

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**SISTEMÁTICA DE LEVANTAMENTO, REPRESENTAÇÃO E
ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOMÉTRICOS PARA PROJETOS
DE MELHORAMENTOS DE RODOVIA**

CARLOS EUGÊNIO GONÇALVES BUTZE

FLORIANÓPOLIS

2002

CARLOS EUGÊNIO GONÇALVES BUTZE

**SISTEMÁTICA DE LEVANTAMENTO, REPRESENTAÇÃO E
ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOMÉTRICOS PARA PROJETOS
DE MELHORAMENTOS DE RODOVIA**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Orientador: Prof. Ismael Ulysséa Neto

FLORIANÓPOLIS

2002

BUTZE, Carlos Eugênio Gonçalves. *Sistemática de levantamento, representação e análise de parâmetros geométricos para projetos de melhoramentos de rodovia* Florianópolis, 2002. 127 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina

Orientador: Prof. Ismael Ulysséa Neto, M.Sc. - Ph. D.

Defesa: 03/2002

Resumo da Dissertação:

Uma rede de estradas é, geralmente, resultante da necessidade de acomodação do tráfego, o qual, por sua vez, é determinado pela distribuição espacial da população, pelo aproveitamento de determinadas áreas e pelas realidades geográficas.

O conhecimento das condições dos muitos segmentos que formam a rede de estradas é, sem dúvida, imprescindível para o planejamento e gerência, influenciando diretamente nos investimentos que devem ser feitos para manter a rede em boas condições.

A fim de obter um melhor aproveitamento desses investimentos, o conhecimento das condições da rodovia implica, necessariamente, em uma apropriada identificação, descrição e análise dos locais onde as deficiências foram encontradas, assim como a identificação dos segmentos que estão em condições satisfatórias.

O desenvolvimento urbano, o crescimento do tráfego, as alterações no ambiente no qual a rodovia foi implantada, vão aos poucos exigindo que sejam realizados investimentos para adaptar a via às necessidades atuais de seus usuários.

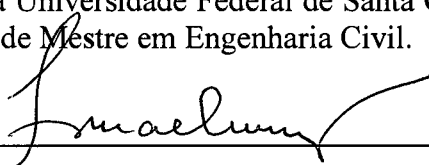
Nesse contexto, este trabalho propõe uma metodologia para identificar, descrever e analisar as características geométricas de uma estrada com o objetivo de facilitar o desenvolvimento de planos de melhoramentos de rodovias. Após a descrição da metodologia, uma aplicação prática em um segmento existente de estrada é apresentada, junto com os resultados obtidos. Além disso, uma avaliação de seu desempenho é realizada.

Conclui-se que a metodologia proposta é operacionalmente fácil de ser aplicada, que conduz a uma clareza na escolha dos critérios para as melhorias, que é adequada para a identificação de prioridades pelos planejadores e que traz dividendos pelo fato de uma atribuição melhor do investimento financeiro é alcançada em consequência de sua adoção.

**SISTEMÁTICA DE LEVANTAMENTO, REPRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE
PARÂMETROS GEOMÉTRICOS PARA PROJETOS DE MELHORAMENTOS
DE RODOVIA**

CARLOS EUGÊNIO GONÇALVES BUTZE

Esta dissertação foi julgada e aprovada em sua forma final pelo Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.



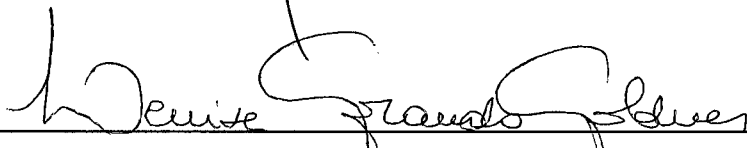
Prof. Ismael Ulysséa Neto, PhD. – Moderador - orientador



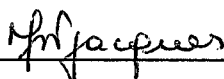
Prof. Dr. Leto Momm – UFSC



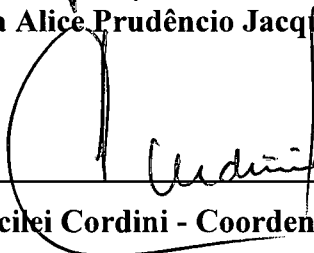
Prof. Dr. Antônio Fortunato Marcon –UFSC



Prof. Dra. Lenise Grandó Goldner – UFGRS/UFSC



Prof. Maria Alice Prudêncio Jacques, Phd. – UnB



Prof. Dr. Jucinei Cordini - Coordenador do PPGEC

Florianópolis, Março de 2002.

PENSAMENTOS

“A Geometria existe por toda a parte. Procure observar as formas regulares e perfeitas que muitos corpos apresentam. As flores, as folhas e incontáveis animais revelam simetrias admiráveis que nos deslumbram o espírito.

A Geometria, repito, existe por toda a parte. No disco do sol, na folha da tamareira, no arco-íris, na borboleta, no diamante, na estrela-do-mar e até num pequenino grão de areia. Há, enfim, infinita variedade de formas geométricas espalhadas pela Natureza. Um corvo a voar lentamente pelo céu descreve, com a mancha negra de seu corpo, figuras admiráveis; o sangue que circula nas veias do camelo não foge aos rigorosos princípios geométricos; a pedra que se atira no chagal importuno desenha, no ar, uma curva perfeita. A abelha constrói seus alvéolos com a forma de prismas hexagonais e adota essa forma geométrica, segundo penso, para obter a sua casa com a maior economia possível de material.

A Geometria existe, como já disse o filósofo, por toda a parte. É preciso, porém, olhos para vê-la, inteligência para compreendê-la e alma para admirá-la.

O beduíno rude vê as formas geométricas, mas não as entende; o sunita entende-as, mas não as admira; o artista, enfim, enxerga a perfeição das figuras, compreende o Belo e admira a Ordem e a harmonia!”

Malba Tahan

“Deus foi o grande geômetra. Geometrizou a Terra e o Céu”.

Platão

“Quem nunca errou, nunca tentou fazer algo novo”.

Albert Einstein

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação à minha família que nunca deixou de acreditar, e nunca me deixou acreditar, que não conseguiria concluir este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Deixo aqui meu reconhecimento:

- ao Professor Ismael Ulysséa Neto, pelo apoio, orientação e incentivo em todos os momentos.
- à minha família, que esteve junto comigo durante toda esta etapa.
- aos amigos e colegas de mestrado, pela companhia.
- à Universidade Federal de Santa Catarina e ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, pela realização do Curso de Mestrado na área de Infra-Estrutura e Gerência Viária.
- aos professores que compõem o programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.
- a Deus, que tornou possível a concretização deste trabalho.
- aos técnicos, profissionais e funcionários do Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina – DER que incentivaram e auxiliaram na elaboração deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1 INTRODUÇÃO	01
1.1 Considerações Gerais	01
1.2 Objetivos	03
1.3 Justificativa	04
1.4 Metodologia	06
1.5 Estrutura da Dissertação	09
2 MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO DAS RODOVIAS	11
2.1 Classificação das Rodovias de Acordo com o DNER	13
2.1.1 Classificação Funcional	13
2.1.1.1 Hierarquia dos Movimentos e Componentes	13
2.1.1.2 Relação Funcional	14
2.1.1.3 Necessidade de Controle	15
2.1.1.4 Áreas Urbanas e Rurais	15
2.1.1.5 Sistemas Funcionais	16
2.1.2 Classificação Técnica	18
2.1.2.1 Critérios Básicos de Classificação	18
2.1.3 Classes de Projeto	25
2.1.4 Relação entre Classe Funcional e Classe de Projeto	26
2.2 Classificação das Rodovias de Acordo com DER/SC	28
2.2.1 Introdução	28
2.2.2 Princípios para a Configuração da Rede de Estradas	29
2.2.2.1 Metas de Planejamento	29
2.2.2.2 Importância do Encadeamento Funcional para o Planejamento do Trânsito, do Uso do Solo e do Meio Ambiente	30
2.2.3 Subdivisão das Estradas em Categorias	30
2.2.3.1 Geral	30
2.2.3.2 Funções das Estradas	31
2.2.3.3 Superposição de Funções	33
2.2.3.4 Grupos de Categorias	33
2.3 Comentários sobre os Métodos de Classificação do DNER e do DER/SC	36

3	SISTEMÁTICA DE LEVANTAMENTOS E ESTUDOS NECESSÁRIOS A ELABORAÇÃO DA ANÁLISE GEOMÉTRICA DE RODOVIAS	40
3.1	Classificação da Rodovia	42
3.2	Coleta de Informações sobre a Rodovia	43
3.2.1	Levantamentos Topográficos e Cadastrais	44
3.2.2	Levantamento de Acidentes	45
3.2.3	Levantamento de Tráfego	47
3.2.4	Levantamentos Complementares	48
3.3	Reconstituição Gráfica da Rodovia	49
3.3.1	Estudo das Velocidades	51
3.4	Comparação dos Dados Existentes com os Recomendados pelos Manuais	55
3.5	Representação Gráfica dos Resultados	59
4	APLICAÇÃO PRÁTICA	61
4.1	Considerações Gerais	61
4.2	Análise e Descrição da Rodovia Implantada	61
4.2.1	Alinhamento Horizontal	63
4.2.2	Alinhamento Vertical	64
4.2.3	A Inclinação Transversal	64
4.2.4	As Travessias Urbanas	64
4.2.5	As Principais Interseções	65
4.3	A Classificação Funcional da Via	65
4.3.1	Coleta de Informações sobre a Rodovia	66
4.3.1.1	Levantamentos Topográficos e Cadastrais	66
4.3.1.2	Levantamentos de Acidentes	67
4.3.1.3	Levantamento de Tráfego	68
4.3.1.4	Levantamentos Complementares	69
4.3.2	Reconstituição Gráfica da Rodovia	69
4.3.3	Estudo das Velocidades	69
4.3.3.1	Velocidade de Projeto	69
4.3.3.2	Velocidade V_{85}	70
4.3.3.3	Velocidades Estabelecidas pela Sinalização	72
4.3.4	Comparação dos Dados Existentes com os Recomendados pelos Manuais	73
4.3.4.1	Raios Mínimos das Curvas Horizontais	73
4.3.4.2	Extensões Máximas e Mínimas em Tangente	74
4.3.4.3	Relação Tangente/Raio da Curva Horizontal	74
4.3.4.4	Seqüência de Raios	75
4.3.4.5	Parâmetro Mínimo das Clotóides	76
4.3.4.6	Distâncias de Visibilidade de Parada	76
4.3.4.7	Distâncias de Visibilidade de Ultrapassagem	78
4.3.4.8	Superelevação	78
4.3.4.9	Superlargura	80
4.3.4.10	Seções Transversais Tipo	81
4.3.4.11	Raios das Curvas Verticais	84

4.3.4.12	Inclinações Longitudinais Máximas	84
4.3.5	Representação Gráfica dos Resultados	84
5	ANÁLISE DA SISTEMÁTICA PROPOSTA	116
5.1	Análise dos Resultados	116
5.2	Limitações do Trabalho	118
6	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	120
6.1	Conclusões	120
6.2	Recomendações	121
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	122

LISTA DE QUADROS

Quadro 01	– Hierarquia dos Sistemas Funcionais	16
Quadro 02	– Funções Básicas e Parâmetros para Classificação Funcional de Rodovias Rurais	17
Quadro 03	– Estimativa da Composição Média dos Fluxos de Tráfego	20
Quadro 04	– Características dos Níveis de Serviço	21
Quadro 05a	– Níveis de Serviço de Rodovias de Duas Faixas com Dois Sentidos em Terreno Plano	23
Quadro 05b	– Níveis de Serviço de Rodovias de Duas Faixas com Dois Sentidos em Terreno Medianamente Ondulado	23
Quadro 05c	– Níveis de Serviço de Rodovias de Duas Faixas com Dois Sentidos em Terreno Fortemente Ondulado	24
Quadro 05d	– Níveis de Serviço de Rodovias de Duas Faixas com Dois Sentidos em Terreno Montanhoso	24
Quadro 06	– Classes de Projeto para Novos Traçados de Rodovias em Áreas Rurais	26
Quadro 07	– Sistemas Funcionais, Classes Funcionais e Classes de Projeto	27
Quadro 08	– Grupos de Categoria de Estrada	35
Quadro 09	– Classificação de Rodovias de Acordo com os Grupos de Categoria de Estradas e os Níveis de Mobilidade	36
Quadro 10	– Classificação das Rodovias e Características de Projeto e Operação	37
Quadro 11	– Características Técnicas para o Projeto de Rodovias de Acordo com o Enquadramento Funcional pelo DNER	57
Quadro 12	– Características Técnicas para o Projeto de Rodovias de Acordo com o Enquadramento Funcional pelo DER/SC	58

Quadro 13 – Dados Sobre Acidentes na Rodovia SC-485 Entre os Anos de 1998 e 2000	67
Quadro 14 – Quantidade de Acidentes de Acordo com o Tipo	68
Quadro 15 – Tráfego Médio Diário Anual em 2001	68
Quadro 16 – Velocidades de Projeto da Rodovia SC-485	70
Quadro 17 – Velocidades V85 da Rodovia SC-485 no Trecho Sombrio/Balneário Gaivota	70
Quadro 18 – Velocidades Regulamentadas por Sinalização na Rodovia SC-485	72
Quadro 19 – Valores dos Parâmetros das Clotóides	76
Quadro 20 – Segmentos com Distância de Visibilidade de Parada Insuficiente	77
Quadro 21 – Segmentos com Proibição de Ultrapassagem	78
Quadro 22 – Inclinações Transversais Existentes na Rodovia SC-485	80
Quadro 23 – Limites de Utilização para Ciclovias e Vias para Pedestres	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	– Correlação Entre a Curvacidade C, a Largura da Pista B e a Velocidade V85 em Estradas de Pista Simples do Grupo de Categoria A	53
Figura 02	– Correlação Entre o Raio de Curva R, a Largura da Pista B e a Velocidade V85 em Estradas de Pista Simples do Grupo de Categoria A	53
Figura 03	– Localização da Rodovia em Estudo	62
Figura 04	– Gráfico das Deflexões Acumuladas ao Longo da Rodovia SC-485	71
Figura 05	– Relacionamento Entre os Raios das Curvas Horizontais	75
Figura 06	– Distância de Visibilidade Necessária para Parada	77
Figura 07	– Inclinações Transversais Necessárias	79
Figura 08	– Escolha Prévia da Seção Transversal com Base no Volume de Veículos	82
Figura 09	– Seções Transversais Padrão em Estradas de Pista Simples	83
Figura 10	– Planta 01– Restituição Topográfica km 19+768 ao km 20+500 – 01/10	86
Figura 11	– Planta 02– Perfil da Rodovia km 19+768 ao km 20+500 – 01/10	87
Figura 12	– Planta 03 – Análise Geométrica km 19+768 ao km 20+500 – 01/10	88
Figura 13	– Planta 04 -- Restituição Topográfica km 20+500 ao km 21+250 – 02/10	89
Figura 14	– Planta 05 – Perfil da Rodovia km 20+500 ao km 21+250 – 02/10	90
Figura 15	– Planta 06 – Análise Geométrica km 20+500 ao km 21+250 – 02/10	91
Figura 16	– Planta 07 – Restituição Topográfica km 21+250 ao km 22+000 – 03/10	92
Figura 17	– Planta 08 – Perfil da Rodovia km 21+250 ao km 22+000 – 03/10	93

Figura 18	– Planta 09 – Análise Geométrica km 21+250 ao km 22+000 – 03/10	94
Figura 19	– Planta 10 – Restituição Topográfica km 22+000 ao km 22+750 – 04/10	95
Figura 20	– Planta 11 – Perfil da Rodovia km 22+000 ao km 22+750 – 04/10	96
Figura 21	– Planta 12 – Análise Geométrica km 22+000 ao km 22+750 – 04/10	97
Figura 22	– Planta 13 – Restituição Topográfica km 22+750 ao km 23+500 – 05/10	98
Figura 23	– Planta 14 – Perfil da Rodovia km 22+750 ao km 23+500 – 05/10	99
Figura 24	– Planta 15 – Análise Geométrica km 22+750 ao km 23+500 – 05/10	100
Figura 25	– Planta 16 – Restituição Topográfica km 23+500 ao km 24+250 – 06/10	101
Figura 26	– Planta 17 – Perfil da Rodovia km 23+500 ao km 24+250 – 06/10	102
Figura 27	– Planta 18 – Análise Geométrica km 23+500 ao km 24+250 – 06/10	103
Figura 28	– Planta 19 – Restituição Topográfica km 24+250 ao km 25+000 – 07/10	104
Figura 29	– Planta 20 – Perfil da Rodovia km 24+250 ao km 25+000 – 07/10	105
Figura 30	– Planta 21 – Análise Geométrica km 24+250 ao km 25+000 – 07/10	106
Figura 31	– Planta 22 – Restituição Topográfica km 25+000 ao km 25+750 – 08/10	107
Figura 32	– Planta 23 – Perfil da Rodovia km 25+000 ao km 25+750 – 08/10	108
Figura 33	– Planta 24 – Análise Geométrica km 25+000 ao km 25+750 – 08/10	109
Figura 34	– Planta 25 – Restituição Topográfica km 25+750 ao km 26+500 – 09/10	110
Figura 35	– Planta 26 – Perfil da Rodovia km 25+750 ao km 26+500 – 09/10	111
Figura 36	– Planta 27 – Análise Geométrica km 25+750 ao km 26+500 – 09/10	112
Figura 37	– Planta 28 – Restituição Topográfica km 26+500 ao km 27+076 – 10/10	113
Figura 38	– Planta 29 – Perfil da Rodovia km 26+500 ao km 27+076 – 10/10	114
Figura 39	– Planta 30 – Análise Geométrica km 26+500 ao km 27+076 – 10/10	115

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHTO	-	American Association of State Highway and Transportation Officials
DCE	-	Diretrizes para Concepção de Estradas
DER	-	Departamento de Estradas de Rodagem
DENATRAN	-	Departamento Nacional de Trânsito
DNER	-	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
FHWA	-	Federal Highway Administration
HCM	-	Highway Capacity Manual
IPR	-	Instituto de Pesquisas Rodoviárias
RAS	-	Richtlinien für die Anlage von Strassen
TRB	-	Transportation Research Board

RESUMO

Uma rede de estradas é, geralmente, resultante da necessidade de acomodação do tráfego, o qual, por sua vez, é determinado pela distribuição espacial da população, pelo aproveitamento de determinadas áreas e pelas realidades geográficas.

O conhecimento das condições dos muitos segmentos que formam a rede de estradas é, sem dúvida, imprescindível para o planejamento e gerência, influenciando diretamente nos investimentos que devem ser feitos para manter a rede em boas condições.

A fim de obter um melhor aproveitamento desses investimentos, o conhecimento das condições da rodovia implica, necessariamente, em uma apropriada identificação, descrição e análise dos locais onde as deficiências foram encontradas, assim como a identificação dos segmentos que estão em condições satisfatórias.

O desenvolvimento urbano, o crescimento do tráfego, as alterações no ambiente no qual a rodovia foi implantada, vão aos poucos exigindo que sejam realizados investimentos para adaptar a via às necessidades atuais de seus usuários.

Nesse contexto, este trabalho propõe uma metodologia para identificar, descrever e analisar as características geométricas de uma estrada com o objetivo de facilitar o desenvolvimento de planos de melhoramentos de rodovias. Após a descrição da metodologia, uma aplicação prática em um segmento existente de estrada é apresentada, junto com os resultados obtidos. Além disso, uma avaliação de seu desempenho é realizada.

Conclui-se que a metodologia proposta é operacionalmente fácil de ser aplicada, que conduz a uma clareza na escolha dos critérios para as melhorias, que é adequada para a identificação de prioridades pelos planejadores e que traz dividendos pelo fato de uma atribuição melhor do investimento financeiro é alcançada em consequência de sua adoção.

ABSTRACT

A road network is, generally, resultant from the necessity for accommodating vehicular traffic, which, by its turn, is determined by the spatial distribution of the population, by the utilization of certain areas and by the geographical realities.

The knowledge of the physical conditions of the many segments which form the road network is, on the other hand, vital for its planning and management, having a direct influence on the investments that have to be made to keep the network in good shape.

In order to obtain a better efficiency of these investments, the knowledge of the road conditions implies, necessarily, in an appropriated identification, description and analysis of the locations where there are deficiencies to be addressed, as well as the recognition of the segments which are in satisfactory.

The urban development, the growth of the traffic, the environmental changes in which the highway was implanted, require that adaptations of the road characteristics be made over time in order to meet its current users needs.

In such a context, this work proposes a methodology for identifying, describing and analyzing the geometric features of a road with the aim at facilitating the development of a road improvement plan. After describing the method, a practical application of it to an existing road segment is presented, together with the obtained results. Also, an evaluation of its performance is done.

It is concluded that the proposed method is operationally easy to be applied, that it leads to a clearer set of improvements criteria, that it is adequate to identify priorities to the road improvement planners and that it pays dividends since a better financial investment assignment is reached as a consequence of its adoption.

Capítulo 1

INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Gerais

Durante muitos anos, os projetos de melhorias em rodovias existentes resumiam-se, basicamente, na restauração do pavimento e na implantação de interseções nos acessos onde os volumes de tráfego tornaram-se mais volumosos.

Raras as vezes alterações eram realizadas nos alinhamentos geométricos da estrada. As mudanças, quando ocorriam, estavam mais relacionadas a adaptações na seção transversal da rodovia como o aumento na largura da pista de rolamento e a inclusão de faixas adicionais nos aclives (3ª faixa), ciclovias e calçadas, geralmente exigindo o sacrifício do acostamento, evitando com isso a necessidade de fazer movimentos de terras e novas desapropriações.

Apesar da maior parte das dificuldades de implantação de mudanças nas estradas estar relacionada a problemas de ordem operacional e executiva, havia, também, muitos entraves em projetar essas alterações, devido, principalmente, à falta de subsídios de ordem técnica. Os manuais de projeto geométrico traziam, muitas vezes, projetos-tipo e critérios para a escolha de determinadas soluções para problemas geométricos, mas estes não vinham acompanhados de um embasamento teórico aprofundado. Talvez, porque a maior parte das publicações relacionadas ao projeto geométrico de rodovias seja baseada em normas e diretrizes estrangeiras e não em estudos locais.

A dificuldade na utilização de programas computacionais que eram, na maior parte, estrangeiros e com um alto custo de aquisição para as consultoras é outro problema a ser citado. Além disso, a aquisição desses programas pelos órgãos públicos também era inviável devido ao grande número de licenças que seriam necessárias para equipar os diversos Distritos Rodoviários, além do treinamento de pessoal para a operação dos mesmos.

Com isso, muitas das mudanças ocorriam no campo, sem um projeto específico, adotando-se critérios empíricos, levando, deste modo, a um tratamento casuístico do problema.

Atualmente, a elaboração de diversos estudos relacionados ao projeto geométrico de rodovias e à segurança viária, aliada ao incremento na velocidade de transmissão das informações e ao desenvolvimento tecnológico, vem proporcionando um embasamento mais sólido na proposição de alterações geométricas por parte dos técnicos.

Além disso, com a necessidade de adquirir financiamentos externos para a execução de obras rodoviárias, os organismos internacionais vêm exigindo projetos melhor elaborados para a liberação dos recursos.

A escassez de recursos e as necessidades de grandes investimentos na melhoria da malha viária exige dos planejadores a adoção de critérios cada vez mais técnicos para evitar perdas no campo social, político, econômico e ambiental, o que acaba restringindo a adoção de tratamentos casuísticos na solução de problemas rodoviários.

ROSADO (2000) traz alguns comentários sobre o tratamento casuístico, principalmente quanto ao planejamento. “Cabe ao técnico fornecer os subsídios necessários, e os seus possíveis cenários, àqueles que estão incumbidos de tomar as decisões sobre o planejamento”.

Segundo CRAGLIA (1998) apud ROSADO (2000) o processo de planejamento possui três tipos fundamentais de objetivos que devem ser identificados como de primeira relevância:

- a) sociais;
- b) ambientais;
- c) econômicos.

E para que esses objetivos sejam alcançados, o processo de planejamento deve ter algumas funções essenciais, tais como:

- a) obter o conhecimento físico-espacial;
- b) preparar planos;
- c) alocar recursos;

- d) controlar o desenvolvimento;
- e) monitorar as mudanças.

A linha de pesquisa deste trabalho é, basicamente, atender a uma dessas funções do processo de planejamento que é o conhecimento físico-espacial. Mais precisamente, relacionar os diversos levantamentos e estudos que devem ser realizados na análise geométrica de uma rodovia a fim de verificar a existência de deficiências geométricas possibilitando, desta forma, que os planejadores tomem a decisão de alocar ou não recursos para a implantação de mudanças nas rodovias que forem analisadas.

O autor se envolveu com esta linha de pesquisa trabalhando em consultoras na elaboração de projetos para os órgãos públicos como o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) e o Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina (DER/SC), durante o período de 1993 a 2002.

O enfoque dado neste trabalho toma como elemento fundamental as rodovias no Estado de Santa Catarina, principalmente as que estão sob responsabilidade do órgão público estadual, adotando-se as diretrizes de projeto elaboradas pelo DER/SC como principal referência bibliográfica. Apesar disso, serão observadas, oportunamente, as considerações constantes nos manuais utilizados pelo DNER e outras publicações sobre o assunto, para apresentar um comparativo e, ao mesmo tempo, possibilitar a adoção dos critérios aqui relacionados em ambas as situações (no âmbito federal e estadual).

1.2 Objetivos

O principal objetivo do trabalho é a proposição de uma sistemática de estudos a serem efetuados na avaliação das condições geométricas de uma rodovia, verificando o atendimento aos seus usuários de uma forma segura e eficiente.

Além desse, foram estabelecidos dois objetivos secundários, ou seja, que estão relacionados e dependem do objetivo principal:

- Verificar a operacionalidade da sistemática proposta, aplicando-a em uma rodovia existente;
- Avaliar criticamente os resultados atingidos e recomendar futuras pesquisas.

1.3 Justificativa

Após um período em que o país foi integrado através da construção de diversas rodovias, os últimos anos foram marcados por uma escassez de recursos que impossibilitaram a implantação de novas estradas e por um abandono daquelas que já haviam sido construídas.

Esta situação vem se agravando cada vez mais, pois a deterioração deste patrimônio tem provocado, como consequência, um custo cada vez mais elevado nas obras de restauração das rodovias, além do aumento do número de acidentes nas estradas, da insegurança entre os usuários da via e do aumento dos custos operacionais dos veículos, o que acaba refletindo nos custos dos diversos produtos adquiridos pela população.

Para interromper este quadro, tornou-se necessária a busca de verbas para a implantação, melhoramento e restauração das rodovias, junto às instituições financeiras e aos organismos internacionais. Por sua vez, em troca dos financiamentos para essas obras, estes organismos têm exigido projetos cada vez mais refinados e baseados em normas técnicas com reconhecida validade.

A utilização de normas técnicas é uma condição necessária, porém não suficiente. O uso de metodologias para a escolha do tipo de projeto a ser executado também é condição indispensável. A aplicação adequada do recurso disponível valorizou ainda mais o projeto da rodovia.

Desta forma, tornou-se premente a pesquisa e a elaboração de metodologias que auxiliem na tomada de decisão para seleção da melhor aplicação do investimento e o que deve ser executado com maior brevidade.

Apesar da existência de normas que já fornecem orientações para o tratamento de segmentos críticos, ainda existem dificuldades em analisar uma rodovia em toda a sua extensão.

O fato de existirem rodovias cujo projeto não condiz com a sua realidade e de até mesmo, em alguns casos, haver estradas onde o projeto foi extraviado constitui uma dificuldade maior em fazer os estudos necessários. Aliado a isso, está o fato da constante modificação no contexto em que a rodovia se insere, principalmente com relação à urbanização nas margens da via.

