos por quilômetro																										
	Vd	VDM	ICG	I _{AcTot}	I _{AcPar}	I _{UPS}	I _{R\$}	ICG	Ac _{Tot}	I _{AcTot}	Ac _{Par}	I _{AcPar}	UPS	I _{UPS}	N _A	N _F	N _M	R\$	I _{R\$}	1	2	3	4	5	6	7	8	Tot	ICG	I _{AcTot}	I _{AcPar}	I _{UPS}	I _{R\$}												
130ERS0110	80	4130	78	1,87	1,55	6,19	21,92	78	98	10,84	75	8,29	330	36,49	98	83	1	3293534,00	132,91											87	10,84	8,29	36,49	#####											
								79	20	2,21	16	1,77	64	7,08	20	14	0	559724,00	22,59																										
								80	57	6,30	52	5,75	217	23,99	57	53	3	2096367,00	84,60																										
								81	31	3,43	28	3,10	119	13,16	31	34	2	1338121,00	54,00																										
								82	8	0,88	7	0,77	32	3,54	8	10	0	392216,00	15,83																										
								83	3	0,33	3	0,33	7	0,77	3	1	0	41877,00	1,69																										
								84	7	0,77	3	0,33	27	2,99	7	2	1	84961,00	3,43																										
								85	11	1,22	10	1,11	31	3,43	11	9	0	357581,00	14,43																										
								86	7	0,77	7	0,77	11	1,22	7	1	0	46705,00	1,88																										
								87	8	0,88	5	0,55	28	3,10	8	7	0	277448,00	11,20																										
453RST090	80	6617	79	1,00	0,90	2,85	7,13	88	9	1,00	4	0,44	21	2,32	9	3	0	125631,00	5,07																										
								89	10	1,11	10	1,11	14	1,55	10	1	0	50326,00	2,03																										
								90	7	0,77	6	0,66	19	2,10	7	4	0	161473,00	6,52																										
								91	7	0,77	5	0,55	27	2,99	7	9	0	352753,00	14,24																										
								92	7	0,77	7	0,77	27	2,99	7	8	0	314497,00	12,69																										
								93	46	5,09	39	4,31	70	7,74	46	6	0	285058,00	11,50																										
								94	10	1,11	4	0,44	46	5,09	10	14	1	547654,00	22,10																										
								95	7	0,77	7	0,77	7	0,77	7	0	0	8449,00	0,34																										
								96	5	0,55	5	0,55	17	1,88	5	4	0	159059,00	6,42																										
								97	2	0,22	2	0,22	10	1,11	2	3	0	117182,00	4,73																										
37	100	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	X																								
38	67	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	X																								
39	82	21	1,45	19	1,31	81	5,59	21	20	1	790467,00	19,91																																	
40	82	16	1,10	14	0,97	56	3,86	16	11	1	440128,00	11,09																																	
41	85	10	0,69	10	0,69	22	1,52	10	3	0	126838,00	3,19																																	
42	79	13	0,90	10	0,69	41	2,83	13	4	1	168715,00	4,25																																	
43	89	8	0,55	7	0,48	20	1,38	8	4	0	162680,00	4,10																																	
44	87	18	1,24	18	1,24	38	2,62	18	8	0	327774,00	8,26																																	
45	83	18	1,24	17	1,17	38	2,62	18	2	1	98238,00	2,47																																	
46	89	12	0,83	9	0,62	28	1,93	12	4	0	167508,00	4,22																																	
47	81	9	0,62	8	0,55	37	2,55	9	5	2	202143,00	5,09																																	
48	85	9	0,62	8	0,55	25	1,73	9	6	0	240399,00	6,06																																	
49	87	10	0,69	10	0,69	14	0,97	10	1	0	50326,00	1,27																																	
50	94	6	0,41	6	0,41	10	0,69	6	1	0	45498,00	1,15																																	

QUADRO RESUMO do ICG, I_{AcTot}, I_{AcPar}, I_{UPS} e I_{R\$} por trecho e por km

SRE	Valores por trecho					Valores por quilômetro										Critério de descarte								Dados válidos por quilômetro									
	Vd	VDM	ICG	I _{AcTot}	I _{AcPar}	I _{UPS}	I _{R\$}	km	ICG	Ac _{Tot}	Ac _{Par}	I _{AcTot}	I _{AcPar}	UPS	I _{UPS}	N _A	N _F	N _M	R\$	I _{R\$}	1	2	3	4	5	6	7	8	Tot	ICG	I _{AcTot}	I _{AcPar}	I _{UPS}
								95	18	10	2,32	8	1,86	18	4,17	10	2	0	88582,00	7,50									18	2,32	1,86	4,17	7,50
								96	15	12	2,78	11	2,55	28	6,49	12	6	0	244020,00	20,66								15	2,78	2,55	6,49	20,66	

LEGENDA

Critérios de descarte

- 1 Sem elementos geométricos para a análise.
 - 2 Demais dados não disponíveis: VDM, UPS, etc.
 - 3 Reduzida base histórica < 6 anos.
 - 4 Existência de terceira faixa.
 - 5 Trecho duplicado.
 - 6 Trecho em zona urbana.
 - 7 Trecho com pedágio.
 - 8 Trechos com elementos que o descaracterizam para o estudo.
- | | |
|--|--|
| <p>ND Não disponível</p> <p>Ac_{Tot} Número de acidentes totais</p> <p>Ac_{Par} Número de acidentes considerados</p> <p>N_A Número de acidentes</p> <p>N_F Número de feridos</p> <p>N_M Número de mortos</p> <p>R\$ R\$ 1.207,00 x NA + R\$ 38.256,00 x NF + R\$ 281.216,00 x NM</p> <p>I_{AcTot} Índice de acidentes totais</p> <p>I_{AcPar} Índice de acidentes considerados</p> <p>I_{UPS} Índice de acidentes por UPS</p> <p>I_{R\$} Índice de acidentes por custo (R\$)</p> | <p>ND Não disponível</p> <p>Ac_{Tot} Número de acidentes totais</p> <p>Ac_{Par} Número de acidentes considerados</p> <p>N_A Número de acidentes</p> <p>N_F Número de feridos</p> <p>N_M Número de mortos</p> <p>R\$ R\$ 1.207,00 x NA + R\$ 38.256,00 x NF + R\$ 281.216,00 x NM</p> <p>I_{AcTot} Índice de acidentes totais</p> <p>I_{AcPar} Índice de acidentes considerados</p> <p>I_{UPS} Índice de acidentes por UPS</p> <p>I_{R\$} Índice de acidentes por custo (R\$)</p> |
|--|--|

APÊNDICE I – V_{85} ESTIMADOS PELO IHSDM E ICG

RELATÓRIO COMPARATIVO ENTRE V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E PELO ICG

Estat. [m]	Elem. geométricos			IHSDM		ICG		Diferença	
	R [m]	Lado	i [%]	>	<	>	<	>	<
115+240				60,00	60,00	60,00	60,00	0,00	0,00
115+260				65,10	68,46	62,80	68,55	-2,30	0,09
115+280				69,40	76,92	65,48	76,15	-3,92	-0,77
115+300				73,05	84,91	67,40	83,83	-5,65	-1,08
115+320				76,18	90,48	69,26	90,80	-6,92	0,32
115+340				78,93	89,76	71,08	90,80	-7,85	1,04
115+360	-	-		81,35	88,11	72,85	90,80	-8,50	2,69
115+380				83,45	86,46	74,58	90,34	-8,87	3,88
115+400				85,34	84,80	76,27	88,63	-9,07	3,83
115+420				86,77	83,15	77,92	86,89	-8,85	3,74
115+440				85,47	81,50	79,54	85,11	-5,93	3,61
115+460				81,58	79,85	81,13	83,29	-0,45	3,44
115+480				77,69	78,20	82,22	81,43	4,53	3,23
115+500				73,81	76,54	81,47	79,53	7,66	2,99
115+520				73,70	76,50	74,42	76,95	0,72	0,45
115+540				73,70	76,50	74,42	76,95	0,72	0,45
115+560				73,70	76,50	74,42	76,95	0,72	0,45
115+580				73,70	76,50	74,42	76,95	0,72	0,45
115+600				73,70	76,50	74,42	76,95	0,72	0,45
115+620	120,28	LE	5,06	73,70	76,50	74,42	76,95	0,72	0,45
115+640				73,70	76,50	74,42	76,95	0,72	0,45
115+660				73,70	76,50	74,42	76,95	0,72	0,45
115+680				73,70	76,50	74,42	76,95	0,72	0,45
115+700				73,70	76,50	74,42	76,95	0,72	0,45
115+720				73,70	76,50	74,42	76,95	0,72	0,45
115+740				73,70	76,50	74,42	76,95	0,72	0,45
115+760				75,41	80,32	76,11	84,56	0,70	4,24
115+780				77,13	84,19	77,77	90,80	0,64	6,61
115+800				78,85	88,05	79,39	90,80	0,54	2,75
115+820				80,57	91,04	80,98	90,80	0,41	-0,24
115+840				82,30	89,40	82,07	90,80	-0,23	1,40
115+860	-	-		84,02	87,76	83,14	89,29	-0,88	1,53
115+880				85,74	86,12	84,20	87,56	-1,54	1,44
115+900				87,46	84,49	85,25	85,80	-2,21	1,31
115+920				87,62	82,85	86,28	84,00	-1,34	1,15
115+940				83,77	81,21	87,30	82,16	3,53	0,95
115+960				79,93	79,57	84,35	80,28	4,42	0,71
115+980				79,30	79,30	77,56	77,72	-1,74	-1,58
116+000	140,07	LD	2,74	79,30	79,30	78,64	78,80	-0,66	-0,50
116+020			-0,69	79,30	79,30	80,94	78,41	1,64	-0,89
116+040			-4,12	79,30	79,30	79,34	76,81	0,04	-2,49
116+060				80,03	81,02	81,85	84,43	1,82	3,41
116+080				81,65	82,19	83,70	88,72	2,05	6,53
116+100				83,28	82,39	85,51	88,72	2,23	6,33
116+120				84,90	82,38	87,28	88,72	2,38	6,34
116+140				86,53	82,37	89,01	88,72	2,48	6,35
116+160				88,15	82,36	90,06	88,72	1,91	6,36
116+180				89,77	82,35	90,06	88,72	0,29	6,37
116+200				91,40	82,34	90,06	88,72	-1,34	6,38
116+220	-	-		93,00	82,33	90,06	88,72	-2,94	6,39
116+240				93,00	82,32	90,06	88,72	-2,94	6,40
116+260				93,00	82,30	90,06	88,22	-2,94	5,92
116+280				93,00	81,25	90,06	86,47	-2,94	5,22
116+300				93,00	79,57	90,06	84,68	-2,94	5,11
116+320				92,22	77,88	90,06	82,85	-2,16	4,97
116+340				88,52	76,20	90,06	80,98	1,54	4,78
116+360				84,82	74,52	85,67	79,07	0,85	4,55
116+380				81,70	73,10	79,00	76,47	-2,70	3,37
116+400				81,70	73,10	79,00	76,47	-2,70	3,37
116+420	150,64	LD		81,70	73,10	79,00	76,47	-2,70	3,37
116+440				81,70	73,10	79,00	76,47	-2,70	3,37
116+460				81,70	73,10	79,00	76,47	-2,70	3,37
116+480				81,70	73,10	79,00	76,47	-2,70	3,37

RELATÓRIO COMPARATIVO ENTRE V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E PELO ICG

Estat. [m]	Elem. geométricos			IHSDM		ICG		Diferença	
	R [m]	Lado	i [%]	>	<	>	<	>	<
116+500				82,16	72,52	81,52	79,26	-0,64	6,74
116+520	-	-		78,69	70,48	83,37	76,67	4,68	6,19
116+540				74,35	68,44	84,95	73,99	10,60	5,55
116+560				70,00	66,40	78,21	71,21	8,21	4,81
116+580				66,60	64,80	70,84	68,31	4,24	3,51
116+600				66,60	64,80	70,84	68,31	4,24	3,51
116+620				66,60	64,80	70,84	68,31	4,24	3,51
116+640	86,65	LD		66,60	64,80	70,84	68,31	4,24	3,51
116+660			-6,64	66,60	64,80	70,84	68,31	4,24	3,51
116+680				66,60	64,80	70,84	68,31	4,24	3,51
116+700				66,60	64,80	70,84	68,31	4,24	3,51
116+720				68,41	69,10	73,64	75,93	5,23	6,83
116+740				70,35	73,71	76,34	83,19	5,99	9,48
116+760				72,30	75,59	78,94	81,33	6,64	5,74
116+780	-	-		74,24	73,66	81,46	79,43	7,22	5,77
116+800				76,18	71,72	83,32	76,84	7,14	5,12
116+820				74,17	69,79	78,85	74,16	4,68	4,37
116+840				70,10	68,00	71,54	71,38	1,44	3,38
116+860				70,10	68,00	71,54	71,38	1,44	3,38
116+880				70,10	68,00	71,54	71,38	1,44	3,38
116+900				70,10	68,00	71,54	71,38	1,44	3,38
116+920	96,10	LE		70,10	68,00	71,54	71,38	1,44	3,38
116+940				70,10	68,00	71,54	71,38	1,44	3,38
116+960				70,10	68,00	71,54	71,38	1,44	3,38
116+980				70,10	68,00	71,54	71,38	1,44	3,38
117+000				70,10	68,00	71,54	71,38	1,44	3,38
117+020				71,34	70,83	74,31	78,70	2,97	7,87
117+040				73,17	75,00	76,98	86,15	3,81	11,15
117+060				75,00	79,17	79,56	88,72	4,56	9,55
117+080	-	-		76,83	83,35	82,06	88,72	5,23	5,37
117+100				78,66	87,49	83,90	87,03	5,24	-0,46
117+120				80,48	86,18	85,70	85,25	5,22	-0,93
117+140				82,31	84,88	87,47	83,44	5,16	-1,44
117+160				82,70	84,60	84,12	81,59	1,42	-3,01
117+180				82,70	84,60	84,12	81,59	1,42	-3,01
117+200	280,08	LD		82,70	84,60	84,12	81,59	1,42	-3,01
117+220				82,70	84,60	84,12	81,59	1,42	-3,01
117+240				82,70	84,60	84,12	81,59	1,42	-3,01
117+260				82,70	84,60	84,12	81,59	1,42	-3,01
117+280				83,57	83,70	85,92	88,72	2,35	5,02
117+300	-	-		84,89	82,35	87,68	89,52	2,79	7,17
117+320				86,21	80,99	89,41	87,80	3,20	6,81
117+340				86,30	80,90	86,20	86,04	-0,10	5,14
117+360	403,26	LE		86,30	80,90	86,20	86,04	-0,10	5,14
117+380			-3,52	86,30	80,90	86,20	86,04	-0,10	5,14
117+400				86,83	80,16	87,96	84,63	1,13	4,47
117+420				88,12	78,37	89,68	82,80	1,56	4,43
117+440	-	-		85,01	76,58	91,37	80,93	6,36	4,35
117+460				81,18	74,79	85,63	79,02	4,45	4,23
117+480				81,00	74,70	78,95	76,42	-2,05	1,72
117+500				81,00	74,70	78,95	76,42	-2,05	1,72
117+520				81,00	74,70	78,95	76,42	-2,05	1,72
117+540			-5,95	81,00	74,70	78,95	76,42	-2,05	1,72
117+560	145,74	LD		75,00	73,30	74,50	74,35	-0,50	1,05
117+580				75,00	73,30	74,50	74,35	-0,50	1,05
117+600				75,00	73,30	74,50	74,35	-0,50	1,05
117+620				75,00	73,30	74,50	74,35	-0,50	1,05
117+640				75,00	73,30	75,06	77,59	0,06	4,29
117+660				75,00	73,30	75,06	77,59	0,06	4,29
117+680				76,30	76,39	77,39	85,14	1,09	8,75
117+700			1,86	78,01	80,47	79,66	92,07	1,65	11,60
117+720				79,72	84,55	81,86	92,29	2,14	7,74
117+740				81,43	82,75	83,47	92,19	2,04	9,44

RELATÓRIO COMPARATIVO ENTRE V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E PELO ICG

Estat. [m]	Elem. geométricos			IHSDM		ICG		Diferença	
	R [m]	Lado	i [%]	>	<	>	<	>	<
117+760				83,14	80,88	85,05	90,52	1,91	9,64
117+780				84,85	79,01	86,60	88,81	1,75	9,80
117+800	-	-		86,56	77,14	88,35	87,07	1,79	9,93
117+820				88,27	75,27	90,06	85,30	1,79	10,03
117+840				84,13	73,40	91,74	83,49	7,61	10,09
117+860				79,90	71,53	92,69	81,64	12,79	10,11
117+880			-1,00	75,67	69,66	92,69	79,74	17,02	10,08
117+900				71,43	67,79	88,54	77,16	17,11	9,37
117+920				67,20	65,91	81,31	74,49	14,11	8,58
117+940	90,34	LD		64,90	64,90	74,25	71,72	9,35	6,82
117+960				64,90	64,90	74,25	71,72	9,35	6,82
117+980				64,90	64,90	74,25	71,72	9,35	6,82
118+000				64,90	64,90	71,55	71,71	6,65	6,81
118+020				66,47	68,67	73,64	79,00	7,17	10,33
118+040				68,42	73,33	75,67	86,43	7,25	13,10
118+060				70,36	73,18	77,65	91,34	7,29	18,16
118+080	-	-		72,31	71,59	79,58	91,34	7,27	19,75
118+100			3,90	74,25	70,00	81,46	90,56	7,21	20,56
118+120				76,20	68,41	82,78	88,86	6,58	20,45
118+140				78,14	66,83	84,08	87,12	5,94	20,29
118+160				79,40	65,80	85,19	85,35	5,79	19,55
118+180				79,40	65,80	85,19	85,35	5,79	19,55
118+200				79,40	65,80	85,19	85,35	5,79	19,55
118+220				79,40	65,80	85,19	85,35	5,79	19,55
118+240				79,40	65,80	86,97	84,71	7,57	18,91
118+260	346,68	LD		79,40	65,80	87,24	84,71	7,84	18,91
118+280				79,40	65,80	87,24	84,71	7,84	18,91
118+300				79,40	65,80	87,24	84,71	7,84	18,91
118+320				79,40	65,80	87,24	83,98	7,84	18,18
118+340				79,40	65,80	87,24	82,14	7,84	16,34
118+360			-2,39	79,40	65,80	87,24	80,26	7,84	14,46
118+380				76,98	65,08	88,98	77,70	12,00	12,62
118+400	-	-		69,51	62,84	83,93	75,05	14,42	12,21
118+420				62,03	60,61	77,10	72,31	15,07	11,70
118+440	78,44	LE		60,00	60,00	69,61	69,46	9,61	9,46
118+460				60,00	60,00	69,61	69,46	9,61	9,46
118+480				60,69	61,61	72,46	76,97	11,77	15,36
118+500				62,76	66,44	75,20	84,58	12,44	18,14
118+520				64,83	71,27	77,84	88,88	13,01	17,61
118+540				66,90	73,13	80,40	88,88	13,50	15,75
118+560				68,97	71,12	82,28	88,42	13,31	17,30
118+580			-6,29	71,05	69,12	84,12	86,67	13,07	17,55
118+600				73,12	67,12	85,92	84,89	12,80	17,77
118+620				75,19	65,11	87,68	83,07	12,49	17,96
118+640				75,20	65,10	81,36	81,21	6,16	16,11
118+660				75,20	65,10	81,36	81,21	6,16	16,11
118+680			-6,28	75,20	65,10	81,37	81,21	6,17	16,11
118+700	217,06	LE	-3,81	75,20	65,10	82,52	79,54	7,32	14,44
118+720			-1,35	75,20	65,10	83,66	76,96	8,46	11,86
118+740			1,12	75,20	65,10	82,43	74,29	7,23	9,19
118+760			3,58	75,20	65,10	81,28	71,52	6,08	6,42
118+780				69,59	63,22	76,53	68,63	6,94	5,41
118+800				62,88	60,97	68,98	65,62	6,10	4,65
118+820				60,00	60,00	61,43	61,59	1,43	1,59
118+840				60,00	60,00	61,43	61,59	1,43	1,59
118+860				60,00	60,00	61,43	61,59	1,43	1,59
118+880	59,34	LD		60,00	60,00	61,43	61,59	1,43	1,59
118+900				60,00	60,00	61,43	61,59	1,43	1,59
118+920				60,00	60,00	61,43	61,59	1,43	1,59
118+940				60,00	60,00	61,43	61,59	1,43	1,59
118+960				62,12	67,82	64,61	69,95	2,49	2,13
118+980				64,33	75,94	67,64	77,41	3,31	1,47
119+000				66,54	84,06	69,85	84,98	3,31	0,92

RELATÓRIO COMPARATIVO ENTRE V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E PELO ICG

Estat. [m]	Elem. geométricos			IHSDM		ICG		Diferença	
	R [m]	Lado	i [%]	>	<	>	<	>	<
119+020				66,90	85,40	71,99	84,65	5,09	-0,75
119+040				66,90	85,40	74,07	84,65	7,17	-0,75
119+060				66,90	85,40	76,09	84,65	9,19	-0,75
119+080				66,90	85,40	78,06	84,65	11,16	-0,75
119+100				66,90	85,40	79,98	84,65	13,08	-0,75
119+120	268,45	LE	4,94	66,90	85,40	81,85	84,65	14,95	-0,75
119+140				66,90	85,40	82,12	84,65	15,22	-0,75
119+160				66,90	85,40	82,12	84,65	15,22	-0,75
119+180				66,90	85,40	82,12	84,65	15,22	-0,75
119+200				66,90	85,40	82,12	84,65	15,22	-0,75
119+220				66,90	85,40	82,12	84,65	15,22	-0,75
119+240				67,23	85,01	83,43	90,86	16,20	5,85
119+260				68,76	83,20	84,72	90,86	15,96	7,66
119+280				70,30	81,39	85,99	90,03	15,69	8,64
119+300				71,84	79,57	87,24	88,32	15,40	8,75
119+320				73,38	77,76	88,48	86,57	15,10	8,81
119+340	-	-		74,92	75,94	89,51	84,79	14,59	8,85
119+360				76,46	74,13	89,51	82,97	13,05	8,84
119+380				77,99	72,32	89,51	81,11	11,52	8,79
119+400				73,98	70,50	85,40	79,20	11,42	8,70
119+420				69,55	68,69	78,70	76,60	9,15	7,91
119+440				68,60	68,30	71,38	73,91	2,78	5,61
119+460				68,60	68,30	71,38	73,91	2,78	5,61
119+480	98,33	LE		68,60	68,30	71,38	73,91	2,78	5,61
119+500				68,60	68,30	73,29	75,82	4,69	7,52
119+520				68,60	68,30	73,29	75,82	4,69	7,52
119+540	-	-		69,49	70,32	76,00	79,54	6,51	9,22
119+560			0,84	71,48	72,07	78,62	76,96	7,14	4,89
119+580				67,70	70,20	74,13	74,29	6,43	4,09
119+600				67,70	70,20	74,13	74,29	6,43	4,09
119+620	96,37	LD		67,70	70,20	74,13	74,29	6,43	4,09
119+640				67,70	70,20	72,14	72,30	4,44	2,10
119+660				67,70	70,20	72,14	72,30	4,44	2,10
119+680				67,70	70,20	72,14	72,30	4,44	2,10
119+700				68,12	71,14	73,88	79,54	5,76	8,40
119+720				70,03	75,41	75,58	86,92	5,55	11,51
119+740	-	-		71,94	79,68	77,25	90,77	5,31	11,09
119+760			5,12	73,84	80,82	78,88	90,77	5,04	9,95
119+780				75,75	79,40	80,48	90,03	4,73	10,63
119+800				77,66	77,97	81,57	88,31	3,91	10,34
119+820				79,10	76,90	82,65	86,56	3,55	9,66
119+840				79,10	76,90	83,72	86,56	4,62	9,66
119+860	395,16	LE		79,10	76,90	84,03	86,56	4,93	9,66
119+880				79,10	76,90	84,03	86,56	4,93	9,66
119+900				79,10	76,90	84,03	86,56	4,93	9,66
119+920				79,10	76,90	85,41	87,94	6,31	11,04
119+940				79,88	75,75	86,95	88,75	7,07	13,00
119+960				81,27	73,72	88,47	87,01	7,20	13,29
119+980				82,66	71,69	89,96	85,23	7,30	13,54
120+000				80,46	69,66	90,82	83,42	10,36	13,76
120+020	-	-		75,95	67,63	90,82	81,57	14,87	13,94
120+040			2,14	71,44	65,59	90,58	79,67	19,14	14,08
120+060				66,93	63,56	83,52	77,09	16,59	13,53
120+080				62,42	61,53	76,66	74,42	14,24	12,89
120+100				60,80	60,80	69,12	71,65	8,32	10,85
120+120				60,80	60,80	69,12	71,65	8,32	10,85
120+140	81,25	LE		60,80	60,80	69,12	71,65	8,32	10,85
120+160				60,80	60,80	69,12	71,65	8,32	10,85
120+180				60,80	60,80	70,31	70,15	9,51	9,35
120+200				61,50	62,41	73,13	77,59	11,63	15,18
120+220				63,59	67,22	75,84	85,14	12,25	17,92
120+240				65,68	72,03	78,46	85,92	12,78	13,89
120+260				67,76	72,64	81,00	84,12	13,24	11,48