A urbanização de áreas ao longo das rodovias, principalmente nas proximidades das cidades, vem provocando a perda das características da ligação, fazendo com que estas funcionem mais como avenidas centrais.

O aperfeiçoamento da tecnologia dos veículos que trafegam nas vias fez com que estes consigam desempenhar maiores velocidades, entretanto algumas vias não foram projetadas para atender ao tráfego de alta velocidade.

A dependência cada vez maior dos veículos de carga para o transporte de mercadorias também provocou, por sua vez um aumento na relação volume/capacidade.

A nova situação econômica originada a partir da metade da década de 90, também aumentou a relação volume/capacidade porque proporcionou uma maior facilidade na aquisição de veículos.

Ou seja, estas situações (urbanização das rodovias, aperfeiçoamento tecnológico dos veículos, dependência do transporte rodoviário e aumento da frota) vêm ocasionando a necessidade de avaliar a rodovia, não só sob o ponto de vista de pavimento, que era no que se resumiam, basicamente, os projetos de restauração, mas, também, sob a ótica da geometria espacial que foi implantada e que agora exige uma adequação.

Existe, atualmente, uma exigência muito grande, por parte dos organismos financeiros, para que todos os gastos envolvidos na recuperação e melhoramento de rodovias possuam uma justificativa, baseada em normas técnicas e em fatos rigorosamente documentados.

O desenvolvimento de uma metodologia para se cadastrar uma rodovia possibilitando o conhecimento de todos os problemas que a mesma apresenta, auxilia a justificativa de um investimento para um melhoramento.

Este cadastro compreenderia a reconstituição dos alinhamentos horizontal e vertical, o estudo de velocidades, estudo de visibilidades, a análise das superelevações, estudos da necessidade de implantar faixas adicionais em aclives, análise da capacidade da via, estudo da necessidade da aplicação de um tratamento do tipo travessia urbana, análise da capacidade das interseções já implantadas e da necessidade de implantar novas, análise da compatibilidade dos raios de curvatura horizontal e vertical com a velocidade da rodovia e outros estudos específicos de cada rodovia.

1.4 Metodologia

Para o atendimento dos objetivos relacionados em 1.2, adotou-se uma metodologia que contempla as seguintes etapas:

a) pesquisa da bibliografia existente sobre o assunto

A coleta de informações relacionadas ao assunto destina-se ao embasamento teórico para o estabelecimento dos parâmetros mínimos que servirão para a sistematização da análise da geometria da rodovia.

As normas técnicas elaboradas pelos diversos órgãos responsáveis pelo desenvolvimento dos projetos de estradas constituem as principais fontes de bibliografia e pesquisa, porém, não são as únicas.

Diversos são os trabalhos de pesquisa, como dissertações de mestrado e teses de doutorado, que buscam relacionar fatores como características geométricas, composição do tráfego e velocidade com a segurança nas rodovias.

b) definição dos dados necessários para a avaliação geométrica

De acordo com as diversas normas técnicas para o projeto geométrico de estradas, cada rodovia, definida a sua função dentro de uma rede viária, desempenha um papel e, para tanto, necessita de determinadas características geométricas que lhe proporcionem uma qualidade de trânsito e segurança condizentes.

Estas características geométricas estão, por sua vez, relacionadas a fatores como: segurança, velocidade de projeto, custos operacionais e conforto.

Nesta fase, são definidas as características (valores dos raios das curvas horizontais e verticais, superelevação, superlargura, seção transversal, distâncias de visibilidade de parada e de ultrapassagem etc.) que irão influenciar de maneira mais decisiva quanto a real necessidade de se interferir na geometria da rodovia para, desta forma, aumentar o conforto e a segurança dos usuários da via no local.

Para a realização desta etapa, a consulta e análise das diversas fontes bibliográficas relacionadas a questão de projeto geométrico tais como: livros específicos, normas técnicas, teses de mestrado e doutorado, artigos em eventos acadêmicos, publicações periódicas e informes técnicos, a disposição, principalmente, em bibliotecas ou na Internet é fundamental.

c) avaliação dos métodos de levantamentos de informações existentes

Neste estágio do trabalho, os métodos de levantamentos dos dados existentes sobre as rodovias são verificados, buscando avaliá-los quanto a sua funcionalidade e consistência dos resultados, facilidade de coleta e grau de dificuldade de interpretação.

Conforme o dado que se deseja conhecer, será necessária a execução de um tipo de levantamento. A comparação destes diferentes tipos de levantamentos é de fundamental importância para a escolha da maneira como se irá definir os procedimentos dos trabalhos.

Por exemplo, para o levantamento topográfico da rodovia podem ser usados aerofotolevantamentos, topografia convencional com teodolito e trena, utilização de estação total com coletor digital etc. Outro exemplo é o levantamento das distâncias de visibilidade que pode ser feito através da reprodução gráfica em planta e perfil da rodovia e a sua análise em escritório, ou através de visitas e medições realizadas em campo.

d) delimitação de uma área de estudo para exemplo

A escolha de uma rodovia para servir de exemplo é fundamental para a visualização do método. Porém, essa rodovia deve possuir dados suficientes para ser usada como exemplo, sem, contudo, apresentar uma “riqueza” de informações que a difira de outras, ou seja, ela deve apresentar condições semelhantes de disponibilidade de dados que qualquer outra rodovia apresentaria.

Um exemplo de rodovia para o estudo de caso deve apresentar as deficiências geométricas que se pretende reconhecer através do roteiro. Isto porque uma rodovia onde as características geométricas estejam perfeitamente enquadradas nas normas técnicas e onde não existam problemas no tráfego nas questões de segurança e fluidez pode causar a impressão de que o roteiro não serve para o fim a que se destina.

e) coleta dos dados necessários

As fontes de dados que podem fornecer informações sobre as características de uma rodovia e a sua necessidade de melhoria são diversas. Entre essas fontes podem ser citados os boletins de ocorrência de acidentes, os levantamentos topográficos da rodovia e das suas margens, projetos antigos que serviram de base para a implantação da estrada, fotos aéreas em diversas épocas que demonstrem as mudanças na área onde a rodovia está implantada etc.

Os relatórios e boletins de ocorrência de acidentes podem ser obtidos juntos aos postos da Polícia Rodoviária, delegacias e outros órgãos.

Os levantamentos topográficos podem ser obtidos junto aos órgãos responsáveis pelas rodovias e junto às consultoras e projetistas. Mesmo assim, dificilmente não será necessário o levantamento de dados no campo.

Os dados de tráfego também podem ser obtidos nestes locais, assim como as fotografias aéreas e os projetos utilizados na implantação das rodovias.

Algumas rodovias apresentam alterações no projeto durante a sua implantação. A documentação onde constam essas alterações podem ser obtidas em empreiteiras e construtoras, bem como nos órgãos e nas supervisoras das obras.

f) representação e interpretação dos dados levantados

Após a coleta dos dados e das informações existentes sobre a rodovia, faz-se necessário uma representação dos mesmos para permitir a sua análise e interpretação de maneira fácil e rápida, bem como a sua perfeita visualização. A definição desta forma de representar esses dados constitui-se em uma das etapas deste trabalho.

A escolha de se representar os dados através de tabelas, de gráficos, ou mesmo desenhos, deve ser feita para melhor apresentar os resultados obtidos. Uma escolha equivocada pode esconder um dado importante e fundamental para a análise ou salientar um dado que não seja tão significativo, mascarando, desta forma, os resultados obtidos.

g) comparação dos resultados com as exigências de normas técnicas

Com a representação e interpretação dos dados levantados sobre a rodovia, a comparação dos resultados obtidos com os parâmetros e exigências mínimas das normas irá salientar os locais onde ocorrem as deficiências geométricas.

h) definição de um roteiro de estudos necessários à análise geométrica da rodovia e apresentação dos resultados

Finalmente, após a execução dessas fases, é possível a definição de um roteiro para elaboração e apresentação dos levantamentos necessários à análise geométrica das rodovias para a localização de pontos críticos.

O roteiro relaciona os principais tópicos que devem ser abordados durante a elaboração da análise geométrica de uma rodovia.

Com a conclusão deste trabalho, pode-se comprovar a eficiência da sistemática proposta para este tipo de estudo.

1.5 Estrutura da Dissertação

Subseqüente ao capítulo de introdução, a presente dissertação apresenta, no Capítulo 2, os métodos de classificação de rodovias. São apresentados neste capítulo os critérios e

metodologias adotadas para a classificação de rodovias com ênfase nos métodos de classificação do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem – DNER e do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Santa Catarina – DER/SC.

No Capítulo 3 a proposta de sistemática dos estudos a serem efetuados é apresentada na fase de execução da análise de uma rodovia. São apresentados os passos em seqüência e os levantamentos e estudos que devem ser realizados em uma ordem cronológica de maneira a aumentar a eficiência e rapidez na elaboração dos estudos.

O Capítulo 4 é dedicado à aplicação prática do roteiro recomendado. Após ser feita a identificação e a descrição da área de estudo, são mencionados os levantamentos realizados e os estudos realizados, apresentando os resultados finais encontrados.

A análise e as limitações do método são demonstradas no capítulo 5.

No capítulo 6, são apresentadas as conclusões e recomendações que o autor crê que sejam pertinentes ao estudo.

Ao final dos capítulos são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas no trato conceitual da dissertação, tais como artigos, livros, legislação, instruções reguladoras, manuais, diretrizes etc., assim como referências obtidas a partir da rede mundial de computadores (INTERNET).

Finalizando a estrutura da dissertação, são apresentadas, em forma de anexos, algumas informações consideradas pertinentes pelo autor.

Capítulo 2

MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO DAS RODOVIAS

O ato de classificar pode ser descrito como sendo a separação de elementos em conjuntos de acordo com uma ou mais características comuns. Assim, a classificação de rodovias é a maneira pela qual as mesmas são agrupadas conforme determinados critérios e propósitos.

Segundo a AASHTO (AASHTO, 1994) “a classificação de rodovias em diferentes sistemas operacionais, classes funcionais e padrões geométricos é necessária para a comunicação entre engenheiros, administradores e o público em geral”.

Existem diversas classificações das rodovias e um mesmo órgão (responsável por uma função de caráter social, político, administrativo etc) pode utilizar mais de uma forma de classificação.

As Normas Suecas para o Projeto Geométrico das Rodovias (IPR, 1975), utilizada como fonte de consulta para a elaboração de Projetos Finais de Engenharia para Órgãos Rodoviários classifica as rodovias de acordo com padrões de projeto da seguinte forma:

- Auto-estradas e vias expressas;
- Rodovia com pistas separadas;
- Rodovia de pista única;
- Via provincial.

Segundo a AASHTO em sua publicação *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets* (AASHTO, 1994) a classificação das rodovias em diferentes sistemas pode ser feita de acordo com os seguintes critérios:

- Pelo padrão de projeto baseado nas características geométricas principais (mais utilizada para localização e procedimentos de projeto);
- Pela numeração da ligação (mais utilizada para operações de tráfego);

- De acordo com o caráter administrativo (usada para denotar os níveis de responsabilidade governamental e métodos de investimento);
- Pela função que elas devem desempenhar (desenvolvida para o planejamento de transportes).

O Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (DNER, 1999) apresenta como critérios para classificação:

- Os de natureza administrativa (relacionada a organização de atividades como planejamento, financiamento, construção, operação e relacionamento com os usuários);
- Os de natureza técnica (relacionada as características geométricas necessárias);
- Os de natureza funcional (relacionada principalmente ao tipo de ligação).

Os critérios das características físicas e geométricas apresentadas no manual do DNER (DNER, 1999) e as recomendações constantes na publicação da associação rodoviária americana (AASHTO, 1994) são bastante semelhantes, sendo mencionado no manual “que não há diferenças essenciais que justifiquem alterações nos elementos básicos dos procedimentos do DNER”.

As Diretrizes para Concepção de Estradas – DCE, Parte: Encadeamento Funcional de Redes – DCE-R (DER, 1999a) utiliza como critérios de classificação de rodovias:

- Localização da rodovia;
- Grau de urbanização nas margens;
- Função que a via deve exercer.

Neste trabalho são comentadas as classificações adotadas pelo DNER e pelo DER/SC para as rodovias rurais. Entretanto, não existe uma restrição quanto ao uso de outra maneira de classificar as rodovias desde que apresente as características geométricas que a via deve possuir para propiciar segurança e conforto aos usuários.

2.1 Classificação das Rodovias de Acordo com o DNER

Segundo o DNER (1999) “a classificação de rodovias por diferentes critérios tem-se revelado necessária para atender a enfoques e objetivos diversos de natureza técnica, administrativa e de interesse dos usuários das vias em geral”.

A classificação administrativa objetiva uma organização das atividades dos órgãos responsáveis pela administração, planejamento, financiamento, construção, operação e relacionamento com os usuários, identificando as vias por siglas alfanuméricas caracterizando localização e entidade responsável.

A classificação técnica é destinada principalmente a elaboração de projetos e relaciona as características físicas que a via deve possuir para que os volumes de tráfego previstos executem com economia, conforto e segurança as viagens desejadas. Está diretamente relacionada às características geométricas da via: raios de curvatura, rampas, larguras de pista e acostamento, distâncias de visibilidade etc., e as restrições de custos condicionadas principalmente ao relevo.

Ambas as classificações guardam relação com a classificação funcional que agrupa as rodovias pelo tipo de ligação e pelos estágios das viagens dos veículos.

2.1.1 Classificação Funcional

2.1.1.1 Hierarquia dos Movimentos e Componentes

Em uma malha viária os deslocamentos dos veículos incluem diversos estágios. Segundo a AASHTO (1994) “os seis estágios reconhecíveis na maior parte das viagens incluem o movimento principal, transição, distribuição, captação, acesso e terminação”.

O movimento principal dos veículos é realizado em fluxo ininterrupto e em alta velocidade, geralmente em vias de alto padrão. O movimento de transição é realizado em rampas

de acesso ou ramais de interseção. O estágio seguinte é o de distribuição onde os veículos desenvolvem velocidades moderadas em vias que fazem a ligação até as proximidades do seu destino. Após esse estágio, os veículos entram em vias de captação com volumes de tráfego maiores que coletam os veículos das vias locais. O movimento de acesso é realizado nas vias locais, normalmente com tráfego reduzido e velocidades baixas. Finalmente o estágio de terminação onde os veículos no seu destino são estacionados em instalações apropriadas.

Os mesmos estágios são mencionados pelo DNER (1999) com exceção da terminação. Para cada um é mencionado um tipo de via:

- Acesso: vias locais;
- Captação: vias coletoras
- Distribuição: vias arteriais secundárias;
- Transição: ramais de interseção e rampas de acesso;
- Movimento principal: vias de alto padrão e vias arteriais primárias.

De acordo com a AASHTO (1994) “cada uma das etapas de uma viagem típica é atendida por uma via projetada especificamente para esta função”. Pela hierarquia dos movimentos, os volumes de tráfego nas rodovias rurais crescem das Vias Locais para as Arteriais.

Alguns estágios intermediários podem ser eliminados sem a modificação da hierarquia dos estágios restantes. A ordem dos deslocamentos continua visível. Uma das causas mais importantes do mau funcionamento de um sistema viário é o não atendimento adequado dos diferentes estágios da hierarquia dos movimentos.

2.1.1.2 Relação Funcional

A classificação funcional reconhece que as rodovias não atendem independentemente as viagens realizadas por ser impossível a conexão direta de todas as origens e destinos. Desta forma os deslocamentos utilizam redes de rodovias. Os movimentos entre as cidades maiores são atendidos por rodovias com melhores características técnicas. Rodovias com características intermediárias atendem às cidades menores e se conectam com as ligações arteriais. As vilas,

fazendas e sítios utilizam rodovias secundárias, vicinais ou caminhos que dão acesso às de nível intermediário. Com base no seu nível de atuação, as vias são classificadas como locais, coletoras e arteriais, definindo sua classificação funcional.

2.1.1.3 Necessidade e Controle de Acesso

Acessibilidade e mobilidade são as duas considerações principais em uma classificação funcional de rodovias. Nas rodovias arteriais é necessário o controle e a limitação dos acessos para garantir a função primária que é a mobilidade. Nas vias locais cuja função principal é a de prover acesso ao sistema viário, as condições de mobilidade são reduzidas. Desta forma, as diferenças e as graduações das funções das rodovias tem origem no conflito entre a mobilidade dos movimentos e o atendimento às necessidades de acesso.

2.1.1.4 Áreas Urbanas e Rurais

Áreas urbanas e rurais têm diferentes características com relação a densidade, tipo de uso do solo, densidade de ruas e rodovias, natureza das viagens e a maneira como esses elementos estão relacionados. Conseqüentemente, os sistemas funcionais urbano e rural são classificados separadamente.

Segundo FHWA (1989) apud GARRICK e KUHNIMHOF (2000) uma área urbana é uma área contígua compreendida por um grupo de quadras com uma densidade de população de mais de 1000 hab. /milha² e cerca de pelo menos uma população de 5000 habitantes.

A AASHTO (1994) considera como áreas urbanas os locais situados dentro de limites estabelecidos pelas autoridades responsáveis com uma população de 5000 pessoas ou mais. As áreas urbanas podem ser subdivididas em áreas urbanizadas (população de 50000 pessoas ou mais) e pequenas áreas urbanas (população entre 5000 e 50000 pessoas).

O DNER (1999) considera “as áreas urbanas os locais mais densamente povoados com população acima de 5000 pessoas, situados dentro de limites estabelecidos pelas autoridades responsáveis. Fora desses limites têm-se áreas rurais”.

2.1.1.5 Sistemas Funcionais

A classificação funcional é o processo pelo qual as vias são agrupadas hierarquicamente em subsistemas, conforme a função que exercem.

De acordo com o DNER (1999) as rodovias rurais brasileiras podem ser enquadradas dentro de três sistemas funcionais:

- **Sistema Arterial:** que compreende as rodovias cuja função principal é a de propiciar mobilidade;
- **Sistema Coletor:** que compreende as rodovias que proporcionam um misto de funções de mobilidade e acesso;
- **Sistema Local:** que compreende as rodovias cuja função principal é a de oferecer oportunidades de acesso.

O Quadro 01 mostra uma comparação entre os sistemas funcionais usados para as rodovias em áreas rurais e em áreas urbanas. A classificação rodoviária para áreas rurais diferencia entre arteriais principais e arteriais primárias, basicamente em função do volume médio diário de tráfego e o tamanho das cidades interconectadas por estas vias.

Quadro 01 - HIERARQUIA DOS SISTEMAS FUNCIONAIS

ÁREAS URBANAS	ÁREAS RURAIS
Arteriais	Arteriais
Sistema Arterial Principal	Sistema Arterial Principal Sistema Arterial Primário
Sistema Arterial Secundário	Sistema Arterial Secundário
Coletoras	Coletoras
Sistema de Vias Coletoras	Coletoras Primárias Coletoras Secundárias
Locais	Locais
Sistema Viário Local	Sistema Viário Local

Fonte: DNER, 1999

Para fins de classificação funcional, ainda devem ser considerados a extensão da viagem e o rendimento decrescente. Isto permite distinguir melhor as rodovias quanto às funções que desempenham, possibilitando a subdivisão dos sistemas funcionais arterial e coletor em classes mais específicas.

O conceito de extensão de viagem diz respeito ao fato de que viagens longas estão em geral associadas a níveis crescentes de mobilidade e a menores possibilidades de acesso. O conceito de rendimento decrescente está relacionado ao fato de que num sistema de rodovias as maiores quantidades de fluxos ocorrem em uma parcela pequena da extensão da rede, ao passo que uma grande parte da extensão física da rede atende a fluxos muito pequenos. Esses fluxos são obtidos pelo produto do volume médio diário de tráfego num trecho pela extensão do mesmo, em km (vpd.km).

No Quadro 02 são apresentados, por sistema funcional, as funções básicas e os demais parâmetros que servem de referência para a classificação funcional das rodovias rurais no Brasil.

Quadro 02 – FUNÇÕES BÁSICAS E PARÂMETROS PARA CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL DE RODOVIAS RURAIS

SISTEMAS FUNCIONAIS		FUNÇÕES BÁSICAS	PARÂMETROS DE REFERÊNCIA
ARTERIAL	PRINCIPAL	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizadas para viagens internacionais e inter-regionais; - Proporcionar alto nível de mobilidade; - Proporcionar um sistema contínuo na região; - Articular-se com rodovias de funções similares nas regiões vizinhas; - Conectar capitais e cidades com população superior a 150.000 habitantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Extensão: entre 2,0 % e 3,5 % da rede rodoviária; - Atende entre 30 % e 35 % dos veículos x quilômetros; - Extensão média das viagens em torno de 120 km; - Velocidade de Operação entre 60 km/h e 120 km/h.
	PRIMÁRIO	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizadas para viagens inter-regionais e interestaduais; - Atender a função essencial de mobilidade; - Formar um sistema contínuo na região em conjunto com o sistema arterial principal; - Conectar cidades com população em torno de 50.000 habitantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Extensão: entre 1,5 % e 3,5 % da rede rodoviária; - Atende entre 15 % e 20 % dos veículos x quilômetros; - Extensão média das viagens em torno de 80 km; - Velocidade de Operação entre 50 km/h e 100 km/h.
	SECUNDÁRIO	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizadas para viagens intra-estaduais não servidas por sistema de nível superior; - Atender a função essencial de mobilidade; - Formar um sistema contínuo na região em conjunto com as rodovias dos sistemas superiores; - Conectar cidades com população acima de 10.000 habitantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Extensão: entre 2,5 % e 5,0 % da rede rodoviária; - Atende entre 10 % e 20 % dos veículos x quilômetros; - Extensão média das viagens em torno de 60 km; - Velocidade de Operação entre 40 km/h e 80 km/h.

SISTEMAS FUNCIONAIS		FUNÇÕES BÁSICAS	PARÂMETROS DE REFERÊNCIA
COLETOR	PRIMÁRIO	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizadas para viagens intermunicipais não servidas por sistema de nível superior; - Dar acesso a centros geradores de tráfego como portos, áreas de intensa atividade em mineração ou produção agrícola, parques turísticos etc; - Formar um sistema contínuo na região em conjunto com o sistema arterial; - Proporcionar mobilidade e acesso dentro de áreas específicas do Estado; - Conectar cidades com população superior a 5.000 habitantes; - Proporcionar ligações das áreas servidas com o Sistema Arterial; - Atender aos mais importantes fluxos do tráfego intermunicipal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Extensão: entre 4,0 % e 8,0 % da rede rodoviária; - Atende entre 8 % e 10 % dos veículos x quilômetros; - Extensão média das viagens em torno de 50 km; - Velocidade de Operação entre 30 km/h e 70 km/h.
	SECUNDÁRIO	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizadas para viagens intermunicipais não servidas por sistema de nível superior; - Dar acesso a centros geradores de tráfego de menor vulto não servidos por sistema superior; - Formar um sistema contínuo na região em conjunto com o sistema arterial e o sistema coletor primário; - Proporcionar mobilidade e acesso dentro de áreas específicas do Estado; - Ligar centros com população superior a 2.000 habitantes e sedes municipais que não estejam servidas por rodovias de nível superior; - Dar acesso às grandes áreas de baixa densidade populacional não servidas por outras rodovias arteriais ou coletoras primárias; - Proporcionar ligações das áreas servidas com o Sistema Coletor Primário ou com o Sistema Arterial. 	<ul style="list-style-type: none"> - Extensão: entre 10,0 % e 15,0 % da rede rodoviária; - Atende entre 7 % e 10 % dos veículos x quilômetros; - Extensão média das viagens em torno de 35 km; - Velocidade de Operação entre 30 km/h e 60 km/h.
	LOCAL	<ul style="list-style-type: none"> - Proporcionar acesso ao tráfego intra-municipal de áreas rurais e de pequenas localidades às rodovias de nível superior. 	<ul style="list-style-type: none"> - Extensão: entre 65,0 % e 80,0 % da rede rodoviária; - Atende entre 5 % e 30 % dos veículos x quilômetros; - Extensão média das viagens em torno de 20 km; - Velocidade de Operação entre 20 km/h e 50 km/h.

Fonte: DNER, 1999

2.1.2 Classificação Técnica

2.1.2.1 Critérios Básicos de Classificação

Cada rodovia deve ter características técnicas definidas para atender com conforto e segurança os volumes e composição do tráfego e às funções a que se destina.

O DNER (1999) agrupa os trechos integrantes da rede rodoviária nacional em cinco classes de rodovias, numeradas de 0 a IV para fins de projeto. Os menores números correspondem às características técnicas mais exigentes. Essas classes só se aplicam em sua totalidade a rodovias novas. As rodovias existentes, em geral, foram projetadas com outros critérios, que não coincidem com os agora recomendados.

Ainda segundo DNER (1999) os principais critérios usados para definir a classe de um trecho de rodovia são:

- Posição Hierárquica Dentro da Classificação Funcional;
- Volume Médio Diário de Tráfego;
- Nível de Serviço;
- Outros Condicionantes.

O DNER (1999) adota Classes de Projeto visando a compatibilização com o Sistema de Classificação Funcional. Com isso, geralmente, a classe de uma rodovia rural é fixada atendendo à sua classificação funcional, mesmo que os volumes de tráfego, momentaneamente, não a justifiquem, admitindo que, com o tempo, essa decisão será justificada e que a construção por etapas permitirá soluções economicamente viáveis. Podem ocorrer exceções, quando uma rodovia de classe funcional inferior for enquadrada em uma classe de projeto superior, devido aos volumes de tráfego.

Os volumes médios diários de tráfego sempre se referem ao tráfego misto, nas condições usuais das rodovias brasileiras. Estudos feitos com base no Plano Nacional de Contagem de Trânsito - PNCT do DNER (1996) apud DNER (1999) permitiram determinar as composições médias dos fluxos de tráfego que podem ser consideradas como estimativas satisfatórias.

No Quadro 03, é apresentada a estimativa da composição média dos fluxos de tráfego das rodovias brasileiras com base nos volumes médios diários.

Quadro 03– ESTIMATIVA DA COMPOSIÇÃO MÉDIA DOS FLUXOS DE TRÁFEGO

VMD	Automóvel	Ônibus	Caminhão
(Tráfego Misto)	(%)	(%)	(%)
700	46	8	46
1.000	46	8	46
2.000	47	8	45
3.000	48	8	44
4.000	49	8	43
5.000	50	8	42
6.000	51	8	41
7.000	52	8	40
8.000	53	8	39
9.000	54	8	38
10.000	55	8	37
12.000	56	8	36
14.000	58	8	34
> 15.000	59	8	33

Fonte: DNER, 1999

O conceito de Nível de Serviço definido pelo *Highway Capacity Manual* (TRB, 1994) usa medidas qualitativas que caracterizam condições operacionais em termos de fatores como velocidade e tempo de viagem, liberdade de manobra, interrupções no tráfego e conforto.

Seis níveis de serviço são definidos sendo designados por letras de A até F com o Nível de Serviço A (NDS A) representando as melhores condições de operação e o NDS F as piores.

No Quadro 04 são apresentadas as características de cada um dos níveis de serviço definidos pelo HCM (TRB, 1994).

Quadro 04 – CARACTERÍSTICAS DOS NÍVEIS DE SERVIÇO

Nível de Serviço	Características
A	<ul style="list-style-type: none"> - Descreve primeiramente as operações em fluxo livre; - As velocidades médias de operação em fluxo livre geralmente prevalecem; - Os veículos estão quase que completamente desimpedidos na sua habilidade de manobra dentro da corrente de tráfego; - A distância média entre veículos é de aproximadamente 160 m; - Os motoristas dispõem de altos níveis de conforto físico e psicológico; - Os efeitos de incidentes são facilmente absorvidos neste nível.
B	<ul style="list-style-type: none"> - Representa razoavelmente as operações em fluxo livre; - As velocidades médias de operação em fluxo livre são geralmente mantidas; - A habilidade de manobra dentro da corrente de tráfego é apenas ligeiramente restrita; - A distância média entre veículos é de aproximadamente 100 m; - Os níveis de conforto físico e psicológico dos motoristas ainda são altos; - Os efeitos de incidentes ainda são facilmente absorvidos neste nível.
C	<ul style="list-style-type: none"> - Representa fluxos com velocidades ainda próximas das de fluxo livre; - A habilidade de manobra dentro da corrente de tráfego é notoriamente restrita e as mudanças de faixa requerem mais atenção por parte dos motoristas; - A distância média entre veículos é de aproximadamente 67 m; - Os motoristas agora experimentam um notório aumento na tensão relacionado a atenção adicional requerida para uma operação segura; - Os efeitos de incidentes ainda podem ser absorvidos mas uma deterioração local no nível de serviço será substancial.
D	<ul style="list-style-type: none"> - Representa fluxos onde as velocidades começam a declinar ligeiramente com o incremento do fluxo; - A habilidade de manobra dentro da corrente de tráfego é notoriamente limitada; - A distância média entre veículos é de aproximadamente 50 m; - Os motoristas agora experimentam um nível de conforto físico e psicológico reduzido; - Mesmo um pequeno incidente pode provocar a formação de filas.
E	<ul style="list-style-type: none"> - Descreve operações no limite da capacidade; - Operações neste nível são voláteis porque não há brechas na corrente de tráfego; - Os veículos estão espessados em aproximadamente 33 m; - A manobrabilidade é extremamente limitada; - Os níveis de conforto físico e psicológico proporcionado aos motoristas são extremamente pobres; - A corrente de tráfego não tem capacidade para dissipar mesmo o menor incidente que pode produzir um colapso e a formação de filas extensas.
F	<ul style="list-style-type: none"> - Descreve o colapso no fluxo veicular; - As condições geralmente existentes formam filas atrás dos pontos de colapso.

Fonte: TRB, 1994

Outro aspecto importante é o fator econômico representado pelo custo da construção. Este fator é influenciado pelo relevo da região atravessada pela rodovia que, tradicionalmente, é classificado em três categorias: Plano, Ondulado e Montanhoso.

A AASHTO (1994) classifica o relevo do terreno, nos corredores por onde a rodovia passa, de acordo com a influência que esse relevo exerce na conformação das características do traçado resultante do projeto da rodovia, definindo:

– **Região plana**: é aquela que permite a implantação de rodovias com grandes distâncias de visibilidade, sem dificuldades de construção e sem custos elevados.

– **Região ondulada**: é aquela onde as inclinações naturais do terreno exigem freqüentes cortes e aterros de dimensões reduzidas para acomodação dos greides das rodovias e que, eventualmente, oferecem alguma restrição à implantação dos alinhamentos horizontal e vertical.

– **Região montanhosa**: é aquela onde são abruptas as variações longitudinais e transversais da elevação do terreno em relação à rodovia e onde são freqüentemente necessários aterros e cortes laterais das encostas para se conseguir implantar alinhamentos horizontais e verticais aceitáveis.

Essas definições são diferentes das apresentadas no HCM (TRB, 1994) para terreno plano, ondulado e montanhoso. Com referência à natureza do terreno atravessado, o HCM (TRB, 1994) adota as seguintes definições:

– **Terreno plano**: qualquer combinação de alinhamentos horizontais e verticais que permita aos veículos pesados manter aproximadamente a mesma velocidade que os carros de passeio. Normalmente inclui rampas curtas de até 2,0 % de greide.

– **Terreno ondulado**: qualquer combinação de alinhamentos horizontais e verticais que provoque redução substancial das velocidades dos veículos pesados, mas sem obrigá-los a manter velocidades de arrasto por tempo significativo.

– **Terreno montanhoso**: qualquer combinação de alinhamentos horizontais e verticais que obrigue os veículos pesados a operar com velocidades de arrasto por distâncias significativas e a intervalos freqüentes.

A classe de uma rodovia pode também resultar de decisões que se situam no âmbito mais elevado da política de transportes ou de desenvolvimento nacional. A intenção de integrar uma determinada região ou a de criar uma ligação entre duas regiões por etapas, pode levar a classificação de uma rodovia com características superiores às exigidas pelos volumes e classificação do tráfego.

Para efeitos de planejamento, o DNER relacionou os Volumes Horários de Tráfego em unidades de carros de passeio correspondentes aos níveis de serviço de A a F para as diversas condições de terreno e de possibilidades de ultrapassagem, apresentados pelo HCM (TRB, 1994) com os volumes médios diários determinados com base nos relatórios do Plano Nacional de Contagem de Tráfego – PNCT (DNER, 1996) apud DNER (1999). Os Quadros 05a, 05b, 05c e 05d apresentam esta relação para as condições brasileiras.

Quadro 05a – NÍVEIS DE SERVIÇO DE RODOVIAS DE DUAS FAIXAS COM DOIS SENTIDOS DE TRÁFEGO EM TERRENO PLANO
(Volumes Médios Diários de Tráfego Misto – Condições Brasileiras)

TERRENO PLANO					
NÍVEL DE SERVIÇO	% DE DEMORA	VELOC. MÉDIA (km/h)	% SEM VISIB. DE ULTRAPAS.		
			0	50	100
			VOLUME MÉDIO DIÁRIO		
A	≤ 30	≥ 93.3	1.980	1.050	520
B	≤ 45	≥ 88.5	3.370	2.480	1.980
C	≤ 60	≥ 83.7	5.450	4.400	4.010
D	≤ 75	≥ 80.5	8.940	8.270	7.900
E	> 75	≥ 72.4	14.500	14.500	14.500
F	100	< 72.4	-	-	-

Fonte: DNER, 1999

Quadro 05b – NÍVEIS DE SERVIÇO DE RODOVIAS DE DUAS FAIXAS COM DOIS SENTIDOS DE TRÁFEGO EM TERRENO MEDIANAMENTE ONDULADO

(Volumes Médios Diários de Tráfego Misto – Condições Brasileiras)

TERRENO MEDIANAMENTE ONDULADO					
NÍVEL DE SERVIÇO	% DE DEMORA	VELOC. MÉDIA (km/h)	% SEM VISIB. DE ULTRAPAS.		
			0	50	100
			VOLUME MÉDIO DIÁRIO		
A	≤ 30	≥ 91.7	1.190	470	230
B	≤ 45	≥ 86.9	1.740	1.190	860
C	≤ 60	≥ 82.1	2.850	2.250	1.870
D	≤ 75	≥ 78.9	4.350	3.460	2.960
E	> 75	≥ 64.4	7.130	6.670	6.550
F	100	< 64.4	-	-	-

Fonte: DNER, 1999

Quadro 05c – NÍVEIS DE SERVIÇO DE RODOVIAS DE DUAS FAIXAS COM DOIS SENTIDOS DE TRÁFEGO EM TERRENO FORTEMENTE ONDULADO

(Volumes Médios Diários de Tráfego Misto – Condições Brasileiras)

TERRENO FORTEMENTE ONDULADO					
NÍVEL DE SERVIÇO	% DE DEMORA	VELOC. MÉDIA (km/h)	% SEM VISIB. DE ULTRAPAS.		
			0	50	100
			VOLUME MÉDIO DIÁRIO		
A	≤ 30	≥ 91.7	870	340	120
B	≤ 45	≥ 86.9	1.200	760	530
C	≤ 60	≥ 82.1	1.920	1.390	1.030
D	≤ 75	≥ 78.9	2.610	1.990	1.620
E	> 75	≥ 64.4	4.230	3.900	3.740
F	100	< 64.4	-	-	-

Fonte: DNER, 1999

Quadro 05d – NÍVEIS DE SERVIÇO DE RODOVIAS DE DUAS FAIXAS COM DOIS SENTIDOS DE TRÁFEGO EM TERRENO MONTANHOSO

(Volumes Médios Diários de Tráfego Misto – Condições Brasileiras)

TERRENO MONTANHOSO					
NÍVEL DE SERVIÇO	% DE DEMORA	VELOC. MÉDIA (km/h)	% SEM VISIB. DE ULTRAPAS.		
			0	50	100
			VOLUME MÉDIO DIÁRIO		
A	≤ 30	≥ 90.1	680	260	50
B	≤ 45	≥ 86.9	900	520	360
C	≤ 60	≥ 78.9	1.420	920	580
D	≤ 75	≥ 72.4	1.820	1.320	1.020
E	> 75	≥ 56.3	2.930	2.660	2.490
F	100	< 56.3	-	-	-

Fonte: DNER, 1999

Segundo o HCM (TRB, 1994) a percentagem de demora apresentada nos Quadros 05a, 05b, 05c e 05d reflete as funções de mobilidade e de acesso e é definida como a percentagem média do tempo que todos os veículos estão atrasados quando viajando em comboios sem possibilidade de ultrapassar. Os motoristas estão atrasados quando viajam atrás de um veículo

em velocidade menor que a desejável e o tempo entre as frentes dos veículos é inferior a 5 segundos.

Ainda segundo o HCM (TRB, 1994) a percentagem sem visibilidade de ultrapassagem é definida como o percentual de um segmento marcado por proibição de ultrapassagem ou onde a distância de visibilidade de ultrapassagem é inferior a 457 m.

2.1.3 Classes de Projeto

O DNER (1999) estabelece cinco classes técnicas para o projeto de rodovias rurais. Os fatores predominantes no processo de formulação dessas classes são a função exercida pela rodovia e os volumes de tráfego, associados ao grau de dificuldade de implantação resultante da natureza do terreno atravessado.

Segundo o DNER (1999) “o processo de enquadramento das rodovias nas diversas classes definidas não deve ser considerado de forma absoluta. A existência de programas específicos, condições especiais de desenvolvimento regional e outros fatores, poderão influir decisivamente na classificação estabelecida pelas entidades responsáveis. Convém observar que os volumes de tráfego citados nas justificativas de enquadramento nas diversas classes sempre se referem a tráfego misto, nas condições usuais no Brasil”.

Em um extremo situam-se as rodovias do mais alto nível, com mais de uma pista, interseções em níveis diversos, controle total de acesso de veículos e bloqueio total de pedestres – as vias expressas. No outro extremo, estão as rodovias destinadas a assegurar o acesso a grupos populacionais com baixa acessibilidade e a áreas inexploradas passíveis de ocupação – as rodovias vicinais e aberturas pioneiras.

As classes de projeto, com os respectivos critérios de classificação técnica e as velocidades diretrizes recomendadas para o projeto de rodovias novas, para as diferentes condições de relevo da região atravessada pela rodovia, são apresentadas no Quadro 06.

Quadro 06 – CLASSES DE PROJETO PARA NOVOS TRAÇADOS DE RODOVIAS EM ÁREAS RURAIS

CLASSES DE PROJETO	CARACTERÍSTICAS	CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA	VELOCIDADE DE PROJETO (km/h)		
			Plano	Ondulado	Montanhoso
0	- Elevado padrão técnico; - Pista Dupla; - Controle Total de Acesso.	Decisão Administrativa	120	100	80
I	A - Alto padrão técnico; - Pista Dupla; - Controle Parcial de Acesso; - Grande demanda de tráfego.	O projeto em pista simples resultaria em níveis de serviço inferiores ao aceitável (TRB, 1994)	100	80	60
	B - Alto padrão técnico; - Pista Simples; - Grande demanda de tráfego.	Volume de Tráfego projetado é superior a 200 veículos por hora ou 1.400 veículos por dia			
II	- Pista Simples.	Volume de tráfego projetado entre 700 e 1.400 veículos por dia	100	70	50
III	- Pista Simples.	Volume de tráfego projetado entre 300 e 700 veículos por dia	80	60	40
IV	A - Pista Simples; - Características suficientes para atender o tráfego no ano de abertura a um custo mínimo.	Tráfego na data de abertura entre 50 e 200 veículos por dia	60	40	30
	B - Pista Simples; - Características suficientes para atender o tráfego no ano de abertura a um custo mínimo	Tráfego na data de abertura inferior a 50 veículos por dia			

Fonte: DNER, 1999

Os níveis de serviço correspondentes podem variar muito, já que as condições de manutenção da superfície de rolamento serão fatores predominantes para o conforto e velocidades, em face aos baixos volumes de tráfego.

2.1.4 Relação Entre Classe Funcional e Classe de Projeto

As classes de projeto agrupam características e critérios em níveis de padrão técnico e foram desenvolvidas visando a sua compatibilidade com o sistema de classificação funcional. Embora os elementos de tráfego contribuam para o estabelecimento das classes em ambos os sistemas de classificação, os critérios adotados nos dois casos são diferentes. O objetivo é o de

atribuir a uma certa classe funcional determinado conjunto de características técnicas julgado compatível com o nível hierárquico daquela classe.

Para a definição da classe a ser adotada no projeto de um trecho de rodovia, o DNER (1999) recomenda que sejam considerados os seguintes critérios principais:

- Respeitar a posição hierárquica da rodovia dentro da classificação funcional;
- Atender adequadamente aos volumes de tráfego previstos ou projetados;
- Verificar os Níveis de Serviço com que a demanda será atendida;
- Outras condicionantes, tais como fatores de ordem econômica, decisões relacionadas com o desenvolvimento nacional ou regional.

Observando os critérios de classificação funcional, o DNER (1999) sugere a correspondência com as classes de projeto apresentada no Quadro 07.

Quadro 07 – SISTEMAS FUNCIONAIS, CLASSES FUNCIONAIS E CLASSES DE PROJETO

Sistema	Classes Funcionais	Classes de Projeto
Arterial	Principal	Classes 0 e I
	Primário	Classes I
	Secundário	Classes I e II
Coletor	Primário	Classes II e III
	Secundário	Classes III e IV
Local	Local	Classes III e IV

Fonte: DNER, 1999

Segundo o DNER (1999) as rodovias pioneiras, assim chamadas as rodovias que objetivam a integração e colonização de regiões a serem povoadas e desenvolvidas, deverão, em planta, ser projetadas de acordo com a classe a que, no futuro, venham a pertencer, podendo, porém, ter uma construção progressiva, em que as demais características poderão ser de classe inferior.

As rodovias vicinais integram o Sistema Coletor Secundário ou o Sistema Local.

2.2 Classificação das Rodovias de Acordo com o DER/SC

O Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina utiliza diretrizes baseadas em publicações alemãs para a elaboração de seus projetos rodoviários. Entre essas diretrizes estão as Diretrizes para a Concepção de Estradas – DCE, Parte: Encadeamento Funcional de Redes – DCE-R (DER, 1999a) que é utilizada pelo DER/SC para o encadeamento funcional de rede de estradas, como o próprio nome diz, e que é uma tradução da publicação alemã intitulada “Richtlinien für die Anlage Von Strassen – RAS, Teil: Leitfaden für die funktionale Gliederung des Strassennetzes – RAS-N” (FGSV, 1988).

Existem algumas diferenças entre alguns dados usados na aplicação do processo relacionados ao comportamento dos participantes do trânsito, diferenças entre veículos etc, que o DER/SC desconsiderou justificando que “as diferenças de resultados, se existirem, não representariam um erro grosseiro a ponto de comprometer a praticidade destes resultados” (DER, 1999a).

2.2.1 Introdução

De acordo com o DER (1999a) os diversos relacionamentos entre os diferentes setores da vida (moradia, trabalho, instrução, abastecimento e repouso) exigem um sistema de transportes sintonizado com cada função de trânsito. Esse sistema deve ser configurado de acordo com as necessidades de modo a oferecer segurança, compatibilidade com o meio ambiente, eficiência e custos operacionais adequados.

Ainda segundo o DER (1999a) “a tarefa do planejamento de trânsito consiste em identificar o tipo e a amplitude da necessidade de deslocamentos, para possibilitar o estabelecimento dos parâmetros decisivos para a implantação e o funcionamento dos diferentes tipos de sistemas, num trabalho conjunto com os participantes e os interessados”.

A rede de estradas é o elemento principal para a integração de áreas e a sua configuração influencia de modo determinante o desenvolvimento e a estrutura espacial local e

regional. Por isso, é exigida uma sintonia entre essa configuração, o planejamento do uso do solo e o planejamento de outras áreas específicas.

A tarefa do encadeamento funcional de redes de estradas é, segundo o DER (1999a), configurar e classificar uma rede de vias no contexto do planejamento de trânsito e territorial de acordo com as respectivas funções de cada segmento de estrada.

2.2.2 Princípios para a Configuração da Rede de Estradas

2.2.2.1 Metas de Planejamento

As tarefas e funções que a rede de estradas deve atender são fatores essenciais para o desenvolvimento das metas de planejamento. As funções das estradas podem ser subdivididas em dependentes do tráfego (interligação e integração) e independentes do tráfego (lazer e outras funções que resultam de acessos e do uso das áreas nas margens da rodovia). A tarefa da configuração de estradas é compatibilizar as funções considerando a segurança do tráfego, o meio ambiente e os custos.

Uma rede de estradas destina-se, principalmente, a assegurar o acesso aos locais. Porém, segundo o DER (1999a) “os efeitos nocivos do tráfego motorizado sobre o meio ambiente e os efeitos do inter-relacionamento das estradas e deste tráfego assumem papel importantíssimo no âmbito da configuração de uma rede. O que mais pesa neste sentido é a necessidade de minimizar os perigos de trânsito, as desfigurações da paisagem, as intervenções no ambiente ecológico, as desfigurações de cidades, a emissão de poluentes e, além disto, de contribuir para a melhoria na configuração das estradas urbanas no âmbito residencial”.

A meta do planejamento é configurar uma rede de estradas de maneira que as suas interligações proporcionem bons acessos com economia de tempo e de custos operacionais, segurança e conforto para os usuários e preservação do meio ambiente.

2.2.2.2 Importância do Encadeamento Funcional para o Planejamento do Trânsito, do Uso do Solo e do Meio Ambiente

De acordo com o DER (1999a) “a rede de estradas atual é, em grande parte, resultante da necessidade do tráfego, o qual, por sua vez, é determinado pela estrutura habitacional, pelo aproveitamento de áreas e pelas realidades geográficas”.

O encadeamento funcional possibilita configurar a rede de estradas de acordo com a importância dos seus diversos segmentos e deste modo, planejar a ampliação e a modificação da rede, de acordo com a sua utilização e com a qualidade do trânsito desejado, satisfazendo também as necessidades de urbanismo e paisagismo. Existe inclusive a possibilidade de se estabelecer limites máximos de volumes de tráfego para determinados segmentos.

Segundo o DER (1999a) a determinação de como uma estrada se enquadra funcionalmente é feita pelo planejamento integrado da organização do uso do solo, do urbanismo e da proteção ao meio ambiente. Ao mesmo tempo, para a organização do uso do solo e o urbanismo, o enquadramento funcional de uma via é significativo por possibilitar um acesso racional aos terrenos urbanizados, uma localização vantajosa de empresas e indústrias e planejar o desenvolvimento gradativo de cidades. Quanto à proteção ao meio ambiente, o enquadramento funcional permite fazer a ampliação da rede de estradas minimizando a agressão à paisagem através de mudanças racionais no traçado.

2.2.3 Subdivisão das Estradas em Categorias

2.2.3.1 Geral

De acordo com o DER (1999a) para fazer a configuração de uma rede de estradas é necessário o enquadramento dos segmentos dessa rede de acordo com as suas diversas funções de interligação. A superposição dessas funções é expressa por grupos de categorias e as funções de interligação são divididas em graus, correspondentes à sua importância em relação ao tráfego. Do relacionamento entre os grupos de categorias e os seus graus de função resulta a categoria da estrada que é determinante para o planejamento, o projeto e a operação das estradas.

As funções das estradas (interligação, integração ou local) podem estar sobrepostas em certos segmentos, de modo que, um único segmento tem, algumas vezes, funções de interligação, de integração e local em proporções variadas. Para a configuração de segmentos de estradas, a mistura de funções pode resultar em conflitos. A solução de tais conflitos fica tanto mais difícil quanto mais intensamente as funções de interligação, de integração e local se acumulam num mesmo ponto.

Além disso, para determinar o nível de ocupação do tráfego em uma interligação é necessário considerar uma série de parâmetros, tais como a localização do segmento em relação à urbanização (se dentro ou fora de uma área urbanizada), a ocupação das margens (com ou sem urbanização), as exigências de integração e os níveis de ocupação das margens para a função local.

2.2.3.2 Funções das Estradas

Segundo o DER (1999a), existem três funções principais de estradas definidas da seguinte forma:

a) Função de Interligação

Sob o aspecto econômico, as estradas servem para a circulação de pessoas e de bens. O acesso fácil aos meios de infra-estrutura (local de trabalho, escolas, estabelecimentos de abastecimento e de repouso) em conjunto com a preservação de um meio ambiente são marcos importantes da qualidade de vida da população. As viagens diárias de ida e vinda relacionadas ao trabalho, às compras e ao lazer dependem, em grande parte, de interligações eficientes, não só para o trânsito particular mas também para o transporte público coletivo de pessoas. Todas as estradas com algum tráfego de linhas regulares assumem, em geral, a função de interligação. A denominação de interligação também é usada quando se refere a integração de regiões fora de áreas urbanizadas.

b) Função de Integração

Todas as estradas situadas em áreas urbanizadas destinam-se, principalmente, à integração. A esta categoria pertence também o acesso às áreas de uso comum situadas às margens da estrada urbana para os residentes, visitantes, fornecedores, vendedores ambulantes, veículos de manutenção e ambulâncias. Uma função de integração é normalmente prejudicada pelo tráfego de interligação, do mesmo modo que um tráfego de integração normalmente prejudica a função de interligação. Por isto, as estradas podem absorver tanto mais a função de integração quanto menor for sua função de interligação.

As características da função de integração são evidenciadas quanto mais intenso for o tráfego das margens, isto é, quanto maior for o número de moradias, lojas ou fábricas integradas pela estrada. Uma característica marcante é o uso razoavelmente intenso das estradas por pedestres e ciclistas exigindo velocidades compatíveis neste ambiente.

c) Função Local

A função local tem como principal característica a urbanização das áreas nas margens das estradas resultante de atividades relacionadas diretamente com o uso comum dessas áreas e das edificações como crianças brincando, pedestres que param na estrada, permanências em jardins das casas e em áreas verdes das margens, passeios para compras, permanência em bares com mesas nas calçadas, as visitas a pontos turísticos, um simples passeio e descanso. Além disto, podem ainda existir os acessos a edificações específicas, como prefeituras e outras edificações públicas, museus, jardins de infância, escolas, hospitais, asilos e outras instituições de repouso. Essa situação acarreta constantes transposições da pista dentro de determinados segmentos da estrada resultando em conflitos entre as transposições e o tráfego passante.

Independente do tamanho da área disponível para a estrada, a função local impõe uma limitação da velocidade do tráfego passante a níveis compatíveis. Por este motivo, as funções locais apresentam conflitos com as funções de integração sendo, portanto, totalmente incompatíveis com as exigências de interligação de um nível mais elevado.

2.2.3.3 Superposição das Funções

Normalmente surgem conflitos gerais entre as funções local, de integração e de interligação.

As estradas fora de áreas urbanizadas assumem, na maioria das vezes, a função de interligação. Nesse tipo de estrada, uma função de integração só é significativa em casos especiais (por exemplo: acesso a lavouras).

Segundo do DER (1999a) “dentro de áreas urbanizadas, a superposição de funções é regra geral. A superposição das funções de interligação, integração e local sempre será problemática quando quaisquer destas funções possuírem exigências de qualidade elevadas. Nesses casos, algumas ou todas, as funções podem ser seriamente prejudicadas”.

2.2.3.4 Grupos de Categorias

O enquadramento de uma rodovia em um dos grupos de categoria resulta da sua localização e dos diferentes requisitos de aproveitamento de determinados segmentos da estrada, influenciados principalmente pela urbanização nas margens e pelos tipos e intensidades deste aproveitamento.

Um padrão confuso de urbanização e da sua utilização não permite determinar satisfatoriamente nem os requisitos de integração e nem os requisitos locais. Na tentativa de uma solução de planejamento e projeto que seja tecnicamente perfeita para esses tipos de conflitos de aproveitamento, a categorização permite fixar a função determinante. O enquadramento de um segmento numa função determinante não significa que os requisitos das outras funções possam ser menosprezados.

O enquadramento exige uma decisão prévia de quais requisitos das diferentes funções determinantes devem ser considerados sob o ponto de vista do planejamento para os casos de conflito de aproveitamento em um determinado segmento de estrada.

Segundo o DER (1999a) os segmentos de estrada devem ser diferenciados da seguinte maneira:

- Situação: dentro ou fora de áreas urbanizadas;
- Aproveitamento das margens: sem urbanização, com urbanização, ou passível de receber urbanização;
- Função determinante, sob o ponto de vista do planejamento: resultado da avaliação da exigência de aproveitamento de três áreas básicas de função (interligação, integração e local).

Ainda segundo o DER (1999a) com base nestes três critérios, foram definidos cinco grupos de categorias, **A** até **E**.

O **Grupo de Categoria A** compreende geralmente as estradas (ou segmentos destas) fora de áreas urbanizadas, as quais se destinam a interligações de comunidades ou dos seus bairros. Os requisitos de qualidade da função de interligação são determinantes para a configuração desses segmentos de estrada. A função de integração e a função local têm algum significado só em casos excepcionais.

O **Grupo de Categoria B** compreende as estradas (ou segmentos destas) sem urbanização nas margens, na periferia (área pré-urbanizada) ou dentro de áreas urbanizadas, mas com a função determinante de interligação. A existência de urbanização nas margens faz com que haja somente uma superposição diminuta com a função de integração. As exigências de qualidade da função de interligação são determinantes para configurar estes segmentos de estradas. Porém, devido à sua localização dentro das áreas urbanizadas, essas exigências devem ser consideradas com menor peso que nas estradas do **Grupo A**.

O **Grupo de Categoria C** compreende as estradas (ou segmentos destas) em áreas urbanizadas ou com condições de serem urbanizadas, porém atualmente sem urbanização que tanto servem para a função de interligação quanto para a local. As exigências de qualidade da função de interligação, as quais, podem ser limitadas devido aos tipos e à extensão da urbanização nas margens são determinantes para a configuração destas estradas.

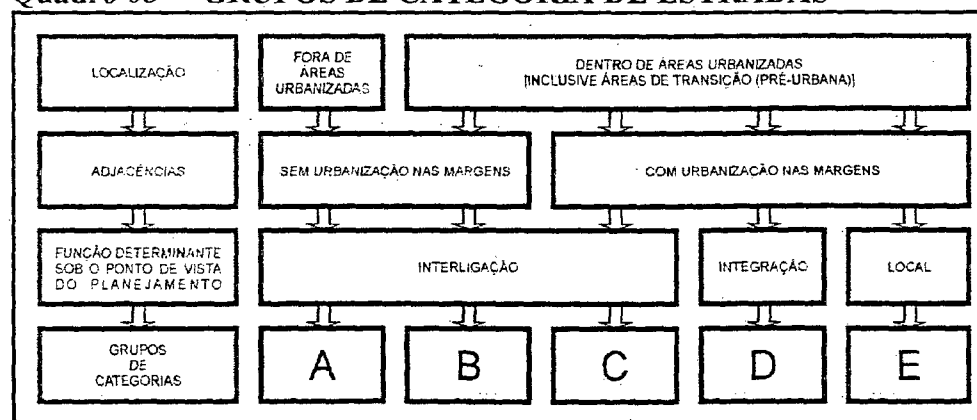
A decisão se a função de interligação é ou não determinante não significa que as exigências das outras duas funções possam ser, simplesmente, negligenciadas. Dependendo da intensidade das funções de integração ou local, sob certas circunstâncias é conveniente a utilização de medidas de redução da velocidade do tráfego.