RELATÓRIO COMPARATIVO ENTRE V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E PELO ICG

Estat. [m]	Elem. geométricos			IHSDM		ICG		Diferença	
	R [m]	Lado	i [%]	>	<	>	<	>	<
120+280	-	-	-2,48	69,85	70,57	82,87	82,28	13,02	11,71
120+300				71,94	68,50	84,70	80,40	12,76	11,90
120+320				72,94	66,44	86,49	78,47	13,55	12,03
120+340				68,11	64,37	84,65	75,85	16,54	11,48
120+360				63,27	62,30	77,89	73,14	14,62	10,84
120+380				60,70	61,20	70,48	70,32	9,78	9,12
120+400	81,94	LE		60,70	61,20	70,48	70,32	9,78	9,12
120+420				60,70	61,20	70,48	70,32	9,78	9,12
120+440				62,40	65,07	73,29	77,74	10,89	12,67
120+460				64,39	69,61	76,00	85,28	11,61	15,67
120+480				66,39	74,16	78,62	90,66	12,23	16,50
120+500				68,39	78,71	81,15	90,66	12,76	11,95
120+520	-	-		70,38	80,82	83,01	90,66	12,63	9,84
120+540				72,38	79,39	84,83	90,41	12,45	11,02
120+560			74,37	77,96	86,61	88,70	12,24	10,74	
120+580			76,37	76,54	88,36	86,96	11,99	10,42	
120+600			78,37	75,11	90,07	85,18	11,70	10,07	
120+620			79,50	74,30	83,52	83,37	4,02	9,07	
120+640			79,50	74,30	83,52	83,37	4,02	9,07	
120+660			79,50	74,30	83,52	83,37	4,02	9,07	
120+680	276,61	LE	79,50	74,30	83,52	83,37	4,02	9,07	
120+700			79,50	74,30	83,52	83,37	4,02	9,07	
120+720			79,50	74,30	83,52	83,37	4,02	9,07	
120+740			79,50	74,30	83,52	83,37	4,02	9,07	
120+760			80,30	73,13	85,33	83,98	5,03	10,85	
120+780	-	-	81,68	71,11	87,10	82,14	5,42	11,03	
120+800			83,05	69,10	88,84	80,26	5,79	11,16	
120+820			82,76	67,09	84,96	78,33	2,20	11,24	
120+840			79,00	65,20	78,23	75,70	-0,77	10,50	
120+860			79,00	65,20	78,23	75,70	-0,77	10,50	
120+880	133,27	LD	79,00	65,20	78,23	75,70	-0,77	10,50	
120+900			79,00	65,20	78,23	75,70	-0,77	10,50	
120+920			79,00	65,20	78,23	73,24	-0,77	8,04	
120+940			79,00	65,20	78,23	70,43	-0,77	5,23	
120+960	-	-	71,31	63,09	75,79	67,50	4,48	4,41	
120+980			63,11	60,85	68,15	64,44	5,04	3,59	
121+000	57,34	LE	60,00	60,00	60,49	60,33	0,49	0,33	
121+020			60,02	60,05	64,59	68,84	4,57	8,79	
121+040			61,94	64,45	68,45	76,41	6,51	11,96	
121+060			63,87	68,85	71,34	84,07	7,47	15,22	
121+080			65,79	73,25	74,12	89,39	8,33	16,14	
121+100			67,71	77,65	76,80	89,39	9,09	11,74	
121+120			69,63	82,05	79,39	89,39	9,76	7,34	
121+140			71,55	86,44	81,90	89,39	10,35	2,95	
121+160			73,47	85,98	83,75	89,39	10,28	3,41	
121+180	-	-	75,39	84,16	85,56	89,39	10,17	5,23	
121+200			77,32	82,34	87,33	89,28	10,01	6,94	
121+220			79,24	80,52	89,06	87,55	9,82	7,03	
121+240			81,16	78,70	90,73	85,79	9,57	7,09	
121+260			83,08	76,88	90,73	83,99	7,65	7,11	
121+280			85,00	75,06	90,73	82,15	5,73	7,09	
121+300			83,66	73,24	90,73	80,27	7,07	7,03	
121+320			79,46	71,42	90,73	78,34	11,27	6,92	
121+340			75,26	69,60	86,51	75,72	11,25	6,12	
121+360			71,06	67,78	79,91	73,00	8,85	5,22	
121+380			68,80	66,80	72,71	70,18	3,91	3,38	
121+400			68,80	66,80	72,71	70,18	3,91	3,38	
121+420			68,80	66,80	72,71	70,18	3,91	3,38	
121+440			68,80	66,80	73,01	73,17	4,21	6,37	
121+460	92,44	LD	68,80	66,80	73,01	73,17	4,21	6,37	
121+480			68,80	66,80	73,01	73,17	4,21	6,37	
121+500			68,80	66,80	73,01	73,17	4,21	6,37	
121+520			68,80	66,80	73,01	73,17	4,21	6,37	

RELATÓRIO COMPARATIVO ENTRE V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E PELO ICG

Estat. [m]	Elem. geométricos			IHSDM		ICG		Diferença	
	R [m]	Lado	i [%]	>	<	>	<	>	<
121+540				68,80	66,80	73,01	72,68	4,21	5,88
121+560				68,80	66,80	72,37	69,84	3,57	3,04
121+580				70,27	70,99	75,11	77,31	4,84	6,32
121+600				71,82	75,40	77,76	84,88	5,94	9,48
121+620	-	-		73,37	79,82	80,32	84,44	6,95	4,62
121+640	-	-	-5,94	74,91	79,54	82,20	82,61	7,29	3,07
121+660				76,46	77,75	84,04	80,74	7,58	2,99
121+680				78,01	75,95	83,25	78,82	5,24	2,87
121+700				78,40	75,50	76,37	76,21	-2,03	0,71
121+720	129,84	LE		78,40	75,50	76,37	76,21	-2,03	0,71
121+740				78,40	75,50	76,37	76,21	-2,03	0,71
121+760			-4,20	79,01	74,77	78,97	81,16	-0,04	6,39
121+780			-0,49	80,74	72,70	81,49	79,25	0,75	6,55
121+800			3,23	82,47	70,63	82,81	76,66	0,34	6,03
121+820	-	-		78,76	68,56	83,87	73,98	5,11	5,42
121+840				74,23	66,49	84,92	71,19	10,69	4,70
121+860				69,69	64,42	80,67	68,29	10,98	3,87
121+880				65,15	62,35	73,54	65,26	8,39	2,91
121+900				60,61	60,28	65,64	62,08	5,03	1,80
121+920				60,00	60,00	57,65	57,80	-2,35	-2,20
121+940				60,00	60,00	57,65	57,80	-2,35	-2,20
121+960	53,42	LD		60,00	60,00	57,65	57,80	-2,35	-2,20
121+980				60,00	60,00	57,65	57,80	-2,35	-2,20
122+000				60,00	60,00	57,65	57,80	-2,35	-2,20
122+020				60,03	60,06	60,56	66,63	0,53	6,57
122+040	-	-		62,16	65,04	63,34	74,42	1,18	9,38
122+060				64,29	69,29	66,00	74,37	1,71	5,08
122+080				65,90	67,80	67,90	71,60	2,00	3,80
122+100				65,90	67,80	69,07	71,60	3,17	3,80
122+120				65,90	67,80	69,07	71,60	3,17	3,80
122+140	89,69	LE		65,90	67,80	69,07	71,60	3,17	3,80
122+160				65,90	67,80	69,07	71,60	3,17	3,80
122+180				65,90	67,80	69,07	71,60	3,17	3,80
122+200				65,90	67,80	69,07	71,60	3,17	3,80
122+220				67,16	70,43	70,89	78,90	3,73	8,47
122+240			6,39	69,09	74,47	72,66	86,34	3,57	11,87
122+260	-	-		71,02	78,52	74,39	90,18	3,37	11,66
122+280				72,96	82,56	76,08	90,18	3,12	7,62
122+300				74,89	86,61	77,74	89,92	2,85	3,31
122+320				76,83	90,66	79,36	88,20	2,53	-2,46
122+340				78,76	92,06	80,95	86,45	2,19	-5,61
122+360				79,00	91,90	82,04	84,66	3,04	-7,24
122+380				79,00	91,90	82,13	84,66	3,13	-7,24
122+400				79,00	91,90	82,13	84,66	3,13	-7,24
122+420				79,00	91,90	82,13	84,66	3,13	-7,24
122+440				79,00	91,90	82,13	84,66	3,13	-7,24
122+460				79,00	91,90	82,13	84,66	3,13	-7,24
122+480				79,00	91,90	82,13	84,66	3,13	-7,24
122+500	301,78	LE		79,00	91,90	82,13	84,66	3,13	-7,24
122+520				79,00	91,90	82,13	84,66	3,13	-7,24
122+540				79,00	91,90	82,13	84,66	3,13	-7,24
122+560				79,00	91,90	82,13	84,66	3,13	-7,24
122+580				79,00	91,90	82,13	84,66	3,13	-7,24
122+600				79,00	91,90	82,13	84,66	3,13	-7,24
122+620				79,00	91,90	82,13	84,66	3,13	-7,24
122+640				79,62	92,41	83,20	90,18	3,58	-2,23
122+660				80,92	93,00	84,26	90,18	3,34	-2,82
122+680				82,21	93,00	85,31	90,18	3,10	-2,82
122+700				83,51	93,00	87,08	91,48	3,57	-1,52
122+720				84,81	93,00	88,82	91,48	4,01	-1,52
122+740				86,10	93,00	90,53	91,48	4,43	-1,52
122+760	-	-		87,40	93,00	92,20	91,48	4,80	-1,52
122+780				88,69	93,00	92,82	91,48	4,13	-1,52

RELATÓRIO COMPARATIVO ENTRE V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E PELO ICG

Estat. [m]	Elem. geométricos			IHSDM		ICG		Diferença	
	R [m]	Lado	i [%]	>	<	>	<	>	<
122+800			-0,72	89,99	93,00	92,82	91,48	2,83	-1,52
122+820				91,29	93,00	92,82	91,34	1,53	-1,66
122+840				92,58	92,81	92,82	89,65	0,24	-3,16
122+860				93,00	91,24	92,82	87,93	-0,18	-3,31
122+880				90,82	89,67	92,82	86,17	2,00	-3,50
122+900				87,52	88,10	92,82	84,38	5,30	-3,72
122+920				84,21	86,54	87,82	82,55	3,61	-3,99
122+940				81,60	85,30	80,52	80,68	-1,08	-4,62
122+960	183,04	LD		81,60	85,30	80,52	80,68	-1,08	-4,62
122+980				81,60	85,30	80,52	80,68	-1,08	-4,62
123+000				81,60	85,30	80,52	80,68	-1,08	-4,62
123+020				81,60	85,30	80,52	80,68	-1,08	-4,62
123+040				82,57	87,28	81,86	87,97	-0,71	0,69
123+060				84,17	90,52	83,18	90,97	-0,99	0,45
123+080				85,76	93,00	84,48	90,97	-1,28	-2,03
123+100				87,36	93,00	85,76	90,97	-1,60	-2,03
123+120				88,96	93,00	87,02	90,97	-1,94	-2,03
123+140				90,48	93,00	88,26	90,97	-2,22	-2,03
123+160				91,73	93,00	89,48	90,97	-2,25	-2,03
123+180				91,76	93,00	89,62	90,97	-2,14	-2,03
123+200				91,71	93,00	89,62	90,97	-2,09	-2,03
123+220				91,66	93,00	89,62	90,97	-2,04	-2,03
123+240			4,70	91,61	93,00	89,62	90,97	-1,99	-2,03
123+260	-	-		91,57	93,00	89,62	90,97	-1,95	-2,03
123+280				91,52	93,00	89,62	90,97	-1,90	-2,03
123+300				91,47	93,00	89,62	90,97	-1,85	-2,03
123+320				91,42	93,00	89,62	90,97	-1,80	-2,03
123+340				91,38	93,00	89,62	90,97	-1,76	-2,03
123+360				91,33	93,00	89,62	90,97	-1,71	-2,03
123+380				91,28	93,00	89,62	90,97	-1,66	-2,03
123+400				91,24	92,85	89,62	90,03	-1,62	-2,82
123+420				90,82	91,30	89,62	88,32	-1,20	-2,98
123+440				89,24	89,74	89,62	86,57	0,38	-3,17
123+460				86,27	88,18	89,62	84,78	3,35	-3,40
123+480				83,30	86,62	88,21	82,96	4,91	-3,66
123+500	191,99	LD		82,30	86,10	80,95	81,10	-1,35	-5,00
123+520				82,30	86,10	80,95	81,10	-1,35	-5,00
123+540				82,30	86,10	80,95	81,10	-1,35	-5,00
123+560				83,42	88,12	82,82	88,35	-0,60	0,23
123+580				85,01	91,05	84,65	90,43	-0,36	-0,62
123+600				86,60	93,00	86,44	90,43	-0,16	-2,57
123+620				88,20	93,00	88,19	90,43	-0,01	-2,57
123+640				89,79	93,00	89,91	90,43	0,12	-2,57
123+660				91,38	93,00	91,60	90,43	0,22	-2,57
123+680				92,98	93,00	91,77	90,43	-1,21	-2,57
123+700				93,00	93,00	91,77	90,43	-1,23	-2,57
123+720				93,00	93,00	91,77	90,43	-1,23	-2,57
123+740				93,00	93,00	91,77	90,43	-1,23	-2,57
123+760			-2,98	93,00	92,01	91,77	90,24	-1,23	-1,77
123+780				93,00	90,43	91,77	88,53	-1,23	-1,90
123+800				93,00	88,84	91,77	86,79	-1,23	-2,05
123+820				92,16	87,26	91,77	85,01	-0,39	-2,25
123+840				88,48	85,68	91,77	83,19	3,29	-2,49
123+860				84,80	84,10	89,14	81,33	4,34	-2,77
123+880				84,10	83,80	81,96	79,43	-2,14	-4,37
123+900	169,93	LD		84,10	83,80	81,96	79,43	-2,14	-4,37
123+920				84,10	83,80	81,96	79,43	-2,14	-4,37
123+940				85,66	87,40	83,81	86,82	-1,85	-0,58
123+960				87,25	91,05	85,38	92,55	-1,87	1,50
123+980				88,84	93,00	86,92	92,55	-1,92	-0,45
124+000			1,29	90,43	93,00	88,44	92,55	-1,99	-0,45
124+020	-	-		92,02	93,00	89,93	91,57	-2,09	-1,43
124+040				93,00	93,00	91,21	89,88	-1,79	-3,12

RELATÓRIO COMPARATIVO ENTRE V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E PELO ICG

Estat. [m]	Elem. geométricos			IHSDM		ICG		Diferença	
	R [m]	Lado	i [%]	>	<	>	<	>	<
124+060				93,00	91,95	92,02	88,16	-0,98	-3,79
124+080				92,28	90,40	92,02	86,41	-0,26	-3,99
124+100				89,87	88,85	90,05	84,62	0,18	-4,23
124+120				88,40	87,90	82,95	82,79	-5,45	-5,11
124+140				88,40	87,90	82,95	82,79	-5,45	-5,11
124+160	211,38	LE	-2,44	88,40	87,90	82,95	82,79	-5,45	-5,11
124+180				88,40	87,90	82,95	82,79	-5,45	-5,11
124+200				88,40	87,90	82,95	82,79	-5,45	-5,11
124+220				88,40	87,90	82,95	82,79	-5,45	-5,11
124+240				89,70	89,91	84,77	89,90	-4,93	-0,01
124+260				91,25	91,79	86,56	90,68	-4,69	-1,11
124+280				92,80	90,17	88,31	90,68	-4,49	0,51
124+300				93,00	88,56	90,03	89,56	-2,97	1,00
124+320	-	-		93,00	86,94	91,71	87,84	-1,29	0,90
124+340				90,19	85,33	91,23	86,08	1,04	0,75
124+360				86,47	83,71	91,23	84,28	4,76	0,57
124+380				82,75	82,10	87,73	82,45	4,98	0,35
124+400				81,60	81,60	80,42	80,57	-1,18	-1,03
124+420			1,26	81,60	81,60	80,42	80,57	-1,18	-1,03
124+440				81,60	81,60	80,42	80,57	-1,18	-1,03
124+460				81,60	81,60	80,42	80,57	-1,18	-1,03
124+480	154,13	LD	-1,89	81,60	81,60	80,42	80,57	-1,18	-1,03
124+500				81,60	81,60	80,42	80,57	-1,18	-1,03
124+520				81,60	81,60	80,42	80,57	-1,18	-1,03
124+540				81,60	81,60	81,46	78,93	-0,14	-2,67
124+560				81,60	81,60	81,46	78,93	-0,14	-2,67
124+580				81,60	81,60	81,46	78,93	-0,14	-2,67
124+600				82,61	83,93	83,32	86,36	0,71	2,43
124+620				84,22	87,65	85,14	90,93	0,92	3,28
124+640				85,82	91,37	86,92	90,93	1,10	-0,44
124+660				87,43	93,00	88,66	90,93	1,23	-2,07
124+680				89,04	93,00	90,15	92,19	1,11	-0,81
124+700	-	-		90,64	93,00	90,85	92,19	0,21	-0,81
124+720				92,25	91,70	90,85	90,63	-1,40	-1,07
124+740				93,00	90,14	90,85	88,93	-2,15	-1,21
124+760				91,77	88,57	90,85	87,19	-0,92	-1,38
124+780				88,42	87,00	90,85	85,42	2,43	-1,58
124+800				85,08	85,44	88,81	83,61	3,73	-1,83
124+820			2,07	85,00	85,40	81,60	81,76	-3,40	-3,64
124+840				85,00	85,40	81,60	81,76	-3,40	-3,64
124+860	180,17	LD		85,00	85,40	81,60	81,76	-3,40	-3,64
124+880				85,00	85,40	81,60	81,76	-3,40	-3,64
124+900				85,00	85,40	81,60	81,76	-3,40	-3,64
124+920				85,00	85,40	81,60	81,76	-3,40	-3,64
124+940				85,06	85,53	83,21	88,96	-1,85	3,43
124+960				86,65	88,87	84,79	90,80	-1,86	1,93
124+980				88,24	92,22	86,34	89,10	-1,90	-3,12
125+000				89,83	93,00	88,09	87,37	-1,74	-5,63
125+020				91,10	92,60	85,76	85,60	-5,34	-7,00
125+040				91,10	92,60	85,76	85,60	-5,34	-7,00
125+060				91,10	92,60	85,76	85,60	-5,34	-7,00
125+080				91,10	92,60	85,76	85,60	-5,34	-7,00
125+100			-0,44	91,10	92,60	85,76	85,60	-5,34	-7,00
125+120				91,10	92,60	85,76	85,60	-5,34	-7,00
125+140				91,10	92,60	85,76	85,60	-5,34	-7,00
125+160	277,55	LE		91,10	92,60	85,76	85,60	-5,34	-7,00
125+180				91,10	92,60	85,76	85,60	-5,34	-7,00
125+200				91,10	92,60	85,76	85,60	-5,34	-7,00
125+220				91,10	92,60	83,94	86,47	-7,16	-6,13
125+240				91,10	92,60	83,94	86,47	-7,16	-6,13
125+260				91,10	92,60	83,94	86,47	-7,16	-6,13
125+280				91,10	92,60	83,94	86,47	-7,16	-6,13
125+300				91,10	92,60	83,94	86,47	-7,16	-6,13

RELATÓRIO COMPARATIVO ENTRE V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E PELO ICG

Estat. [m]	Elem. geométricos			IHSDM		ICG		Diferença	
	R [m]	Lado	i [%]	>	<	>	<	>	<
125+320				91,10	92,60	83,94	86,47	-7,16	-6,13
125+340				91,46	92,62	85,51	92,48	-5,95	-0,14
125+360				92,66	92,67	87,05	92,48	-5,61	-0,19
125+380				93,00	92,73	88,57	92,48	-4,43	-0,25
125+400				93,00	92,79	90,06	92,48	-2,94	-0,31
125+420			1,46	93,00	92,85	91,13	92,48	-1,87	-0,37
125+440				93,00	92,91	91,13	92,48	-1,87	-0,43
125+460				93,00	92,96	91,13	92,48	-1,87	-0,48
125+480	-	-		93,00	92,43	91,13	92,48	-1,87	0,05
125+500				93,00	90,80	91,13	91,07	-1,87	0,27
125+520				93,00	89,18	91,13	89,37	-1,87	0,19
125+540				93,00	87,55	91,13	87,64	-1,87	0,09
125+560				93,00	85,93	91,13	85,88	-1,87	-0,05
125+580				91,18	84,30	91,13	84,08	-0,05	-0,22
125+600				87,43	82,67	91,13	82,24	3,70	-0,43
125+620				83,67	81,05	88,22	80,36	4,55	-0,69
125+640				80,10	79,50	80,96	78,43	0,86	-1,07
125+660	143,50	LD		80,10	79,50	80,96	78,43	0,86	-1,07
125+680				80,10	79,50	80,96	78,43	0,86	-1,07
125+700			-1,25	80,10	79,50	80,96	78,43	0,86	-1,07
125+720				80,29	79,30	82,83	83,44	2,54	4,14
125+740	-	-		81,27	77,51	84,66	81,59	3,39	4,08
125+760				77,11	75,72	84,08	79,69	6,97	3,97
125+780				74,60	74,60	77,27	77,11	2,67	2,51
125+800				74,60	74,60	75,76	78,29	1,16	3,69
125+820	118,04	LE		74,60	74,60	75,76	78,29	1,16	3,69
125+840				74,60	74,60	75,76	78,29	1,16	3,69
125+860				75,63	77,24	78,07	85,78	2,44	8,54
125+880	-	-		77,42	81,82	80,32	92,40	2,90	10,58
125+900			1,62	79,21	86,39	81,96	92,40	2,75	6,01
125+920				81,00	90,96	83,57	92,40	2,57	1,44
125+940				81,80	93,00	85,15	91,35	3,35	-1,65
125+960				81,80	93,00	86,70	91,35	4,90	-1,65
125+980				81,80	93,00	88,22	91,35	6,42	-1,65
126+000				81,80	93,00	88,82	91,35	7,02	-1,65
126+020	1580,63	LE		81,80	93,00	88,82	91,35	7,02	-1,65
126+040				81,80	93,00	90,18	90,02	8,38	-2,98
126+060			-1,58	81,80	93,00	90,18	90,02	8,38	-2,98
126+080				81,80	93,00	90,18	90,02	8,38	-2,98
126+100				81,80	93,00	90,18	90,02	8,38	-2,98
126+120				82,01	93,00	91,50	92,84	9,49	-0,16
126+140				82,63	93,00	91,50	92,84	8,87	-0,16
126+160				83,26	93,00	91,50	92,84	8,24	-0,16
126+180				83,88	93,00	91,50	92,84	7,62	-0,16
126+200				84,50	93,00	91,50	92,84	7,00	-0,16
126+220				85,12	93,00	91,50	92,84	6,38	-0,16
126+240				85,74	93,00	91,50	92,84	5,76	-0,16
126+260				86,36	93,00	91,50	92,84	5,14	-0,16
126+280				86,98	93,00	91,50	92,84	4,52	-0,16
126+300			0,68	87,60	93,00	91,50	92,84	3,90	-0,16
126+320				88,22	93,00	91,50	92,84	3,28	-0,16
126+340				88,84	93,00	91,50	92,84	2,66	-0,16
126+360	-	-		89,46	93,00	91,50	92,84	2,04	-0,16
126+380				90,08	93,00	91,50	92,84	1,42	-0,16
126+400				90,70	93,00	91,50	92,84	0,80	-0,16
126+420				91,32	93,00	91,50	92,84	0,18	-0,16
126+440				91,95	93,00	91,50	92,84	-0,45	-0,16
126+460				92,57	93,00	91,50	92,59	-1,07	-0,41
126+480				93,00	93,00	92,26	90,92	-0,74	-2,08
126+500				93,00	93,00	92,26	90,92	-0,74	-2,08
126+520				93,00	93,00	92,26	90,92	-0,74	-2,08
126+540				93,00	92,38	92,26	90,92	-0,74	-1,46
126+560				93,00	91,15	92,26	90,92	-0,74	-0,23