O **Grupo de Categoria D** compreende as estradas (ou segmentos destas) em áreas urbanizadas ou com condições de serem urbanizadas, porém atualmente sem urbanização que servem principalmente para acessar às propriedades nas margens. Durante determinadas horas do dia, tais estradas podem assumir funções de interligação bastante apreciáveis. Na superposição simultânea com a função local, aparecem claramente conflitos de utilização. A função de integração é determinante para a configuração dessas estradas. Nesse tipo de estrada medidas de redução de velocidade normalmente são muito vantajosas.

O **Grupo de Categoria E** compreende as estradas (ou segmentos destas) em áreas urbanizadas ou com condições de serem urbanizadas, porém atualmente sem urbanização que servem determinantemente para funções locais. Tais estradas assumem ao mesmo tempo alguma função de integração. As exigências de qualidade da função local são determinantes para a configuração desse tipo de estradas. Em geral o tráfego motorizado tem nelas um significado pouco expressivo. O princípio de projeto muitas vezes é uma mistura de todos os tipos de tráfego, cuja separação deve ser acentuada por elementos construtivos correspondentes.

No Quadro 08 são apresentados os grupos de categorias com os critérios para a sua classificação:

Quadro 08 – GRUPOS DE CATEGORIA DE ESTRADAS



No Quadro 09 é apresentada a classificação das rodovias de acordo com os grupos de categoria e os níveis de mobilidade:

Quadro 09 – CLASSIFICAÇÃO DE RODOVIAS DE ACORDO COM OS GRUPOS DE CATEGORIA DE ESTRADAS E OS NÍVEIS DE MOBILIDADE

Nível de Mobilidade	Categoria Funcional				
	Fora de Áreas Urbanizadas	Dentro de Áreas Urbanizadas			
	Sem Urbanização nas Margens		Com Urbanização nas Margens		
	Mobilidade			Acesso	Bem Público
	A	B	C	D	E
I	A I	B I	C I	-	
II	A II	B II	C II	D II	-
III	A III	B III	C III	D III	E III
IV	A IV	B IV	C IV	D IV	E IV
V	A V	-	-	D V	E V
VI	A VI	-	-	-	E VI

 Não Aplicável
  Muito Problemático
  Problemático
  - Não Encontrado

Fonte: DER, 1999a

No Quadro 10 são apresentadas a classificação das rodovias e suas características de projeto e de operação.

2.3 Comentários sobre os Métodos de Classificação do DNER e do DER/SC

Para alguns autores, a classificação de rodovias é o aspecto mais importante do processo de projeto de rodovias, uma vez que ela é a base para determinar o tipo de instalação que pode ser construída em uma dada situação. Na maior parte do Brasil, o método para a classificação de rodovias é o Sistema de Classificação Funcional desenvolvido pela AASHTO e adaptado pelo DNER (1999).

Quadro 10 – CLASSIFICAÇÃO DAS RODOVIAS E CARACTERÍSTICAS DE PROJETO E DE OPERAÇÃO

Função Da Estrada		Características de Projeto e de Operação				
Grupo de Categoria	Categoria da Estrada	Tipo de Tráfego	Velocidade Admissível V _{adm} (km/h)	Seção Transversal	Interseções	Velocidade de Projeto V _p (km/h)
1	2	3	4	5	6	7
A estradas sem urbanização nas margens; fora de áreas urbanizadas; com função determinante de interligação.	A I interligação brega	vam vam	nenhuma ≤ 100 [120]	pista dupla pista simples	níveis diversos [niv. div.] nível único	120 100 90 [80]
	A II interligação supra-regional/ regional	vam [vam] geral	nenhuma ≤ 100	pista dupla pista simples	niv. div. [nível único]	100 90 [80] 90 80 [70]
	A III comunidades	vam geral	≤ 100 ≤ 100	pista dupla pista simples	niv. div. [nível único]	[90] 80 70 80 70 60
	A IV interligação com função de interligação de áreas	geral	≤ 100	pista simples	nível único	70 60 [50]
	A V interligação secundária	geral	≤ 100	pista simples	nível único	[50]
	A VI caminho rural	geral	≤ 100	pista simples	nível único	nenhuma
B estradas sem urbanização nas margens; em áreas urbanizadas e pré-urbanizadas; com função determinante de interligação.	B I auto estrada urbana	vam	≤ 100	pista dupla	niv. div.	100 90 80 [70]
	B II de trânsito rápido	vam	≤ 80	pista dupla	niv. div. [nível único]	80 70 [60]
	B III principal	geral geral	≤ 70 ≤ 70	pista dupla pista simples	nível único nível único	70 60 [50] 70 60 [50]
	B IV coletora principal	geral	≤ 60	pista simples	nível único	60 50
C estradas com urbanização nas margens; em áreas urbanizadas; com função determinantes de interligação	C III principal	geral geral	50 50	pista simples	nível único nível único	[70] 50 [40] nenhuma [60] 50 [40]
	C IV coletora principal	geral	50	pista simples	nível único	50 [40]
D estradas com urbanização nas margens; em áreas urbanizadas; com função determinante de integração.	D IV coletora	geral	≤ 50	pista simples	nível único	nenhuma
	D V de acesso direto às propriedades nas margens	geral	≤ 50	pista simples	nível único	nenhuma
E estradas com urbanização nas margens; em áreas urbanizadas; com função determinante local	E V de acesso direto às propriedades nas margens	geral	velocidade de pedestre	pista simples	nível único	nenhuma
	E VI caminho urbano	geral	velocidade de pedestre	pista simples	nível único	nenhuma

1) Nos segmentos fora de interseções e de acordo com a legislação Abenã

vam veículos auto motores
[] valores de exceção

Fonte: DER, 1999b

O objetivo básico da classificação funcional é categorizar as rodovias de acordo com sua função predominante na rede de estradas e também com base no seu cenário físico. Diferentes sistemas de classificação funcional empregam metodologias distintas para alcançar esta meta.

A classificação funcional do DNER (1999), baseado na AASHTO (1994), distingue entre rodovias arteriais, coletoras e locais. As arteriais servem para os movimentos de corredor que têm longas extensões de viagem e grandes volumes de tráfego. As coletoras servem para subordinar os centros geradores de tráfego e as estradas locais oferecem acessos como também servem para a circulação local.

O sistema de classificação do DER (1999a), baseado na RAS-N (FGVS, 1988) define seis níveis diferentes de mobilidade baseados em um conceito semelhante. Porém, neste sistema a consideração não é feita somente para as funções de mobilidade e acesso das rodovias mas também em função da influência das atividades sociais acontecendo ao longo das margens da estrada.

Em ambos os sistemas, a classificação funcional é determinada pela função da rodovia e pela sua posição física, abordando diferentemente as rodovias localizadas em um centro urbano de cidade das localizadas em um ambiente rural. A razão para isso é que estradas em cenários diferentes servem para funções diferentes logo, os padrões de projeto devem responder para a posição da rodovia. Para as diretrizes de projeto alemãs (RAS-N, 1988) a posição da rodovia é definida com base no cenário do ambiente da rodovia e nas diretrizes americanas (AASHTO, 1994) na densidade de população.

No Quadro 01 foram apresentados os 10 grupos finais de classificação adotados pelo DNER (1999) enquanto que no Quadro 09 foram apresentadas as 22 classificações de rodovias adotados pelo DER (1999a).

Segundo o FHWA (1997) apud GARRICK e KUHNIMHOF (2000) “a sensibilidade do contexto em projetos de rodovias se tornou um assunto importante nos EUA. Se os sistemas de classificação funcionais não respondem suficientemente ao cenário da rodovia os resultados são projetos inapropriados”.

A classificação do DNER (1999) não reconhece a travessia de uma rodovia em algumas áreas como centros de povoados em um contexto rural implicando em padrões de projeto inadequados para algumas situações.

Já a classificação do DER/SC (1999a) parece oferecer uma possibilidade de reconhecimento das ocorrências de travessia da rodovia em centros de povoados e em áreas com urbanização em desenvolvimento, possibilitando a escolha de padrões de projeto mais adequados nessas situações.

Uma outra situação que parece prejudicar a elaboração de projetos adequados é a tentativa por parte de instituições, nos diversos níveis administrativos, de buscar investimentos nos níveis hierarquicamente superiores, através da adoção da classificação de uma rodovia em uma situação diferente da qual ela ocupa, aproveitando os recursos em seus sistemas arterial e coletor e concordando com os padrões de projeto que não distinguem as variações nos cenários da rodovia.

Capítulo 3

SISTEMÁTICA DE LEVANTAMENTOS E ESTUDOS NECESSÁRIOS A ELABORAÇÃO DA ANÁLISE GEOMÉTRICA DE RODOVIAS

O “Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais” (DNER, 1999) traz um capítulo onde são comentados os aspectos relacionados aos melhoramentos em rodovias existentes. Os critérios apresentados são complementares aos critérios constantes do capítulo que trata, exclusivamente, dos elementos de projeto.

O próprio manual faz um comentário a respeito dos projetos de melhorias geométricas quando ressalva que “os projetos de reabilitação e/ou melhorias pressupõem o máximo aproveitamento da pista e plataforma existentes. Portanto, em princípio, não seria cabível falar em Projeto Geométrico em serviços dessa natureza. Entretanto, ainda assim é conveniente levar em consideração determinados critérios de projeto, seja porque são intrínsecos e necessários a esses serviços, seja porque podem melhorar o padrão da rodovia com acréscimos pequenos de investimentos”.

Os critérios relacionados à velocidade diretriz, veículos de projeto, distâncias de visibilidade, alinhamento horizontal, alinhamento vertical e coordenação dos alinhamentos horizontal e vertical são comentados pelo manual, além da necessidade de defensas e barreiras em trechos da rodovia.

Em todos os critérios, sempre é colocado que a implantação dessas melhorias fica difícil na medida que implica quase sempre a perda do pavimento, fugindo ao conceito de reabilitação. Porém, é recomendada pelo manual a verificação *in loco*, procurando-se, desta forma, detectar situações em que quebras isoladas de padrão possam se tornar pontos perigosos e justifiquem melhorias isoladas na geometria.

Porém, o manual não menciona em momento algum quais os procedimentos que devem ser seguidos para efetuar uma análise geométrica da rodovia, tampouco qual a sistemática a ser

adotada para a coleta de informações a respeito da rodovia e dos critérios para a apresentação dos resultados.

É nesse contexto que se enquadra este trabalho.

O objetivo deste é o de fornecer aos projetistas e aos homens responsáveis pela decisão de se efetuar ou não uma modificação com vistas a uma melhoria geométrica em uma rodovia atualmente implantada uma metodologia de pesquisa e coleta de informações a respeito desta via, e uma forma eficaz e representativa de se apresentar os resultados desta pesquisa.

Apenas a identificação das deficiências geométricas faz parte desta análise. A avaliação dos resultados para a tomada de decisão deve ser feita pelos técnicos responsáveis pela administração das vias, ponderando os diversos graus de comprometimento verificados.

Desta forma, é apresentado aqui uma metodologia compreendendo cinco etapas de procedimentos a serem seguidos, com o objetivo de levantar informações e dados sobre uma rodovia, necessários para servirem de base a uma análise futura da necessidade de efetuar um melhoramento geométrico.

Essas etapas são apresentadas a seguir de uma maneira resumida, sendo então abordadas de uma maneira mais específica nos capítulos seguintes:

- Classificação da Rodovia

Toda a rodovia rural deve ser enquadrada, de acordo com a sua função dentro da malha viária, em uma certa classificação que irá desta forma fornecer os parâmetros geométricos que determinam os limites inferiores dos diversos elementos de projeto tais como: raios horizontais e verticais, distâncias de visibilidade de parada e de ultrapassagem, superelevação etc.

- Coleta de Informações Sobre a Rodovia

A coleta de informações sobre a rodovia tem por finalidade levantar os dados necessários para que, mais tarde, esses possam ser comparados com os valores mínimos constantes nas normas ou diretrizes utilizadas para a classificação.

- **Reconstituição Gráfica da Rodovia**

Com os pontos levantados em campo, começa-se a representação gráfica da situação atual da rodovia com o desenho do eixo, das faixas de tráfego, dos acostamentos (ou banquetas) e das outras instalações existentes como pontes, barreiras, faixas adicionais, edificações, o greide da rodovia etc.

- **Comparação dos Dados Existentes com os Recomendados pelos Manuais**

Obtêm-se, das normas e diretrizes os valores limites dos parâmetros geométricos, para os diversos segmentos da rodovia, como por exemplo: raios mínimos das curvas horizontais, extensões máximas e mínimas em tangente, parâmetro mínimo das clotóides, distâncias de visibilidade de parada, distâncias de visibilidade de ultrapassagem, superelevação, superlargura, seções transversais tipo (largura das faixas de tráfego, acostamentos etc.), raios das curvas verticais, inclinações longitudinais máximas.

- **Representação Gráfica dos Resultados**

Os resultados obtidos através da comparação dos dados existentes com os recomendados pelos manuais são apresentados de maneira gráfica, capaz de demonstrar todas as deficiências geométricas encontradas em um segmento ao mesmo tempo, possibilitando, assim, uma análise global de todo o segmento em estudo.

Na expectativa de criar um sistema capaz de organizar os procedimentos a serem seguidos quando da análise da geometria de uma rodovia rural, propõe-se, a seguir, uma metodologia de procedimentos.

3.1 Classificação da Rodovia

O enquadramento funcional com fins de classificação pode ser feito de acordo com as diretrizes e normas técnicas adotadas nos respectivos estados da federação. No Estado de Santa Catarina, o Departamento de Estradas de Rodagem - DER adota, atualmente, as Diretrizes para a

Concepção de Estradas - DCE, publicadas em 1999, baseadas, principalmente, nas diretrizes alemãs (Richtlinien für die Anlage von Strassen - RAS). O Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER adota as normas constantes do Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, publicado também em 1999. Muitos dos critérios sobre características físicas e geométricas constantes neste Manual (DNER, 1999) têm como base as recomendações da associação rodoviária americana (American Association of State Highway and Transportation Officials - AASHTO), na edição de 1994 de sua publicação "A Policy on Geometric Design of Highways and Streets".

O enquadramento funcional de uma rodovia não chega a ser um diferencial significativo em ambas as classificações, porém, o DNER adota um subsistema de classificação técnica de acordo com o nível de serviço e a natureza do terreno atravessado (plano, ondulado e montanhoso), enquanto que as diretrizes adotadas pelo DER não chegam a fazer esta distinção, mencionando apenas que, em alguns casos, o relevo pode provocar restrições na adoção dos parâmetros mínimos, exigindo valores menores que os regulamentados.

Esta subdivisão na classificação das rodovias de acordo com o nível de serviço é definida para rodovias rurais no Highway Capacity Manual (TRB, 1994).

3.2 Coleta de Informações Sobre a Rodovia

A coleta de informações sobre a rodovia tem por finalidade levantar o maior número de dados sobre a mesma para que, mais tarde, possam ser comparados com os valores mínimos constantes nas normas ou diretrizes utilizadas para a classificação. Além disso, apesar de não fornecerem informações diretamente sobre a geometria, eles podem servir como indicadores de possíveis deficiências geométricas ou, simplesmente, indicar que não se trata de falha geométrica alguma, o fato de ocorrerem acidentes ou outro tipo de problemas em um determinado segmento da rodovia.

A seguir são apresentados os tipos de levantamentos a serem executados indicando as finalidades de cada um.

3.2.1 Levantamentos topográficos e cadastrais

Os levantamentos planialtimétricos e cadastrais têm por finalidade fornecer elementos que representem a realidade da rodovia na data do estudo. Através do nivelamento do eixo têm-se condições de se identificar a situação geométrica sob o ponto de vista do alinhamento vertical. Através de seções transversais obtém-se uma largura das faixas de tráfego, a superelevação, a superlargura, a situação do terreno nas margens da rodovia (corte ou aterro), a proximidade de edificações ou outros equipamentos, a presença de faixas adicionais de tráfego etc.

Este tipo de levantamento é necessário, principalmente, quando não se tem o projeto de implantação da rodovia ou, no caso de sua existência, verificar se a rodovia que está implantada seguiu o projeto. Outra situação seria a da rodovia já ter sofrido processos de implantação de melhorias (como faixas adicionais em aclives, interseções etc.) e não haver uma documentação disponível sobre estes procedimentos.

Os levantamentos de dados quanto à topografia podem ser obtidos através de levantamentos topográficos convencionais (com o uso de teodolito e trena), através de estação total com coletor de dados, através de aerofotolevantamentos, ou outros métodos, sendo que a principal exigência é a de se ter uma precisão e confiabilidade nos dados razoável.

O levantamento cadastral da situação às margens da rodovia também é de fundamental importância para o conhecimento das interferências que o tráfego sofre em determinados locais por onde a mesma se desenvolve.

Sabendo-se o grau de urbanização nas margens da via, pode-se avaliar se o tráfego local é um fator de interferência significativa no tráfego de passagem. Além disso, a presença de locais que exercem uma atração de movimentos por parte da comunidade (escolas, igrejas, cemitérios, associações etc.) também têm influência no tráfego. A presença de pedestres nas proximidades desses locais pode torná-los pontos críticos não necessariamente pela geometria da rodovia, mas pela presença de pessoas às margens da via que, por distração, não se dão conta de estarem em um local de passagem de veículos em viagem e acabam por provocar uma interferência psicológica negativa nos motoristas além de colocarem em risco as suas vidas.

Nestes casos, o registro dessas situações pode identificar se a deficiência na segurança da rodovia está na sua geometria ou nas interferências marginais.

3.2.2 Levantamento de acidentes

De acordo com o DENATRAN (1987) “normalmente, o acidente de trânsito é registrado por meio de um boletim preenchido pelo policial que atende à ocorrência; nesse boletim são especificadas várias informações, de fundamental importância para os estudos de acidentes”.

Ainda segundo o DENATRAN (1987) “geralmente, os acidentes de trânsito ocorrem por falha de um ou mais elementos que compõem o sistema veículo/homem/via-meio ambiente. Um distúrbio momentâneo ou uma deficiência inerente a qualquer um dos elementos citados pode levar a uma situação de perigo que, se não for controlada, pode causar um acidente”.

As causas relacionadas com a via podem ter origem em sua concepção, no seu estado de conservação, no sistema de operação do tráfego no local, ou devido a erros no projeto geométrico.

A coleta de informações a respeito de acidentes pode ser feita através dos boletins de ocorrência na Polícia Rodoviária ou nas delegacias de polícia na região. Eles fornecem dados sobre a localização dos acidentes na rodovia, informações sobre as condições da via, do tempo e local em questão na hora do acidente, o relato dos envolvidos e/ou o relatório da equipe que atendeu ao sinistro. Esses boletins podem indicar se em algum local da rodovia, existe uma maior incidência de acidentes. Um cuidado especial deve ser tomado quando dá análise dos boletins de ocorrência, pois em alguns casos existem imprecisões nas informações sobre os acidentes.

MEDEIROS (1993), buscou relacionar algumas características geométricas das vias como influenciadoras nos acidentes em rodovias. Entre as características estudadas por MEDEIROS (1993) citam: largura da pista (m), curvatura horizontal (graus/km) e curvatura vertical (m/km) da rodovia.

De acordo com o DENATRAN (1998) apud SOUZA (1998), os acidentes podem ser classificados em:

Abalroamento: ocorre quando um veículo em movimento é colhido lateral ou transversalmente, por outro veículo, também em movimento, ou ainda parado.

Colisão: é o impacto de dois veículos em movimento frente a frente ou na traseira.

Choque: é o impacto de um veículo contra qualquer obstáculo: poste, árvore, barranco etc., inclusive outro veículo parado.

Tombamento: ocorre quando um veículo em movimento, tomba lateralmente ou frontalmente. Ficando de lado, geralmente com uma das portas junto ao solo.

Capotamento: ocorre quando um veículo em movimento gira em qualquer sentido, ficando com as rodas para cima, mesmo temporariamente.

Atropelamento: quando um veículo em movimento colhe uma pessoa ou um animal.

Além desses, podem ainda ser citados os acidentes do tipo **saída de pista e incêndio**.

A partir desses tipos de definições pode ser criada a seguinte nomenclatura dos acidentes:

A – Abalroamento;

B – Atropelamento;

C – Colisão;

D – Choque;

E – Incêndio;

F – Tombamento;

G – Saída de Pista;

H – Capotamento.

3.2.3 Levantamento de tráfego

O levantamento dos volumes de tráfego, principalmente através de contagens, pode indicar se a seção transversal, atualmente implantada, é capaz de atender satisfatoriamente as condições nas quais o trânsito se encontra.

Uma pesquisa dos volumes de tráfego adotados na fase de implantação da rodovia e das contagens realizadas durante a sua vida fornecerão dados para verificar se os volumes atuais correspondem aos previstos ou se houve alguma modificação no contexto geral que provocou uma mudança significativa nos valores.

Outra informação bastante útil obtida através das contagens é a composição do tráfego. A implantação de indústrias ou outros tipos de atividades pode provocar um aumento significativo de veículos de carga que, por sua vez, não estando previstos, provocam um aumento na relação volume/capacidade da via.

De posse dessas informações pode-se verificar se a rodovia atual está atendendo aos volumes previstos e, no caso de se estarem utilizando as normas empregadas pelo DNER, verificar em qual Nível de Serviço a rodovia está funcionando.

Volumes muito altos tendem a aproximar os veículos uns dos outros, reduzindo o espaçamento a um valor inferior àquele que os motoristas desejariam, e com isto reduzindo suas velocidades.

A composição do tráfego, principalmente, o percentual de veículos de carga, tende a influir significativamente na escolha da seção transversal. As Diretrizes para Construção de Estradas (DER, 1999c) recomendam para determinados volumes de veículos de carga o aumento de 50 cm na largura de cada uma das faixas de tráfego na pista.

De acordo com o Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, (DNER, 1999) em rodovias de pista dupla, com duas ou três faixas por pista, a largura dos acostamentos internos à esquerda é definida pelo volume e composição do tráfego, variando de 60 cm a 3,00 m.

Nota-se, desta forma, a importância da coleta e análise dessas informações na verificação da qualidade e segurança da rodovia.

3.2.4 Levantamentos complementares

Outros levantamentos podem ser realizados para se complementar os registros de dados da rodovia. Esses levantamentos podem servir como justificativa para a situação atual da rodovia ou como uma verificação *in loco* de situações ou valores encontrados através de análise.

a) Levantamento de dados sobre o projeto da rodovia

Os projetos utilizados durante a implantação da rodovia podem trazer importantes informações a respeito da situação atual da mesma. Apesar de, em algumas rodovias implantadas, o projeto não corresponder à situação na qual se encontram (devido principalmente a alterações executadas durante o período das obras de implantação), neles podem ser encontrados dados sobre os volumes de tráfego, alternativas estudadas (variantes), dados sobre as sondagens executadas, informações sobre problemas de drenagem e recalques etc.

Esses dados podem justificar a situação existente e até mesmo evitar com que se adote soluções para os problemas encontrados que, mais tarde, possam se mostrar ineficazes ou inviáveis.

b) Levantamento de condições de visibilidade em campo

Uma maneira de se comprovar os dados de visibilidade em campo, é descrita por MEDEIROS (1993), tendo sido adotada na Jamaica em 1962. Neste estudo, os dados foram obtidos de um relatório elaborado por uma equipe de pesquisadores de transporte, urbano e rural, da seguinte forma.

“A distância média de visibilidade para cada subtrecho foi obtida por meio de cones de borracha, usados como marcos, com uma altura aproximada de 30,50 cm (aproximadamente 1 pé ou 12 polegadas), colocados em intervalos de 30,50 m (aproximadamente 100 pés), ao longo de cada subtrecho da estrada, e enumerando-se a quantidade de marcos que poderia ser vista pelo motorista. A distância média de visibilidade foi calculada através da quantidade total de marcos

contados no subtrecho e do número de observações feitas no mesmo. Este método apresenta a vantagem de simplicidade e rapidez para execução.”

3.3 Reconstituição Gráfica da Rodovia

Com os dados disponíveis, principalmente os relacionados aos levantamentos topográficos, têm-se início a fase de reconstituição da rodovia. Com os pontos levantados em campo começa-se a representação gráfica da situação atual da rodovia com o desenho do eixo, das faixas de tráfego, dos acostamentos (ou banquetas) e das outras instalações existentes como pontes, barreiras, faixas adicionais, edificações etc.

Também é representado graficamente o greide da rodovia, visto que os pontos nivelados no eixo da rodovia irão fornecer as cotas necessárias.

MEDEIROS e CARVALHO (1996), descrevem um ambiente computacional interativo para auxiliar o projeto geométrico de estradas.

De acordo com MEDEIROS e CARVALHO (1996), “o ponto de partida para o projetista é o terreno”.

Segundo MEDEIROS e CARVALHO (1996), “tomando como base o terreno, o projetista determina, sobre o plano xy, uma linha poligonal, que representa uma aproximação da projeção do eixo da estrada sobre o plano horizontal. Escolhida a poligonal, ela é ajustada em cada vértice através de curvas de concordância entre os segmentos da poligonal. O lançamento da poligonal e das curvas é o chamado projeto horizontal da estrada”.

Ainda segundo MEDEIROS e CARVALHO (1996), “a interseção da superfície do terreno com a superfície vertical determinada pela linha poligonal ajustada, determina uma curva no espaço, denominada perfil do terreno”.

Tomando como base o perfil, o projetista lança o chamado greide da estrada, que é uma linha poligonal que especifica a posição, com relação ao terreno da estrada a ser construída”.

Conforme MEDEIROS e CARVALHO (1996), “para o lançamento do greide (que constitui o chamado projeto vertical da estrada), o projetista necessita, portanto, considerar o posicionamento sobre o terreno da plataforma da estrada (que passa a ser vista como uma superfície com bordo). A plataforma fica definida através de sua seção transversal em cada ponto do eixo. A seção transversal, por sua vez, é determinada, em quase todos os pontos por parâmetros pré-fixados (largura da plataforma, super elevação de curvas, visibilidade, etc)”.

Com o desenho da rodovia em planta e em perfil, passa-se a fase de determinação dos parâmetros geométricos dos alinhamentos horizontal e vertical, caso não se disponha do projeto. Com o eixo da rodovia representado graficamente, encontram-se, por aproximação, os valores dos raios de concordância horizontal e, se for o caso, das espirais de transição e das tangentes horizontais. Deste modo, obtêm-se os valores das extensões dos diversos elementos do alinhamento horizontal. Da mesma forma, com a representação gráfica do greide da rodovia, encontram-se, também por aproximação, os valores das tangentes verticais e dos comprimentos das curvas verticais côncavas e convexas. Assim, o eixo da rodovia pode ser representado em planta e perfil com todos os seus elementos geométricos constituintes.

Através das seções transversais, obtêm-se os valores das superelevações nas curvas verticais.

As larguras das faixas de tráfego podem ser obtidas, por aproximação, através da representação da rodovia em planta, bem como a largura das faixas adicionais, quando houver, e as superlarguras.

O grau de urbanização nas margens ao longo da rodovia deve ser representado aqui, pois influencia decisivamente na escolha de uma seção transversal. E esta, por sua vez, na capacidade da via. Apesar deste estudo não propor as melhorias, mas apenas uma análise dos parâmetros geométricos, este dado tem fundamental importância quando da tomada de decisão na implantação de novas instalações e melhorias ao longo da via.

Enfim, nesta etapa, são obtidos todos os valores correspondentes aos diversos elementos geométricos que compõem a rodovia, que serão analisados e comparados com os valores das normas e diretrizes.

3.3.1 Estudo das Velocidades

De acordo com o Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (DNER, 1999), “a velocidade é um dos principais elementos a condicionar o projeto rodoviário.

Ainda segundo o DNER (1999) “a velocidade tem participação na determinação da maioria das características técnicas da rodovia”.

O Departamento Nacional de Estradas de Rodagem adota para os seus projetos o conceito de Velocidade Diretriz. O Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina, em seus projetos, adota dois parâmetros de velocidade: a velocidade de projeto V_P e a velocidade V_{85} .

a) Velocidade Diretriz

Segundo o 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. Representa a maior velocidade com que pode ser percorrido um trecho viário cuja superfície de rolamento apresenta características normais de rugosidade e ondulações, com segurança e em condições aceitáveis de conforto, mesmo com o pavimento molhado, quando o veículo estiver submetido apenas às limitações impostas pelas características geométricas, sem influência do tráfego”.

Ainda de acordo com o DNER (1999) “a velocidade diretriz não deve ser inferior às velocidades de operação que efetivamente deverão predominar, representativas da maioria do tráfego futuro, conforme seja possível estimar previamente a partir de características técnicas preliminarmente adotadas e do relevo”.

b) Velocidade de Projeto

De acordo com as Diretrizes para a Concepção de Estradas (DER, 1999b) “a velocidade de projeto V_P como grandeza técnica orientativa e econômica é determinada de acordo com as condições locais e a função prevista da estrada na rede. É levada em consideração a qualidade

desejada para esta função no desenrolar do tráfego. A V_P define os limites e valores orientativos para a maioria dos elementos de projeto, especialmente”:

- Os raios mínimos de curvas horizontais;
- Os parâmetros mínimos das clotóides;
- As inclinações longitudinais máximas;
- Os raios mínimos das curvas verticais convexas e côncavas.

c) Velocidade V_{85}

De acordo com as Diretrizes para a Concepção de Estradas (DER, 1999b), “a velocidade V_{85} representa uma grandeza para o controle do projeto e de seus elementos no plano horizontal para o dimensionamento dinâmico e de elementos no plano vertical longitudinal e transversal relevantes para a segurança. Ela deve representar o real comportamento do tráfego e é conceituada como sendo uma velocidade que não é ultrapassada por 85 % dos carros de passeio, numa condição de pista livre e molhada”.

Com a Velocidade V_{85} são determinados:

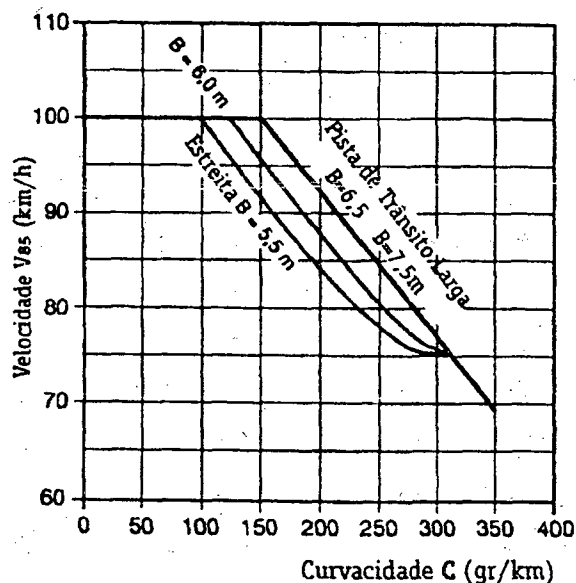
- A inclinação transversal na curva;
- Raios mínimos para os casos de inclinação transversal com caimento no sentido da borda externa da curva;
- As distâncias de visibilidade para parada;
- As distâncias de visibilidade necessárias para ultrapassagem.

O DER (1999b) apresenta um método para a determinação da V_{85} em estradas de pistas simples do Grupo de Categoria A relacionando a largura da pista de trânsito e a curvacidade do segmento.

Para o DER (1999b) a **curvacidade** é definida como “a somatória das alterações angulares do plano horizontal, tomadas em valores absolutos, dentro de um segmento, dividida pela extensão desse segmento.”

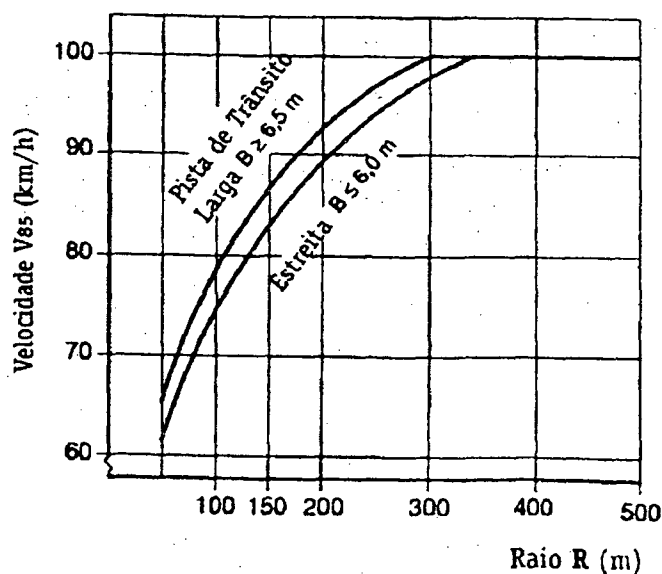
A Figura 01 apresenta a correlação entre a curvacidade, a largura da pista e a velocidade V_{85} para estradas de pista simples do Grupo de Categoria A e a Figura 02 apresenta a mesma correlação para a utilização em trechos curtos e em curvas isoladas.

Figura 01 – CORRELAÇÃO ENTRE A CURVACIDADE C, A LARGURA DA PISTA B E A VELOCIDADE V_{85} EM ESTRADAS DE PISTA SIMPLES DO GRUPO DE CATEGORIA A



Fonte: DER, 1999b

Figura 02 – CORRELAÇÃO ENTRE O RAIOS DE CURVA R, A LARGURA DA PISTA B E A VELOCIDADE V_{85} EM ESTRADAS DE PISTA SIMPLES DO GRUPO DE CATEGORIA A



Fonte: DER, 1999b

Além desse método, existem vários outros estudos que apresentam modelos matemáticos para a determinação da V_{85} como por exemplo: LAMM et al. (1990) apud GARCIA e GOLDNER (2002) apresentou um modelo relacionando a velocidade V_{85} com o ângulo de curvatura de curvas horizontais simples; KANELLAIDIS et al. (1990) apud GARCIA e GOLDNER (2002) apresentou um modelo relacionando a velocidade V_{85} com o raio da curva horizontal; LAMM et al. (1995) apud GARCIA e GOLDNER (2002) apresentou um modelo relacionando a velocidade V_{85} com o raio da curva horizontal simples e não mais com o ângulo de curvatura; LAMM et al. (1996) apud GARCIA e GOLDNER (2002) apresentou um modelo para a determinação da V_{85} para curvas horizontais com elementos de transição (clotóides).

Deste modo, após a reconstituição do alinhamento horizontal da rodovia, tendo-se então os valores das deflexões, as extensões das curvas e das tangentes, e a largura da pista de trânsito, pode-se obter a velocidade V_{85} dos diversos segmentos de uma rodovia.

d) Velocidades Existentes

Um levantamento das velocidades ao longo da rodovia se faz necessário para se obter as velocidades médias de viagem e as velocidades regulamentadas por meio de sinalização.

A sinalização informa aos usuários da via qual a velocidade a ser adotada para se transitar com segurança. Desta forma, ao mesmo tempo que impõe restrições relacionadas à geometria da via, pode, também, modificar o comportamento dos motoristas devido, por exemplo, à presença de urbanização nas margens.

Exemplo:

1. Um trecho sinuoso, com raios horizontais com valores pequenos, em uma seção de corte ou mista, com distâncias de visibilidade de parada pequenas, pode provocar uma sensação de insegurança ao motorista fazendo com que ele reduza a velocidade em relação àquela que ele dirigiria normalmente.
2. Um trecho plano, em aterro com alturas de taludes pequenas, com boa visibilidade, com alinhamento horizontal em tangente, pode ter sua velocidade reduzida devido a presença de uma escola, igreja e outras edificações em suas margens.

Assim, o registro das velocidades sinalizadas ao longo da rodovia informará quais trechos tem a velocidade restringida por interferências geométricas e/ou externas.

A velocidade média de viagem é a velocidade média da corrente de tráfego, calculada pela extensão de um segmento da rodovia dividido pela média dos tempos de viagem dos veículos que atravessam este segmento.

A obtenção da velocidade média de viagem pode ser feita deslocando-se ao longo de segmentos da rodovia, acompanhando os demais veículos no tráfego. Desta forma, tem-se o tempo de viagem para se percorrer uma determinada distância e, conseqüentemente, a velocidade do trajeto. Essas coletas de informações devem ser feitas durante vários períodos do dia para se ter uma idéia da influência da mudança dos volumes de tráfego na capacidade da via.

3.4 Comparação dos Dados Existentes com os Recomendados pelos Manuais

Através do enquadramento funcional da rodovia e do tipo de relevo onde a rodovia está implantada são definidos as velocidades diretrizes para a via e os outros diversos parâmetros geométricos necessários, de acordo com as normas para projeto geométrico adotadas pelo DNER.

Se as diretrizes adotadas para o projeto forem as do DER/SC, após a reconstituição dos alinhamentos geométricos, tem-se a determinação das velocidades V_{85} para os diversos segmentos da rodovia e, novamente com o enquadramento funcional e a sua classificação e a determinação das velocidades de projeto para a rodovia, têm-se condições de se determinar os parâmetros geométricos do projeto.

Desta forma, obtêm-se de ambas as normas e diretrizes os valores limites dos parâmetros geométricos, para os diversos segmentos da rodovia, como por exemplo:

- Raios mínimos das curvas horizontais;
- Extensões máximas e mínimas em tangente;

- Parâmetro mínimo das clotóides;
- Distâncias de visibilidade de parada;
- Distâncias de visibilidade de ultrapassagem;
- Superelevação;
- Superlargura;
- Seções transversais tipo (largura das faixas de tráfego, acostamentos etc.);
- Raios das curvas verticais;
- Inclinações longitudinais máximas.

Além de outros fatores como:

- Volumes ideais de tráfego para a seção transversal tipo adotada;
- Parâmetros definidores da necessidade de faixas adicionais de tráfego.

Nos Quadros 11 e 12 são apresentadas as características técnicas para o projeto de rodovias de acordo com o seu enquadramento funcional para o DNER e para o DER/SC, respectivamente.

A maneira como alguns parâmetros geométricos são obtidos difere entre o DNER (1999) e o DER (1999b). Entretanto, a metodologia para a sua determinação é descrita em ambas as publicações e pode ser facilmente empregada. Um exemplo é a maneira como são calculados os valores da superlargura. O DNER (1999) elaborou quadros relacionando a velocidade com o raio da curva horizontal que facilitam o emprego em projetos rodoviários (o DNER (1999) também apresenta as fórmulas para o cálculo da superlargura) e o DER (1999b) apresenta apenas as fórmulas para o cálculo dos valores da superlargura.

O DER/SC adota alguns parâmetros geométricos que o DNER não considera em seus manuais. Um exemplo disso é o comprimento das tangentes. O DER (1999b) recomenda valores máximos e mínimos para a extensão em tangente. Também considera o parâmetro das clotóides para a definição de curvas horizontais. O DNER (1999) não os cita.

Quadro 11 – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PARA O PROJETO DE RODOVIAS DE ACORDO COM O ENQUADRAMENTO FUNCIONAL PELO DNER

DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	Unidade de	CLASSE 0			CLASSE I			CLASSE II			CLASSE III			CLASSE IV A			CLASSE IV B			
		Piano	Qnd.	Mont.	Piano	Qnd.	Mont.	Piano	Qnd.	Mont.	Piano	Qnd.	Mont.	Piano	Qnd.	Mont.	Piano	Qnd.	Mont.	
Velocidade Direta: Mínima	km/h	120	100	80	100	80	60	100	70	50	80	60	40	80	60	40	60	40	30	
Distância de Visibilidade de Parada - Mínimo Dessejável - Mínimo Absoluto	m	310	210	140	210	140	85	210	110	65	140	85	45	140	85	45	85	45	30	
	m	205	155	110	155	110	75	155	90	60	110	75	45	110	75	45	75	45	30	
Distância Mínima de Visibilidade de Ultrapassagem	m	-	-	-	680 ^(m)	560 ^(m)	420 ^(m)	680	490	350	560	420	270	560	420	270	420	270	180	
Ratio Mínimo de Curva Horizontal (p/ Superlev. Máx.)	m	540	345	210	345	210	115	375	170	80	230	125	50	230	125	50	125	50	25	
Taxa de Superlev. Máxima	%	10	10	10	10	10	10 ^(b)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Rampa Máxima: - Máximo Dessejável - Máximo Absoluto	%	3	4	5	3	4,5	6	3	5	7	4	6	8	4	6	8	6	8	10	
	m/%	233	107	48	107	48	18	107	29	10	48	18	5	48	18	5	18	5	2	
Valor de K para Curvas Verticais Convexas: - Mínimo Dessejável - Mínimo Absoluto	m/%	102	58	29	58	29	14	58	20	9	29	14	5	29	14	5	14	5	2	
	m/%	80	52	32	52	32	17	52	24	12	32	17	7	32	17	7	17	7	4	
Valor de K para Curvas Verticais Côncavas: - Mínimo Dessejável - Mínimo Absoluto	m/%	50	36	24	36	24	15	36	19	11	24	15	7	24	15	7	15	7	4	
	m	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,50	3,30	3,50	3,30	3,30	3,00	3,00	3,00	2,50	2,50	2,50	
Largura do Acostamento Externo: - Mínimo Dessejável - Mínimo Absoluto	m	3,50	3,00	3,00	3,00	2,50	2,50	2,50	2,50	2,00	2,50	2,00	1,50	2,50	2,00	1,50	1,00	1,00	0,50	
	m	0,80-1,20	200-250	250-300	0,50-0,80	200-250	250-300	Somente para a Classe IA: Aplicar de os seguintes planos Indicados para a Classe 0.												
Largura do Acostamento Interno: - Pistas de 2 faixas - Pistas de 3 faixas - Pistas de 4 faixas	m	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	5,50	
	m	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
Gabarito Vertical (altura livre) - Mínimo Dessejável - Mínimo Absoluto	m	10-18	6-7	3-7	10-12	≥6	≥6	10-12	≥6	≥6	10-12	≥6	≥6	10-12	≥6	≥6	10-12	≥6	≥6	10-12
	m	10-18	6-7	3-7	10-12	≥6	≥6	10-12	≥6	≥6	10-12	≥6	≥6	10-12	≥6	≥6	10-12	≥6	≥6	10-12
Acostamento Mínimo do Bordo do Acostamento: - Obstáculos Contínuos - Obstáculos Isolados	m	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	
	m	10-18	6-7	3-7	10-12	≥6	≥6	10-12	≥6	≥6	10-12	≥6	≥6	10-12	≥6	≥6	10-12	≥6	≥6	10-12
Largura do Centro Central: - Largura Dessejável - Valor Nominal - Mínimo Absoluto	m	10-18	6-7	3-7	10-12	≥6	≥6	10-12	≥6	≥6	10-12	≥6	≥6	10-12	≥6	≥6	10-12	≥6	≥6	10-12
	m	10-18	6-7	3-7	10-12	≥6	≥6	10-12	≥6	≥6	10-12	≥6	≥6	10-12	≥6	≥6	10-12	≥6	≥6	10-12

^(b) Somente para a Classe IA; para a classe IB, considerar 8%

Quadro 12 – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PARA O PROJETO DE RODOVIAS DE ACORDO COM O ENQUADRAMENTO FUNCIONAL PELO DER/SC

ELEMENTOS DE PROJETO	Estados do Grupo de Categoria	Velocidade Determinante Utilizada	Valores Limites para V (km/h) conforme a Coluna 3												
			50	60	70	80	90	100	120						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
Comprimento Máximo da Retas	A	Vp	-	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.400						
Comprimento Mínimo da Retas no caso de Curvas Fletidas para o mesmo Lado	A	Vp	-	360	420	480	540	600	720						
Raio Mínimo Circular	A e B	Vp	80	120	180	250	340	450	720						
Parâmetro Mínimo de Clotóide	A e B	Vp	30	40	60	80	110	150	240						
Raio Mínimo Circular no Caso de Inclinação Transversal com Calçamento no Sentido da Bordas Externa da Curva (q = - 2,0 %)	A e B	Vas	-	-	550	850	1.300	1.900	3.500						
Inclinação Longitudinal Máxima	A	Vp	9,0	8,0	7,0	6,0	5,0	4,5	4,0						
	B	Vp	12,0	10,0	8,0	7,0	6,0	5,0	-						
Inclinação Longitudinal Mínima na região de Giro de Pista de Trânsito	A e B	-	0,7 (sem meio-fio: i - Δi ≥ 0,2 %)												
Raio Mínimo do Cume	A e B	Vp	1.400	2.400	3.150	4.400	5.700	8.300	16.000						
Raio Mínimo da Baixada	A e B	Vp	500	750	1.000	1.300	2.400	3.800	8.800						
Inclinação Transversal Mínima	A e B	-	2,5												
Inclinação Transversal Máxima	A e B	-	8,0												
Gradiente de Inclinação Longitudinal Máximo	A e B	Vp	0,5 - a	0,4 - a	0,25 - a	1,0	0,225 - a	0,9							
			2,0 (a ≥ 4,0m)	1,6 (a ≥ 4,0m)	1,0 (a ≥ 4,0m)	0,9 (a ≥ 4,0m)									
Gradiente de Inclinação Longitudinal Mínimo	A e B	Vp	0 1 - a												
Distância de Visibilidade Mínima para Paradas para i = 0%	A e B	Vas	50	65	85	110	140	170	250						
Distância de Visibilidade Mínima para Ultrapassagens	A	Vas	-	475	500	525	575	625	-						
Extensão Mínima do Trecho com Distância de Visibilidade para Ultrapassagens	A	-	20												

3.5 Representação Gráfica dos Resultados

Durante o desenvolvimento deste trabalho, em algumas situações ocorreram apresentações da mesma metodologia aqui apresentada, para os técnicos do Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina. Nessas apresentações, a maneira como os dados seriam apresentados foi sendo discutida de maneira a encontrar uma forma ideal de representar os resultados obtidos.

Para apresentar os resultados da análise torna-se bastante eficaz adotar uma representação gráfica capaz de demonstrar todas as deficiências geométricas encontradas em um mesmo segmento, ao mesmo tempo.

A maneira encontrada foi a de um diagrama linear em que está representada a quilometragem da rodovia; nos segmentos, onde ocorrem as deficiências geométricas, cada uma destas seria representada em vermelho.

Além de representar apenas as deficiências geométricas, os locais onde ocorreram acidentes obtidos através dos boletins de ocorrência, devem ser representados de acordo com a sua severidade, adotando-se para acidentes com vítimas fatais a cor vermelha, acidentes com feridos a cor amarela, e acidentes apenas com danos materiais a cor azul.

Acima de todas as deficiências, é conveniente representar as extensões onde existe urbanização nas margens da rodovia, representando os segmentos com uma urbanização maior (por exemplo, edificações espaçadas em menos de 100 m) com a cor vermelha, os segmentos com uma urbanização menor (por exemplo, edificações espaçadas entre 100m e 200m) com a cor amarela, os segmentos em áreas pré-urbanizadas com a cor verde e as áreas rurais não recebem marcação.

Uma outra situação que deve ser representada é a presença de faixas adicionais nos aclives. Se for representado em vermelho o segmento onde são exigidas as faixas adicionais, pode ocorrer que algumas destas estejam sobrepostas às faixas adicionais existentes, sendo que estas apenas apresentam extensões insuficientes. Por outro lado, se apresentarmos apenas as extensões das faixas adicionais que estão sendo necessárias, isto pode não ilustrar de uma

maneira representativa. Assim, convém se representar as faixas adicionais existentes em amarelo e as extensões necessárias e não implantadas em vermelho.

Com exceção das faixas adicionais existentes, os demais locais onde as características geométricas atendem aos valores mínimos das normas e/ou diretrizes, não devem sofrer qualquer tipo de representação para não tirar a atenção dos locais onde existem realmente as deficiências geométricas.

Para tornar mais ilustrativo e facilitar a análise da situação onde se encontram estas deficiências, é aconselhável representar a rodovia em planta e perfil, em uma escala visualizável (por exemplo, 1:5000), acima deste diagrama linear, ou em plantas separadas apresentando o mesmo segmento do diagrama, posicionadas anteriormente a este.

Capítulo 4

APLICAÇÃO PRÁTICA

4.1 Considerações Gerais

As observações aqui apresentadas foram realizadas a partir de consultas e análises dos projetos de engenharia da rodovia e, principalmente, fundamentadas pelas observações realizadas mediante as visitas à região onde a rodovia se desenvolve.

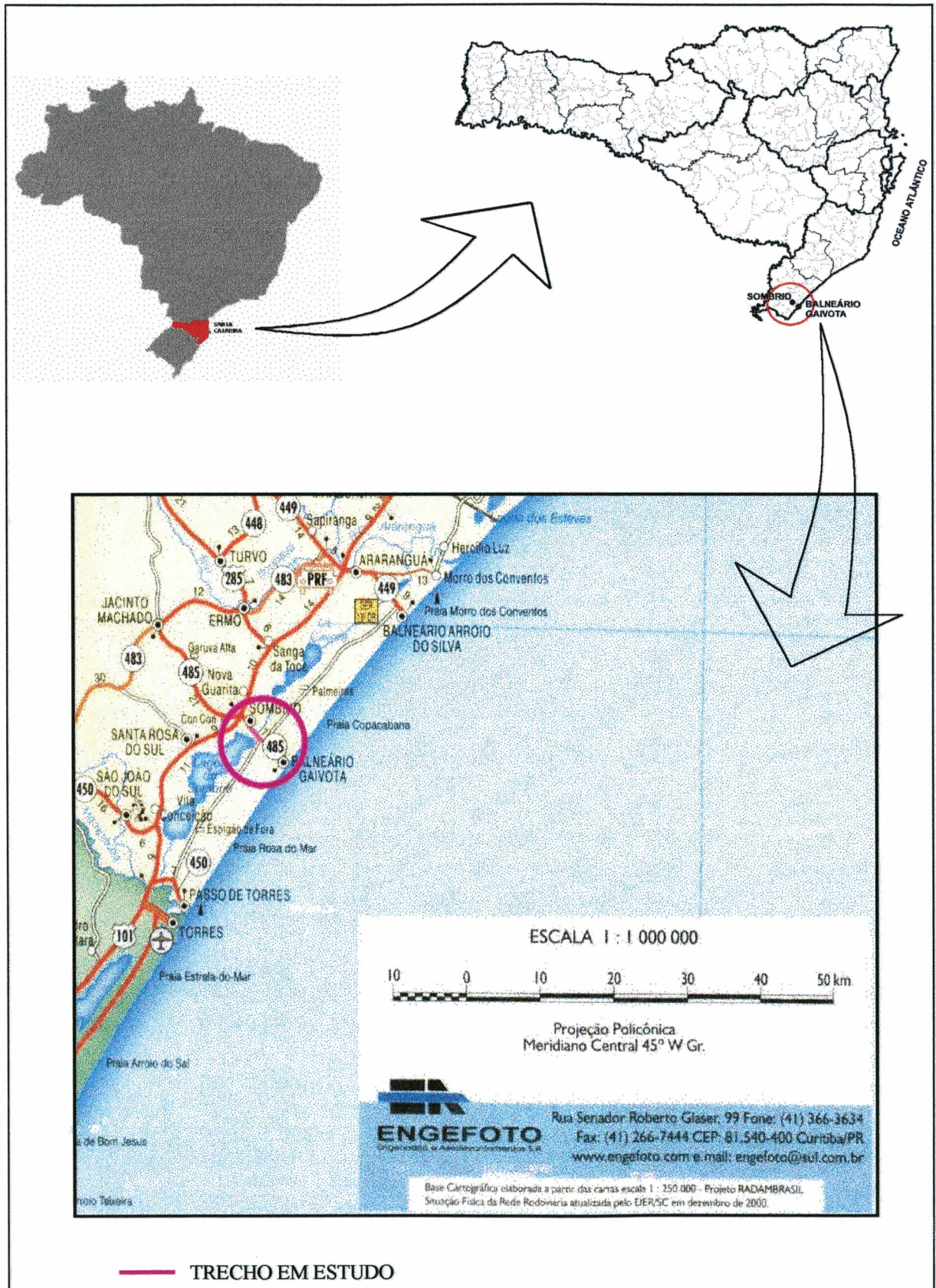
A área de estudo corresponde a Rodovia SC-485, trecho Sombrio/Balneário Gaivota, com uma extensão aproximada de 7.307 m e aberta ao tráfego em 1981.

Por se tratar de uma rodovia sob jurisdição do Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina, todas as verificações realizadas tiveram como embasamento teórico as recomendações constantes nas Diretrizes para Concepção de Estradas e não as orientações constantes no Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, adotadas pelo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem.

4.2 Descrição da Rodovia Implantada

A Rodovia SC-485, Jacinto Machado/Balneário Gaivota, pelo Sistema de Referenciamento do DER/SC, inicia-se no município de Jacinto Machado, no km 0+000, e está dividida em dois subtrechos, sendo que o primeiro termina no município de Sombrio, no km 18+780, sob a Rodovia BR-101/SC e o segundo subtrecho, Sombrio/Balneário Gaivota, inicia-se no km 19+768, depois de atravessar o perímetro urbano de Sombrio e termina na Avenida Beira Mar, km 27+075, no município de Balneário Gaivota. A Figura 03 apresenta a localização da rodovia.

Figura 03 – LOCALIZAÇÃO DA RODOVIA EM ESTUDO



A estrutura do pavimento é constituída de 4 a 5 cm de revestimento asfáltico tipo CBUQ (de seixo), uma camada de base de cerca de 14 a 15 cm de seixo britado ou parcialmente britado, camada de sub-base de seixo natural classificado com 23 a 25 cm de espessura, assentado sobre 20 cm de camada final de terraplenagem executada em solo arenoso estabilizado granulometricamente. O acostamento é revestido com tratamento superficial simples.

Entre o km 20+000 e o km 26+000, a rodovia atravessa segmentos assentados sobre solos moles que têm provocado significativos recalques por adensamento e locais de instabilidade do aterro da rodovia.

A seção transversal da rodovia apresenta uma pista de rolamento com largura de 6,60 m e banquetas pavimentadas com 1,20 m de largura, em ambos os lados. Em alguns locais, a largura das banquetas pavimentadas é inferior a 1,20 m devido à desagregação do pavimento e da vegetação que avança sobre os bordos.

4.2.1 Alinhamento Horizontal

O alinhamento horizontal da rodovia no segmento compreendido entre Sombrio e Balneário Gaivota apresenta curvas suaves e tangentes longas. Apenas entre o km 24+800 e o km 25+400 existem duas curvas reversas com raios de valores 120 m e 125 m/275 m (curva composta) e com deflexões com valores de 63° e 39°/23°, respectivamente, que provocam mudanças bruscas de direção nos veículos em movimento, nas proximidades da Lagoa de Fora (conforme figuras 28 e 31). Nesse segmento, a presença de árvores nas proximidades da rodovia diminui a visibilidade, tornando este segmento inseguro.

As deflexões nas curvas são pequenas e não chegam a provocar mudanças bruscas de direção. Entretanto, estes mesmos fatores favorecem ao desenvolvimento de velocidades relativamente elevadas.

O alinhamento horizontal da rodovia é apresentado nas figuras 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 34 e 37.