RELATÓRIO COMPARATIVO ENTRE V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E PELO ICG

Estat. [m]	Elem. geométricos			IHSDM		ICG		Diferença	
	R [m]	Lado	i [%]	>	<	>	<	>	<
126+580			1,92	93,00	89,92	92,26	90,09	-0,74	0,17
126+600				93,00	88,68	92,26	88,38	-0,74	-0,30
126+620				93,00	87,85	86,79	86,63	-6,21	-1,22
126+640				93,00	87,20	86,79	86,63	-6,21	-0,57
126+660	388,88	LE		93,00	87,24	86,79	86,52	-6,21	-0,72
126+680				93,00	87,41	84,88	84,73	-8,12	-2,68
126+700				93,00	87,58	84,88	84,73	-8,12	-2,85
126+720				93,00	87,36	86,66	89,01	-6,34	1,65
126+740				93,00	86,03	88,41	89,01	-4,59	2,98
126+760				93,00	84,69	90,12	89,01	-2,88	4,32
126+780				93,00	83,36	90,35	89,01	-2,65	5,65
126+800	-	-		93,00	82,02	90,35	89,01	-2,65	6,99
126+820			-6,02	93,00	80,69	90,35	89,01	-2,65	8,32
126+840				93,00	79,35	90,35	87,95	-2,65	8,60
126+860				93,00	78,01	90,35	86,19	-2,65	8,18
126+880				92,46	76,68	90,35	84,40	-2,11	7,72
126+900				92,40	76,60	85,10	82,57	-7,30	5,97
126+920				92,40	76,60	85,10	82,57	-7,30	5,97
126+940				92,40	76,60	85,10	82,57	-7,30	5,97
126+960				92,40	76,60	85,10	82,57	-7,30	5,97
126+980				92,40	76,60	85,10	82,57	-7,30	5,97
127+000	317,25	LD		92,40	76,60	86,78	84,25	-5,62	7,65
127+020				92,40	76,60	86,78	84,25	-5,62	7,65
127+040				92,40	76,60	86,78	84,25	-5,62	7,65
127+060				92,40	76,60	86,78	84,25	-5,62	7,65
127+080				92,40	76,60	86,78	84,25	-5,62	7,65
127+100			-2,42	92,40	76,60	86,78	83,76	-5,62	7,16
127+120				92,40	76,60	86,78	81,91	-5,62	5,31
127+140	-	-		85,29	74,81	88,52	80,02	3,23	5,21
127+160				77,88	72,95	82,57	78,09	4,69	5,14
127+180				72,10	71,48	75,62	75,46	3,52	3,98
127+200				72,10	71,38	75,62	74,64	3,52	3,26
127+220				72,10	71,28	72,04	71,88	-0,06	0,60
127+240				72,10	71,18	72,04	71,88	-0,06	0,70
127+260				72,10	71,08	72,04	71,88	-0,06	0,80
127+280				72,10	70,98	72,04	71,88	-0,06	0,90
127+300				72,10	70,88	72,04	71,88	-0,06	1,00
127+320	109,44	LE		72,10	70,79	72,04	71,88	-0,06	1,09
127+340				72,10	70,69	72,04	71,88	-0,06	1,19
127+360				72,10	70,59	72,04	71,88	-0,06	1,29
127+380				72,10	70,49	72,04	71,88	-0,06	1,39
127+400				72,10	70,39	72,04	71,88	-0,06	1,49
127+420				72,10	70,29	72,04	71,88	-0,06	1,59
127+440				72,10	70,19	72,04	71,88	-0,06	1,69
127+460				72,10	70,09	72,04	71,88	-0,06	1,79
127+480				72,10	69,99	72,04	71,88	-0,06	1,89
127+500				72,21	69,93	74,79	79,16	2,58	9,23
127+520				73,92	70,34	77,45	86,57	3,53	16,23
127+540				75,64	70,75	80,02	87,11	4,38	16,36
127+560				77,35	71,16	81,91	87,11	4,56	15,95
127+580				79,07	71,57	83,76	87,11	4,69	15,54
127+600				80,78	71,98	85,57	87,11	4,79	15,13
127+620				82,49	72,39	87,34	87,11	4,85	14,72
127+640			-10,11	84,21	72,80	88,45	87,11	4,24	14,31
127+660	-	-		85,92	73,21	88,45	87,11	2,53	13,90
127+680				87,64	73,62	88,45	87,11	0,81	13,49
127+700				89,35	74,03	88,45	85,53	-0,90	11,50
127+720				90,84	74,30	88,45	83,72	-2,39	9,42
127+740				86,71	73,36	88,45	81,87	1,74	8,51
127+760				82,57	71,51	88,45	79,98	5,88	8,47
127+780				78,44	69,66	88,45	77,41	10,01	7,75
127+800				74,31	67,81	88,45	74,75	14,14	6,94
127+820				70,18	65,95	83,14	71,99	12,96	6,04

RELATÓRIO COMPARATIVO ENTRE V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E PELO ICG

Estaç. [m]	Elem. geométricos			IHSDM		ICG		Diferença	
	R [m]	Lado	i [%]	>	<	>	<	>	<
127+840				66,05	64,10	76,24	69,12	10,19	5,02
127+860	84,21	LD		65,60	63,90	68,66	66,13	3,06	2,23
127+880				66,34	65,65	71,54	73,97	5,20	8,32
127+900	-	-		68,35	70,36	74,31	79,73	5,96	9,37
127+920				70,35	73,84	76,98	77,15	6,63	3,31
127+940				72,36	71,92	79,15	74,48	6,79	2,56
127+960	108,23	LE		73,10	71,20	71,87	71,71	-1,23	0,51
127+980				73,10	71,20	71,87	71,71	-1,23	0,51
128+000	-	-		74,27	74,27	74,63	79,00	0,36	4,73
128+020				76,13	79,15	77,29	78,73	1,16	-0,42
128+040				77,90	83,80	78,65	76,12	0,75	-7,68
128+060				77,90	83,80	78,65	76,12	0,75	-7,68
128+080	169,98	LD		77,90	83,80	81,18	80,43	3,28	-3,37
128+100				77,90	83,80	82,96	80,43	5,06	-3,37
128+120				77,90	83,80	82,96	80,43	5,06	-3,37
128+140				78,26	84,62	84,78	87,74	6,52	3,12
128+160				79,93	88,37	86,57	91,42	6,64	3,05
128+180				81,59	88,45	88,32	91,42	6,73	2,97
128+200	-	-		83,26	87,14	90,03	91,42	6,77	4,28
128+220				84,92	85,83	91,71	90,18	6,79	4,35
128+240				86,59	84,52	92,76	88,47	6,17	3,95
128+260				88,25	83,22	92,76	86,72	4,51	3,50
128+280				89,80	82,00	87,47	84,94	-2,33	2,94
128+300	315,25	LD		89,80	82,00	87,47	84,94	-2,33	2,94
128+320				89,80	82,00	87,47	84,94	-2,33	2,94
128+340				89,93	81,85	89,20	91,42	-0,73	9,57
128+360				91,16	80,43	90,90	90,82	-0,26	10,39
128+380	-	-		92,40	79,01	92,57	89,12	0,17	10,11
128+400				93,00	77,59	92,76	87,39	-0,24	9,80
128+420			-0,85	92,55	76,17	92,76	85,62	0,21	9,45
128+440				91,70	75,40	86,34	83,81	-5,36	8,41
128+460				91,70	75,40	86,34	83,81	-5,36	8,41
128+480				91,70	75,40	86,34	83,81	-5,36	8,41
128+500				91,70	75,40	86,34	83,81	-5,36	8,41
128+520				91,70	75,40	86,34	83,81	-5,36	8,41
128+540	259,53	LD		91,70	75,40	86,34	83,81	-5,36	8,41
128+560				91,70	75,40	86,34	83,81	-5,36	8,41
128+580				91,70	75,40	86,34	83,81	-5,36	8,41
128+600				91,70	75,40	86,34	83,81	-5,36	8,41
128+620				91,70	75,40	86,34	83,81	-5,36	8,41
128+640				91,70	75,40	86,34	83,81	-5,36	8,41
128+660				91,50	75,34	88,09	84,30	-3,41	8,96
128+680	-	-		85,60	73,41	89,81	82,47	4,21	9,06
128+700				79,70	71,49	91,50	80,59	11,80	9,10
128+720				73,80	69,56	84,70	78,04	10,90	8,48
128+740				73,00	69,30	77,94	75,41	4,94	6,11
128+760	112,42	LD		73,00	69,30	77,94	75,41	4,94	6,11
128+780				73,00	69,30	75,60	73,07	2,60	3,77
128+800			-5,88	73,82	68,33	78,23	77,01	4,41	8,68
128+820	-	-		73,66	66,17	80,77	74,34	7,11	8,17
128+840				68,88	64,01	80,82	71,57	11,94	7,56
128+860				64,10	61,85	73,71	68,69	9,61	6,84
128+880				60,00	60,00	65,83	65,68	5,83	5,68
128+900				60,00	60,00	65,83	65,68	5,83	5,68
128+920			-1,34	60,00	60,00	65,83	65,68	5,83	5,68
128+940				60,00	60,00	65,83	65,68	5,83	5,68
128+960	65,31	LE		60,00	60,00	65,83	65,68	5,83	5,68
128+980				60,00	60,00	65,83	65,68	5,83	5,68
129+000				60,00	60,00	62,96	62,81	2,96	2,81
129+020				60,00	60,00	62,96	62,81	2,96	2,81
129+040				60,00	60,00	62,96	62,81	2,96	2,81
129+060				60,32	60,71	66,91	71,02	6,59	10,31
129+080				62,45	65,45	69,87	78,38	7,42	12,93

RELATÓRIO COMPARATIVO ENTRE V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E PELO ICG

Estat. [m]	Elem. geométricos			IHSDM		ICG		Diferença	
	R [m]	Lado	i [%]	>	<	>	<	>	<
129+100	-	-		64,58	70,18	72,71	85,86	8,13	15,68
129+120	-	-		66,70	74,92	75,44	88,32	8,74	13,40
129+140	-	-		68,83	76,44	78,07	86,77	9,24	10,33
129+160	-	-		70,96	74,97	80,62	84,99	9,66	10,02
129+180	-	-		71,50	74,60	82,50	83,17	11,00	8,57
129+200	-	-	-7,51	71,50	74,60	83,32	83,17	11,82	8,57
129+220	-	-		71,50	74,60	83,32	83,17	11,82	8,57
129+240	-	-		71,50	74,60	83,32	83,17	11,82	8,57
129+260	-	-		71,50	74,60	83,32	83,17	11,82	8,57
129+280	-	-		71,50	74,60	83,32	83,17	11,82	8,57
129+300	-	-		71,50	74,60	83,32	83,17	11,82	8,57
129+320	-	-		71,50	74,60	83,32	83,17	11,82	8,57
129+340	323,64	LE		71,50	74,60	83,32	83,17	11,82	8,57
129+360	-	-		71,50	74,60	83,32	83,17	11,82	8,57
129+380	-	-		71,50	74,60	83,32	83,17	11,82	8,57
129+400	-	-		71,50	74,60	83,32	83,17	11,82	8,57
129+420	-	-		71,50	74,60	83,32	83,17	11,82	8,57
129+440	-	-		71,50	74,60	85,14	86,43	13,64	11,83
129+460	-	-		71,50	74,60	86,59	85,68	15,09	11,08
129+480	-	-		71,50	74,60	86,59	83,88	15,09	9,28
129+500	-	-		71,50	74,60	86,59	82,04	15,09	7,44
129+520	-	-	-0,50	72,47	73,24	88,34	80,15	15,87	6,91
129+540	-	-		73,97	71,16	90,05	78,22	16,08	7,06
129+560	-	-		75,47	69,07	91,73	75,59	16,26	6,52
129+580	-	-		75,85	66,99	91,14	72,87	15,29	5,88
129+600	-	-		71,11	64,90	84,13	70,04	13,02	5,14
129+620	-	-		66,38	62,81	77,32	67,09	10,94	4,28
129+640	-	-		61,65	60,73	69,85	64,01	8,20	3,28
129+660	-	-	-4,97	60,00	60,00	62,40	59,87	2,40	-0,13
129+680	58,58	LD		60,00	60,00	62,40	59,87	2,40	-0,13
129+700	-	-		60,00	60,00	62,40	59,87	2,40	-0,13
129+720	-	-		60,00	60,00	63,90	61,37	3,90	1,37
129+740	-	-		60,00	60,06	67,80	69,75	7,80	9,69
129+760	-	-		60,00	60,10	70,32	70,16	10,32	10,06
129+780	79,95	LE	-1,74	60,00	60,10	70,32	70,16	10,32	10,06
129+800	-	-		60,00	60,10	70,32	70,16	10,32	10,06
129+820	-	-		60,99	62,46	73,14	70,02	12,15	7,56
129+840	-	-		63,23	61,96	74,31	67,07	11,08	5,11
129+860	-	-		60,00	60,00	66,51	63,98	6,51	3,98
129+880	72,26	LD		60,00	60,00	66,51	63,98	6,51	3,98
129+900	-	-		60,00	60,00	66,51	63,98	6,51	3,98
129+920	-	-		60,00	60,00	66,51	63,98	6,51	3,98
129+940	-	-		61,36	64,66	69,48	72,06	8,12	7,40
129+960	-	-		63,61	72,40	72,33	79,32	8,72	6,92
129+980	-	-		64,30	74,80	75,07	80,34	10,77	5,54
130+000	248,99	LD	-7,71	64,30	74,80	77,72	80,34	13,42	5,54
130+020	-	-		64,30	74,80	80,28	80,34	15,98	5,54
130+040	-	-		64,30	74,80	82,16	80,34	17,86	5,54
130+060	-	-		66,14	72,93	84,00	82,51	17,86	9,58
130+080	-	-		68,18	70,86	85,80	80,64	17,62	9,78
130+100	-	-		70,22	68,78	87,56	78,72	17,34	9,94
130+120	-	-		72,27	66,71	89,29	76,11	17,02	9,40
130+140	-	-		70,90	64,64	89,09	73,41	18,19	8,77
130+160	-	-		66,02	62,56	81,90	70,60	15,88	8,04
130+180	-	-		61,15	60,49	74,89	67,68	13,74	7,19
130+200	66,16	LD		60,00	60,00	67,15	64,62	7,15	4,62
130+220	-	-		60,00	60,00	67,15	64,62	7,15	4,62
130+240	-	-	-1,77	60,00	60,99	70,10	72,63	10,10	11,64
130+260	-	-		60,00	65,53	72,93	75,00	12,93	9,47
130+280	-	-		60,00	63,31	75,65	72,25	15,65	8,94
130+300	-	-		60,00	61,10	74,38	69,40	14,38	8,30
130+320	-	-		60,00	60,60	66,58	66,42	6,58	5,82
130+340	-	-		60,00	60,60	66,58	66,42	6,58	5,82

RELATÓRIO COMPARATIVO ENTRE V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E PELO ICG

Estat. [m]	Elem. geométricos			IHSDM		ICG		Diferença		
	R [m]	Lado	i [%]	>	<	>	<	>	<	
130+360	76,48	LE	-7,74	60,00	60,60	66,58	66,42	6,58	5,82	
130+380				60,00	60,60	66,58	66,42	6,58	5,82	
130+400				60,00	60,60	66,58	66,42	6,58	5,82	
130+420				60,00	60,60	66,58	66,42	6,58	5,82	
130+440	-	-		61,72	60,48	69,55	72,94	7,83	12,46	
130+460				63,94	60,32	72,40	70,11	8,46	9,79	
130+480	72,61	LD		64,96	60,15	74,40	67,16	9,44	7,01	
130+500				60,00	60,00	66,61	64,08	6,61	4,08	
130+520				60,00	60,00	67,43	64,90	7,43	4,90	
130+540	-	-		60,33	60,78	70,36	72,88	10,03	12,10	
130+560				62,55	64,75	73,18	77,18	10,63	12,43	
130+580				64,76	62,54	75,57	74,51	10,81	11,97	
130+600				60,75	60,32	76,29	71,75	15,54	11,43	
130+620	76,74	LD	2,98	60,00	60,00	68,71	68,87	8,71	8,87	
130+640				60,00	60,00	68,71	68,87	8,71	8,87	
130+660				60,00	60,00	68,71	68,87	8,71	8,87	
130+680				60,00	60,00	68,71	68,87	8,71	8,87	
130+700	-	-		60,20	60,47	71,25	76,43	11,05	15,96	
130+720				62,41	65,50	73,70	82,20	11,29	16,70	
130+740	124,58	LE		64,61	68,51	76,08	80,32	11,47	11,81	
130+760				65,90	67,30	75,86	78,39	9,96	11,09	
130+780				65,90	67,30	75,86	78,39	9,96	11,09	
130+800	-	-		65,90	67,30	75,86	78,39	9,96	11,09	
130+820				66,36	66,83	78,48	78,24	12,12	11,41	
130+840				67,83	64,68	81,02	75,61	13,19	10,93	
130+860				62,83	62,52	79,80	72,89	16,97	10,37	
130+880	83,19	LD		61,40	61,90	72,59	70,06	11,19	8,16	
130+900	-	-	-1,15	61,70	62,72	75,32	77,51	13,62	14,79	
130+920				63,81	68,48	77,96	85,07	14,15	16,59	
130+940				65,92	74,23	80,51	87,36	14,59	13,13	
130+960				68,02	79,99	82,39	85,59	14,37	5,60	
130+980	204,08	LD		70,13	85,74	84,23	83,78	14,10	-1,96	
131+000				70,70	87,30	84,45	81,93	13,75	-5,37	
131+020				70,70	87,30	84,45	81,93	13,75	-5,37	
131+040	-	-		70,70	87,30	84,45	81,93	13,75	-5,37	
131+060				70,70	87,30	84,45	81,93	13,75	-5,37	
131+080				-0,51	71,38	88,30	86,24	89,11	14,86	0,81
131+100				0,26	73,13	90,87	88,00	93,03	14,87	2,16
131+120	1,03	74,87	93,00	89,50	92,68	14,63	-0,32			
131+140	174,70	LE	1,56	76,62	93,00	90,97	92,43	14,35	-0,57	
131+160				78,36	93,00	91,09	92,43	12,73	-0,57	
131+180				80,11	93,00	91,09	92,43	10,98	-0,57	
131+200				81,85	93,00	91,09	92,43	9,24	-0,57	
131+220				83,60	92,87	91,09	92,43	7,49	-0,44	
131+240				85,34	91,29	91,09	91,65	5,75	0,36	
131+260				87,09	89,72	91,09	89,97	4,00	0,25	
131+280				88,83	88,15	91,09	88,25	2,26	0,10	
131+300				90,01	86,58	91,09	86,50	1,08	-0,08	
131+320				86,28	85,01	87,67	84,71	1,39	-0,30	
131+340	-	-		84,40	84,20	80,36	82,89	-4,04	-1,31	
131+360				84,40	84,20	80,36	82,89	-4,04	-1,31	
131+380				84,40	84,20	80,36	82,89	-4,04	-1,31	
131+400				84,40	84,20	80,36	82,89	-4,04	-1,31	
131+420				84,40	84,20	80,36	82,89	-4,04	-1,31	
131+440				84,40	84,20	80,36	82,89	-4,04	-1,31	
131+460				84,40	84,20	80,36	82,89	-4,04	-1,31	
131+480				84,40	84,20	80,36	82,89	-4,04	-1,31	
131+500				84,40	84,20	80,36	82,89	-4,04	-1,31	
131+520				85,48	83,07	82,00	82,66	-3,48	-0,41	
131+540	-	-		83,23	81,34	83,61	80,79	0,38	-0,55	
131+560				-2,33	79,31	79,61	85,42	78,87	6,11	-0,74
131+580				78,40	79,20	78,79	76,26	0,39	-2,94	
131+600				78,40	79,20	78,79	76,26	0,39	-2,94	

RELATÓRIO COMPARATIVO ENTRE V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E PELO ICG

Estat. [m]	Elem. geométricos			IHSDM		ICG		Diferença	
	R [m]	Lado	i [%]	>	<	>	<	>	<
131+620			-4,22	78,40	79,20	78,79	76,26	0,39	-2,94
131+640	134,34	LD		78,40	79,20	78,79	76,26	0,39	-2,94
131+660				78,40	79,20	78,79	76,26	0,39	-2,94
131+680				78,40	79,20	77,54	77,70	-0,86	-1,50
131+700				78,40	79,20	77,54	77,70	-0,86	-1,50
131+720				78,40	79,20	77,54	77,70	-0,86	-1,50
131+740				78,40	79,20	77,54	77,70	-0,86	-1,50
131+760				78,52	79,13	79,47	85,24	0,95	6,11
131+780	-	-	4,01	80,22	78,09	81,36	87,09	1,14	9,00
131+800				81,92	77,04	82,68	85,32	0,76	8,28
131+820				83,62	76,00	83,98	83,51	0,36	7,51
131+840				81,26	74,96	84,05	81,66	2,79	6,70
131+860	144,64	LE		77,60	74,00	77,24	79,77	-0,36	5,77
131+880				77,60	74,00	77,24	79,77	-0,36	5,77
131+900				77,60	74,00	77,24	79,77	-0,36	5,77
131+920				77,60	74,00	77,24	79,77	-0,36	5,77
131+940	-	-	1,98	77,91	73,65	79,51	81,46	1,60	7,81
131+960			-1,77	79,64	71,70	82,01	79,56	2,37	7,86
131+980				75,62	69,75	83,69	76,98	8,07	7,23
132+000	110,66	LD	-2,71	72,50	68,30	76,84	74,31	4,34	6,01
132+020				72,50	68,30	76,84	74,31	4,34	6,01
132+040	-	-		72,97	66,41	79,43	78,91	6,46	12,50
132+060				73,30	65,10	73,77	76,30	0,47	11,20
132+080				73,30	65,10	73,77	76,30	0,47	11,20
132+100	118,18	LE	5,92	73,30	65,10	73,77	76,30	0,47	11,20
132+120				73,30	65,10	73,77	76,30	0,47	11,20
132+140				73,30	65,10	73,77	76,30	0,47	11,20
132+160				73,30	65,10	73,77	75,20	0,47	10,10
132+180	-	-		68,59	63,29	75,48	72,46	6,89	9,17
132+200				62,76	61,06	74,30	69,61	11,54	8,55
132+220				60,00	60,00	66,49	66,64	6,49	6,64
132+240				60,00	60,00	66,49	66,64	6,49	6,64
132+260				60,00	60,00	68,59	68,75	8,59	8,75
132+280	73,82	LD	1,39	60,00	60,00	68,59	68,75	8,59	8,75
132+300				60,00	60,00	68,59	68,75	8,59	8,75
132+320				60,00	60,00	68,59	68,75	8,59	8,75
132+340				60,00	60,00	68,59	68,75	8,59	8,75
132+360				60,00	60,00	68,59	68,75	8,59	8,75
132+380				60,00	60,00	68,59	68,75	8,59	8,75
132+400	-	-		61,96	70,22	71,14	76,33	9,18	6,11
132+420				64,18	82,08	72,21	80,12	8,03	-1,96
132+440	158,71	LE		64,30	82,70	73,27	77,56	8,97	-5,14
132+460				64,30	82,70	74,31	77,56	10,01	-5,14
132+480				64,97	83,97	75,34	85,11	10,37	1,14
132+500				67,04	86,05	76,35	87,18	9,31	1,13
132+520				69,10	84,72	77,35	85,41	8,25	0,69
132+540				71,17	83,39	78,34	83,60	7,17	0,21
132+560				71,30	83,30	79,22	81,75	7,92	-1,55
132+580				71,30	83,30	79,22	81,75	7,92	-1,55
132+600	263,98	LE		71,30	83,30	79,22	81,75	7,92	-1,55
132+620				71,30	83,30	79,22	81,75	7,92	-1,55
132+640				71,30	83,30	79,22	81,75	7,92	-1,55
132+660				71,30	83,30	79,22	81,75	7,92	-1,55
132+680				72,39	82,06	80,18	83,37	7,79	1,31
132+700				73,69	80,32	80,73	81,52	7,04	1,20
132+720				73,99	78,57	81,28	79,62	7,29	1,05
132+740				73,11	76,82	79,12	77,04	6,01	0,22
132+760				72,47	76,80	71,84	74,37	-0,63	-2,43
132+780	121,70	LE		71,83	76,80	71,84	74,37	0,01	-2,43
132+800				71,19	76,80	71,84	74,37	0,65	-2,43
132+820				70,54	76,80	71,84	74,37	1,30	-2,43
132+840				69,90	76,80	71,84	74,37	1,94	-2,43
132+860				69,26	76,80	71,84	74,37	2,58	-2,43
				68,73	78,49	72,90	82,22	4,17	3,73

RELATÓRIO COMPARATIVO ENTRE V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E PELO ICG

Estaç. [m]	Elem. geométricos			IHSDM		ICG		Diferença	
	R [m]	Lado	i [%]	>	<	>	<	>	<
132+880			10,95	68,35	82,40	73,95	88,06	5,60	5,66
132+900				67,97	86,30	74,98	88,06	7,01	1,76
132+920	-	-		67,59	89,49	76,00	87,04	8,41	-2,45
132+940				67,21	87,86	77,00	85,27	9,79	-2,59
132+960				66,83	86,24	77,99	83,46	11,16	-2,78
132+980				66,44	84,61	78,97	81,61	12,53	-3,00
133+000				66,16	84,00	79,56	79,71	13,40	-4,29
133+020	232,71	LD		65,93	84,00	79,56	79,71	13,63	-4,29
133+040				65,71	84,00	79,56	79,71	13,85	-4,29
133+060				65,49	83,87	80,52	86,29	15,03	2,42
133+080			65,32	82,11	81,07	84,50	15,75	2,39	
133+100	-	-	65,15	80,35	81,62	82,67	16,47	2,32	
133+120			64,98	78,60	82,16	80,80	17,18	2,20	
133+140			64,81	76,84	82,70	78,88	17,89	2,04	
133+160			64,64	75,08	78,39	76,27	13,75	1,19	
133+180			64,51	74,70	71,04	73,57	6,53	-1,13	
133+200	115,00	LE	64,39	74,70	71,04	73,57	6,65	-1,13	
133+220			64,28	74,24	72,11	81,49	7,83	7,25	
133+240	-	-	64,20	72,31	73,17	81,85	8,97	9,54	
133+260			64,13	70,38	74,21	79,96	10,08	9,58	
133+280			64,06	69,70	74,86	77,39	10,80	7,69	
133+300	156,16	LE	64,01	69,70	74,86	77,39	10,85	7,69	
133+320			63,95	69,70	74,86	77,39	10,91	7,69	
133+340			63,90	69,61	75,88	75,95	11,98	6,34	
133+360			63,83	67,44	76,89	73,24	13,06	5,80	
133+380	-	-	63,76	65,27	77,88	70,43	14,12	5,16	
133+400			63,62	63,10	75,52	67,50	11,90	4,40	
133+420			62,01	60,94	67,85	64,43	5,84	3,49	
133+440			60,00	60,00	60,16	60,32	0,16	0,32	
133+460	62,75	LD	60,00	60,00	60,16	60,32	0,16	0,32	
133+480			60,00	60,00	60,16	60,32	0,16	0,32	
133+500			60,38	60,90	62,05	68,83	1,67	7,93	
133+520			62,55	65,96	66,06	76,40	3,51	10,44	
133+540	-	-	64,72	67,74	69,05	77,50	4,33	9,76	
133+560			66,88	65,57	71,92	74,85	5,04	9,28	
133+580			67,89	63,41	74,68	72,10	6,79	8,69	
133+600			62,87	61,24	73,96	69,24	11,09	8,00	
133+620	65,04	LD	60,00	60,00	66,11	66,26	6,11	6,26	
133+640			60,00	60,00	66,11	66,26	6,11	6,26	
133+660			61,68	63,87	69,10	74,09	7,42	10,22	
133+680			63,81	68,79	71,97	81,96	8,16	13,17	
133+700	-	-	65,94	71,72	74,73	86,31	8,79	14,59	
133+720			68,07	69,68	77,39	84,52	9,32	14,84	
133+740			70,20	67,64	79,96	82,69	9,76	15,05	
133+760			71,60	66,30	82,45	80,82	10,85	14,52	
133+780			71,60	66,30	83,67	78,91	12,07	12,61	
133+800	242,53	LE	71,60	66,30	83,67	76,31	12,07	10,01	
133+820			71,60	66,30	83,67	73,61	12,07	7,31	
133+840			71,60	66,30	83,67	70,81	12,07	4,51	
133+860			71,95	65,91	77,25	67,89	5,30	1,98	
133+880	-	-	68,22	63,70	69,78	64,84	1,56	1,14	
133+900			63,30	61,49	62,32	60,75	-0,98	-0,74	
133+920			60,00	60,00	53,84	56,37	-6,16	-3,63	
133+940	45,41	LE	60,00	60,00	51,37	53,90	-8,63	-6,10	
133+960			61,90	64,38	54,61	62,37	-7,29	-2,01	
133+980	-	-	64,11	65,63	57,67	70,63	-6,44	5,00	
134+000			66,32	63,42	60,58	75,31	-5,74	11,89	
134+020			62,82	61,21	63,35	72,58	0,53	11,37	
134+040	72,33	LE	60,00	60,00	67,21	69,74	7,21	9,74	
134+060			60,00	60,00	67,21	69,74	7,21	9,74	
134+080			61,69	63,88	70,15	77,22	8,46	13,34	
134+100			63,70	68,49	72,98	84,80	9,28	16,31	
134+120			65,71	73,10	75,70	91,76	9,99	18,66	

RELATÓRIO COMPARATIVO ENTRE V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E PELO ICG

Estat. [m]	Elem. geométricos			IHSDM		ICG		Diferença	
	R [m]	Lado	i [%]	>	<	>	<	>	<
134+140				67,72	77,71	78,33	92,38	10,61	14,67
134+160				69,73	80,32	80,87	90,71	11,14	10,39
134+180	-	-		71,74	78,45	82,74	89,01	11,00	10,56
134+200				73,75	76,57	84,04	87,28	10,29	10,71
134+220			3,81	75,76	74,70	85,32	85,51	9,56	10,81
134+240				77,77	72,82	86,58	83,70	8,81	10,88
134+260				77,33	70,94	87,83	81,85	10,50	10,91
134+280				73,03	69,07	81,87	79,96	8,84	10,89
134+300	107,33	LE		71,50	68,40	74,86	77,39	3,36	8,99
134+320				71,50	68,40	74,86	77,39	3,36	8,99
134+340				72,06	67,76	77,51	74,83	5,45	7,07
134+360	-	-	0,51	72,29	65,57	80,08	72,08	7,79	6,51
134+380				67,45	63,37	77,76	69,22	10,31	5,85
134+400				62,61	61,18	70,34	66,23	7,73	5,05
134+420				60,00	60,00	62,95	63,10	2,95	3,10
134+440				60,00	60,00	62,95	63,10	2,95	3,10
134+460				60,00	60,00	60,88	61,04	0,88	1,04
134+480	58,20	LD	4,95	60,00	60,00	60,88	61,04	0,88	1,04
134+500				60,00	60,00	60,88	61,04	0,88	1,04
134+520				60,00	60,00	60,88	61,04	0,88	1,04
134+540			1,02	60,15	60,34	64,56	69,46	4,41	9,12
134+560				62,17	64,87	68,42	76,97	6,25	12,10
134+580				64,18	69,41	71,31	84,58	7,13	15,17
134+600				66,19	73,94	74,09	90,49	7,90	16,55
134+620				68,20	78,47	76,77	90,49	8,57	12,02
134+640	-	-		70,21	82,86	79,36	89,43	9,15	6,57
134+660			-2,84	72,23	81,04	81,87	87,70	9,64	6,66
134+680				74,24	79,22	83,72	85,94	9,48	6,72
134+700				76,25	77,40	85,53	84,14	9,28	6,74
134+720				78,26	75,58	87,30	82,30	9,04	6,72
134+740				77,20	73,76	89,03	80,42	11,83	6,66
134+760				72,86	71,94	82,94	78,50	10,08	6,56
134+780				71,10	71,20	76,03	75,88	4,93	4,68
134+800				71,10	71,20	76,03	75,88	4,93	4,68
134+820				71,10	71,20	76,03	75,88	4,93	4,68
134+840				71,10	71,20	76,03	75,88	4,93	4,68
134+860	106,47	LE		71,10	71,20	76,03	75,88	4,93	4,68
134+880				71,10	71,20	76,03	75,88	4,93	4,68
134+900				71,10	71,20	76,03	75,88	4,93	4,68
134+920				71,10	71,20	76,03	75,88	4,93	4,68
134+940			-0,61	71,10	71,20	76,03	75,88	4,93	4,68
134+960				71,10	71,20	76,03	75,88	4,93	4,68
134+980				72,39	74,21	78,64	83,58	6,25	9,37
135+000				74,22	78,48	81,17	89,10	6,95	10,62
135+020				76,06	80,82	83,03	87,37	6,97	6,55
135+040				77,89	78,96	84,85	85,60	6,96	6,64
135+060	-	-		79,72	77,11	86,63	83,79	6,91	6,68
135+080				81,55	75,26	88,38	81,94	6,83	6,68
135+100				78,44	73,40	90,09	80,05	11,65	6,65
135+120				74,16	71,55	89,43	78,12	15,27	6,57
135+140				69,88	69,70	82,27	75,49	12,39	5,79
135+160				69,20	69,40	75,29	72,76	6,09	3,36
135+180	100,85	LD		69,20	69,40	75,29	72,76	6,09	3,36
135+200				69,20	69,40	75,29	72,76	6,09	3,36
135+220				69,20	69,40	75,29	72,76	6,09	3,36
135+240				70,94	73,43	77,93	79,96	6,99	6,53
135+260				72,88	74,72	80,48	81,51	7,60	6,79
135+280	-	-		74,81	72,76	82,36	79,61	7,55	6,85
135+300				75,59	70,79	84,20	77,03	8,61	6,24
135+320				71,05	68,82	81,20	74,36	10,15	5,54
135+340			-2,89	66,60	66,90	74,12	71,59	7,52	4,69
135+360				66,60	66,90	74,12	71,59	7,52	4,69
135+380				66,60	66,90	74,12	71,59	7,52	4,69

RELATÓRIO COMPARATIVO ENTRE V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E PELO ICG

Estat. [m]	Elem. geométricos			IHSDM		ICG		Diferença		
	R [m]	Lado	i [%]	>	<	>	<	>	<	
135+400	94,20	LD		66,60	66,90	74,12	71,59	7,52	4,69	
135+420				66,60	66,90	74,12	71,59	7,52	4,69	
135+440				66,60	66,90	74,12	71,59	7,52	4,69	
135+460				66,60	66,90	74,12	71,59	7,52	4,69	
135+480				66,60	66,90	74,12	71,59	7,52	4,69	
135+500	-	-		68,17	67,76	76,80	75,81	8,63	8,05	
135+520				63,15	65,69	77,84	73,09	14,69	7,40	
135+540	82,50	LE		61,00	64,80	70,43	70,27	9,43	5,47	
135+560				61,00	64,80	70,43	70,27	9,43	5,47	
135+580				-1,94	61,00	64,80	70,87	70,71	9,87	5,91
135+600				0,27	61,00	64,80	70,30	72,83	9,30	8,03
135+620				2,48	61,00	64,80	69,27	71,80	8,27	7,00
135+640				4,68	61,00	64,80	68,25	70,78	7,25	5,98
135+660				6,89	61,00	64,80	67,22	69,75	6,22	4,95
135+680				61,00	64,80	67,18	69,71	6,18	4,91	
135+700	-	-		62,34	68,15	69,05	77,19	6,71	9,04	
135+720				64,54	73,67	70,87	78,89	6,33	5,22	
135+740	133,94	LD	6,98	66,70	79,10	72,65	76,28	5,95	-2,82	
135+760				66,70	79,10	74,38	76,28	7,68	-2,82	
135+780				66,70	79,10	76,07	76,28	9,37	-2,82	
135+800				66,70	79,10	76,12	76,28	9,42	-2,82	
135+820				66,70	79,10	76,12	76,28	9,42	-2,82	
135+840				66,70	79,10	76,12	76,28	9,42	-2,82	
135+860				68,01	78,46	77,78	83,95	9,77	5,49	
135+880				69,91	77,53	79,40	89,91	9,49	12,38	
135+900				71,81	76,59	80,99	89,91	9,18	13,32	
135+920	-	-		73,71	75,66	82,08	88,75	8,37	13,09	
135+940				75,61	74,73	83,15	87,01	7,54	12,28	
135+960				77,51	73,80	84,97	85,23	7,46	11,43	
135+980				79,42	72,87	86,75	83,42	7,33	10,55	
136+000				79,97	71,93	86,14	81,57	6,17	9,64	
136+020	138,20	LD	0,52	79,00	71,70	79,51	79,67	0,51	7,97	
136+040				79,00	71,70	79,51	79,67	0,51	7,97	
136+060				79,00	71,70	79,51	79,67	0,51	7,97	
136+080				79,00	71,70	79,51	79,67	0,51	7,97	
136+100				79,00	71,70	77,71	77,87	-1,29	6,17	
136+120				79,00	71,70	77,71	77,87	-1,29	6,17	
136+140	-	-		75,44	70,84	79,64	78,39	4,20	7,55	
136+160				67,09	68,86	77,92	75,77	10,83	6,91	
136+180	92,27	LE		66,80	68,80	70,52	73,05	3,72	4,25	
136+200				66,80	68,80	70,52	73,05	3,72	4,25	
136+220				66,80	68,80	70,52	73,05	3,72	4,25	
136+240				66,80	68,80	70,52	73,05	3,72	4,25	
136+260				68,62	72,95	72,64	81,02	4,02	8,07	
136+280				70,55	75,15	74,70	83,60	4,15	8,45	
136+300				72,48	73,09	76,70	81,75	4,22	8,66	
136+320	-	-	4,39	74,40	71,02	78,65	79,86	4,25	8,84	
136+340				76,33	68,95	80,55	77,29	4,22	8,34	
136+360				75,65	66,89	81,89	74,63	6,24	7,74	
136+380				70,95	64,82	83,21	71,87	12,26	7,05	
136+400				66,26	62,75	77,56	69,00	11,30	6,25	
136+420				61,56	60,69	70,12	66,00	8,56	5,31	
136+440	61,56	LD		60,00	60,00	62,70	62,86	2,70	2,86	
136+460				60,00	60,00	62,70	62,86	2,70	2,86	
136+480				60,00	60,00	62,70	62,86	2,70	2,86	
136+500				60,81	61,84	65,81	71,07	5,00	9,23	
136+520	-	-		62,99	66,78	68,08	78,42	5,09	11,64	
136+540				65,17	71,64	70,27	79,98	5,10	8,34	
136+560				67,34	69,73	72,40	77,41	5,06	7,68	
136+580				67,70	69,40	74,90	74,75	7,20	5,35	
136+600				67,70	69,40	74,90	74,75	7,20	5,35	
136+620			-1,41	67,70	69,40	74,90	74,75	7,20	5,35	
136+640	101,54	LE		67,70	69,40	74,90	74,75	7,20	5,35	

RELATÓRIO COMPARATIVO ENTRE V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E PELO ICG

Estat. [m]	Elem. geométricos			IHSDM		ICG		Diferença	
	R [m]	Lado	i [%]	>	<	>	<	>	<
136+660	101,34	LE		67,70	69,40	74,90	74,75	7,20	5,35
136+680				67,70	69,40	73,14	75,67	5,44	6,27
136+700				67,70	69,40	73,14	75,67	5,44	6,27
136+720				67,70	69,40	73,14	75,67	5,44	6,27
136+740				68,70	71,68	75,53	82,41	6,83	10,73
136+760	-	-		70,70	75,07	77,85	80,53	7,15	5,46
136+780				72,70	73,17	80,10	77,98	7,40	4,81
136+800			2,32	71,50	71,40	75,18	75,34	3,68	3,94
136+820	107,16	LD		71,50	71,40	75,18	75,34	3,68	3,94
136+840				71,50	71,40	75,18	75,34	3,68	3,94
136+860				71,50	71,40	75,18	75,34	3,68	3,94
136+880				72,29	73,24	77,51	83,09	5,22	9,85
136+900				74,02	77,24	79,77	90,18	5,75	12,94
136+920				75,75	81,25	81,97	92,07	6,22	10,82
136+940				77,47	85,25	83,58	92,07	6,11	6,82
136+960				79,20	89,26	85,39	91,21	6,19	1,95
136+980				80,92	89,30	87,16	91,21	6,24	1,91
137+000				82,65	87,56	88,90	91,21	6,25	3,65
137+020				84,38	85,82	90,60	91,21	6,22	5,39
137+040	-	-		86,10	84,08	92,27	90,12	6,17	6,04
137+060				87,83	82,34	92,55	88,41	4,72	6,07
137+080			-1,30	89,56	80,60	92,55	86,66	2,99	6,06
137+100				87,63	78,86	92,55	84,88	4,92	6,02
137+120				83,53	77,11	92,55	83,06	9,02	5,95
137+140				79,42	75,37	92,55	81,20	13,13	5,83
137+160				75,32	73,63	88,49	79,29	13,17	5,66
137+180				71,22	71,89	81,25	76,70	10,03	4,81
137+200				67,70	70,40	74,18	74,02	6,48	3,62
137+220				67,70	70,40	71,57	74,10	3,87	3,70
137+240	96,96	LE		67,70	70,40	71,57	74,10	3,87	3,70
137+260				67,70	70,40	71,57	74,10	3,87	3,70
137+280				67,70	70,40	71,57	74,10	3,87	3,70
137+300	-	-		69,61	70,13	73,66	78,08	4,05	7,95
137+320				71,20	69,90	75,29	75,45	4,09	5,55
137+340	113,70	LD		71,20	69,90	75,29	75,45	4,09	5,55
137+360				71,20	69,90	75,29	75,45	4,09	5,55
137+380				71,20	69,90	75,29	75,45	4,09	5,55
137+400	-	-		72,12	67,88	77,28	81,57	5,16	13,69
137+420				73,05	65,83	79,22	79,67	6,17	13,84
137+440				73,20	65,50	74,56	77,09	1,36	11,59
137+460				73,20	65,50	74,56	77,09	1,36	11,59
137+480	117,36	LE		73,20	65,50	74,56	77,09	1,36	11,59
137+500				73,20	65,50	74,56	75,78	1,36	10,28
137+520				73,20	65,50	74,56	73,06	1,36	7,56
137+540	-	-		69,98	64,16	76,57	70,24	6,59	6,08
137+560				64,60	61,92	71,35	67,30	6,75	5,38
137+580				60,00	60,00	64,08	64,23	4,08	4,23
137+600	64,41	LD		60,00	60,00	64,08	64,23	4,08	4,23
137+620				60,00	60,00	64,08	64,23	4,08	4,23
137+640				60,11	60,25	67,13	72,28	7,02	12,03
137+660				62,22	64,99	69,35	79,52	7,13	14,53
137+680				64,33	69,74	71,50	86,02	7,17	16,28
137+700				66,45	74,48	73,59	84,22	7,14	9,74
137+720	-	-		68,56	75,26	75,62	82,38	7,06	7,12
137+740				70,67	73,34	77,60	80,50	6,93	7,16
137+760				72,78	71,41	79,53	78,58	6,75	7,17
137+780				68,49	69,49	78,10	75,96	9,61	6,47
137+800			4,01	66,80	68,80	70,72	73,25	3,92	4,45
137+820	92,37	LE		66,80	68,80	70,72	73,25	3,92	4,45
137+840				66,80	68,80	70,72	73,25	3,92	4,45
137+860				66,80	68,80	70,72	73,25	3,92	4,45
137+880	-	-		68,00	86,10	72,83	81,20	4,83	-4,90
137+900				68,50	93,00	74,88	85,56	6,38	-7,44

RELATÓRIO COMPARATIVO ENTRE V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E PELO ICG

Estaç. [m]	Elem. geométricos			IHSDM		ICG		Diferença			
	R [m]	Lado	i [%]	>	<	>	<	>	<		
137+920				68,50	93,00	76,88	85,56	8,38	-7,44		
137+940	366,70	LD		68,50	93,00	78,83	85,56	10,33	-7,44		
137+960				68,50	93,00	80,73	85,56	12,23	-7,44		
137+980				68,50	93,00	82,06	85,56	13,56	-7,44		
138+000				68,50	93,00	83,37	85,56	14,87	-7,44		
138+020						69,56	93,00	84,66	91,29	15,10	-1,71
138+040						70,99	93,00	85,93	91,29	14,94	-1,71
138+060						72,42	93,00	87,18	91,29	14,76	-1,71
138+080						73,85	93,00	88,42	91,29	14,57	-1,71
138+100						75,28	93,00	89,64	91,29	14,36	-1,71
138+120						76,71	93,00	89,95	91,29	13,24	-1,71
138+140			78,15	93,00	89,95	91,29	11,80	-1,71			
138+160	-	-		79,58	93,00	89,95	91,29	10,37	-1,71		
138+180				81,01	93,00	89,95	91,29	8,94	-1,71		
138+200				82,44	92,03	89,95	90,55	7,51	-1,48		
138+220				83,87	90,46	89,95	88,85	6,08	-1,61		
138+240				85,30	88,88	89,95	87,11	4,65	-1,77		
138+260				86,73	87,31	89,95	85,34	3,22	-1,97		
138+280				83,49	85,73	85,81	83,53	2,32	-2,20		
138+300				80,70	84,60	79,15	81,68	-1,55	-2,92		
138+320	173,44	LE		80,70	84,60	79,15	81,68	-1,55	-2,92		
138+340				80,70	84,60	79,15	81,68	-1,55	-2,92		
138+360				80,70	84,60	79,15	81,68	-1,55	-2,92		
138+380				80,70	84,60	79,15	81,68	-1,55	-2,92		
138+400			2,46	81,33	86,00	81,37	88,88	0,04	2,88		
138+420				82,95	89,77	82,99	92,01	0,04	2,24		
138+440				84,56	89,29	84,58	92,01	0,02	2,72		
138+460				86,18	88,66	86,14	92,01	-0,04	3,35		
138+480				87,80	88,03	87,67	92,01	-0,13	3,98		
138+500				89,41	87,39	89,17	92,01	-0,24	4,62		
138+520	-	-			91,03	86,76	89,70	91,05	-1,33	4,29	
138+540					92,65	86,13	89,70	91,05	-2,95	4,92	
138+560					92,81	85,50	89,70	91,05	-3,11	5,55	
138+580					92,57	84,87	89,70	91,05	-2,87	6,18	
138+600				92,33	84,23	89,70	91,05	-2,63	6,82		
138+620				92,08	83,60	89,70	91,05	-2,38	7,45		
138+640				91,84	82,97	89,70	89,79	-2,14	6,82		
138+660				91,70	82,60	85,54	88,07	-6,16	5,47		
138+680	559,69	LE		91,70	82,60	85,54	88,07	-6,16	5,47		
138+700				91,70	82,60	85,54	88,07	-6,16	5,47		
138+720				91,70	82,60	85,54	88,07	-6,16	5,47		
138+740				91,70	82,60	85,54	87,58	-6,16	4,98		
138+760			4,53	91,14	82,38	86,80	85,82	-4,34	3,44		
138+780				86,67	80,59	88,04	84,02	1,37	3,43		
138+800	-	-			82,20	78,80	89,26	82,18	7,06	3,38	
138+820					77,73	77,01	89,13	80,30	11,40	3,29	
138+840					73,26	75,22	81,95	77,74	8,69	2,52	
138+860					72,20	74,80	74,94	75,09	2,74	0,29	
138+880					72,20	74,80	74,94	75,09	2,74	0,29	
138+900	112,85	LD			72,20	74,80	74,94	75,09	2,74	0,29	
138+920					72,20	74,80	74,94	75,09	2,74	0,29	
138+940					72,20	74,80	74,94	75,09	2,74	0,29	
138+960			72,20		74,80	74,94	75,09	2,74	0,29		
138+980				73,09	73,95	76,94	82,87	3,85	8,92		
139+000				74,96	72,16	79,52	83,67	4,56	11,51		
139+020	-	-		76,83	70,36	82,02	81,82	5,19	11,46		
139+040				73,24	68,57	83,86	79,93	10,62	11,36		
139+060				68,72	66,78	79,42	77,36	10,70	10,58		
139+080				66,00	65,70	72,17	74,70	6,17	9,00		
139+100	92,14	LE	0,80	66,00	65,70	72,17	74,70	6,17	9,00		
139+120				66,00	65,70	72,17	74,70	6,17	9,00		
139+140				66,00	65,70	72,17	74,70	6,17	9,00		
139+160				66,00	65,70	72,17	74,70	6,17	9,00		
139+180				66,00	65,70	72,17	74,70	6,17	9,00		