4.2.2 Alinhamento Vertical

O alinhamento vertical possui rampas com inclinações longitudinais suaves, resultantes do relevo plano no qual a rodovia se desenvolve. Em muitos locais, a existência de ondulações na pista é resultante de processos de adensamento do solo de fundação da rodovia e não, propriamente, do projeto do greide.

Estas ondulações influem na condução dos veículos de duas formas distintas. A primeira, provocando a perda do controle por parte dos motoristas pelas oscilações a que os veículos são submetidos. A segunda, provocando a diminuição da velocidade dos veículos pela diminuição da segurança na sua condução.

O alinhamento vertical da rodovia é apresentado nas figuras 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29, 32, 35 e 38.

4.2.3 A Inclinação Transversal

As ondulações existentes em alguns segmentos da rodovia tendem a prejudicar sensivelmente as inclinações transversais, atuando de forma prejudicial, tanto nas curvas, não compensando os efeitos do deslocamento dinâmico dos veículos, quanto nas tangentes, não favorecendo ao escoamento superficial das águas sobre a pista de trânsito.

4.2.4 As Travessias Urbanas

Os três segmentos onde a rodovia desenvolve-se em zona urbana apresentam elevado grau de urbanização. Entretanto, não chegam a existir dispositivos de tratamento urbano implantados de forma adequada.

Na travessia urbana da Vila Lagoa de Fora, entre o km 22+660 e o km 23+570 (ver figuras 19, 22 e 25), existe uma passagem de pedestres com controlador de velocidade (km 22+800).

4.2.5 As Principais Interseções

A rodovia apresenta ao longo do segmento pequenos acessos que não estão, atualmente, pavimentados e que acabam por trazer material granular para a pista de rolamento, tornando estes locais inseguros.

Dentre os principais acessos existentes na rodovia destacam-se os seguintes:

- km 22+200: Acesso no lado direito da rodovia (sentido Sombrio/Baln. Gaivota), às localidades de Rua Nova - 2,0 km, Rio Novo - 3,3 km e Anita Garibaldi - 9,0 km (ver figura 19);
- km 22+680: Entroncamento no lado esquerdo da rodovia (sentido Sombrio/Baln. Gaivota), com a Rodovia Municipal BG 102. Acesso à Rodeio - 0,8 km, Figueirinha - 3,3 km, Palmeiras - 9,0 km e B. Lagoinhas - 12,3 km (ver figura 19);
- km 26+080: Cruzamento localizado dentro do perímetro urbano de Balneário Gaivota. Acesso à Praia Sul Mar - 2,0 km, Praia de Areias Claras - 3,0 km e Praia Village Dunas III - 4,0 km (ver figura 34).

No extremo da rodovia, no município de Balneário Gaivota, foi implantada uma interseção do tipo rótula fechada. Esta interseção apresenta dimensões bastante reduzidas, afetando os movimentos dos veículos, principalmente quando existem volumes de tráfego mais elevados. Esta diminuição na capacidade se dá pela necessidade de se efetuarem manobras em velocidades extremamente baixas, principalmente para os veículos com maiores dimensões.

4.3 A Classificação Funcional da Via

A rodovia desenvolve-se em quase a sua totalidade em uma região plana, apresentando pequenos segmentos com ondulações.

Atualmente, pelas condições da rodovia, esta apresenta segmentos que podem ser classificados, de acordo com as Diretrizes para a Concepção de Estradas (DER, 1999a) como

pertencentes aos Grupos de Categorias A, B e C. Esta divisão pode ser definida do seguinte modo:

- Entre o km 19+768 e o km 19+970, a rodovia atravessa a zona urbana de Sombrio, recebendo uma classificação de Categoria de Estrada C-III;
- Entre o km 19+970 e o km 22+660, a rodovia atravessa uma zona rural assumindo características de Categoria de Estrada A-III;
- Do km 22+660 até o km 23+570, existe a zona urbana de Vila Lagoa de Fora, voltando a ter uma classificação de Categoria de Estrada C-III;
- Do km 23+570 ao km 25+840, numa extensão de 2.270 m, a rodovia desenvolve-se em uma região pré-urbana, recebendo uma classificação de Categoria de Estrada B-III;
- Entre o km 25+840 e o km 27+076, a rodovia desenvolve-se no perímetro urbano do município de Balneário Gaivota, novamente como Categoria de Estrada C-III.

4.3.1 Coleta de Informações sobre a Rodovia

Entre os anos de 1995 e 2000, o DER/SC realizou uma série de projetos de implantação, restauração e melhoramentos nas rodovias catarinenses. Uma das rodovias incluída foi a SC-485. Isso facilitou a coleta de elementos e documentos sobre ela pelo fato de existirem projetos recentes e pelo fato das consultoras e do DER/SC terem informações bastante atualizadas sobre o trecho.

4.3.1.1 Levantamentos topográficos e cadastrais

No período entre os anos 1995 e 1996, foram executados levantamentos topográficos e cadastrais da rodovia SC-485 destinados a elaboração de um projetos de restauração.

No ano de 2001, foi realizada uma complementação dos levantamentos anteriores cuja principal alteração foi o aumento da urbanização ao longo da rodovia. Esses levantamentos compreenderam tanto a parte cadastral ao longo da via quanto os elementos relacionados aos alinhamentos horizontal e vertical.

As plantas contendo o resultado desses levantamentos foram cedidas pelo DER/SC e podem ser visualizadas no item 4.3.5 - Representação Gráfica dos Resultados.

4.3.1.2 Levantamentos de acidentes

Os dados sobre os acidentes na rodovia SC-485, foram obtidos junto a Gerência de Operações do DER/SC, nas delegacias de polícia da região e nos postos da Polícia Rodoviária para os anos de 1998, 1999 e 2000.

Esses dados podem ser visualizados no Quadro 13. No Quadro 14 é apresentado o número de acidentes por tipo ocorridos entre os anos de 1998 e 2000.

Quadro 13 – DADOS SOBRE ACIDENTES NA RODOVIA SC-485 ENTRE OS ANOS DE 1998 E 2000

Localização	Ano	Tipo de Acidente	Vítimas Fatais	Feridos	Sem Vítimas
km 21+200	1998	Capotamento	-	1	-
km 21+200	1998	Colisão	-	-	X
km 21+200	1999	Atropelamento	-	1	-
km 21+200	1999	Atropelamento	-	1	-
km 21+200	2000	Atropelamento	-	1	-
km 22+700	1998	Capotamento	1	-	-
km 22+700	1998	Tombamento	1	-	-
km 22+700	2000	Colisão	-	2	-
km 22+800	1998	Capotamento	-	1	-
km 22+900	1998	Capotamento	-	-	X
km 23+200	2000	Atropelamento	-	3	-
km 23+540	2000	Colisão com Atropelamento	-	1	-
km 25+900	1998	Saída de Pista	-	-	X
km 25+900	1999	Atropelamento	-	1	-
km 26+100	2000	Colisão	-	-	X
km 26+200	2000	Colisão	-	5	-
km 26+400	2000	Colisão	-	-	X
km 26+700	2000	Colisão	-	-	X
km 26+940	1999	Tombamento	-	-	X

Fonte: DER

Quadro 14 – QUANTIDADE DE ACIDENTES DE ACORDO COM O TIPO

Tipo de Acidentes	Quantidade
Abalroamento	-
Atropelamento	6
Colisão	7
Choque	-
Incêndio	-
Tombamento	2
Saída de Pista	1
Capotamento	4

Fonte: DER

Com relação a esses dados, chama a atenção que, com exceção dos acidentes ocorridos no km 21+200, todos os outros ocorreram dentro de regiões urbanizadas como a Vila Lagoa de Fora e o Balneário Gaivota.

4.3.1.3 Levantamento de Tráfego

Com base nos dados das contagens volumétricas no posto E-58.716, efetuadas junto a lombada eletrônica existente no km 22+280 e nas contagens classificatórias elaboradas pelo Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina, no mesmo local, nos dias 06, 07 e 08 de fevereiro de 2001, no período das 06:00 às 19:00, chegou-se aos seguintes valores para o Tráfego Médio Diário Anual, no ano de 2001, para a Rodovia SC-485:

Quadro 15 – TRÁFEGO MÉDIO DIÁRIO ANUAL EM 2001

Rodovia	Automóveis		Ônibus		Caminhões				Reboques e Semi-Reboques		Outros		Total
					Simples		Duplos						
SC-485	3.389	85,6%	46	1,2%	303	7,6%	47	1,2%	7	0,2%	166	4,2%	3.958

Fonte: DER

Foram ainda contabilizados os valores relacionados ao tráfego de bicicletas que corresponderam a um total de 401.

Os valores obtidos pelos estudos de tráfego irão subsidiar a análise da seção transversal da rodovia.

4.3.1.4 Levantamentos Complementares

A pesquisa e coleta de informações junto ao DER/SC de outros projetos relacionados à rodovia SC-485 foi o único levantamento complementar relacionado a este estudo.

4.3.2 Reconstituição Gráfica da Rodovia

Com base nos levantamentos realizados da rodovia e com a utilização de softwares próprios para este serviço como, por exemplo, o AutoCAD e o topoGRAPH, foi elaborada a representação gráfica da rodovia.

Essa representação pode ser visualizada no item 4.3.5 – Representação Gráfica dos Resultados.

4.3.3 Estudo das Velocidades

4.3.3.1 Velocidade de Projeto

Para a rodovia SC-485, definir uma velocidade de projeto com base nas características atuais se torna difícil.

Se fossem levadas em consideração as observações relacionadas à velocidade V_{85} , a velocidade de projeto ao longo de todo o trecho seria superior a 100 km/h. Se as características de urbanização fossem levadas em consideração, a velocidade de projeto em alguns segmentos seria de 50 km/h.

Assim, uma maneira de adotar uma velocidade de projeto para a rodovia é apresentada pelas Diretrizes para Concepção de Estradas (DER, 1999b) de acordo com a classificação dos diversos segmentos ao longo do trecho em estudo, conforme Quadro 10.

Quadro 16 – VELOCIDADES DE PROJETO DA RODOVIA SC-485

Segmento	Categoria de Estrada	Velocidade de Projeto
km 19+768 ao km 19+970	C III	50 km/h
km 19+970 ao km 22+660	A III	80 km/h
km 22+660 ao km 23+570	C III	50 km/h
km 23+570 ao km 25+840	B III	70 km/h
km 25+840 ao km 27+076	C III	50 km/h

4.3.3.2 Velocidade V_{85}

Com o auxílio dos levantamentos planialtimétricos realizados por consultoras contratadas pelo DER/SC para elaborar projetos de melhoramentos e de restauração de pavimento e seguindo as orientações do DER (1999b), foi elaborado o gráfico das deflexões acumuladas pela extensão para a rodovia SC-485 (Figura 04) e através da Figura 01 foram determinadas as velocidades V_{85} .

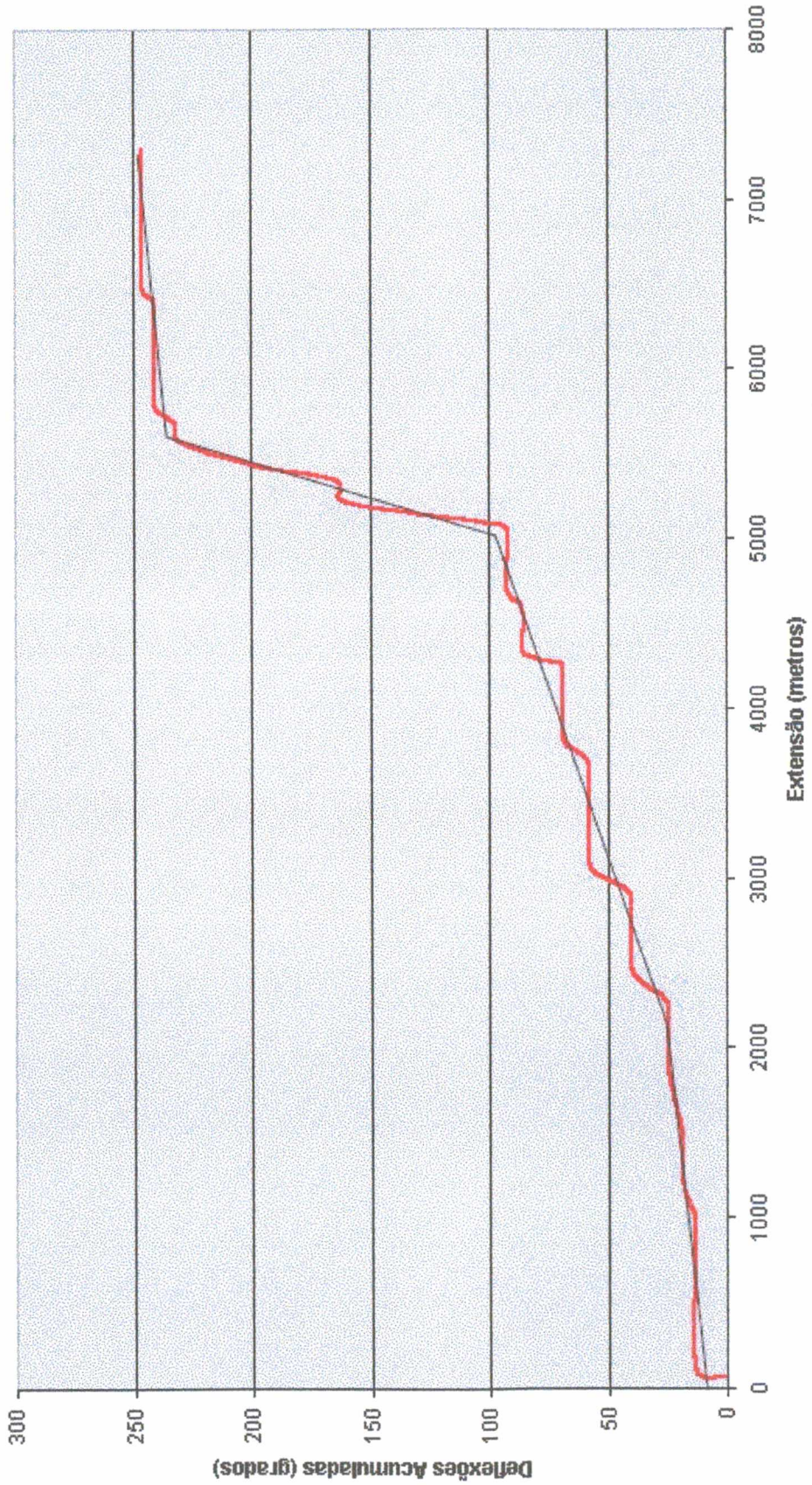
Para a Rodovia SC-485, trecho Sombrio/Balneário Gaivota, foram identificados quatro segmentos com características diferentes de Velocidade V_{85} :

Quadro 17 – VELOCIDADES V_{85} DA RODOVIA SC-485 NO TRECHO SOMBRIO/BALNEÁRIO GAIVOTA

Segmento	km Inicial	km Final	Extensão (m)	Deflexão (graus)	Curvacidade (graus/km)	Largura da Pista	V_{85} (km/h)
01	19+768	21+948	2.180	15,3	7,0	6,60 m	> 120
02	21+948	24+858	2.910	66,0	22,7	6,60 m	> 120
03	24+858	25+438	580	123,8	213,4	6,60 m	86
04	25+438	27+075	1.637	11,7	7,1	6,60 m	> 120

As velocidades V_{85} com valores resultantes superiores a 120 km/h refletem uma limitação na metodologia proposta pelo DER (1999b) para a sua determinação. O trecho em estudo demonstra isso pelo fato de haverem diversas tangentes e as curvas horizontais apresentam raios com valores próprios para velocidades maiores e deflexões suaves, salvo exceções. Assim, a velocidade dos motoristas passa a ser limitada basicamente pela obediência a sinalização de regulamentação existente no trecho.

Figura 04 –

GRÁFICO DAS DEFLEXÕES ACUMULADAS AO LONGO DA RODOVIA SC-485**Gráfico 01 - Deflexões Acumuladas ao Longo da Rodovia**

Alguns comentários ainda podem ser feitos através dos resultados obtidos pelos estudos da Velocidade V_{85} :

- De acordo com as diretrizes, a diferença de velocidade V_{85} entre dois segmentos consecutivos não deve ser superior a 10 km/h. No entanto, entre os segmentos 02 e 03 e os segmentos 03 e 04, esta diferença é superior a 35 km/h.
- Também segundo as diretrizes, caso a velocidade de projeto for menor que 100 km/h, a diferença entre a velocidade de projeto e a V_{85} não deve ser superior a 20 km/h. As curvas implantadas no segmento 03 estão atendendo a uma velocidade máxima de projeto de, aproximadamente, 56 km/h, ou seja, 30 km/h inferior a velocidade V_{85} no segmento.

4.3.3.3 Velocidades estabelecidas pela sinalização

Através das visitas à região da rodovia, foi verificada a existência de trechos com velocidades regulamentadas pela sinalização.

Assim, de acordo com a sinalização, as velocidades na rodovia SC-485 são:

Quadro 18 – VELOCIDADES REGULAMENTADAS POR SINALIZAÇÃO NA RODOVIA SC-485

Trecho	Velocidade
km 19+768 – km 20+030	40 km/h
km 20+030 – km 22+140	80 km/h
km 22+140 – km 23+595	40 km/h
km 23+595 – km 24+535	80 km/h
km 24+535 – km 27+076	60 km/h
km 25+820 – km 27+076	40 km/h

Pode-se observar que, com exceção do segmento entre a Vila Lagoa de Fora e o Perímetro Urbano de Balneário Gaivota, os outros trechos apresentam velocidades

regulamentadas por sinalização bastante próximas das velocidades recomendadas pelas Diretrizes para Concepção de Estradas, de acordo com a sua classificação.

4.3.4 Comparação dos Dados Existentes com os Recomendados pelos Manuais

Através dos elementos obtidos nas etapas anteriores e da Reconstituição Gráfica da rodovia, as características geométricas da via podem ser comparadas com as constantes nos manuais de projeto geométrico.

Os resumos dos valores dessas características foram apresentados nos Quadros 11 e 12, respectivamente para o DNER e para o DER/SC. Além disso, tanto o DNER (1999) quanto o DER (1999b) trazem fórmulas e gráficos que auxiliam a determinação de alguma característica geométrica ausente nos resumos.

4.3.4.1 Raios mínimos das curvas horizontais

Através da comparação entre os dados constantes do Quadro 12, cujos valores são recomendados pelas Diretrizes para a Concepção de Estradas (DER, 1999b), observou-se que apenas duas curvas não se enquadram quando relacionadas às velocidades previstas na rodovia.

As curvas estão localizadas entre o km 24+830 e 25+190 (conforme figuras 28 e 31) e apesar de possuírem valores de raios horizontais dentro do limite previsto para velocidades de 60 km/h e de haver sinalização no local regulamentando a velocidade no trecho, pelas características geométricas da rodovia estas curvas deveriam possuir raios com valores mais elevados para enquadrá-las a velocidade V_{85} estimada para este segmento, evitando uma alteração no comportamento dos motoristas resultante da mudança provocada pela geometria local.

Os valores dos raios das curvas horizontais existentes são de 120 m e 125 m. Um valor para o raio superior a 250 m melhoraria as condições geométricas no segmento.

4.3.4.2 Extensões máximas e mínimas em tangente

Os valores das extensões em tangente também foram comparados com os recomendados pelas Diretrizes para Concepção de Estradas (DER, 1999b).

Não foram observadas tangentes com extensões maiores que as recomendadas pelas Diretrizes. Entretanto, foram observadas algumas tangentes com valores inferiores aos recomendados quando para curvas fletidas para um mesmo sentido.

Entre o km 20+975 e o km 21+266 (ver figuras 13 e 16), existe uma tangente com 295 m e entre o km 21+620 e o km 22+009 (ver figuras 16 e 19), existe uma tangente com 389 m. Em ambos os casos, as Diretrizes recomendam uma extensão de 480 m.

O DER (1999b) procura adotar valores limites para as extensões de tangente baseados em pesquisas realizadas na Alemanha. As justificativas dadas para a utilização limitada de tangentes são o efeito da monotonia no modo de dirigir, o ofuscamento pelos faróis durante a noite e a preferência por um traçado mais adaptado às condições de relevo.

Apesar da monotonia provocada nos motoristas, a influência deste efeito varia individualmente o que dificulta o estabelecimento de valores para as extensões máximas baseadas em fatores subjetivos. As tangentes também favorecem as condições de ultrapassagem, pois permitem durante o dia a rápida visualização dos veículos e durante a noite, a visualização dos faróis dos veículos, possibilitando a tomada de decisão por parte dos motoristas. As tangentes também melhoram as condições de visibilidade nas interseções e acessos.

É opinião do autor que a tangente é um elemento geométrico que deve ser utilizado sempre que a situação permitir. Entretanto, como estão sendo adotadas as recomendações do DER (1999b) neste estudo, esse critério também está sendo avaliado.

4.3.4.3 Relação Tangente/Raio da Curva Horizontal

Comparando-se os valores dos raios das curvas horizontais com as extensões em tangente e com os valores recomendados pelas Diretrizes (DER, 1999b), observa-se que, em determinadas situações, os raios deveriam possuir valores maiores que os verificados.

As Diretrizes recomendam que quando o comprimento da tangente for maior ou igual a 300 m, o valor mínimo para o raio da curva horizontal no extremo da tangente seja superior a 400 m. Quando o comprimento da tangente for inferior a 300 m, o valor do raio da curva horizontal deverá ser superior ao comprimento da tangente.

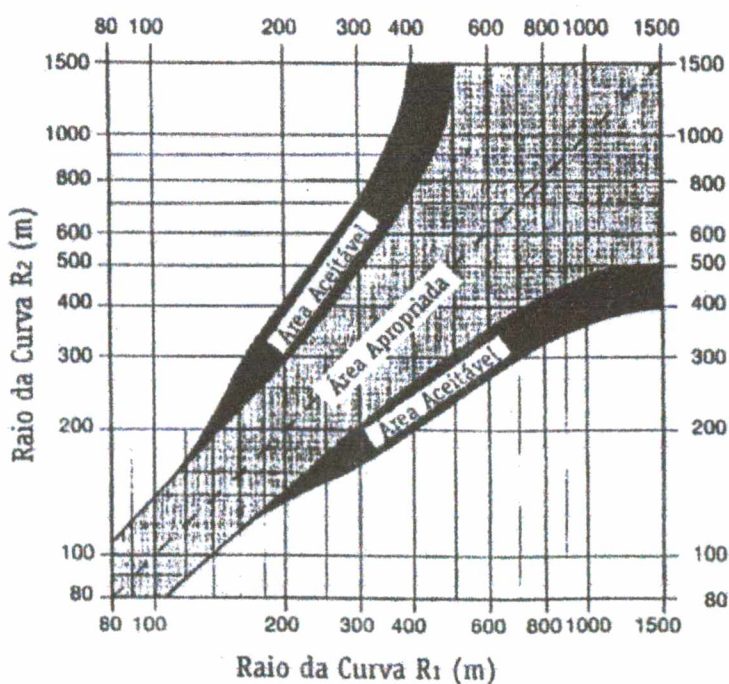
Entre o km 19+879 e o km 20+713, existe uma tangente com 813 m seguida de uma curva com raio horizontal de 190 m, no sentido Balneário Gaivota - Sombrio (figuras 10 e 13).

Entre o km 23+595 e o km 24+370, existe uma curva com raio horizontal de 250 m entre duas tangentes com extensões de 419 m e 256 m (figuras 25 e 28). E entre o km 24+475 e o km 24+833, existe uma tangente com extensão de 358 m seguida de uma curva com raio horizontal de 120 m, no sentido Sombrio - Balneário Gaivota (figura 28).

4.3.4.4 Seqüência de Raios

As Diretrizes (DER, 1999b) recomendam que entre duas curvas horizontais, os valores dos raios devem obedecer a um relacionamento conforme é apresentado na Figura 01:

Figura 05 – RELACIONAMENTO ENTRE OS RAIOS DAS CURVAS HORIZONTAIS



Fonte: DER, 1999b

Observando-se estes valores e os existentes, constata-se que não se relacionam nem mesmo na área aceitável, os seguintes raios: 190 m e 3000 m, localizados entre o km 19+840 e o km 20+975 (ver figuras 10 e 13), os raios 250 m, 1000 m e 120 m, localizados entre o km 24+014 e o km 25+005 (ver figuras 25, 28 e 31) e os raios 125 m e 275 m, localizados entre o km 25+106 e o km 25+365 (ver figura 31).

4.3.4.5 Parâmetro mínimo das clotóides

Com a utilização do Quadro 10 e das recomendações do DER (1999b) foram verificados os valores dos parâmetros das clotóides não apresentando problemas.

Quadro 19 – VALORES DOS PARÂMETROS DAS CLOTÓIDES

Raio (m)	Parâmetros		Velocidade de Projeto (km/h)	Parâmetro Mínimo Recomendado (m)
	da espiral de entrada (m)	da espiral de saída (m)		
190	-	-	50	*
3000	-	-	80	**
4000	-	-	80	**
614,25	221,68	221,68	80	80
450	189,74	189,74	50	50
550	181,66	181,66	50	61
250	89,44	89,44	70	60
1000	-	-	70	**
120	69,28	69,28	70	60
125	75,00	100,00	70	60
275	100,00	100,00	70	60
550	148,32	148,32	70	61
1000	-	-	50	**

* Curva localizada dentro do perímetro urbano de Sombrio

** Os valores dos raios dispensam a utilização de clotóides

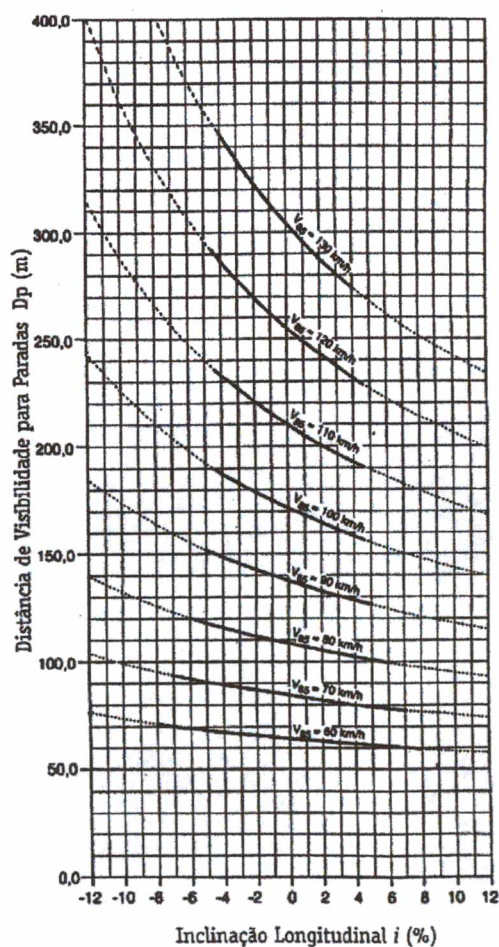
4.3.4.6 Distâncias de visibilidade de parada

Comparando-se os valores apresentados na Figura 06 (DER, 1999b) e os observados na rodovia SC-485, constataram-se a existência de distâncias de visibilidade de parada, inferiores às recomendadas nos segmentos apresentados no Quadro 20.

Quadro 20 – SEGMENTOS COM DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE DE PARADA INSUFICIENTE

Início	Final	Extensão (m)	Lado	Visibilidade Insuficiente
km 21+890	km 22+070	180	Direito	Vertical
km 22+130	km 22+330	200	Esquerdo	Vertical
km 22+700	km 22+800	100	Direito	Vertical
km 22+970	km 23+070	100	Esquerdo	Vertical
km 23+050	km 23+200	150	Direito	Vertical
km 24+850	km 24+960	110	Direito	Horizontal
km 24+930	km 25+000	70	Esquerdo	Horizontal
km 25+080	km 25+200	120	Direito	Horizontal
km 25+160	km 25+390	230	Esquerdo	Horizontal
km 25+950	km 26+100	150	Direito	Vertical
km 26+250	km 26+350	100	Esquerdo	Vertical

Figura 06 – DISTÂNCIA DE VISIBILIDADE NECESSÁRIA PARA PARADA



Fonte: DER, 1999b

4.3.4.7 Distâncias de visibilidade de ultrapassagem

As verificações das distâncias de ultrapassagem foram feitas conforme as recomendações do DER (1999b). Os segmentos que apresentam limitações para ultrapassagem estão relacionados mais a passagem sobre ponte, travessia urbana e acessos. O único local onde a visibilidade de ultrapassagem foi comprometida exclusivamente por questões geométricas foi entre o km 24+680 e o km 25+520 (ver figuras 28 e 31). Neste segmento estão localizadas duas curvas horizontais reversas com raios de 120 m e 125 m, respectivamente.

No Quadro 21 são apresentados os trechos com limitações de ultrapassagem.

Quadro 21 – SEGMENTOS COM PROIBIÇÃO DE ULTRAPASSAGEM

km Inicial	km Final	Extensão	Causa
19+768	19+940	172 m	Perímetro Urbano de Sombrio
19+768	20+000	232 m	
20+970	21+230	260 m	Ponte sobre o Rio Caverá
21+030	21+300	270 m	
22+050	22+290	240 m	Acesso a Rio Novo e Anita Garibaldi
22+110	22+350	240 m	
22+510	23+660	1.150 m	Perímetro Urbano de Lagoa de Fora
22+570	23+720	1.150 m	
24+680	25+460	780 m	Geometria Horizontal
24+740	25+520	780 m	
25+750	27+076	1.326 m	Perímetro Urbano de Baln. Gaivota
25+810	27+076	1.266 m	

O DER (1999b) recomenda que no mínimo 20 % da extensão total do trecho apresente visibilidade de ultrapassagem. A extensão total com proibição de ultrapassagem é de 4.118 m ou 56,35 %. A presença de urbanização nas margens da rodovia é responsável por 37 % da proibição sendo a maior causa de limitação de ultrapassagem.

4.3.4.8 Superelevação

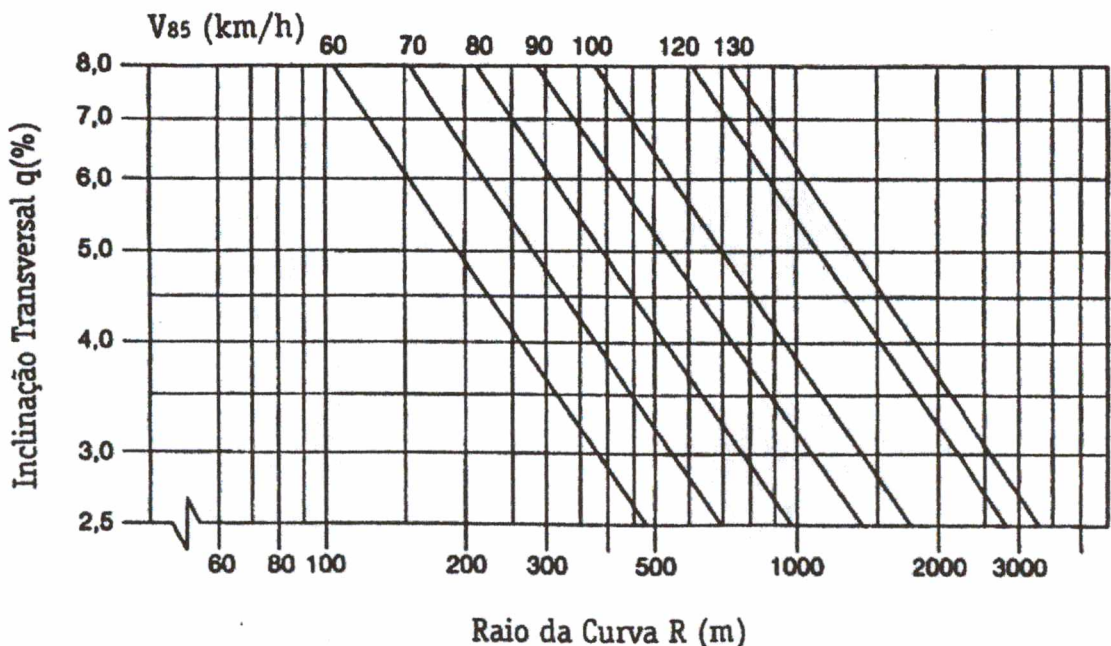
A superelevação nas curvas foi identificada através dos levantamentos planialtimétricos realizados por consultoras contratadas pelo DER/SC para elaborar projetos de restauração de pavimento e melhoramentos na rodovia.

Com os dados dos levantamentos, em todas as curvas, a superelevação encontrada foi comparada com a recomendada pelo DER (1999b) de acordo com a velocidade V_{85} do segmento. Cabe mencionar que apesar das características geométricas da rodovia estabelecerem valores altos para a V_{85} , existe uma sinalização ao longo da via regulamentando a velocidade máxima em 80 km/h, na maior parte do trecho. Desta forma, adota-se como valor da V_{85} o valor da velocidade regulamentada para o respectivo trecho.

Não existem problemas com relação às superelevações das curvas, principalmente, por estas possuírem raios amplos. Deste modo, a maior parte apresenta uma superelevação bem próxima da recomendada pelo DER (1999b). A exceção se faz presente no segmento compreendido entre o km 24+858 e o km 25+438 (ver figuras 28 e 31), onde as curvas atualmente implantadas apresentam inclinações transversais insuficientes, sendo que em alguns trechos estas inclinações chegam a ser negativas, ou seja, para o lado externo da curva horizontal.

No Quadro 22 estão apresentadas as superelevações encontradas nas curvas da rodovia SC-485 e os valores recomendados pelas Diretrizes para a Concepção de Estradas (DER, 1999b) obtidos de acordo com a Figura 07, que apresenta a relação entre a Velocidade V_{85} e o valor dos raios circulares das curvas horizontais.

Figura 07 – INCLINAÇÕES TRANSVERSAIS NECESSÁRIAS



Fonte: DER (1999b)

Quadro 22 – INCLINAÇÕES TRANSVERSAIS EXISTENTES NA RODOVIA SC-485

Curva	Raio	Superelevação Existente	Superelevação Recomendada
01	190,000	5,9 % / - 5,4 %	8,0 % ⁽¹⁾
02	-3000,000	- 2,4 % / - 2,2 %	- 2,5 % / - 2,5 % ⁽²⁾
03	-4000,000	- 2,2 % / - 2,3 %	- 2,5 % / - 2,5 % ⁽²⁾
04	-614,250	- 3,2 % / 3,5 %	3,7 %
05	450,000	4,6 % / - 4,5 %	4,5 %
06	-550,000	- 3,8 % / 3,7 %	4,0 %
07	250,000	6,8 % / - 6,8 %	7,0 %
08	-1000,000	- 2,4 % / 2,8 %	- 2,5 % / - 2,5 % ⁽²⁾
09	120,000	0,9 % / 6,0 %	8,0 % ⁽³⁾
10	-125,000	- 6,0 % / 6,0 %	8,0 % ⁽³⁾
11	-275,000	- 2,5 % / 2,8 %	3,5 % ⁽³⁾
12	550,000	4,0 % / - 3,8 %	4,0 %
13	-1000,000	- 2,2 % / - 2,3 %	- 2,5 % / - 2,5 % ⁽²⁾

- (1) A curva 01 está inserida em uma região urbanizada sendo que o meio antrópico influencia no comportamento dos motoristas, reduzindo a velocidade dos veículos;
- (2) Os valores dos raios das curvas 02, 03, 08 e 13 permitem a existência de superelevações negativas (para o bordo externo da curva);
- (3) Apesar de estar sinalizado neste segmento que a velocidade máxima permitida é de 60 km/h, ainda assim os valores para a superelevação nas curvas é insuficiente.

4.3.4.9 Superlargura

Seguindo a metodologia descrita pelo DER (1999b) foi verificado a necessidade de superlargura nas curvas horizontais da Rodovia SC-485 através da Equação 01, adotando como parâmetro de veículo o valor de 10 m, previsto pelo DER (1999b) para o caso de reboques.

$$i = n \cdot Rb - \sqrt{(Rb^2 - D^2)} \quad (01)$$

em que:

D (metros) – distância entre eixos mais o balanço dianteiro do veículo;

Rb (metros) – raio da borda externa;

i (metros) – alargamento da pista de trânsito;

n – quantidade de faixas de trânsito diretas.

Com a utilização desses conceitos e parâmetros, as curvas horizontais foram analisadas sendo observado que, entre o km 24+830 e o km 25+200, onde existem duas curvas reversas cujos valores dos raios são 120 m e 125 m, existe a necessidade de uma super largura de 0,45 m e 0,40 m, respectivamente.

4.3.4.10 Seções transversais tipo

A seção transversal da pista existente tem dimensões bem próximas das de uma seção transversal padrão SP 9,5, definida pelas Diretrizes para a Concepção de Estradas (DER, 1999c).

As principais diferenças entre as duas seções transversais estão no fato da pista de rolamento da seção existente ter 6,60 m de largura com banquetas pavimentadas em ambos os lados com 1,20 m e a seção padrão da Diretriz possuir uma largura de 6,50 m com banquetas revestidas com vegetação rasteira em ambos os lados com 1,50 m de largura.

A seção transversal padrão SP 9,5, é admitida pelo DER (1999c) para o Grupo de Categoria A e Categoria de Estrada A III. Em uma análise prévia, sem serem levados em consideração com profundidade, aspectos como grau de participação de veículos de carga pesada, a inclinação longitudinal e a curvacidade, esta seção pode atender adequadamente volumes de tráfego de aproximadamente 12.000 veículos/dia, com uma velocidade de operação entre 60 km/h e 50 km/h.

Entretanto, de acordo com as recomendações das Diretrizes, caso o volume de veículos de carga pesada ultrapassar o valor de 300 veículos/24 horas, então deverá ser dada a preferência para a seção transversal SP 10,5 em vez da SP 9,5.

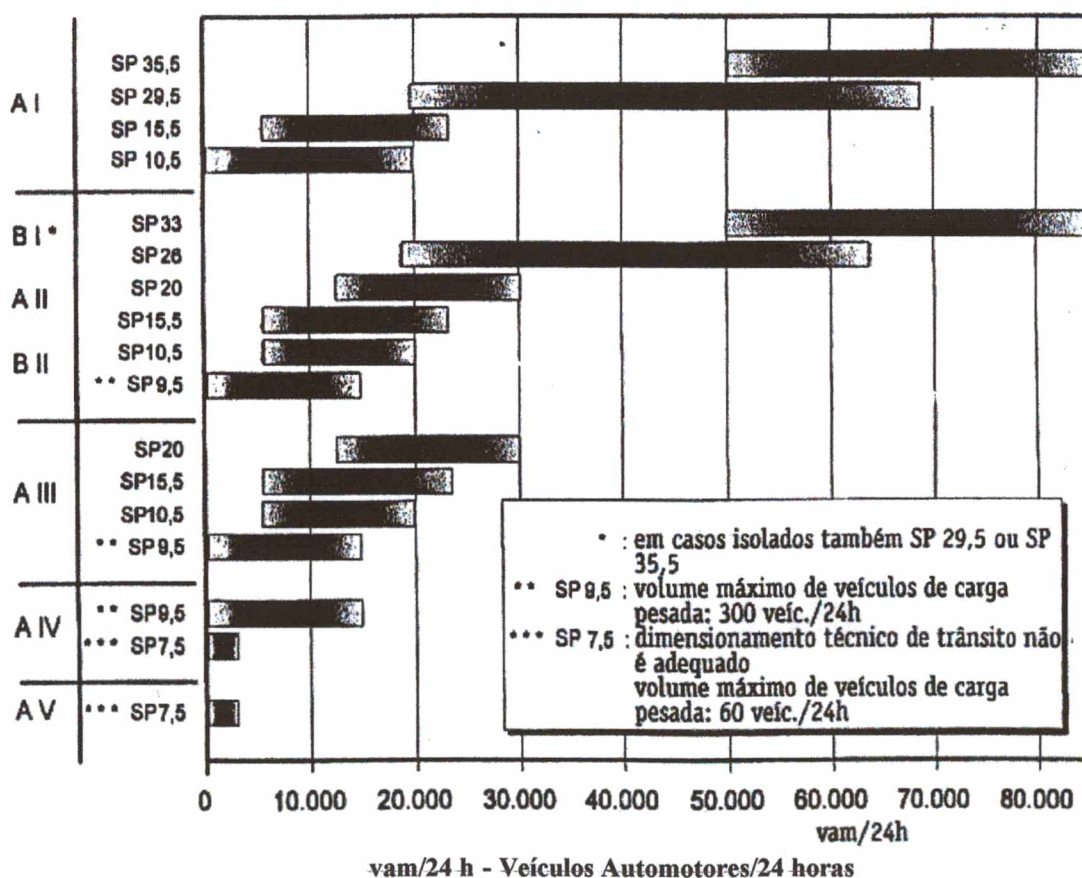
A seção transversal SP 10,5 apresenta uma pista de rolamento com largura de 7,50 m e banquetas revestidas com vegetação em ambos os lados com largura de 1,50 m.

De acordo com os dados observados nos estudos de tráfego, a seção transversal da pista existente já não atende satisfatoriamente ao volume de veículos, sendo desta forma, inadequada para a rodovia.

Na Figura 08, constante nas Diretrizes para a Concepção de Estradas (DER, 1999c), são apresentadas as áreas de aplicação usuais que servem para uma escolha prévia das seções transversais padrão a considerar.

Figura 08 – ESCOLHA PRÉVIA DA SEÇÃO TRANSVERSAL COM BASE NO VOLUME DE VEÍCULOS

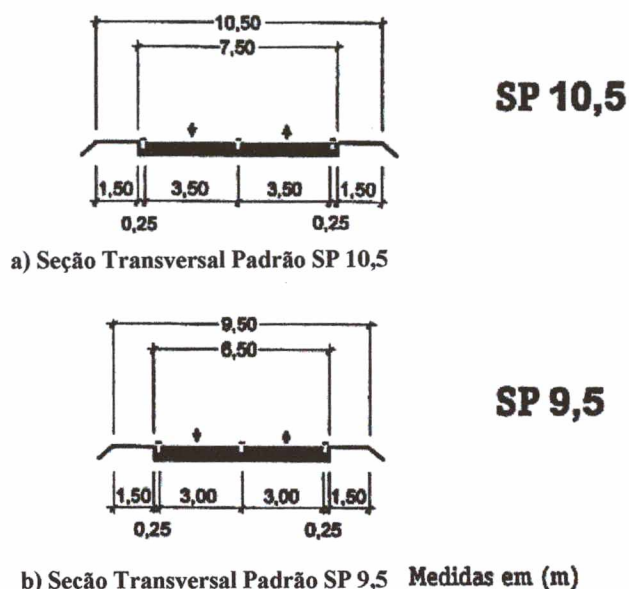
Categorias



Fonte: DER, 1999c

Na Figura 09, também constante das Diretrizes (DER, 1999c), são apresentadas as seções transversais SP 9,5 e SP 10,5.

Figura 09 – SEÇÕES TRANSVERSAIS PADRÃO EM ESTRADAS DE PISTA SIMPLES



Fonte: DER, 1999c

Ainda com relação à seção transversal, os valores observados nos estudos de tráfego com relação a presença de bicicletas demonstram a necessidade de implantação de ciclovias ou vias de uso comum para ciclistas e pedestres, conforme pode ser comprovado no Quadro 06, também constante das Diretrizes (DER, 1999c).

Quadro 23 – LIMITES DE UTILIZAÇÃO PARA CICLOVIAS E VIAS PARA PEDESTRES

Tráfego (vam/24h)	Vias Comuns p/ Ped./Bic. (tráf. de projeto Ped./Bic.)	Vias p/ Ped. (tráfego de projeto Ped.)	Ciclovias (tráfego de projeto Bic./Mot. ¹⁾
< 2500	75	60	90
2500-5000	25	20	30
5000-10000	15	10	15
> 10000	10	5	10

caso existam somente contagens de um dia, o volume de projeto é determinado com 20% do tráfego do dia

1) Motonetas (≤ 50 cc)

Fonte: DER, 1999c

4.3.4.11 Raios das curvas verticais

Os valores dos raios das curvas verticais foram comparados com os recomendados pelo DER (1999b) não sendo observados problemas.

4.3.4.12 Inclinações longitudinais máximas

Não foram observados problemas com as inclinações longitudinais máximas, principalmente pelo fato da rodovia se desenvolver em uma região plana.

Em alguns trechos, o greide se desenvolve em rampas de 0 %.

4.3.5 Representação Gráfica dos Resultados

A seguir são apresentadas as plantas contendo a representação gráfica da rodovia e dos resultados obtidos através da análise da geometria da rodovia SC-485.

Para a representação gráfica dos resultados adotou-se a convenção mencionada no item 3.5. Os locais onde ocorreram acidentes, obtidos através dos boletins de ocorrência, foram representados de acordo com a sua severidade, adotando-se para acidentes com vítimas fatais a cor vermelha, acidentes com feridos a cor amarela e acidentes apenas com danos materiais a cor azul.

As extensões onde existem urbanizações nas margens da rodovia foram representadas, sendo os segmentos com uma urbanização maior (por exemplo, edificações espaçadas em menos de 100 m) com a cor vermelho, os segmentos com uma urbanização menor (por exemplo, edificações espaçadas entre 100 m e 200 m) com a cor amarelo, os segmentos em áreas pré-urbanizadas com a cor verde e as áreas rurais não receberam marcação.

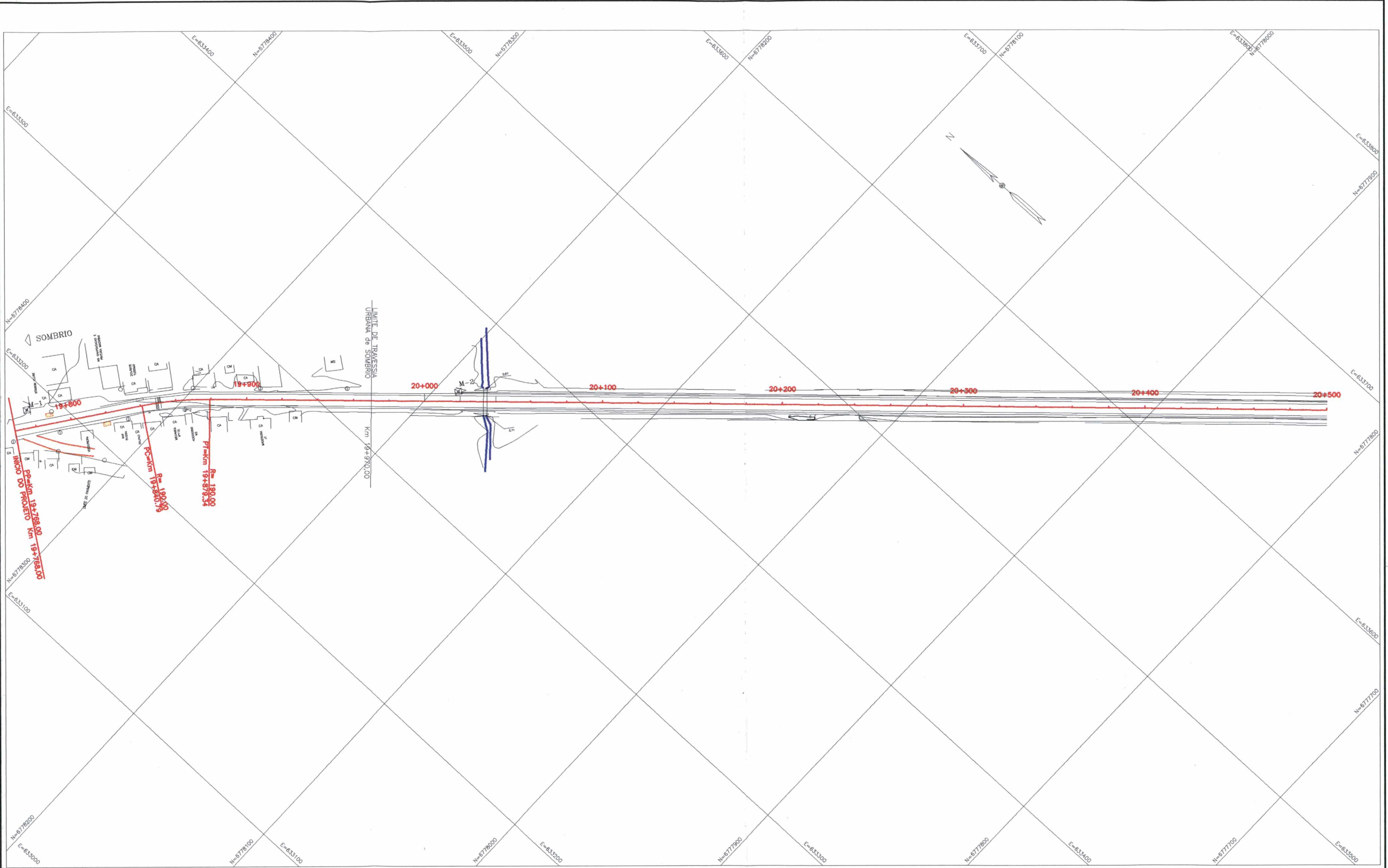
Os segmentos da rodovia com o seu enquadramento funcional e a velocidade de projeto V_p , a velocidade V_{85} , e a velocidade das placas de regulamentação foram também representados para facilitar a comparação das deficiências encontradas com as velocidades determinantes.

Por fim, as deficiências geométricas foram representadas na cor vermelha.

A representação em planta da rodovia é apresentada nas figuras 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 31, 34 e 37.

A representação em perfil longitudinal da rodovia é apresentada nas figuras 11, 14, 17, 20, 23, 26, 29, 32, 35 e 38.

Finalmente, representação gráfica dos resultados da sistemática proposta é apresentada nas figuras 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36 e 39.



CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

— BORDO DA PISTA	— CERCA	— CA — CRISTA DE ATERRO	— LINHA DE TRANSM.	— AD — ADUTORA DA CASAN	— CX. DA CELESC	— POSTE ALTA/BAIXA TENSÃO C/ TELEF.
— BORDO DO ACESSO/ESTRADA	— CERCA DE TELA	— CC — CRISTA DE CORTE	— CURVAS DE NÍVEL	— CANALETA DE CONCRETO	— CX. DA TELESC	— POSTE DE ALTA TENSÃO C/ TELEF.
— BORDO ACOST./BELVEDERE	— CERCA VIVA	— PA — PÉ DE ATERRO	— TALVEGUE	— MEJA CALHA	— CX. DE GRELHA	— POSTE DE BAIXA E ALTA TENSÃO
— CAMINHO	— MURO DE ALV.	— PC — PÉ DE CORTE	— VALA	— SARJ. RETANG. DE CONCR.	— ESTACA	— POSTE DE BAIXA TENSÃO C/ TELEF.
— DEFENSA SINGELA	— MURO DE ARRIMO	— EROSIÃO	— BANHADO	— SARJ. TRANG. DE CONCR.	— FURO DE SONDAGEM	— TORRE DE ALTA TENSÃO
— ESTRADA DE FERRO	— MURO DE PEDRA	— ESCORREGIMENTO	— CÔRREGO	— SARJ. TRAPEZ. DE CONCR.	— HIDRANTE	— PONTO AUXILIAR
— EIXO PISTA/CALÇADA/LOMBADA	— MURO DE CONCR.	— ROCCHA	— ACÍDE	— ÁRVORE	— MARCO DE COORD.	— ABRIGO DE PASSAGEIROS
— MEIO FIO	— PONTE DE MAD.	— CL — CULTURA	— LAGOA	— CX. CASAN	— POSTE DE ILUMIN.	
— FAIXA DE DOMÍNIO	— PONTE PENSIL	— M — MATO	— RIO	— CX. COLET. BOCA DE LOBO	— POSTE TELEFÔNICO	
— CASA DE ALV./MAD./MISTA	— PONTE DE CONCR.	— P — PASTO/GRAMA	— MAR	— CX. COLET. DE SARJ.	— POSTE DE BAIXA TENSÃO	
— LIMITE DE PROPR.	— PONTE DE CONCR.	— RF — REFLORRESTAMENTO	— BUEDRO	— CX. COLET. DE TALV.	— POSTE DE ALTA TENSÃO	

FIGURA 10 - PLANTA 01 - RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA
 km 19+768 ao km 20+500 - 01/10

		ESTADO DE SANTA CATARINA DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM	
		PROJETO GEOMÉTRICO PLANTA	RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA
RODOVIA: SC - 485 TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	dia: km 19+768 ano: km 20+500	FOLHA 01/10	