RELATÓRIO COMPARATIVO ENTRE V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E PELO ICG

Estat. [m]	Elem. geométricos			IHSDM		ICG		Diferença	
	R [m]	Lado	i [%]	>	<	>	<	>	<
139+180				67,45	69,06	74,92	82,51	7,47	13,45
139+200				69,24	73,21	77,57	89,65	8,33	16,44
139+220				71,03	77,36	80,13	92,78	9,10	15,42
139+240				72,83	81,50	82,02	92,78	9,19	11,28
139+260				74,62	85,65	83,86	91,77	9,24	6,12
139+280				76,41	89,80	85,66	91,77	9,25	1,97
139+300				78,20	88,72	87,43	91,77	9,23	3,05
139+320				79,99	86,93	89,16	91,77	9,17	4,84
139+340				81,79	85,14	90,86	91,77	9,07	6,63
139+360	-	-	-0,08	83,58	83,34	92,53	91,11	8,95	7,77
139+380				85,37	81,55	93,12	89,42	7,75	7,87
139+400				87,16	79,76	93,12	87,69	5,96	7,93
139+420				88,96	77,96	93,12	85,93	4,16	7,97
139+440				88,59	76,17	93,12	84,13	4,53	7,96
139+460				84,39	74,38	89,16	82,29	4,77	7,91
139+480				80,20	72,58	89,16	80,41	8,96	7,83
139+500				76,00	70,79	89,16	77,86	13,16	7,07
139+520				71,81	69,00	83,81	75,22	12,00	6,22
139+540				67,61	67,20	76,97	72,48	9,36	5,28
139+560				64,10	65,70	69,47	69,63	5,37	3,93
139+580				64,10	65,70	69,47	69,63	5,37	3,93
139+600				64,10	65,70	69,47	69,63	5,37	3,93
139+620				64,10	65,70	69,47	69,63	5,37	3,93
139+640	84,62	LD		64,10	65,70	69,47	69,63	5,37	3,93
139+660				64,10	65,70	69,47	69,63	5,37	3,93
139+680				64,10	65,70	69,47	69,63	5,37	3,93
139+700				64,10	65,70	69,47	69,63	5,37	3,93
139+720				64,10	65,70	69,47	69,63	5,37	3,93
139+740				64,10	65,70	69,47	69,63	5,37	3,93
139+760				65,54	70,03	71,28	77,12	5,74	7,09
139+780				67,01	74,44	73,05	84,71	6,04	10,27
139+800	-	-		68,47	78,85	74,77	84,84	6,30	5,99
139+820				69,94	81,07	76,45	83,02	6,51	1,95
139+840				71,41	79,29	78,10	81,16	6,69	1,87
139+860				72,87	77,50	79,71	79,25	6,84	1,75
139+880				73,70	76,50	74,13	76,66	0,43	0,16
139+900				73,70	76,50	74,13	76,66	0,43	0,16
139+920				73,70	76,50	74,13	76,66	0,43	0,16
139+940				73,70	76,50	74,13	76,66	0,43	0,16
139+960				73,70	76,50	74,13	76,66	0,43	0,16
139+980	120,33	LE		73,70	76,50	74,13	76,66	0,43	0,16
140+000				73,70	76,50	74,13	76,66	0,43	0,16
140+020				73,70	76,50	74,13	76,66	0,43	0,16
140+040			5,69	73,70	76,50	74,13	76,66	0,43	0,16
140+060				73,70	76,50	74,13	76,66	0,43	0,16
140+080				73,70	76,50	74,13	76,66	0,43	0,16
140+100				74,72	78,79	75,83	84,29	1,11	5,50
140+120				76,45	82,63	77,49	90,51	1,04	7,88
140+140				78,17	86,48	79,12	90,51	0,95	4,03
140+160				79,89	90,32	80,71	90,51	0,82	0,19
140+180				81,61	92,08	81,80	90,51	0,19	-1,57
140+200				83,33	90,47	82,88	90,51	-0,45	0,04
140+220	-	-		85,06	88,86	83,94	89,28	-1,12	0,42
140+240				86,78	87,24	84,99	87,55	-1,79	0,31
140+260				86,80	85,63	86,03	85,79	-0,77	0,16
140+280				84,86	84,02	87,05	83,99	2,19	-0,03
140+300				81,56	82,40	88,06	82,15	6,50	-0,25
140+320				77,62	80,79	84,34	80,27	6,72	-0,52
140+340				77,40	80,70	77,55	77,71	0,15	-2,99
140+360				77,40	80,70	77,55	77,71	0,15	-2,99
140+380				77,40	80,70	77,55	77,71	0,15	-2,99
140+400				77,40	80,70	77,55	77,71	0,15	-2,99
140+420	143,49	LD		77,40	80,70	77,55	77,71	0,15	-2,99

RELATÓRIO COMPARATIVO ENTRE V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E PELO ICG

Estat. [m]	Elem. geométricos			IHSDM		ICG		Diferença	
	R [m]	Lado	i [%]	>	<	>	<	>	<
140+440				77,40	80,70	77,55	77,71	0,15	-2,99
140+460				77,40	80,70	77,55	77,71	0,15	-2,99
140+480				77,40	80,70	77,55	77,71	0,15	-2,99
140+500				77,40	80,70	77,55	77,71	0,15	-2,99
140+520	-	-		78,84	83,81	79,18	83,13	0,34	-0,68
140+540				80,61	82,61	80,77	81,27	0,16	-1,34
140+560				78,20	80,90	76,84	79,37	-1,36	-1,53
140+580				78,20	80,90	76,84	79,37	-1,36	-1,53
140+600				78,20	80,90	76,84	79,37	-1,36	-1,53
140+620				78,20	80,90	76,84	79,37	-1,36	-1,53
140+640				78,20	80,90	79,34	79,18	1,14	-1,72
140+660	149,66	LE		78,20	80,90	79,34	79,18	1,14	-1,72
140+680				78,20	80,90	79,34	79,18	1,14	-1,72
140+700				78,20	80,90	79,34	79,18	1,14	-1,72
140+720			-3,21	78,20	80,90	79,34	79,18	1,14	-1,72
140+740				78,20	80,90	79,34	79,18	1,14	-1,72
140+760				78,20	80,90	79,34	79,18	1,14	-1,72
140+780				78,20	80,90	79,34	79,18	1,14	-1,72
140+800				78,94	82,57	81,85	86,59	2,91	4,02
140+820				80,62	86,37	83,70	90,58	3,08	4,21
140+840				82,31	89,93	85,51	88,88	3,20	-1,05
140+860	-	-		83,99	88,31	87,28	87,14	3,29	-1,17
140+880				85,68	86,68	89,01	85,37	3,33	-1,31
140+900				87,36	85,06	90,71	83,56	3,35	-1,50
140+920				84,98	83,43	89,50	81,71	4,52	-1,72
140+940				82,80	82,50	82,35	79,82	-0,45	-2,68
140+960				82,80	82,50	82,35	79,82	-0,45	-2,68
140+980				82,80	82,50	82,35	79,82	-0,45	-2,68
141+000				82,80	82,50	82,35	79,82	-0,45	-2,68
141+020	160,36	LD	-0,88	82,80	82,50	82,35	79,82	-0,45	-2,68
141+040				82,80	82,50	82,35	79,82	-0,45	-2,68
141+060				82,80	82,50	82,35	79,82	-0,45	-2,68
141+080				82,80	82,50	82,35	79,82	-0,45	-2,68
141+100				82,80	82,50	82,35	79,82	-0,45	-2,68
141+120				82,80	82,50	82,35	79,82	-0,45	-2,68
141+140				83,56	84,22	84,19	87,18	0,63	2,96
141+160				85,21	87,98	85,99	87,90	0,78	-0,08
141+180	-	-		86,87	88,39	87,75	86,14	0,88	-2,25
141+200				88,52	86,77	89,48	84,35	0,96	-2,42
141+220				85,90	85,16	91,17	82,52	5,27	-2,64
141+240				82,02	83,54	85,28	80,65	3,26	-2,89
141+260				78,80	82,20	78,57	78,73	-0,23	-3,47
141+280				78,80	82,20	78,57	78,73	-0,23	-3,47
141+300				78,80	82,20	78,57	78,73	-0,23	-3,47
141+320	154,49	LD		78,80	82,20	78,57	78,73	-0,23	-3,47
141+340				78,80	82,20	78,57	78,73	-0,23	-3,47
141+360				78,80	82,20	78,57	78,73	-0,23	-3,47
141+380				78,80	82,20	78,57	78,73	-0,23	-3,47
141+400				78,80	82,20	78,57	78,73	-0,23	-3,47
141+420				78,90	82,42	80,17	86,18	1,27	3,76
141+440				80,58	86,16	81,27	90,70	0,69	4,54
141+460				82,26	89,90	82,35	89,54	0,09	-0,36
141+480	-	-		83,94	88,72	83,42	87,82	-0,52	-0,90
141+500				85,61	87,10	84,48	86,06	-1,13	-1,04
141+520				86,98	85,49	85,52	84,26	-1,46	-1,23
141+540				83,10	83,87	84,77	82,43	1,67	-1,44
141+560				79,80	82,50	78,02	80,55	-1,78	-1,95
141+580				79,80	82,50	78,02	80,55	-1,78	-1,95
141+600				79,80	82,50	78,02	80,55	-1,78	-1,95
141+620	164,17	LE		79,80	82,50	78,02	80,55	-1,78	-1,95
141+640				79,80	82,50	78,02	80,55	-1,78	-1,95
141+660				79,80	82,50	78,02	80,55	-1,78	-1,95
141+680				79,80	82,50	78,02	80,55	-1,78	-1,95

RELATÓRIO COMPARATIVO ENTRE V85 ESTIMADOS PELO IHSDM E PELO ICG

Estaç. [m]	Elem. geométricos			IHSDM		ICG		Diferença	
	R [m]	Lado	i [%]	>	<	>	<	>	<
141+700			5,28	79,80	82,50	78,02	80,55	-1,78	-1,95
141+720	-	-		80,57	81,87	79,64	87,77	-0,93	5,90
141+740				82,29	80,47	81,22	86,01	-1,07	5,54
141+760				84,00	79,10	81,68	84,21	-2,32	5,11
141+780				84,00	79,10	81,68	84,21	-2,32	5,11
141+800				84,00	79,10	81,68	84,21	-2,32	5,11
141+820				84,00	79,10	81,68	84,21	-2,32	5,11
141+840				84,00	79,10	81,68	84,21	-2,32	5,11
141+860				84,00	79,10	81,68	84,21	-2,32	5,11
141+880	256,79	LE		84,00	79,10	81,68	84,21	-2,32	5,11
141+900				84,00	79,10	81,68	84,21	-2,32	5,11
141+920				84,00	79,10	81,68	84,21	-2,32	5,11
141+940				84,00	79,10	81,68	84,21	-2,32	5,11
141+960				84,00	79,10	81,68	84,21	-2,32	5,11
141+980				84,00	79,10	81,68	84,21	-2,32	5,11
142+000				84,00	79,10	81,68	84,21	-2,32	5,11
142+020				84,46	78,44	82,76	88,73	-1,70	10,29
142+040				85,77	76,55	83,82	86,99	-1,95	10,44
142+060	-	-		87,08	74,66	84,87	85,21	-2,21	10,55
142+080				88,04	72,77	85,91	83,40	-2,13	10,63
142+100				84,16	70,88	86,13	81,55	1,97	10,67
142+120				80,30	69,00	79,49	79,65	-0,81	10,65
142+140				80,30	69,00	79,49	79,15	-0,81	10,15
142+160				80,30	69,00	79,49	76,55	-0,81	7,55
142+180	168,90	LD		80,30	69,00	81,64	73,86	1,34	4,86
142+200				80,30	69,00	81,64	71,07	1,34	2,07
142+220			0,66	80,30	69,00	77,95	68,17	-2,35	-0,83
142+240				80,30	69,00	70,55	65,14	-9,75	-3,86

Convenções

- > : Sentido do estaqueamento
 < : Sentido contrário

ANEXO A – *EVALUATION REPORT* - DCM

IHSDM Evaluation Report

IHSDM Version: IHSDM 2006 Release (v3.00)

Report Date: Apr 7, 2008 10:24:03 AM

Name: (Daniel)

Organization:

Telephone:

E-Mail:

Project: TESE (Análise dos trechos da UNIVIAS)

Evaluation: Relatório para confronto (Design Consistency) (Created Mon Apr 07 10:14:12 BRT 2008)

Highway Information: 116BRS3080

1. Design Consistency Module

[\[Design Consistency Module Engineer's Manual\]](#)

Graph: [Design Consistency Results \(in the direction of increasing stations\)](#)

Graph: [Design Consistency Results \(in the direction of decreasing stations\)](#)

Table: [V85 Speed Profile Coordinates \(in the direction of increasing stations\)](#)

Table: [V85 Speed Profile Coordinates \(in the direction of decreasing stations\)](#)

Table: [Design Speed Assumption Check \(in the direction of increasing stations\)](#)

Table: [Design Speed Assumption Check \(in the direction of decreasing stations\)](#)

Table: [Speed Differential of Adjacent Design Elements Check \(in the direction of increasing stations\)](#)

Table: [Speed Differential of Adjacent Design Elements Check \(in the direction of decreasing stations\)](#)

[\[Table of Contents\]](#)

1. Design Consistency Module

Design Consistency Module Version: 2.04 (DCM Feb 16, 2006)

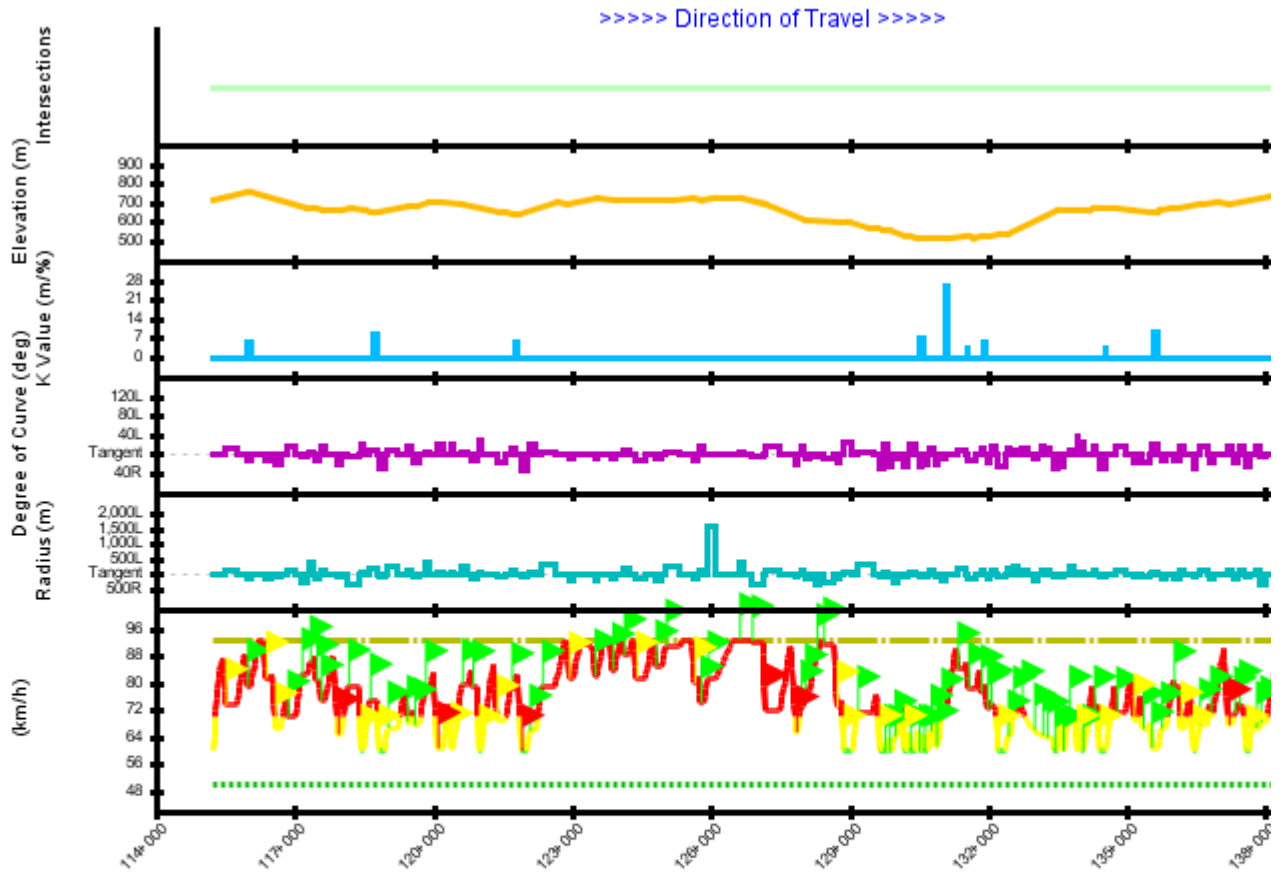
DCM Analysis Vehicle: Passenger Car - Type 1

Vehicle Start Speed: 60

Vehicle End Speed: 60

[\[DCM Graphical Output of the Design Consistency Module Engineer's Manual\]](#)

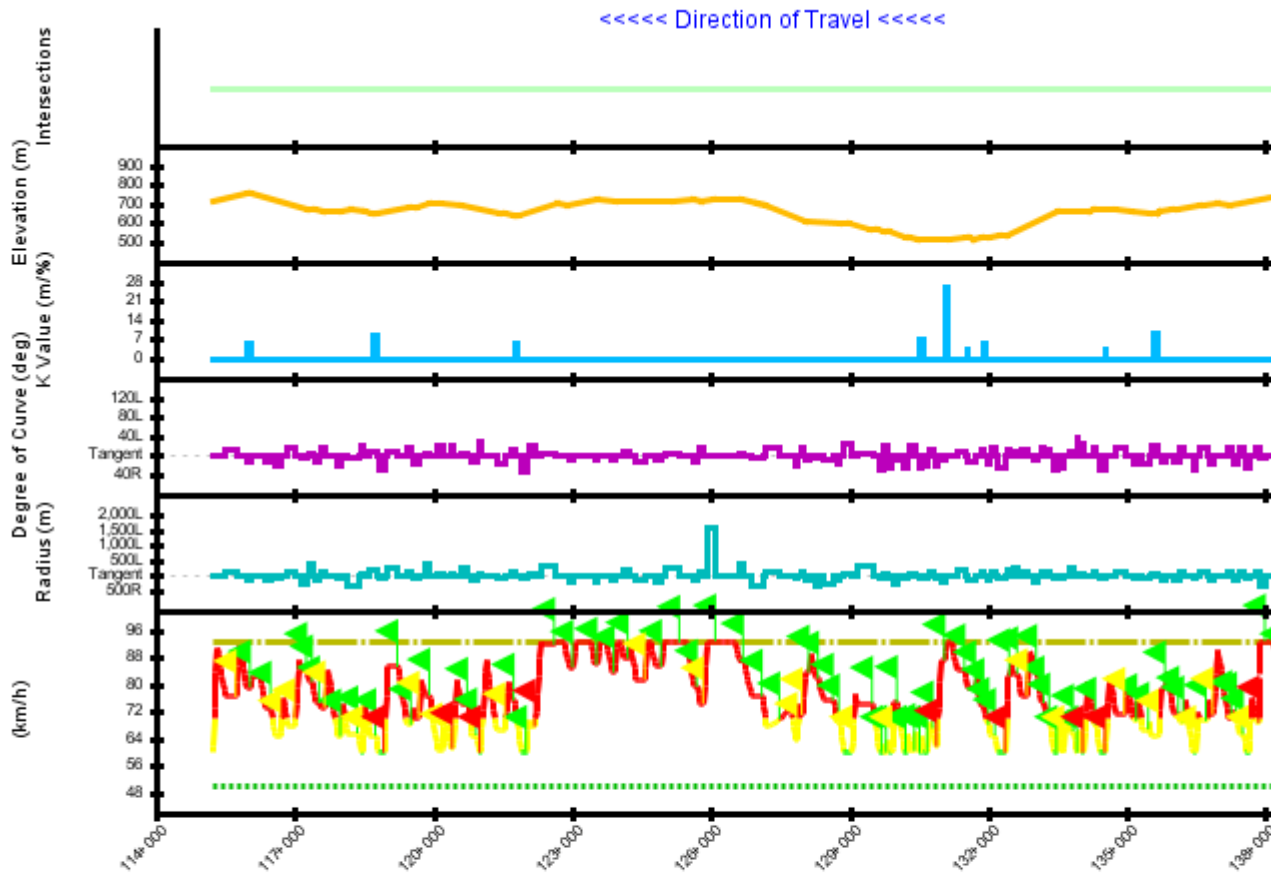
Graph: Design Consistency Results (in the direction of increasing stations)



NOTE: Speed profile does NOT account for intersections.

- | | |
|---|--|
| <p>Legend</p> <ul style="list-style-type: none"> — Intersections — Vertical Alignment (Elevation); m — Vertical Alignment Curvature K Value; m/% — Horizontal Alignment Degree of Curve; deg — Horizontal Alignment Radius; m — Desired Speed; km/h — Design Speed; km/h | <ul style="list-style-type: none"> — V85 Speed; km/h; differential between design and V85 speed < — V85 Speed; km/h; differential between design and V85 speed > — V85 Speed; km/h; differential between design and V85 speed > ▲ Criteria 2; V85 speed differential of adjacent horizontal element ▲ Criteria 2; V85 speed differential of adjacent horizontal element ▲ Criteria 2; V85 speed differential of adjacent horizontal element |
|---|--|

Graph: Design Consistency Results (in the direction of decreasing stations)



NOTE: Speed profile does NOT account for intersections.

- Legend
- Intersections
 - Vertical Alignment (Elevation); m
 - Vertical Alignment Curvature K Value; m/%
 - Horizontal Alignment Degree of Curve; deg
 - Horizontal Alignment Radius; m
 - Desired Speed; km/h
 - Design Speed; km/h
 - V85 Speed; km/h; differential between design and V85 speed <
 - V85 Speed; km/h; differential between design and V85 speed >
 - V85 Speed; km/h; differential between design and V85 speed >
 - ▲ Criteria 2; V85 speed differential of adjacent horizontal element
 - ▼ Criteria 2; V85 speed differential of adjacent horizontal element

[\[V85 Speed Profile Coordinates of the Design Consistency Module Engineer's Manual\]](#)

V85 Speed Profile Coordinates (in the direction of increasing stations)

Station	Speed (km/h)
115+240.000	60.0
115+257.296	64.5
115+275.787	68.6
115+295.356	72.3
115+315.895	75.6
115+337.309	78.6
115+359.511	81.3
115+382.423	83.7
115+405.975	85.9

115+430.102	87.4
115+500.540	73.7
115+740.200	73.7
115+914.360	88.7
115+963.280	79.3
116+051.060	79.3
116+219.700	93.0
116+315.774	93.0
116+376.840	81.7
116+494.270	81.7
116+502.916	82.4
116+575.680	66.6
116+701.350	66.6
116+807.398	76.9
116+826.314	72.8
116+838.480	70.1
117+006.450	70.1
117+144.230	82.7
117+266.820	82.7
117+321.290	86.3
117+391.750	86.3
117+422.845	88.3
117+446.314	83.8
117+460.950	81.0
117+543.420*	81.0
117+549.647	78.5
117+558.530	75.0
117+664.850	75.0
117+820.326	88.3
117+930.850	64.9
118+003.840	64.9
118+152.920	79.4
118+373.540*	79.4
118+425.430	60.0
118+473.350	60.0
118+620.120	75.2
118+763.280*	75.2
118+808.570	60.0
118+940.750	60.0
119+003.290	66.9
119+235.750	66.9

119+381.386	78.1
119+424.280	68.6
119+531.080	68.6
119+562.166	71.7
119+573.884	69.0
119+579.350	67.7
119+695.590	67.7
119+815.100	79.1
119+928.710	79.1
119+987.835	83.2
120+087.190	60.8
120+193.310	60.8
120+316.839	73.7
120+370.660	60.7
120+423.000	60.7
120+611.350	79.5
120+748.350	79.5
120+813.784	84.0
120+834.786	79.8
120+838.720	79.0
120+941.190*	79.0
120+963.952	69.7
120+987.560	60.0
121+019.760	60.0
121+289.344	85.9
121+370.770	68.8
121+561.010	68.8
121+685.020	78.4
121+752.940	78.4
121+802.639	82.7
121+902.710	60.0
122+019.740	60.0
122+075.160	65.9
122+207.010	65.9
122+342.480	79.0
122+630.460	79.0
122+846.404	93.0
122+866.843	93.0
122+935.780	81.6
123+027.810	81.6
123+135.593	90.2

123+161.107	91.8
123+415.258	91.2
123+440.493	89.2
123+465.812	85.4
123+486.740	82.3
123+545.990	82.3
123+680.295	93.0
123+815.422	93.0
123+863.820	84.1
123+920.350	84.1
124+032.383	93.0
124+073.978	93.0
124+112.210	88.4
124+223.290	88.4
124+282.538	93.0
124+324.910	93.0
124+386.200	81.6
124+587.450	81.6
124+729.325	93.0
124+752.657	93.0
124+800.450	85.0
124+939.230	85.0
125+015.900	91.1
125+333.940	91.1
125+365.720	93.0
125+570.274	93.0
125+639.060	80.1
125+717.790	80.1
125+737.433	81.8
125+762.435	76.6
125+772.540	74.6
125+848.430	74.6
125+928.940	81.8
126+113.100	81.8
126+473.971	93.0
126+612.690	93.0
126+714.940	93.0
126+869.625	93.0
126+873.268	92.8
126+881.180	92.4
127+120.800*	92.4

127+175.620	72.1
127+498.750	72.1
127+719.213	91.0
127+842.160	65.6
127+854.935	65.6
127+872.570	65.6
127+947.430	73.1
127+987.400	73.1
128+039.100	77.9
128+135.630	77.9
128+278.570	89.8
128+337.850	89.8
128+389.790	93.0
128+413.937	93.0
128+423.268	92.3
128+430.820	91.7
128+659.330*	91.7
128+722.700	73.0
128+791.030	73.0
128+813.968	75.1
128+877.150	60.0
129+057.000	60.0
129+165.070	71.5
129+507.010	71.5
129+576.403	76.7
129+646.960	60.0
129+721.300	60.0
129+751.770	60.0
129+811.090	60.0
129+843.332	63.6
129+844.101	63.4
129+857.260	60.0
129+927.960	60.0
129+947.435	62.2
129+966.190	64.3
130+041.990	64.3
130+130.129	73.3
130+184.720	60.0
130+236.200	60.0
130+304.510	60.0
130+424.450	60.0

130+476.741	65.8
130+489.935	62.4
130+499.330	60.0
130+515.768	60.0
130+537.010	60.0
130+583.023	65.1
130+593.268	62.5
130+602.900	60.0
130+698.150	60.0
130+751.660	65.9
130+815.680	65.9
130+838.146	68.3
130+851.601	64.9
130+865.780	61.4
130+877.435	61.4
130+897.140	61.4
130+985.420	70.7
131+072.150	70.7
131+297.945	90.4
131+316.601	86.9
131+330.280	84.4
131+506.880	84.4
131+526.260	86.0
131+549.101	81.4
131+564.740	78.4
131+738.590	78.4
131+805.703	84.1
131+838.460	77.6
131+916.460	77.6
131+940.689	79.7
131+962.435	75.1
131+974.900	72.5
132+022.280	72.5
132+052.590	73.3
132+163.830*	73.3
132+209.450	60.0
132+382.780	60.0
132+395.813	61.5
132+421.040	64.3
132+473.460	64.3
132+541.300	71.3

132+645.810	71.3
132+674.373	73.5
132+695.104	74.2
132+720.280	73.1
132+851.320	68.9
132+987.540	66.3
133+058.540	65.5
133+164.310	64.6
133+215.180	64.3
133+267.080	64.1
133+339.140	63.9
133+397.609	63.7
133+415.305	63.1
133+428.630	60.0
133+496.460	60.0
133+576.760	68.7
133+611.450	60.0
133+623.271	60.0
133+644.270	60.0
133+753.130	71.6
133+856.520	71.6
133+863.421	72.3
133+913.430	60.0
133+925.131	60.0
133+942.750	60.0
134+004.377	66.8
134+027.906	60.8
134+031.000	60.0
134+053.329	60.0
134+063.190	60.0
134+252.209	79.0
134+287.120	71.5
134+311.388	71.5
134+334.180	71.5
134+355.021	73.5
134+410.770	60.0
134+538.480	60.0
134+730.309	79.3
134+750.129	75.0
134+768.110	71.1
134+965.870	71.1

135+083.824	81.9
135+143.190	69.2
135+222.000	69.2
135+296.432	76.4
135+318.462	71.4
135+339.470	66.6
135+481.810	66.6
135+499.081	68.4
135+528.540	61.0
135+687.850	61.0
135+739.680	66.7
135+846.250	66.7
135+995.604	80.9
135+997.289	80.5
136+005.000	79.0
136+131.540*	79.0
136+149.599	71.4
136+160.690	66.8
136+241.100	66.8
136+352.127	77.5
136+426.630	60.0
136+492.550	60.0
136+563.280	67.7
136+729.960	67.7
136+789.050	73.6
136+793.177	72.7
136+798.620	71.5
136+870.810	71.5
137+087.466	90.2
137+197.150	67.7
137+281.230	67.7
137+315.630	71.2
137+380.330	71.2
137+423.260	73.2
137+528.010*	73.2
137+577.130	60.0
137+638.960	60.0
137+761.127	72.9
137+774.843	69.7
137+787.230	66.8
137+868.650	66.8

137+878.177	67.8
137+884.530	68.5
138+005.120	68.5
138+262.431	86.9
138+294.380	80.7
138+372.200	80.7
138+524.361	93.0
138+631.730	91.7
138+737.510*	91.7
138+824.730	72.2
138+950.490	72.2
139+002.935	77.1
139+052.030	66.0
139+163.810	66.0
139+432.777	90.1
139+556.760	64.1
139+740.370	64.1
139+871.270	73.7
140+088.110	73.7
140+240.239	86.8
140+264.368	86.8
140+288.486	83.8
140+312.594	79.1
140+321.090	77.4
140+503.740	77.4
140+545.520	81.1
140+553.286	79.5
140+559.770	78.2
140+791.200	78.2
140+905.216	87.8
140+930.413	83.0
140+931.480	82.8
141+130.830	82.8
141+204.535	88.9
141+256.580	78.8
141+418.800	78.8
141+518.893	87.2
141+556.990	79.8
141+711.120	79.8
141+759.830	84.0
142+012.990	84.0

142+078.636	88.3
142+119.940	80.3
142+297.520*	80.3
142+380.820	60.0
142+391.543	60.0
142+413.090	60.0
142+416.960	60.0

* The deceleration rate predicted from 117+543.420 to Station 117+558.530 and from 118+373.540 to Station 118+425.430 and from 118+763.280 to Station 118+808.570 and from 120+941.190 to Station 120+987.560 and from 127+120.800 to Station 127+175.620 and from 128+659.330 to Station 128+722.700 and from 132+163.830 to Station 132+209.450 and from 136+131.540 to Station 136+160.690 and from 137+528.010 to Station 137+577.130 and from 138+737.510 to Station 138+824.730 and from 142+297.520 to Station 142+380.820 (in the direction of increasing stations) is greater than the approximated comfortable deceleration rate, as determined by data collected to develop the Design Consistency Module (as referenced in FHWA Report FHWA-RD-99-171, "Speed prediction for Two-Lane Rural Highways"). See [V85 Speed Profile Coordinates of the Design Consistency Module Engineer's Manual](#) for additional information.

V85 Speed Profile Coordinates (in the direction of decreasing stations)

Station	Speed (km/h)
142+416.960	60.0
142+413.090	60.0
142+380.820	60.0
142+297.520	69.0
142+119.940	69.0
142+012.990	79.1
141+759.830	79.1
141+735.144	80.8
141+711.120	82.5
141+556.990	82.5
141+461.607	90.2
141+418.800	82.2
141+256.580	82.2
141+167.532	89.4
141+130.830	82.5
140+931.480	82.5
140+839.134	90.0
140+791.200	80.9
140+559.770	80.9

140+521.621	84.2
140+520.978	84.0
140+503.740	80.7
140+321.090	80.7
140+172.378	92.7
140+088.110	76.5
139+871.270	76.5
139+812.949	81.7
139+740.370	65.7
139+556.760	65.7
139+282.409	90.3
139+163.810	65.7
139+052.030	65.7
138+950.490	74.8
138+824.730	74.8
138+737.510	82.6
138+631.730	82.6
138+400.684	89.9
138+376.811	85.4
138+372.200	84.6
138+294.380	84.6
138+187.673	93.0
138+005.120	93.0
137+884.530*	93.0
137+868.650	68.8
137+787.230	68.8
137+708.080	76.4
137+638.960	60.0
137+577.130	60.0
137+528.010	65.5
137+423.260	65.5
137+380.330	69.9
137+315.630	69.9
137+281.230	70.4
137+197.150	70.4
136+966.217	90.5
136+870.810	71.4
136+798.620	71.4
136+756.488	75.4
136+749.311	73.8
136+729.960	69.4

136+563.280	69.4
136+540.235	71.7
136+516.811	66.0
136+492.550	60.0
136+426.630	60.0
136+272.787	75.9
136+258.478	72.6
136+241.100	68.8
136+160.690	68.8
136+155.144	69.3
136+131.540	71.7
136+005.000	71.7
135+846.250	79.1
135+739.680*	79.1
135+687.850	64.8
135+528.540	64.8
135+490.025	68.8
135+483.478	67.3
135+481.810	66.9
135+339.470	66.9
135+250.090	75.7
135+225.144	70.1
135+222.000	69.4
135+143.190	69.4
135+013.693	81.4
134+965.870	71.2
134+768.110	71.2
134+639.570	82.9
134+538.480	60.0
134+410.770	60.0
134+334.180	68.4
134+287.120	68.4
134+153.850	80.9
134+063.190	60.0
134+031.000	60.0
133+969.373	66.8
133+959.311	64.2
133+942.750	60.0
133+933.478	60.0
133+913.430	60.0
133+856.520	66.3

133+753.130	66.3
133+694.279	72.3
133+644.270	60.0
133+623.478	60.0
133+611.450	60.0
133+531.150	68.7
133+520.144	66.0
133+496.460	60.0
133+428.630	60.0
133+339.140	69.7
133+267.080	69.7
133+215.180	74.7
133+164.310	74.7
133+058.540	84.0
132+987.540	84.0
132+917.391	89.7
132+851.320	76.8
132+720.280	76.8
132+645.810	83.3
132+541.300	83.3
132+493.160	86.5
132+486.811	85.3
132+473.460	82.7
132+421.040*	82.7
132+382.780	60.0
132+209.450	60.0
132+163.830	65.1
132+052.590	65.1
132+047.644	65.6
132+022.280	68.3
131+974.900	68.3
131+916.460	74.0
131+838.460	74.0
131+738.590	79.2
131+564.740	79.2
131+506.880	84.2
131+330.280	84.2
131+218.299	93.0
131+116.275	93.0
131+091.842	89.8
131+072.150	87.3

130+985.420*	87.3
130+897.140	61.9
130+885.175	61.9
130+865.780	61.9
130+815.680	67.3
130+751.660	67.3
130+734.270	69.1
130+698.150	60.0
130+602.900	60.0
130+556.887	65.1
130+549.342	63.2
130+537.010	60.0
130+523.509	60.0
130+499.330	60.0
130+424.450	60.6
130+304.510	60.6
130+258.430	65.7
130+252.726	64.3
130+236.200	60.0
130+184.720	60.0
130+041.990	74.8
129+966.190*	74.8
129+927.960	60.0
129+857.260	60.0
129+824.732	63.7
129+816.320	61.5
129+811.090	60.1
129+751.770	60.1
129+721.300	60.0
129+646.960	60.0
129+507.010	74.6
129+165.070	74.6
129+129.645	77.2
129+057.000	60.0
128+877.150	60.0
128+791.030	69.3
128+722.700	69.3
128+659.330	75.4
128+430.820	75.4
128+337.850	82.0
128+278.570	82.0

128+165.502	89.4
128+135.630	83.8
128+039.100*	83.8
127+987.400	71.2
127+947.430	71.2
127+916.275	74.2
127+872.570	63.9
127+842.160	63.9
127+738.529	73.5
127+717.779	74.4
127+498.750	69.9
127+175.620	71.5
127+120.800	76.6
126+881.180	76.6
126+714.940	87.7
126+643.029	87.1
126+618.573	87.9
126+612.690	87.9
126+529.965	93.0
126+113.100	93.0
125+928.940*	93.0
125+848.430	74.6
125+772.540	74.6
125+717.790	79.5
125+639.060	79.5
125+472.961	93.0
125+333.940	92.6
125+015.900	92.6
125+009.462	93.0
124+984.693	93.0
124+939.230	85.4
124+800.450	85.4
124+703.447	93.0
124+648.740	93.0
124+587.450	81.6
124+386.200	81.6
124+257.344	92.0
124+243.266	90.3
124+223.290	87.9
124+112.210	87.9
124+046.417	93.0

123+970.631	93.0
123+920.350	83.8
123+863.820	83.8
123+747.429	93.0
123+593.162	93.0
123+571.599	89.8
123+545.990	86.1
123+486.740	86.1
123+398.110	93.0
123+075.324	93.0
123+027.810	85.3
122+935.780	85.3
122+837.556	93.0
122+649.534	93.0
122+641.599	92.5
122+630.460	91.9
122+342.480	91.9
122+330.110	92.7
122+207.010	67.8
122+075.160	67.8
122+057.919	69.5
122+019.740	60.0
121+902.710	60.0
121+752.940	75.5
121+685.020	75.5
121+624.911	80.9
121+561.010	66.8
121+370.770	66.8
121+144.343	87.4
121+019.760	60.0
121+003.023	60.0
120+987.560	60.0
120+941.190	65.2
120+838.720	65.2
120+748.350	74.3
120+611.350	74.3
120+511.831	81.4
120+423.000	61.2
120+370.660	61.2
120+247.787	73.9
120+193.310	60.8

120+087.190	60.8
119+928.710	76.9
119+815.100	76.9
119+749.011	81.6
119+695.590	70.2
119+579.350	70.2
119+551.366	72.9
119+550.110	72.6
119+531.080	68.3
119+424.280	68.3
119+235.750	85.4
119+003.290*	85.4
118+940.750	60.0
118+808.570	60.0
118+763.280	65.1
118+620.120	65.1
118+531.290	74.0
118+473.350	60.0
118+425.430	60.0
118+373.540	65.8
118+152.920	65.8
118+044.580	74.4
118+003.840	64.9
117+930.850	64.9
117+720.253	84.6
117+664.850	73.3
117+558.530	73.3
117+543.420	74.7
117+460.950	74.7
117+391.750	80.9
117+321.290	80.9
117+266.820	84.6
117+144.230	84.6
117+099.897	87.5
117+006.450	68.0
116+838.480	68.0
116+751.660	76.4
116+701.350	64.8
116+575.680	64.8
116+494.270	73.1
116+376.840	73.1

116+267.533	82.3
116+084.316	82.4
116+061.435	81.3
116+051.060	79.3
115+963.280	79.3
115+816.846	91.3
115+740.200	76.5
115+500.540	76.5
115+322.579	91.2
115+296.745	84.0
115+240.000	60.0

* The deceleration rate predicted from 137+884.530 to Station 137+868.650 and from 135+739.680 to Station 135+687.850 and from 132+421.040 to Station 132+382.780 and from 130+985.420 to Station 130+897.140 and from 129+966.190 to Station 129+927.960 and from 128+039.100 to Station 127+987.400 and from 125+928.940 to Station 125+848.430 and from 119+003.290 to Station 118+940.750 (in the direction of decreasing stations) is greater than the approximated comfortable deceleration rate, as determined by data collected to develop the Design Consistency Module (as referenced in FHWA Report FHWA-RD-99-171, "Speed prediction for Two-Lane Rural Highways"). See [V85 Speed Profile Coordinates of the Design Consistency Module Engineer's Manual](#) for additional information.

[\[Design Speed Assumption Check Results of the Design Consistency Module Engineer's Manual\]](#)

Design Speed Assumption Check (in the direction of increasing stations)

Station		V85 - Vdesign Speed (km/h)		Condition
		Min	Max	
From	To			
115+240.000	115+283.189	10.0	20.0	2
115+283.189	116+559.988	20.0	43.0	3
116+559.988	116+736.337	16.6	20.0	2
116+736.337	117+906.801	20.0	38.3	3
117+906.801	118+056.270	14.9	20.0	2
118+056.270	118+398.649	20.0	29.4	3
118+398.649	118+425.430	10.0	20.0	2
118+425.430	118+473.350	10.0	10.0	1
118+473.350	118+569.940	10.0	20.0	2
118+569.940	118+778.764	20.0	25.2	3
118+778.764	118+808.570	10.0	20.0	2
118+808.570	118+940.750	10.0	10.0	1

118+940.750	119+276.102	10.0	20.0	2
119+276.102	119+418.034	20.0	28.1	3
119+418.034	119+544.910	18.6	20.0	2
119+544.910	119+569.573	20.0	21.7	3
119+569.573	119+719.422	17.7	20.0	2
119+719.422	120+046.415	20.0	33.2	3
120+046.415	120+281.470	10.8	20.0	2
120+281.470	120+332.104	20.0	23.7	3
120+332.104	120+516.119	10.7	20.0	2
120+516.119	120+963.168	20.0	34.0	3
120+963.168	120+987.560	10.0	20.0	2
120+987.560	121+019.760	10.0	10.0	1
121+019.760	121+123.975	10.0	20.0	2
121+123.975	121+365.099	20.0	35.9	3
121+365.099	121+573.625	18.8	20.0	2
121+573.625	121+858.661	20.0	32.7	3
121+858.661	121+902.710	10.0	20.0	2
121+902.710	122+019.740	10.0	10.0	1
122+019.740	122+249.211	10.0	20.0	2
122+249.211	127+820.700	20.0	43.0	3
127+820.700	127+916.571	15.6	20.0	2
127+916.571	128+835.438	20.0	43.0	3
128+835.438	128+877.150	10.0	20.0	2
128+877.150	129+057.000	10.0	10.0	1
129+057.000	129+150.952	10.0	20.0	2
129+150.952	129+604.762	20.0	26.7	3
129+604.762	129+646.960	10.0	20.0	2
129+646.960	129+721.300	10.0	10.0	1
129+721.300	129+751.770	10.0	12.4	2
129+751.770	129+811.090	10.0	10.0	1
129+811.090	129+857.260	10.0	13.6	2
129+857.260	129+927.960	10.0	10.0	1
129+927.960	130+097.970	10.0	20.0	2
130+097.970	130+143.587	20.0	23.3	3
130+143.587	130+184.720	10.0	20.0	2
130+184.720	130+236.200	10.0	10.0	1
130+236.200	130+304.510	10.0	15.3	2
130+304.510	130+424.450	10.0	10.0	1
130+424.450	130+499.330	10.0	15.8	2
130+499.330	130+537.010	10.0	10.0	1
130+537.010	130+602.900	10.0	15.1	2

130+602.900	130+698.150	10.0	10.0	1
130+698.150	130+978.465	10.0	20.0	2
130+978.465	132+175.206	20.0	40.4	3
132+175.206	132+209.450	10.0	20.0	2
132+209.450	132+382.780	10.0	10.0	1
132+382.780	132+528.611	10.0	20.0	2
132+528.611	132+810.025	20.0	24.2	3
132+810.025	133+428.630	10.0	20.0	2
133+428.630	133+496.460	10.0	10.0	1
133+496.460	133+611.450	10.0	18.7	2
133+611.450	133+644.270	10.0	10.0	1
133+644.270	133+738.277	10.0	20.0	2
133+738.277	133+872.612	20.0	22.3	3
133+872.612	133+913.430	10.0	20.0	2
133+913.430	133+942.750	10.0	10.0	1
133+942.750	134+031.000	10.0	16.8	2
134+031.000	134+063.190	10.0	10.0	1
134+063.190	134+162.519	10.0	20.0	2
134+162.519	134+369.558	20.0	29.0	3
134+369.558	134+410.770	10.0	20.0	2
134+410.770	134+538.480	10.0	10.0	1
134+538.480	134+637.987	10.0	20.0	2
134+637.987	135+139.429	20.0	31.9	3
135+139.429	135+230.384	19.2	20.0	2
135+230.384	135+324.455	20.0	26.4	3
135+324.455	135+881.120	11.0	20.0	2
135+881.120	136+152.985	20.0	30.9	3
136+152.985	136+274.279	16.8	20.0	2
136+274.279	136+384.176	20.0	27.5	3
136+384.176	136+426.630	10.0	20.0	2
136+426.630	136+492.550	10.0	10.0	1
136+492.550	136+752.687	10.0	20.0	2
136+752.687	137+186.025	20.0	40.2	3
137+186.025	137+303.878	17.7	20.0	2
137+303.878	137+539.802	20.0	24.7	3
137+539.802	137+577.130	10.0	20.0	2
137+577.130	137+638.960	10.0	10.0	1
137+638.960	137+733.888	10.0	20.0	2
137+733.888	137+773.498	20.0	22.9	3
137+773.498	138+026.618	16.8	20.0	2
138+026.618	139+034.469	20.0	43.0	3

139+034.469	139+208.151	16.0	20.0	2
139+208.151	139+528.610	20.0	40.1	3
139+528.610	139+799.594	14.1	20.0	2
139+799.594	142+339.816	20.0	38.9	3
142+339.816	142+380.820	10.0	20.0	2
142+380.820	142+416.960	10.0	10.0	1

**Design Speed Assumption Check (in the
direction of decreasing stations)**

Station		V85 - Vdesign Speed (km/h)		Condition
From	To	Min	Max	
142+416.960	142+380.820	10.0	10.0	1
142+380.820	142+109.732	10.0	20.0	2
142+109.732	139+759.772	20.0	42.7	3
139+759.772	139+509.212	15.7	20.0	2
139+509.212	139+184.443	20.0	40.3	3
139+184.443	139+008.816	15.7	20.0	2
139+008.816	137+869.446	20.0	43.0	3
137+869.446	137+774.645	18.8	20.0	2
137+774.645	137+681.064	20.0	26.4	3
137+681.064	137+638.960	10.0	20.0	2
137+638.960	137+577.130	10.0	10.0	1
137+577.130	137+314.787	10.0	20.0	2
137+314.787	136+732.447	20.0	40.5	3
136+732.447	136+557.669	19.4	20.0	2
136+557.669	136+533.207	20.0	21.7	3
136+533.207	136+492.550	10.0	20.0	2
136+492.550	136+426.630	10.0	10.0	1
136+426.630	136+329.572	10.0	20.0	2
136+329.572	136+246.675	20.0	25.9	3
136+246.675	136+148.159	18.8	20.0	2
136+148.159	135+706.660	20.0	33.8	3
135+706.660	135+307.639	14.8	20.0	2
135+307.639	135+224.792	20.0	25.7	3
135+224.792	135+136.470	19.4	20.0	2
135+136.470	134+582.590	20.0	32.9	3
134+582.590	134+538.480	10.0	20.0	2
134+538.480	134+410.770	10.0	10.0	1
134+410.770	134+269.554	10.0	20.0	2

134+269.554	134+106.663	20.0	30.9	3
134+106.663	134+063.190	10.0	20.0	2
134+063.190	134+031.000	10.0	10.0	1
134+031.000	133+942.750	10.0	16.8	2
133+942.750	133+913.430	10.0	10.0	1
133+913.430	133+716.567	10.0	20.0	2
133+716.567	133+685.088	20.0	22.3	3
133+685.088	133+644.270	10.0	20.0	2
133+644.270	133+611.450	10.0	10.0	1
133+611.450	133+496.460	10.0	18.7	2
133+496.460	133+428.630	10.0	10.0	1
133+428.630	133+263.578	10.0	20.0	2
133+263.578	132+399.626	20.0	39.7	3
132+399.626	132+382.780	10.0	20.0	2
132+382.780	132+209.450	10.0	10.0	1
132+209.450	131+957.457	10.0	20.0	2
131+957.457	130+925.400	20.0	43.0	3
130+925.400	130+698.150	10.0	20.0	2
130+698.150	130+602.900	10.0	10.0	1
130+602.900	130+537.010	10.0	15.1	2
130+537.010	130+499.330	10.0	10.0	1
130+499.330	130+236.200	10.0	16.0	2
130+236.200	130+184.720	10.0	10.0	1
130+184.720	130+088.399	10.0	20.0	2
130+088.399	129+953.759	20.0	24.8	3
129+953.759	129+927.960	10.0	20.0	2
129+927.960	129+857.260	10.0	10.0	1
129+857.260	129+721.300	10.0	13.7	2
129+721.300	129+646.960	10.0	10.0	1
129+646.960	129+550.825	10.0	20.0	2
129+550.825	129+099.333	20.0	27.2	3
129+099.333	129+057.000	10.0	20.0	2
129+057.000	128+877.150	10.0	10.0	1
128+877.150	128+715.677	10.0	20.0	2
128+715.677	127+898.454	20.0	39.4	3
127+898.454	127+776.229	13.9	20.0	2
127+776.229	127+504.689	20.0	24.4	3
127+504.689	127+182.639	17.7	20.0	2
127+182.639	122+217.946	20.0	43.0	3
122+217.946	122+019.740	10.0	20.0	2
122+019.740	121+902.710	10.0	10.0	1

121+902.710	121+805.921	10.0	20.0	2
121+805.921	121+575.427	20.0	30.9	3
121+575.427	121+335.921	16.8	20.0	2
121+335.921	121+065.250	20.0	37.4	3
121+065.250	121+019.760	10.0	20.0	2
121+019.760	120+987.560	10.0	10.0	1
120+987.560	120+790.747	10.0	20.0	2
120+790.747	120+461.741	20.0	31.4	3
120+461.741	120+285.673	11.2	20.0	2
120+285.673	120+231.464	20.0	23.9	3
120+231.464	119+996.901	10.8	20.0	2
119+996.901	119+538.700	20.0	31.6	3
119+538.700	119+405.077	18.3	20.0	2
119+405.077	118+965.350	20.0	35.4	3
118+965.350	118+940.750	10.0	20.0	2
118+940.750	118+808.570	10.0	10.0	1
118+808.570	118+571.119	10.0	20.0	2
118+571.119	118+514.711	20.0	24.0	3
118+514.711	118+473.350	10.0	20.0	2
118+473.350	118+425.430	10.0	10.0	1
118+425.430	118+099.782	10.0	20.0	2
118+099.782	118+025.707	20.0	24.4	3
118+025.707	117+876.512	14.9	20.0	2
117+876.512	117+016.182	20.0	37.5	3
117+016.182	116+817.555	18.0	20.0	2
116+817.555	116+723.809	20.0	26.4	3
116+723.809	116+524.899	14.8	20.0	2
116+524.899	115+263.611	20.0	41.3	3
115+263.611	115+240.000	10.0	20.0	2

Design Speed Assumption Check Conditions Key

Condition 1: $0 \text{ km/h} \leq (V_{85} - V_{\text{design}}) \leq 10 \text{ km/h}$

Condition 2: $10 \text{ km/h} < (V_{85} - V_{\text{design}}) \leq 20 \text{ km/h}$

Condition 3: $20 \text{ km/h} < (V_{85} - V_{\text{design}})$

Condition 4: $(V_{85} - V_{\text{design}}) < 0 \text{ km/h}$

where:

V_{85} = estimated 85th percentile operating speed (km/h)

V_{design} = design speed (km/h)

[\[Speed Differential of Adjacent Design Elements Check Results of the Design Consistency Module Engineer's Manual\]](#)

Speed Differential of Adjacent Design Elements Check (in the direction of increasing stations)

Station of max speed on preceding element	Max speed on preceding element (km/h)	Start Station of curve	Speed on curve (km/h)	Speed Differential (km/h)	Condition
115+430.102	87.4	115+500.540	73.7	13.7	2
115+914.360	88.7	115+963.280	79.3	9.4	1
116+219.700	93.0	116+376.840	81.7	11.3	2
116+502.916	82.4	116+575.680	66.6	15.8	2
116+807.398	76.9	116+838.480	70.1	6.9	1
117+144.230	82.7	117+144.230	82.7	0.0	1
117+321.290	86.3	117+321.290	86.3	0.0	1
117+422.845	88.3	117+460.950	81.0	7.3	1
117+543.420	81.0	117+558.530	75.0	6.0	1
117+820.326	88.3	117+930.850	64.9	23.4	3
118+152.920	79.4	118+152.920	79.4	0.0	1
118+373.540	79.4	118+425.430	60.0	19.4	2
118+620.120	75.2	118+620.120	75.2	0.0	1
118+763.280	75.2	118+808.570	60.0	15.2	2
119+003.290	66.9	119+003.290	66.9	0.0	1
119+381.386	78.1	119+424.280	68.6	9.5	1
119+562.166	71.7	119+579.350	67.7	4.0	1
119+815.100	79.1	119+815.100	79.1	0.0	1
119+987.835	83.2	120+087.190	60.8	22.4	3
120+316.839	73.7	120+370.660	60.7	13.0	2
120+611.350	79.5	120+611.350	79.5	0.0	1
120+813.784	84.0	120+838.720	79.0	5.0	1
120+941.190	79.0	120+987.560	60.0	19.0	2
121+289.344	85.9	121+370.770	68.8	17.1	2
121+678.032	79.8	121+685.020	78.4	1.4	1
121+802.639	82.7	121+902.710	60.0	22.7	3
122+074.520	66.1	122+075.160	65.9	0.2	1
122+342.480	79.0	122+342.480	79.0	0.0	1
122+846.404	93.0	122+935.780	81.6	11.4	2
123+161.107	91.8	123+486.740	82.3	9.5	1
123+680.295	93.0	123+863.820	84.1	8.9	1
124+032.383	93.0	124+112.210	88.4	4.6	1
124+282.538	93.0	124+386.200	81.6	11.4	2
124+729.325	93.0	124+800.450	85.0	8.0	1
125+015.900	91.1	125+015.900	91.1	0.0	1
125+365.720	93.0	125+639.060	80.1	12.9	2

125+737.433	81.8	125+772.540	74.6	7.3	1
125+928.940	81.8	125+928.940	81.8	0.0	1
126+473.971	93.0	126+612.690	93.0	0.0	1
126+714.940	93.0	126+881.180	92.4	0.6	1
127+120.800	92.4	127+175.620	72.1	20.3	3
127+719.213	91.0	127+842.160	65.6	25.4	3
127+947.430	73.1	127+947.430	73.1	0.0	1
128+039.100	77.9	128+039.100	77.9	0.0	1
128+278.570	89.8	128+278.570	89.8	0.0	1
128+389.790	93.0	128+430.820	91.7	1.3	1
128+659.330	91.7	128+722.700	73.0	18.7	2
128+813.968	75.1	128+877.150	60.0	15.1	2
129+165.070	71.5	129+165.070	71.5	0.0	1
129+576.403	76.7	129+646.960	60.0	16.7	2
129+742.578	62.4	129+751.770	60.0	2.4	1
129+843.332	63.6	129+857.260	60.0	3.6	1
129+966.190	64.3	129+966.190	64.3	0.0	1
130+130.129	73.3	130+184.720	60.0	13.3	2
130+283.903	65.3	130+304.510	60.0	5.3	1
130+476.741	65.8	130+499.330	60.0	5.8	1
130+583.023	65.1	130+602.900	60.0	5.1	1
130+751.660	65.9	130+751.660	65.9	0.0	1
130+838.146	68.3	130+865.780	61.4	6.9	1
130+985.420	70.7	130+985.420	70.7	0.0	1
131+297.945	90.4	131+330.280	84.4	6.0	1
131+526.260	86.0	131+564.740	78.4	7.6	1
131+805.703	84.1	131+838.460	77.6	6.6	1
131+940.689	79.7	131+974.900	72.5	7.3	1
132+046.171	74.7	132+052.590	73.3	1.4	1
132+163.830	73.3	132+209.450	60.0	13.3	2
132+421.040	64.3	132+421.040	64.3	0.0	1
132+541.300	71.3	132+541.300	71.3	0.0	1
132+695.104	74.2	132+720.280	73.1	1.1	1
132+851.320	68.9	132+987.540	66.3	2.6	1
133+058.540	65.5	133+164.310	64.6	0.9	1
133+215.180	64.3	133+267.080	64.1	0.2	1
133+339.140	63.9	133+428.630	60.0	3.9	1
133+576.760	68.7	133+611.450	60.0	8.7	1
133+753.130	71.6	133+753.130	71.6	0.0	1
133+863.421	72.3	133+913.430	60.0	12.3	2
134+004.377	66.8	134+031.000	60.0	6.8	1

134+252.209	79.0	134+287.120	71.5	7.5	1
134+355.021	73.5	134+410.770	60.0	13.5	2
134+730.309	79.3	134+768.110	71.1	8.1	1
135+083.824	81.9	135+143.190	69.2	12.7	2
135+296.432	76.4	135+339.470	66.6	9.8	1
135+499.081	68.4	135+528.540	61.0	7.4	1
135+739.680	66.7	135+739.680	66.7	0.0	1
135+995.604	80.9	136+005.000	79.0	1.9	1
136+131.540	79.0	136+160.690	66.8	12.2	2
136+352.127	77.5	136+426.630	60.0	17.5	2
136+563.280	67.7	136+563.280	67.7	0.0	1
136+789.050	73.6	136+798.620	71.5	2.1	1
137+087.466	90.2	137+197.150	67.7	22.5	3
137+315.630	71.2	137+315.630	71.2	0.0	1
137+416.453	74.7	137+423.260	73.2	1.5	1
137+528.010	73.2	137+577.130	60.0	13.2	2
137+761.127	72.9	137+787.230	66.8	6.1	1
137+884.530	68.5	137+884.530	68.5	0.0	1
138+262.431	86.9	138+294.380	80.7	6.2	1
138+524.361	93.0	138+631.730	91.7	1.3	1
138+737.510	91.7	138+824.730	72.2	19.5	2
139+002.935	77.1	139+052.030	66.0	11.1	2
139+432.777	90.1	139+556.760	64.1	26.0	3
139+860.453	76.1	139+871.270	73.7	2.3	1
140+262.833	86.8	140+321.090	77.4	9.4	1
140+545.520	81.1	140+559.770	78.2	2.9	1
140+905.216	87.8	140+931.480	82.8	5.0	1
141+204.535	88.9	141+256.580	78.8	10.1	2
141+518.893	87.2	141+556.990	79.8	7.4	1
141+759.830	84.0	141+759.830	84.0	0.0	1
142+078.636	88.3	142+119.940	80.3	7.9	1
142+297.520	80.3	142+380.820	60.0	20.3	3

Speed Differential of Adjacent Design Elements Check (in the direction of decreasing stations)

Station of max speed on preceding element	Max speed on preceding element (km/h)	Start Station of curve	Speed on curve (km/h)	Speed Differential (km/h)	Condition
142+416.959	60.0	142+413.090	60.0	0.0	1
142+297.520	69.0	142+297.520	69.0	0.0	1
142+012.990	79.1	142+012.990	79.1	0.0	1

141+711.120	82.5	141+711.120	82.5	0.0	1
141+461.607	90.2	141+418.800	82.2	8.0	1
141+167.532	89.4	141+130.830	82.5	6.9	1
140+839.134	90.0	140+791.200	80.9	9.1	1
140+521.621	84.2	140+503.740	80.7	3.5	1
140+172.378	92.7	140+088.110	76.5	16.1	2
139+812.949	81.7	139+740.370	65.7	16.0	2
139+282.409	90.3	139+163.810	65.7	24.6	3
138+953.506	75.5	138+950.490	74.8	0.7	1
138+737.510	82.6	138+737.510	82.6	0.0	1
138+400.684	89.9	138+372.200	84.6	5.3	1
138+005.120	93.0	138+005.120	93.0	0.0	1
137+884.530	93.0	137+868.650	68.8	24.2	3
137+708.080	76.4	137+638.960	60.0	16.4	2
137+528.010	65.5	137+528.010	65.5	0.0	1
137+380.330	69.9	137+380.330	69.9	0.0	1
137+290.257	72.4	137+281.230	70.4	2.0	1
136+966.217	90.5	136+870.810	71.4	19.1	2
136+756.488	75.4	136+729.960	69.4	5.9	1
136+540.235	71.7	136+492.550	60.0	11.7	2
136+272.787	75.9	136+241.100	68.8	7.1	1
136+131.540	71.7	136+131.540	71.7	0.0	1
135+869.867	83.8	135+846.250	79.1	4.7	1
135+739.680	79.1	135+687.850	64.8	14.3	2
135+490.025	68.8	135+481.810	66.9	2.0	1
135+250.090	75.7	135+222.000	69.4	6.3	1
135+013.693	81.4	134+965.870	71.2	10.2	2
134+639.570	82.9	134+538.480	60.0	22.9	3
134+334.180	68.4	134+334.180	68.4	0.0	1
134+153.850	80.9	134+063.190	60.0	20.9	3
133+969.373	66.8	133+942.750	60.0	6.8	1
133+856.520	66.3	133+856.520	66.3	0.0	1
133+694.279	72.3	133+644.270	60.0	12.3	2
133+531.150	68.7	133+496.460	60.0	8.7	1
133+339.140	69.7	133+339.140	69.7	0.0	1
133+215.180	74.7	133+215.180	74.7	0.0	1
133+058.540	84.0	133+058.540	84.0	0.0	1
132+917.391	89.7	132+851.320	76.8	12.9	2
132+645.810	83.3	132+645.810	83.3	0.0	1
132+493.160	86.5	132+473.460	82.7	3.8	1
132+421.040	82.7	132+382.780	60.0	22.7	3

132+163.830	65.1	132+163.830	65.1	0.0	1
132+022.280	68.3	132+022.280	68.3	0.0	1
131+916.460	74.0	131+916.460	74.0	0.0	1
131+751.670	81.8	131+738.590	79.2	2.6	1
131+506.880	84.2	131+506.880	84.2	0.0	1
131+116.275	93.0	131+072.150	87.3	5.7	1
130+985.420	87.3	130+897.140	61.9	25.5	3
130+815.680	67.3	130+815.680	67.3	0.0	1
130+734.270	69.1	130+698.150	60.0	9.1	1
130+556.887	65.1	130+537.010	60.0	5.1	1
130+445.417	66.0	130+424.450	60.6	5.4	1
130+258.430	65.7	130+236.200	60.0	5.7	1
130+041.990	74.8	130+041.990	74.8	0.0	1
129+966.190	74.8	129+927.960	60.0	14.8	2
129+824.732	63.7	129+811.090	60.1	3.6	1
129+730.779	62.5	129+721.300	60.0	2.5	1
129+507.010	74.6	129+507.010	74.6	0.0	1
129+129.645	77.2	129+057.000	60.0	17.2	2
128+791.030	69.3	128+791.030	69.3	0.0	1
128+659.330	75.4	128+659.330	75.4	0.0	1
128+337.850	82.0	128+337.850	82.0	0.0	1
128+165.502	89.4	128+135.630	83.8	5.6	1
128+039.100	83.8	127+987.400	71.2	12.6	2
127+916.275	74.2	127+872.570	63.9	10.3	2
127+717.779	74.4	127+498.750	69.9	4.5	1
127+120.800	76.6	127+120.800	76.6	0.0	1
126+715.826	87.7	126+714.940	87.7	0.0	1
126+113.100	93.0	126+113.100	93.0	0.0	1
125+928.940	93.0	125+848.430	74.6	18.4	2
125+717.790	79.5	125+717.790	79.5	0.0	1
125+339.648	93.0	125+333.940	92.6	0.4	1
124+984.693	93.0	124+939.230	85.4	7.6	1
124+648.740	93.0	124+587.450	81.6	11.4	2
124+257.344	92.0	124+223.290	87.9	4.1	1
123+970.631	93.0	123+920.350	83.8	9.2	1
123+593.162	93.0	123+545.990	86.1	6.9	1
123+075.324	93.0	123+027.810	85.3	7.7	1
122+649.534	93.0	122+630.460	91.9	1.1	1
122+330.110	92.7	122+207.010	67.8	24.9	3
122+057.919	69.5	122+019.740	60.0	9.5	1
121+752.940	75.5	121+752.940	75.5	0.0	1

121+624.911	80.9	121+561.010	66.8	14.0	2
121+144.343	87.4	121+019.760	60.0	27.4	3
120+941.190	65.2	120+941.190	65.2	0.0	1
120+748.350	74.3	120+748.350	74.3	0.0	1
120+511.831	81.4	120+423.000	61.2	20.2	3
120+247.787	73.9	120+193.310	60.8	13.1	2
119+928.710	76.9	119+928.710	76.9	0.0	1
119+749.011	81.6	119+695.590	70.2	11.4	2
119+551.366	72.9	119+531.080	68.3	4.7	1
119+235.750	85.4	119+235.750	85.4	0.0	1
119+003.290	85.4	118+940.750	60.0	25.4	3
118+763.280	65.1	118+763.280	65.1	0.0	1
118+531.290	74.0	118+473.350	60.0	14.0	2
118+373.540	65.8	118+373.540	65.8	0.0	1
118+044.580	74.4	118+003.840	64.9	9.5	1
117+720.253	84.6	117+664.850	73.3	11.4	2
117+543.420	74.7	117+543.420	74.7	0.0	1
117+391.750	80.9	117+391.750	80.9	0.0	1
117+266.820	84.6	117+266.820	84.6	0.0	1
117+099.897	87.5	117+006.450	68.0	19.5	2
116+751.660	76.4	116+701.350	64.8	11.5	2
116+494.270	73.1	116+494.270	73.1	0.0	1
116+244.611	82.5	116+051.060	79.3	3.2	1
115+816.846	91.3	115+740.200	76.5	14.8	2

Speed Differential of Adjacent Design Elements Check Conditions Key

Condition 1: $(V_{85Tangent} - V_{85Curve}) \leq 10$ km/h

Condition 2: $10 \text{ km/h} < (V_{85Tangent} - V_{85Curve}) \leq 20$ km/h

Condition 3: $20 \text{ km/h} < (V_{85Tangent} - V_{85Curve})$

where:

$V_{85Tangent}$ = estimated 85th percentile operating speed on tangent (km/h)

$V_{85Curve}$ = estimated 85th percentile operating speed at the beginning of the curve (km/h)

ANEXO B – DADOS DE VDM DO DAER/RS REFERENTE AO ANO DE 2006



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM
DIRETORIA DE OPERAÇÃO E CONCESSÕES
DIVISÃO DE TRANSITO

N.º DE VEÍCULOS PASSANTES NO LOCAL EM 2006

Leia as orientações

Por Rodovia

Nº	Contagem por	Sentido	Rodovia	Tipo Pista	Município	Trecho da Rodovia - Sentido	Pista da	No Km	N.º Veic. Passantes		VDM	
									Por Ano	Por Dia		
1	Pedagio	2	BR/116		Vacaria	Vacaria - Divisa SC		022+000	1.089.903	2.986	2.986	
2	Pedagio	2	BR/116		Campestre da Serra	Vacaria - Campestre da Serra		048+000	1.261.482	3.456	3.456	
3	Pedagio	2	BR/116		São Marcos	Caxias - São Marcos		126+000	926.287	2.538	2.538	
4	Pedagio	2	BR/116		Vila Cristina	Caxias - Nova Petrópolis		172+000	485.132	1.329	1.329	
5	Pedagio	2	BR/116		Guaíba	Guaíba - Camaquã		303+000	2.740.337	7.508	7.508	
6	Pedagio	2	BR/285		Lagoa Vermelha	Vacaria - Lagoa Vermelha		130+000	682.782	1.871	1.871	
7	Pedagio	2	BR/285		Carazinho	Carazinho - Passo Fundo		327+000	1.364.612	3.739	3.739	
8	Pedagio	2	BR/285		Panambi	Carazinho - Panambi		341+000	771.028	2.112	2.112	
9	Pedagio	2	BR/290		Eldorado do Sul	Guaíba - Pantano Grande		129+000	2.878.469	7.886	7.886	
10	Pedagio	2	BR/386		Sarandi	Carazinho - Sarandi		164+000	1.114.526	3.053	3.053	
11	Pedagio	2	BR/386		Soledade	Carazinho - Soledade		248+000	1.487.693	4.076	4.076	
12	Pedagio	2	BR/386		Marques de Souza	Lajeado - Soledade		312+000	1.608.098	4.406	4.406	
13	Pedagio	2	BR/386		Fazenda Vilanova	Estrela - Entr. RST/287		371+000	3.110.270	8.521	8.521	
14	Pedagio	2	BR/471		Rio Pardo	Santa Cruz - Pantano Grande		140+000	964.029	2.641	2.641	
15	CEV	2	RS/020		Gravatá	Gravatá - Taquara		018+000	901.771	2.471	4.916	
16	CEV	2	RS/020		Gravatá	Taquara - Gravatá		018+750	892.618	2.446		
17	CEV	2	RS/030		Glorinha	Glorinha - Gravatá		25+000	583.387	1.598	3.247	
18	CEV	2	RS/030		Glorinha	Gravatá - Glorinha		25+000	601.638	1.648		
19	CEV	1	RS/030	Dupla	Osório	Tramandaí - Osório		85+300	627.662	1.720	10.218	
20	CEV	1	RS/030	Dupla	Osório	Tramandaí - Osório	6M	85+300	582.296	3.235		
21	CEV	1	RS/030	Dupla	Osório	Osório - Tramandaí	6M	85+950	628.995	3.494		
22	CEV	1	RS/030	Dupla	Osório	Osório - Tramandaí		85+950	645.518	1.769		
23	CEV	1	RS/030	Dupla	Tramandaí		5M	92+700	221.668	1.478	8.599	
24	CEV	1	RS/030	Dupla	Tramandaí		5M	92+700	398.931	2.660		
25	CEV	1	RS/030	Dupla	Tramandaí		5M	94+000	231.739	1.545		
26	CEV	1	RS/030	Dupla	Tramandaí		5M	94+000	437.438	2.916		
27												
28	CEV	2	RS/030	Dupla	Tramandaí	Osório - Tramandaí	E	98+580	683.504	1.873	10.583	
29							D	98+580	1.113.446	3.051		
30							E	98+660	877.474	2.404		
							D	98+660	1.188.507	3.256		
31	Pedagio	2	RS/040		Viamão	Viamão - Balneário Pinhal (aguas claras)		19+000	2.650.215	7.261	7.261	
32	CEV	1	RS/040		Capivari do Sul	Viamão - Balneário Pinhal		76+410	606.860	1.663	3.248	
33	CEV	1	RS/040		Capivari do Sul	Viamão - Balneário Pinhal		76+410	578.588	1.585		
34	CEV	1	RS/115		Igrejinha	Taquara - Gramado		09+970	1.092.906	2.994	2.994	
35	CEV	1	RS/115		Igrejinha	Gramado - Taquara		10+230	1.264.739	3.465	3.465	
36	CEV	2	RS/115		Três Coroas	Igrejinha - Gramado		21+300	1.166.617	3.196	5.250	
37	CEV	2	RS/115		Três Coroas	Gramado - Igrejinha		21+360	749.660	2.054		
38	Pedagio	2	RS/115		Três Coroas	Gramado - Taquara		23+000	1.222.532	3.349	3.349	
39	CEV	1	RS/115	Dupla	Gramado	Taquara - Gramado		36+339	749.660	2.054	10.019	
40	CEV	1	RS/115	Dupla	Gramado	Gramado - Taquara		36+450	1.082.377	2.965		
41	CEV	1	RS/115	Dupla	Gramado	Taquara - Gramado		36+790	930.774	2.550		
42	CEV	1	RS/115	Dupla	Gramado	Gramado - Taquara		36+800	893.958	2.449		
43	CEV	2	RS/118		Sapucaia do Sul	Sapucaia do Sul - Gravatá		03+087	2.815.463	7.714	15.423	
44	CEV	2	RS/118		Sapucaia do Sul	Gravatá - Sapucaia do Sul		03+093	2.813.880	7.709		
45	CEV	2	RS/118		Sapucaia do Sul	Sapucaia do Sul - Gravatá		03+900	2.590.419	7.097	13.924	
46	CEV	2	RS/118		Sapucaia do Sul	Gravatá - Sapucaia do Sul		04+005	2.491.980	6.827		
47	CEV	2	RS/118		Cachoeirinha			10+890	1.117.586	7.451	14.871	
48	CEV	2	RS/118		Cachoeirinha			12+800	1.113.017	7.420		
49	CEV	2	RS/118		Viamão			30+850	875.505	2.399	4.890	
50	CEV	2	RS/118		Viamão			30+850	909.229	2.491		
51								007+400	1.141.846	3.128	15.088	
52	CEV	2	RS/122	Dupla	S. Sebastião do Caí	Portão - São Vendelino	E	007+400	1.594.246	4.368		
53							E	008+200	920.391	2.522		
54						São Vendelino - Portão	D	008+200	1.850.483	5.070		
55	CEV	1	RS/122		Bom Princípio	São Vendelino - São Sebastião do Caí		027+100	2.266.400	6.209	6.209	
56	CEV	1	RS/122		Bom Princípio		5M	28+900	293.477	1.957	3.873	
57	CEV	1	RS/122		Bom Princípio		5M	28+900	287.450	1.916		
58	Pedagio	2	RS/122		Farroupilha	Caxias - Farroupilha		065+000	4.135.905	11.331	11.331	
59	Pedagio	2	RS/122		Flores da Cunha	Caxias - Antônio Prado		101+000	1.080.314	2.960	2.960	
60	CEV	1	RS/126		Sananduva	Três Porteiros - Sananduva		089+700	792.853	2.172	2.172	
61	CEV	2	RS/129		Encantado	Arroio do Meio - Guaporé		072+550	681.850	1.868	4.171	
62	CEV	2	RS/129		Encantado	Guaporé - Arroio do Meio		072+725	840.616	2.303		
63	CEV	2	RS/129		Serafina Correa	Casca - Guaporé		147+250	367.379	1.007	1.962	
64	CEV	2	RS/129		Serafina Correa	Guaporé - Casca		147+250	348.802	956		
65	Pedagio	2	RS/130		Encantado	Lajeado - Encantado		94+000	1.507.279	4.130	4.130	
66	CEV	2	RS/135		Sertão	Passo Fundo - Erechim		29+015	782.782	2.145	4.265	
67	CEV	2	RS/135		Sertão	Erechim - Passo Fundo		29+015	773.940	2.120		
68	CEV	1	RS/153		Ernestina	Tio Hugo - Passo Fundo		25+650	668.745	1.832	3.723	
69	CEV	1	RS/153		Ernestina	Passo Fundo - Tio Hugo	8M	25+650	453.834	1.891		
70	CEV	2	RS/155		Ijuí	BR/285 - Chorião		01+300	347.622	952	3.835	
71	CEV	2	RS/155		Ijuí	BR/285 - Chorião		02+350	518.235	1.420		
72	CEV	2	RS/155		Ijuí	Chorião - BR/285		02+350	533.917	1.463		
73	CEV	1	RS/155		Santo Augusto			68+500	109.236	728	728	
74								E	37+000	1.634.204	4.477	15.147
75	CEV	2	RS/235	Dupla	Gramado	Gramado - Canela	D	37+000	1.118.686	3.065		
76							E	38+000	1.679.923	4.603		
77						Canela - Gramado	D	38+000	1.096.010	3.003		
78							E	39+000	1.491.237	4.086	14.653	
79	CEV	2	RS/235	Dupla	Gramado	Gramado - Canela	D	39+000	1.184.546	3.245		
80							E	39+000	1.593.147	4.365		
81						Canela - Gramado	D	39+000	1.079.438	2.957		



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM
DIRETORIA DE OPERAÇÃO E CONCESSÕES
DIVISÃO DE TRANSITO

N.º DE VEICULOS PASSANTES NO LOCAL EM 2006

Leia as orientações

Por Rodovia

Nº	Contagem por	Sentido	Rodovia	Tipo Pista	Município	Trecho da Rodovia - Sentido	Pista da	No Km	N.º Veic. Passantes		VDM
									Por Ano	Por Dia	
82	Pedagio	2	RS/235		S Francisco de Paula	Canela - São Fco de Paula		53+000	308.003	844	844
83	CEV	2	RS/239	Dupla	Novo Hamburgo	Campo Bom - Entr. BR116		15+650	1.548.845	4.243	21.826
84	CEV		Novo Hamburgo		Campo Bom - Entr. BR116		15+650	2.674.374	7.327		
85	CEV	2	RS/239	Dupla	Novo Hamburgo	Entr. BR116 - Campo Bom		16+300	1.500.481	4.111	21.826
86	CEV		Novo Hamburgo		Entr. BR116 - Campo Bom		16+300	2.242.873	6.145		
87	CEV	2	RS/239	Dupla	Sapiranga		8M	23+900	743.399	3.097	9.342
88	CEV		Sapiranga			8M	23+900	1.498.625	6.244		
89	CEV	2	RS/239	Dupla	Sapiranga		5M	25+650	651.205	4.341	9.478
90	CEV		Sapiranga			5M	25+650	770.554	5.137		
91	Pedagio	2	RS/239		Campo Bom	Entr. BR116 - Campo Bom		18+000	4.514.455	12.368	12.368
92	CEV	2	RS/239	Dupla	Parobé		7M	47+400	918.199	4.591	9.086
93	CEV		Parobé			7M	47+700	899.074	4.495		
94	CEV	2	RS/239	Dupla	Parobé		7M	49+500	871.462	4.357	9.545
95	CEV		Parobé			7M	49+500	1.037.506	5.188		
96	CEV	2	RS/240	Dupla	Vila Scharlau	São Leopoldo - Portão	E	00+480	2.946.823	8.073	31.386
97						D	00+480	2.705.307	7.412		
98	CEV	2	RS/240	Dupla	Vila Scharlau	Portão - São Leopoldo	E	00+480	2.800.214	7.672	31.386
99						D	00+480	3.003.374	8.228		
100	CEV	2	RS/240	Dupla	Vila Scharlau	São Leopoldo - Portão	E	01+220	2.235.230	6.124	25.647
101						D	01+220	2.509.872	6.876		
102	CEV	2	RS/240	Dupla	Vila Scharlau	Portão - São Leopoldo	E	01+220	2.466.163	6.757	25.647
103						D	01+220	2.149.860	5.890		
104	CEV	2	RS/240	Dupla	Portão	São Leopoldo - Portão	E	05+055	2.114.384	5.793	23.802
105						D	05+055	2.258.343	6.187		
106	CEV	2	RS/240	Dupla	Portão	Portão - São Leopoldo	E	05+470	2.067.336	5.664	23.802
107						D	05+470	2.247.772	6.158		
108	CEV	2	RS/240	Dupla	Portão	São Leopoldo - Portão	E	08+200	2.115.673	5.796	23.984
109						D	08+200	2.446.114	6.702		
110	CEV	2	RS/240	Dupla	Portão	Portão - São Leopoldo	E	08+200	1.973.814	5.408	23.984
111						D	08+200	2.218.435	6.078		
112	CEV	2	RS/240	Dupla	Portão	São Leopoldo - Portão	E	09+800	1.700.791	4.660	19.748
113						D	09+800	2.192.636	6.007		
114	CEV	2	RS/240	Dupla	Portão	Portão - São Leopoldo	E	09+800	1.407.709	3.857	19.748
115						D	09+800	1.906.770	5.224		
116	Pedagio	2	RS/240		Portão	Portão - Montenegro		13+200	2.671.803	7.320	7.320
117	CEV	1	RS/240		Portão	Portão - Montenegro		14+350	747.034	2.047	2.047
118	CEV	1	RS/240		Capela de Santana	Portão - Montenegro		16+970	1.093.066	2.995	2.995
119	CEV	1	RS/240		Capela de Santana	Portão - Montenegro		19+100	719.684	1.972	1.972
120	CEV	1	RS/240		Capela de Santana	Montenegro - Portão		19+300	807.133	2.211	2.211
121	CEV	2	RS/324		Nova Prata	Veranópolis - Nova Bassano		04+090	856.584	2.347	4.647
122	CEV		Nova Prata	Nova Bassano - Veranópolis		04+090	839.487	2.300			
123	CEV	2	RS/324		Nova Araçá	Nova Prata - Nova Araçá		27+500	686.495	1.881	3.788
124	CEV		Nova Araçá	Nova Prata - Nova Araçá		27+600	696.183	1.907			
125	CEV	2	RS/324		Nova Araçá	Nova Prata - Nova Araçá		27+600	666.188	1.825	3.643
126	CEV		Nova Araçá	Nova Prata - Nova Araçá		27+800	663.429	1.818			
127	CEV	2	RS/324		Vila Maria	Vila Maria - Passo Fundo		70+600	720.843	1.975	4.375
128	CEV		Vila Maria	Vila Maria - Passo Fundo		71+000	875.955	2.400			
129	CEV	2	RS/324		Vila Maria	Vila Maria - Passo Fundo		71+000	875.955	2.400	4.735
130	CEV		Vila Maria	Vila Maria - Passo Fundo		71+600	852.242	2.335			
131	CEV	2	RS/324		Marau	Casca - Passo Fundo		86+940	1.137.786	3.117	5.922
132	CEV		Marau	Passo Fundo - Casca		87+080	1.023.751	2.805			
133	CEV	2	RS/324		Passo Fundo	P. Fundo - Marau (bidirecional)		93+720	712.781	1.953	4.170
134	CEV		Passo Fundo	Marau - P. Fundo (bidirecional)		93+720	809.261	2.217			
135	CEV	2	RS/330		Redentora	Redentora - Tenente Portela		42+400	115.454	316	602
136	CEV		Redentora	Tenente Portela - Redentora		42+400	104.343	286			
137	CEV	2	RS/342		Crua Alta		6M	153+350	253.166	1.406	2.877
138	CEV		Crua Alta		6M	155+600	264.620	1.470			
139	CEV	2	RS/344		Entre-Ijuís	Sto. Ângelo - Entre-Ijuís		102+800	904.289	2.478	4.955
140	CEV		Entre-Ijuís	Entre-Ijuís - Sto. Ângelo		102+800	904.123	2.477			
141	CEV	2	RS/344		Entre-Ijuís	Entre-Ijuís - Sto. Ângelo		103+300	890.139	2.439	4.872
142	CEV		Entre-Ijuís	Sto. Ângelo - Entre-Ijuís		103+300	888.040	2.433			
143	CEV	2	RS/389		Osório	Osório - Capão da Canoa		07+600	1.409.933	3.863	7.707
144	CEV		Osório	Osório - Capão da Canoa	7M	07+600	768.807	3.844			
145	CEV	2	RS/389		Osório	Osório - Capão da Canoa		09+970	1.353.831	3.709	7.538
146	CEV		Osório	Osório - Capão da Canoa		09+970	1.397.594	3.829			
147	CEV	2	RS/389		Osório	Osório - Capão da Canoa		13+800	1.399.379	3.834	7.551
148	CEV		Osório	Osório - Capão da Canoa	7M	13+800	743.487	3.717			
149	CEV	2	RS/389		Capão da Canoa	Capão da Canoa - Torres		34+210	1.084.245	2.971	5.569
150	CEV		Capão da Canoa	Capão da Canoa - Torres	7M	34+210	519.660	2.598			
151	CEV	2	RS/389		Capão da Canoa	Capão da Canoa - Torres		50+030	1.119.650	3.068	5.333
152	CEV		Capão da Canoa	Capão da Canoa - Torres		50+030	826.909	2.266			
153	CEV	2	RS/389		Arroio do Sal	Capão da Canoa - Torres		72+000	887.266	2.431	4.700
154	CEV		Arroio do Sal	Capão da Canoa - Torres	7M	72+000	453.916	2.270			
155	CEV	2	RS/389		Torres	Capão da Canoa - Torres		76+990	857.380	2.349	4.782
156	CEV		Torres	Capão da Canoa - Torres	7M	76+990	486.670	2.433			
157	CEV	2	RS/389		Torres	Capão da Canoa - Torres		80+750	436.676	2.183	4.185
158	CEV		Torres	Capão da Canoa - Torres	7M	82+850	400.272	2.001			
159	CEV	2	RS/389		Torres	Capão da Canoa - Torres		84+010	947.988	2.597	5.514
160	CEV		Torres	Capão da Canoa - Torres	7M	84+010	583.447	2.917			
161	CEV	2	RS/389		Torres	Capão da Canoa - Torres		87+660	1.004.553	2.752	5.536
162	CEV		Torres	Capão da Canoa - Torres	7M	87+660	556.756	2.784			
163	CEV	2	RS/401		São Jerônimo	General Câmara - Charqueadas		10+100	389.769	1.068	1.833
164	CEV		São Jerônimo	Charqueadas - General Câmara		10+400	279.236	765			
165	CEV	2	RS/401		Charqueadas	São Jerônimo - BR/290		20+320	802.982	2.200	4.164
166	CEV		Charqueadas	BR/290 - São Jerônimo		20+377	716.892	1.964			
167	CEV	1	RS/404		Rondinha	Ronda Alta - Sarandi		09+650	397.591	1.089	1.089
168	CEV	2	RS/438		Parafá	Parafá - Porto Alegre		4+200	439.672	1.205	2.398
169	CEV		Parafá	Porto Alegre - Parafá		4+200	435.449	1.193			
170	CEV	2	RS/446		São Vendelino	Bom Princípio - Carlos Barbosa		1+165	877.062	2.403	4.706
171	CEV		São Vendelino	São Vendelino - Bom Princípio		1+265	840.585	2.303			



SECRETARIA DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM
DIRETORIA DE OPERAÇÃO E CONCESSÕES
DIVISÃO DE TRANSITO

N.º DE VEÍCULOS PASSANTES NO LOCAL EM 2006

Leia as orientações

Por Rodovia

Nº	Contagem por	Sentido	Rodovia	Tipo Pista	Município	Trecho da Rodovia - Sentido	Pista da	No Km	N.º Veic. Passantes		VDM
									Por Ano	Por Dia	
172	CEV	2	RS/452		Feliz	Bom Princípio - Feliz		05+500	567.608	1.555	3.448
173	CEV		RS/452		Feliz	Feliz - Bom Princípio		05+580	690.932	1.893	
174	CEV	2	RS/452		Vale Real	Bom Princípio - Vale Real		14+120	578.291	1.584	2.972
175	CEV		RS/452		Vale Real	Vale Real - Bom Princípio		14+370	506.507	1.388	
176	CEV		RS/486		Itati			13+145	159.315	797	1.578
177	CEV		RS/486		Itati			13+900	156.262	781	
178				Dupla	Santa Maria	Santa Maria - Camobi	E	07+200	799.660	2.191	
179					Santa Maria		D	07+200	365.428	1.001	
180	CEV	2	RS/509		Santa Maria	Camobi - Santa Maria	E	07+450	952.141	2.609	7.751
181				Dupla	Santa Maria		D	07+450	711.939	1.951	
182	CEV	1	RS/734		Cassino / R. Grande	Cassino - BR/392		1+880	1.205.833	3.304	3.304
183	CEV	1	RS/734		Cassino/Rio Grande	BR/392 - Cassino		2+000	1.114.301	3.053	3.053
184	CEV	2	RST/287		Montenegro	Tabaí - Montenegro		001+500	1.077.000	2.951	6.074
185	CEV		RST/287		Montenegro	Montenegro - Tabaí		001+500	1.139.935	3.123	
186	CEV	2	RST/287		Montenegro	Tabaí - Montenegro		003+600	1.153.159	3.159	6.343
187	CEV		RST/287		Montenegro	Montenegro - Tabaí		003+600	1.162.120	3.184	
188	CEV		RST/287		Taquari		6M	43+750	466.151	2.590	5.105
189	CEV		RST/287		Taquari		6M	46+200	452.825	2.516	
190	Pedagio	2	RST/287		Venâncio Aires	Tabaí - Santa Cruz		087+000	2.478.380	6.790	6.790
191	CEV		RST/287		Venâncio Aires	Tabaí - Santa Cruz		082+350	1.303.487	3.571	6.860
192	CEV		RST/287		Venâncio Aires	Tabaí - Santa Cruz		082+350	1.200.396	3.289	
193	CEV	2	RST/287		Santa Cruz do Sul	Tabaí - Santa Cruz		092+660	1.346.185	3.688	7.584
194	CEV		RST/287		Santa Cruz do Sul	Tabaí - Santa Cruz		092+690	1.421.980	3.896	
195	Pedagio	2	RST/287		Candelária	Santa Cruz - Vila Paraíso		131+000	1.669.500	4.574	4.574
196	CEV	2	RST/287		Paraíso do Sul	Santa Cruz - Santa Maria		179+960	595.708	1.632	3.018
197	CEV		RST/287		Paraíso do Sul	Santa Maria - Santa Cruz		180+200	505.703	1.385	
198	CEV		RST/287		Silveira Martins	Santa Maria - Santa Cruz		222+995	750.842	2.057	4.222
199	CEV		RST/287		Silveira Martins	Santa Maria - Santa Cruz	6M	222+995	790.346	2.165	
200	CEV		RST/377		Manoel Vianna	Alegrete - Manoel Vianna	6M	362+750	165.766	921	1.874
201	CEV		RST/377		Manoel Vianna	Alegrete - Manoel Vianna	6M	363+120	171.636	954	
202				Dupla		Farroupilha - Caxias do Sul (Desvio Rizzo)	E	001+600	1.422.083	3.896	
203							D	001+600	1.308.306	3.584	
204	CEV	2	RST/453		Caxias do Sul		E	002+255	1.756.961	4.814	18.243
205				Dupla		Caxias do Sul (Desvio Rizzo) - Farroupilha	D	002+255	2.171.183	5.948	
206	CEV	2	RST/453		Venâncio Aires	RST/287 - Lajeado		003+322	644.630	1.766	3.626
207	CEV		RST/453		Venâncio Aires	Lajeado - RST/287		003+402	678.856	1.860	
208	CEV	2	RST/453		Venâncio Aires	RST/287 - Lajeado		004+150	652.937	1.789	3.849
209	CEV		RST/453		Venâncio Aires	Lajeado - RST/287		004+400	751.839	2.060	
210	Pedagio	2	RST/453		Cruzeiro do Sul	Lajeado - Venâncio Aires		018+000	1.261.333	3.456	3.456
211	CEV	2	RST/453		Estrela	Estrela - Teutônia		039+000	1.232.053	3.375	6.617
212	CEV		RST/453		Estrela	Teutônia - Estrela		039+000	1.183.159	3.242	
213	Pedagio	2	RST/453		Boa Vista do Sul	Estrela - Garibaldi		079+000	718.667	1.969	1.969
214	CEV	2	RST/453		Garibaldi	Teutônia - Garibaldi		094+650	563.128	1.543	3.280
215	CEV		RST/453		Garibaldi	Garibaldi - Teutônia		094+750	633.915	1.737	
216	CEV		RST/453	Dupla	Farroupilha	Farroupilha - Caxias do Sul (Soc. Bela Vista)		119+309	845.280	2.316	
217	CEV	2	RST/453		Farroupilha	Farroupilha - Caxias do Sul (Soc. Bela Vista)		119+309	722.604	1.980	11.724
218	CEV		RST/453	Dupla	Farroupilha	Farroupilha - Caxias do Sul (Ac Carav)		119+510	1.893.752	5.188	
219	CEV		RST/453		Farroupilha	Farroupilha - Caxias do Sul (Ac Carav)		119+510	817.726	2.240	
220	CEV	1	RST/453		Farroupilha	Caxias do Sul - Farroupilha (Tre. Sta. Rita)		120+077	1.039.480	2.848	6.042
221	CEV		RST/453		Farroupilha	Caxias do Sul - Farroupilha (Tre. Sta. Rita)		120+077	1.165.983	3.194	
222	CEV		RST/453	Dupla	Farroupilha	Farroupilha - Caxias do Sul (Viaduto)		121+046	977.497	2.678	
223	CEV	2	RST/453		Farroupilha	Farroupilha - Caxias do Sul (Viaduto)		121+046	1.676.076	4.592	11.553
224	CEV		RST/453	Dupla	Farroupilha	Caxias do Sul - Farroupilha (Fiat Sorrento)		121+341	1.005.672	2.755	
225	CEV		RST/453		Farroupilha	Caxias do Sul - Farroupilha (Fiat Sorrento)		121+341	557.727	1.528	
226	CEV	1	RST/453		Caxias do Sul	Porto Alegre - Caxias do Sul		143+800	1.060.180	2.905	5.921
227	CEV		RST/453		Caxias do Sul	Caxias do Sul - Porto Alegre		143+800	1.100.954	3.016	
228	CEV		RST/470		Veranópolis	Veranópolis - Nova Prata	6M	170+850	484.364	2.691	5.160
229	CEV		RST/470		Veranópolis	Nova Prata - Veranópolis	6M	172+000	444.424	2.469	
230	CEV	1	RST/470		Veranópolis	Veranópolis - Nova Prata (Casa Sareta)		176+793	1.133.933	3.107	6.540
231	CEV	1	RST/470		Veranópolis	Nova Prata - Veranópolis (Casa Sareta)		176+807	1.253.090	3.433	
232	CEV	1	RST/470		Veranópolis	Veranópolis - Nova Prata (Trav. Urbana)		177+568	1.068.031	2.926	5.536
233	CEV		RST/470		Veranópolis	Nova Prata - Veranópolis (Trav. Urbana)		177+591	952.534	2.610	
234	CEV		RST/470	Dupla	B. Gonçalves	Veranópolis - Bento-Gonçalves		215+605	1.070.573	2.933	
235	CEV	2	RST/470		B. Gonçalves	Bento-Gonçalves - Veranópolis		215+753	950.151	2.603	12.133
236	CEV		RST/470	Dupla	B. Gonçalves	Bento-Gonçalves - Veranópolis		215+753	804.163	2.203	
237	CEV		RST/470		B. Gonçalves	Veranópolis - Bento-Gonçalves		215+881	1.603.505	4.393	
238	CEV		RST/470	Dupla	B. Gonçalves	Bento-Gonçalves - Veranópolis		216+124	1.653.387	4.530	
239	CEV	2	RST/470		B. Gonçalves	Veranópolis - Bento-Gonçalves		216+635	1.920.949	5.263	13.225
240	CEV		RST/470	Dupla	B. Gonçalves	Bento-Gonçalves - Veranópolis		216+888	574.393	1.574	
241	CEV		RST/470		B. Gonçalves	Bento-Gonçalves - Veranópolis		216+890	678.359	1.859	
242	CEV	2	RST/470		Garibaldi	Bento Gonçalves - São Vendelino		225+470	1.367.261	3.746	8.220
243	CEV		RST/470		Garibaldi	São Vendelino - Bento Gonçalves		225+490	1.633.076	4.474	
244	CEV	2	RST/470		Carlos Barbosa	Garibaldi - Carlos Barbosa		230+500	765.388	2.097	4.124
245	CEV		RST/470		Carlos Barbosa	Carlos Barbosa - Garibaldi		230+550	739.921	2.027	

Atualizado até Dezembro de 2006

Passantes Acumulados no ano

274.433.983

Passantes acumulados por dia

809.184

As informações relacionadas acima foram obtidas através de contagem de veículos de duas formas: (24 horas/dia, e 365 dias/ano)
CEV = Contagem obtida a partir do Controlador eletrônico de Velocidade instalado no local
Pedagio = Contagem obtida dos veículos passantes na praça de pedagio no local
Dupla = Pista dupla de rolamento (2 veículos por sentido)
Simplex = Pista de rolamento de 1 carro por sentido