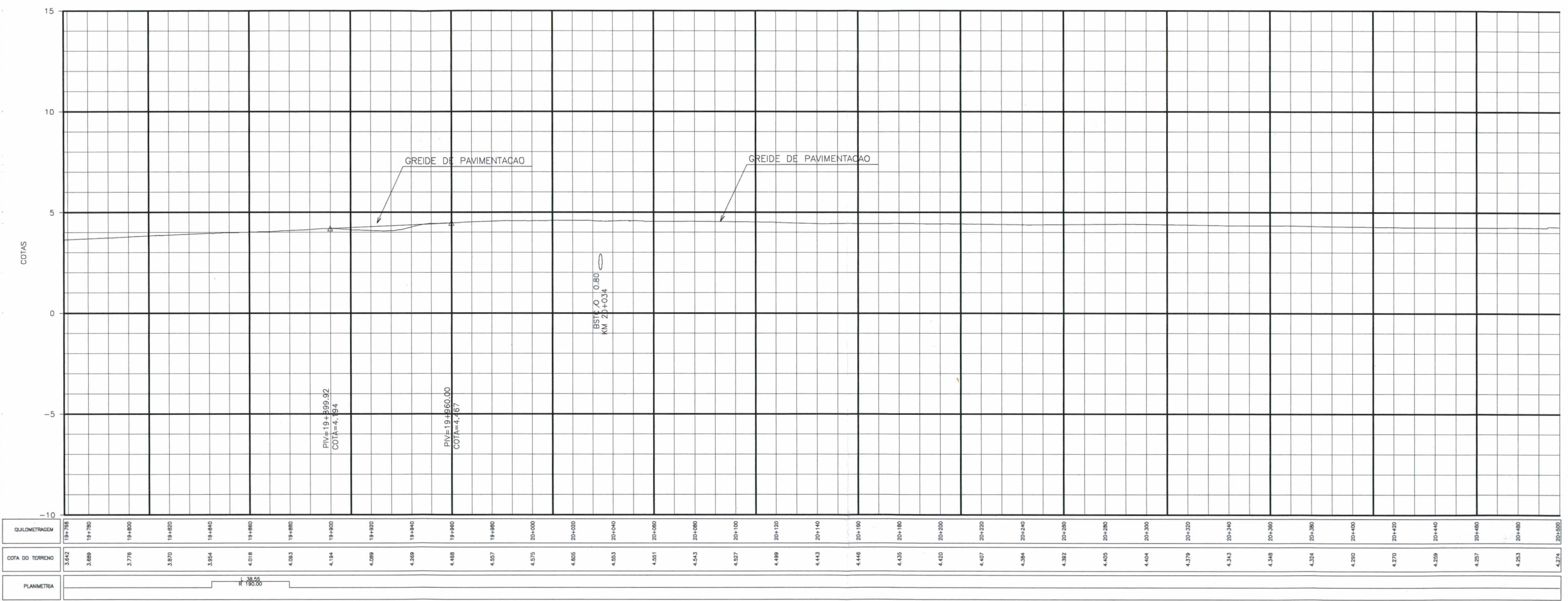
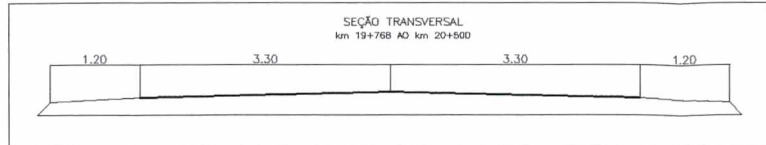
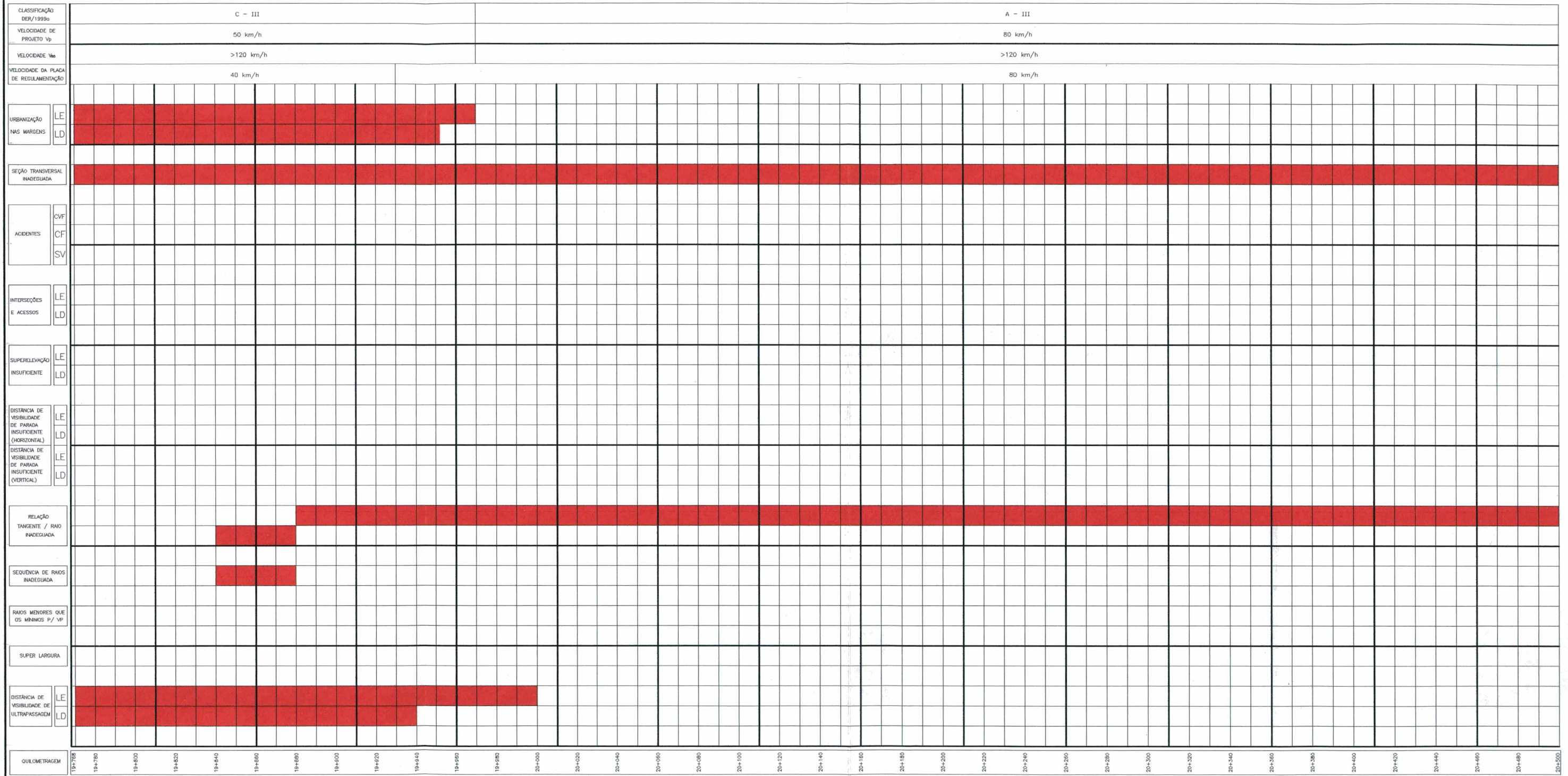


FIGURA 11 - PLANTA 02 - PERFIL DA RODOVIA
km 19+768 ao km 20+500 - 01/10

	ESTADO DE SANTA CATARINA DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM	
	PROJETO GEOMÉTRICO PERFIL LONGITUDINAL	PERFIL DA RODOVIA
RODOVIA : SC - 485 TRECHO : SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	do : km 19+768 ao : km 20+500	FOLHA 01/10



LEVANTAMENTO DE TRÁFEGO km 19+768 AO km 20+500							
RODOVA	AUTOMÓVEIS	ÔNIBUS	CAMINHÕES		REBOQUES E SEMI-REBOQUES	OUTROS	TOTAL
			SIMPLES	DÚPLOS			
SC-485	3.389	46	303	47	7	166	3.958



CONVENÇÕES

URBANIZAÇÃO	ÁREA COM ALTA URBANIZAÇÃO	ÁREA COM BAIXA URBANIZAÇÃO	ÁREA PRÉ-URBANA	ÁREA RURAL
ACIDENTES	CVF - ACIDENTES COM VÍTIMAS FATAIS	CF - ACIDENTES COM FERIDOS	SV - ACIDENTES SEM VÍTIMAS	

TIPOS DE ACIDENTES

A	- ABALROAMENTO
B	- ATROPELAMENTO
C	- COLISÃO
D	- CHOQUE
E	- INCÊNDIO
F	- TOMBAMENTO
G	- SAÍDA DE PISTA
H	- CAPOTAMENTO

EX1: 3B+1H = 3 ATROPELAMENTOS + 1 CAPOTAMENTO

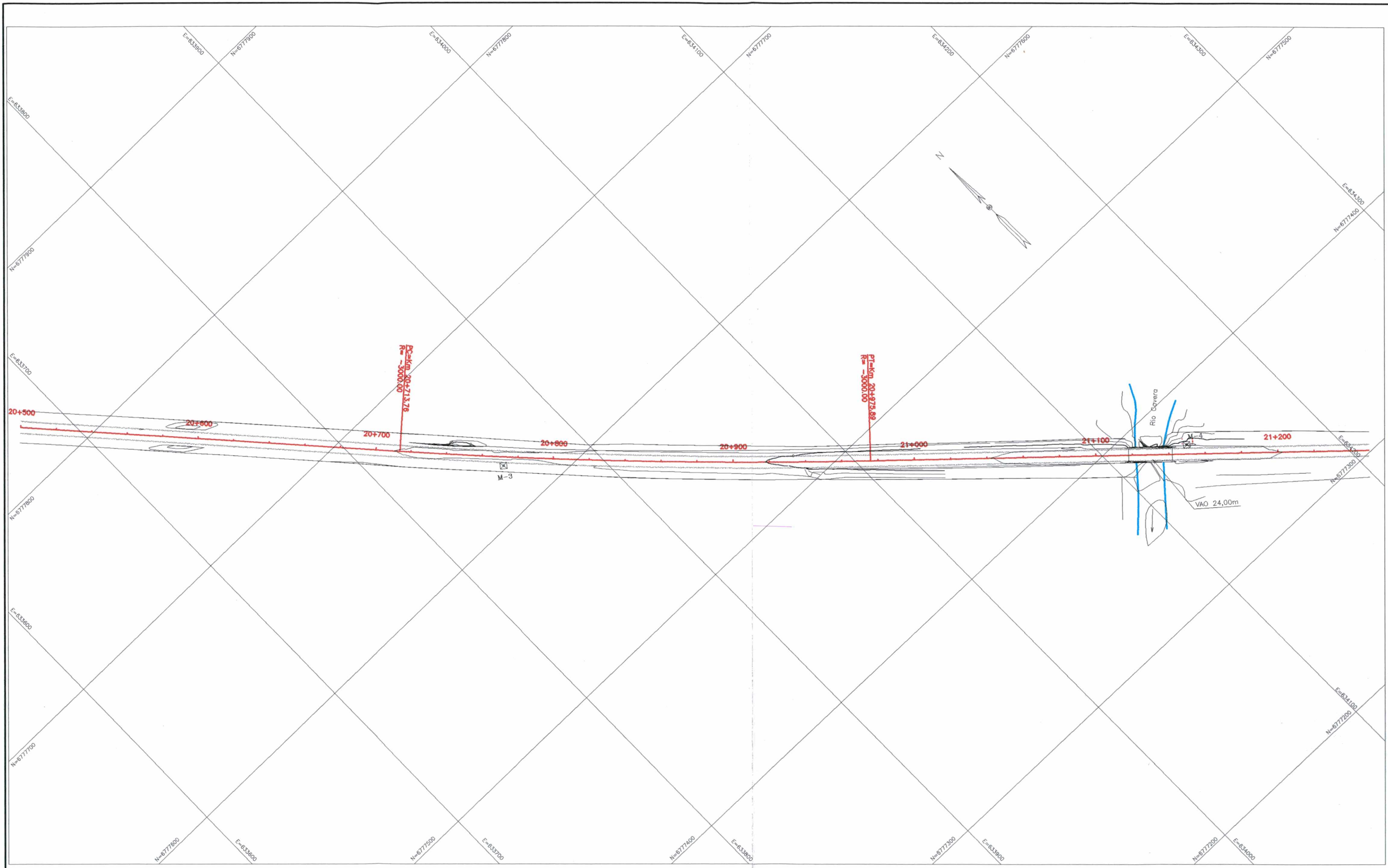
EX2: 1CB = 1 COLISÃO COM ATROPELAMENTO

DEFICIÊNCIAS GEOMÉTRICAS INTERSEÇÕES E ACESSOS

FIGURA 12 - PLANTA 03 - ANÁLISE GEOMÉTRICA km 19+768 ao km 20+500 - 01/10

SISTEMÁTICA DE LEVANTAMENTO, REPRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOMÉTRICOS PARA PROJETOS DE MELHORAMENTOS DE RODOVIA

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS RESULTADOS		ANÁLISE GEOMÉTRICA	
RODOVIA: SC - 485	do: km 19+768	FOLHA	
TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	ao: km 20+500	01/10	



CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

— BORDO DA PISTA	— CERCA	— CA — CRISTA DE ATERRO	— LINHA DE TRANSM.	— AD — ADUTORIA DA CASAN	— CX. DA CELESC	— POSTE ALTA/BAIXA TENSÃO C/ TELEF.
— BORDO DO ACESSO/ESTRADA	— CERCA DE TELA	— CC — CRISTA DE CORTE	— CURVAS DE NÍVEL	— GANALETA DE CONCRETO	— CX. DA TELESC	— POSTE DE ALTA TENSÃO C/ TELEF.
— BORDO ACOST./BELVEDERE	— CERCA VIVA	— PA — PÉ DE ATERRO	— TALVEGUE	— MEIA CAIXA	— CX. DE GRELHA	— POSTE DE BAIXA E ALTA TENSÃO
— CAMINHO	— MURO DE ALV.	— PC — PÉ DE CORTE	— VAIA	— SARJ. RETANG. DE CONCR.	— ESTACA	— POSTE DE BAIXA TENSÃO C/ TELEF.
— DEFENSA SINGELA	— MURO DE ARRIMO	— ESCORREGAMENTO	— BANHADO	— SARJ. TRIANG. DE CONCR.	— FURO DE SONDAGEM	— TORRE DE ALTA TENSÃO
— ESTRADA DE FERRO	— MURO DE PEDRA	— EROSIÃO	— CÔRREGO	— SARJ. TRAPEZ. DE CONCR.	— HIDRANTE	— PONTO AUXILIAR
— EXD PISTA/CALÇADA/LOMBADA	— MURO DE CONCR.	— R.C. — R. C.	— ACÓDE	— R. C.	— MARCO DE COORD.	— ABRIGO DE PASSAGEIROS
— MEIO FIO	— PONTE DE MAD.	— CL — CULTURA	— LAGOA	— R. C.	— POSTE DE ILUMIN.	
— FAIXA DE DOMÍNIO	— PONTE PENSIL	— H — MATO	— RIO	— R. C.	— POSTE TELEFÔNICO	
— CASA DE ALV./MAD./MISTA	— PONTE DE CONCR.	— P — PASTO/GRAMA	— MAR	— R. C.	— POSTE DE BAIXA TENSÃO	
— LIMITE DE PROP.		— R.F. — REFLORESTAMENTO	— BUEIRO	— R. C.	— POSTE DE ALTA TENSÃO	

FIGURA 13 - PLANTA 04 - RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA
 km 20+500 ao km 21+250 - 02/10

	ESTADO DE SANTA CATARINA	
	DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM	
PROJETO GEOMÉTRICO PLANTA	RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA	
RODOVIA: SC - 485	do: km 20+500	FOLHA
TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	ao: km 21+250	02/10

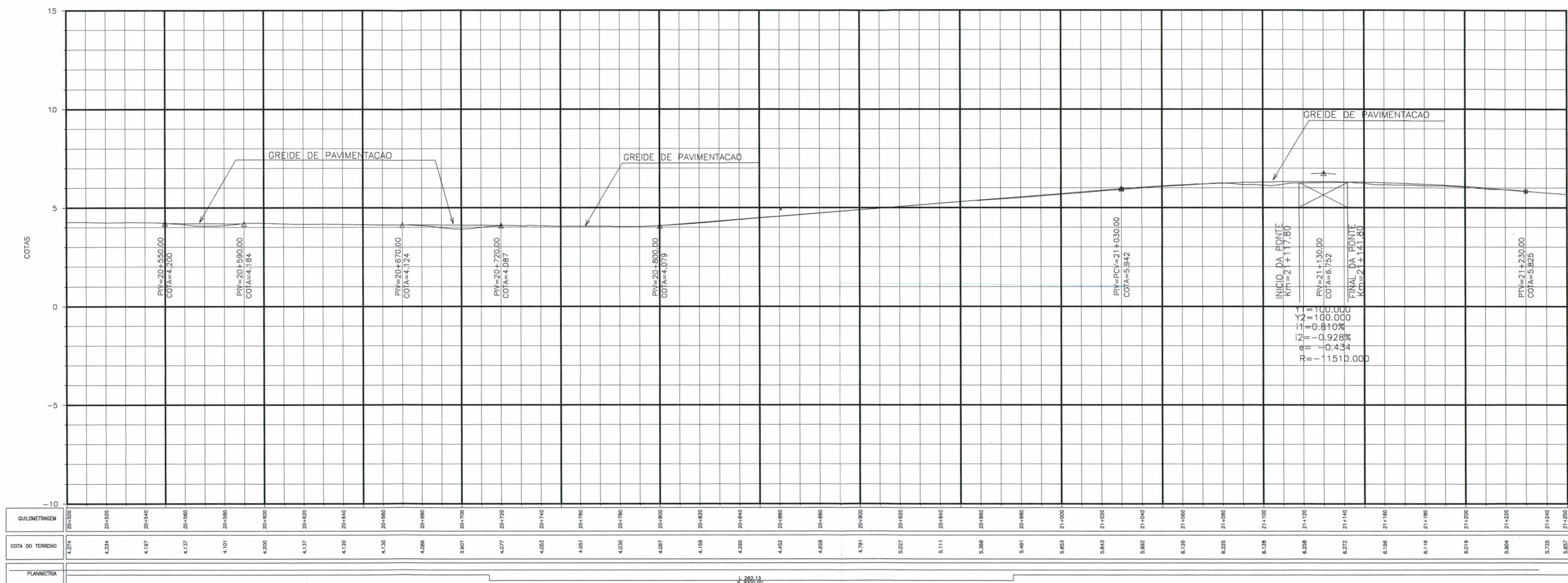
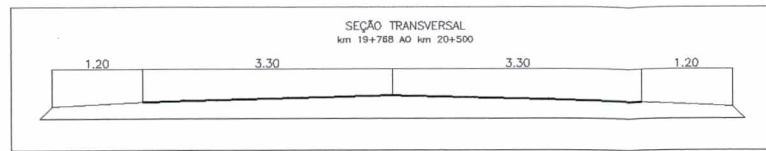
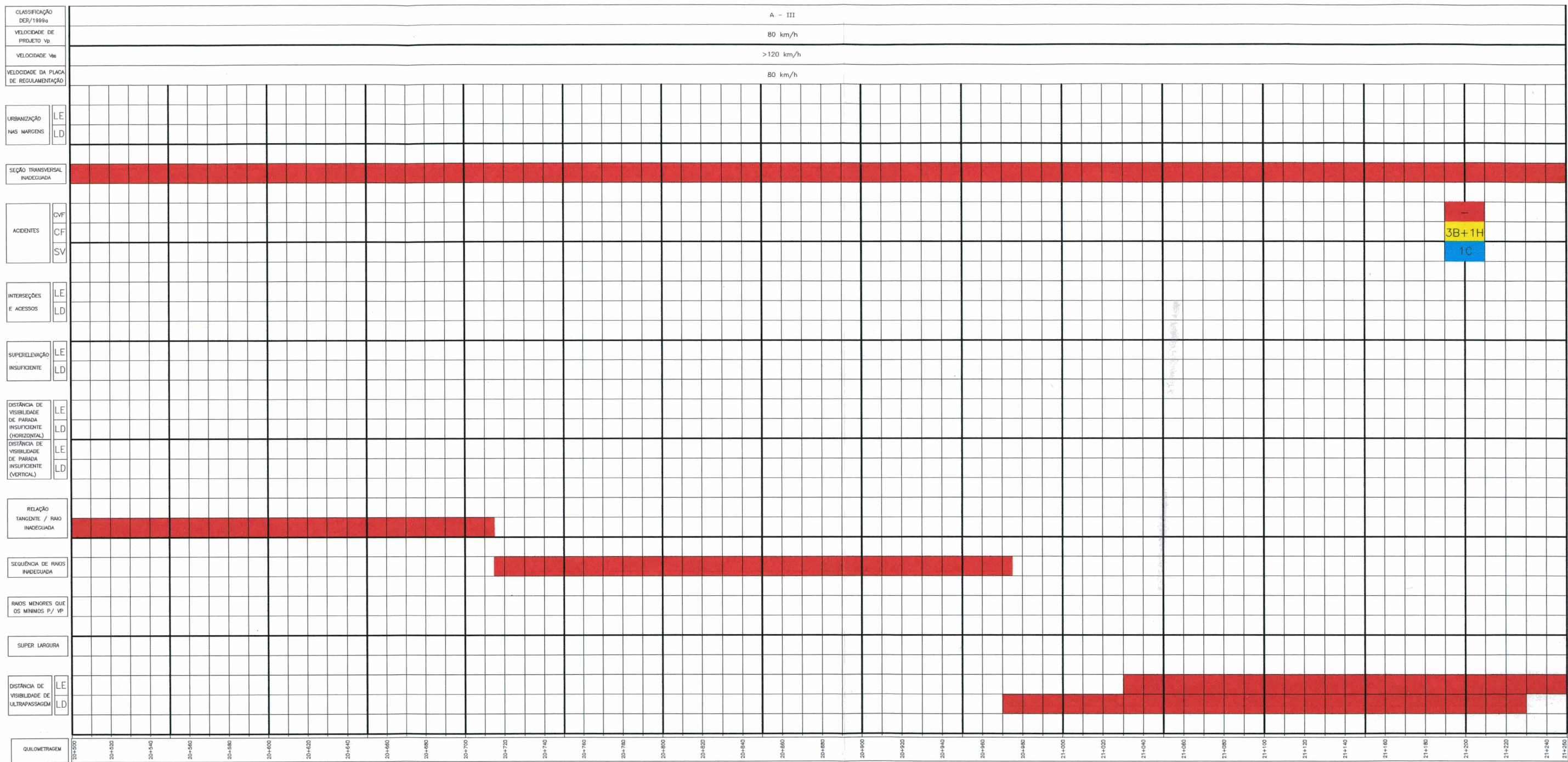


FIGURA 14 - PLANTA 05 - PERFIL DA RODOVIA
km 20+500 ao km 21+250 - 02/10

	ESTADO DE SANTA CATARINA	
	DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM	
PROJETO GEOMÉTRICO		PERFIL DA
PERFIL LONGITUDINAL		RODOVIA
RODOVIA: SC - 485	do: km 20+500	FOLHA
TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	ao: km 21+250	02/10



LEVANTAMENTO DE TRÁFEGO km 19+768 AO km 20+500							
RODOVA	AUTOMÓVEIS	ÔNIBUS	CAMINHÕES		REBOQUES E SEM-REBOQUES	OUTROS	TOTAL
			SIMPLES	DÚPLIS			
SC-485	3.389	46	303	47	7	166	3.958



CONVENÇÕES

URBANIZAÇÃO	
ÁREA COM ALTA URBANIZAÇÃO	[Red]
ÁREA COM BAIXA URBANIZAÇÃO	[Yellow]
ÁREA PRÉ-URBANA	[Green]
ÁREA RURAL	[White]

ACIDENTES	
CVF - ACIDENTES COM VÍTIMAS FATAIS	[Red]
CF - ACIDENTES COM FERIDOS	[Yellow]
SV - ACIDENTES SEM VÍTIMAS	[Blue]

TIPOS DE ACIDENTES

A	- ABALROAMENTO
B	- ATROPELAMENTO
C	- COLISÃO
D	- CHOQUE
E	- INCÊNDIO
F	- TOMBAMENTO
G	- SAÍDA DE PISTA
H	- CAPOTAMENTO

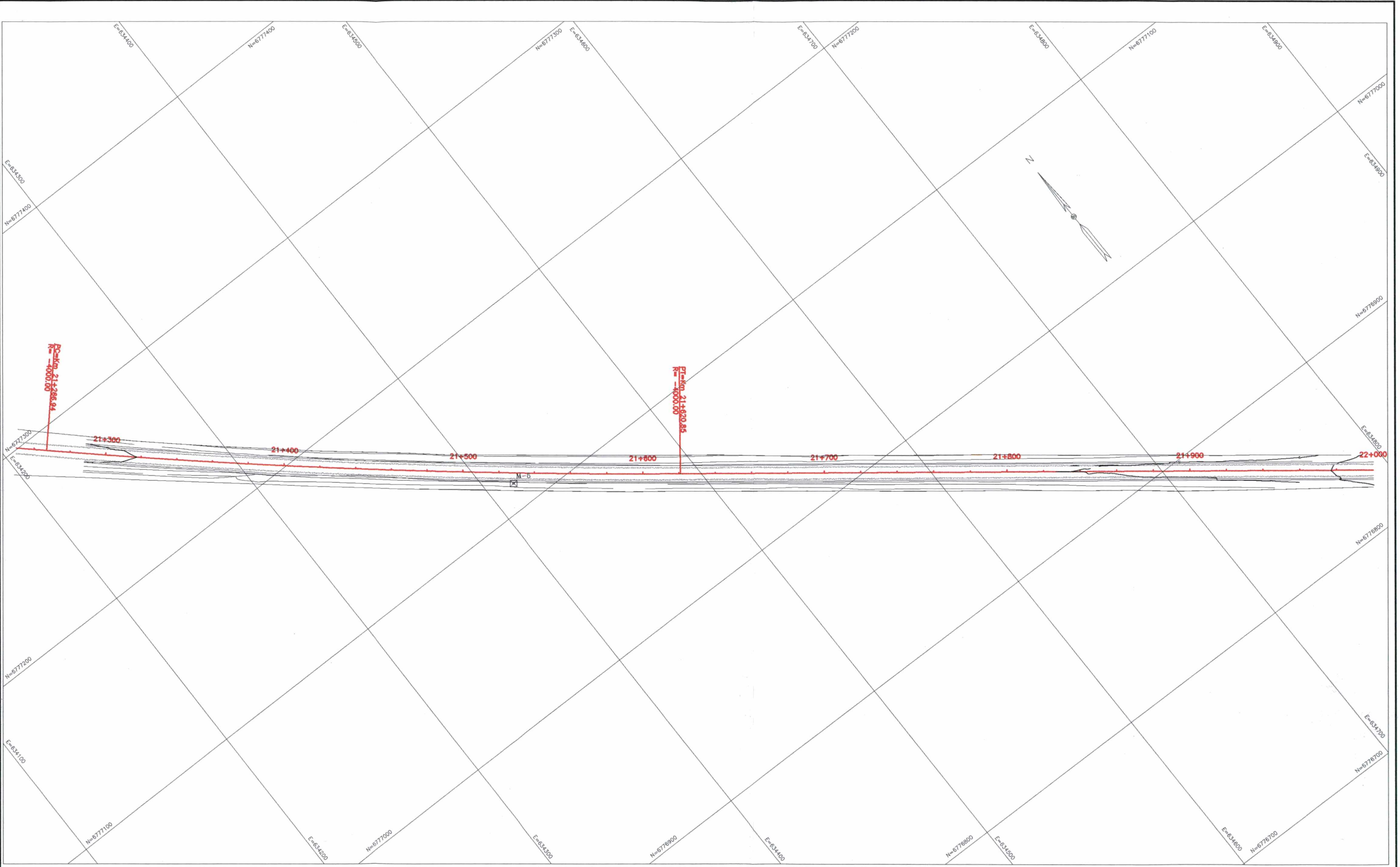
EX1: 3B+1H = 3 ATROPELAMENTOS + 1 CAPOTAMENTO

EX2: 1CB = 1 COLISÃO COM ATROPELAMENTO

DEFICIÊNCIAS GEOMÉTRICAS INTERSEÇÕES E ACESSOS [Red]

FIGURA 15 - PLANTA 06 - ANÁLISE GEOMÉTRICA km 20+500 ao km 21+250 - 02/10

SISTEMÁTICA DE LEVANTAMENTO, REPRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOMÉTRICOS PARA PROJETOS DE MELHORAMENTOS DE RODOVIA		
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS RESULTADOS		ANÁLISE GEOMÉTRICA
RODOVIA: SC - 485	do: km 20+500	FOLHA 02/10
TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	ao: km 21+250	



CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

— BORDO DA PISTA	— CERCA	— CA — CRISTA DE ATERRO	— LINHA DE TRANSM.	— AD — ADUTORA DA CASAN	— CX. DA CELESC	— POSTE ALTA/BAIXA TENSÃO C/ TELEF.
— BORDO DO ACESSO/ESTRADA	— CERCA DE TELA	— CC — CRISTA DE CORTE	— CURVAS DE NÍVEL	— CANALETA DE CONCRETO	— CX. DA TELESC	— POSTE DE ALTA TENSÃO C/ TELEF.
— BORDO ACOST./BELVEDERE	— CERCA VIVA	— PA — PÉ DE ATERRO	— TALVEGUE	— MEIA CALHA	— CX. DE GRELHA	— POSTE DE BAIXA E ALTA TENSÃO
— CAMINHO	— MURO DE ALV.	— PC — PÉ DE CORTE	— VALA	— SARJ. RETANG. DE CONCR.	— EST — ESTACA	— POSTE DE ALTA TENSÃO C/ TELEF.
— DEFENSA SINGELA	— MURO DE ARRIMO	— EROSÃO	— BANHADO	— SARJ. TRIANG. DE CONCR.	— FURO DE SONDAEM	— TORRE DE ALTA TENSÃO
— ESTRADA DE FERRO	— MURO DE PEDRA	— ESCORREGAMENTO	— CÓRREGO	— SARJ. TRAPEZ. DE CONCR.	— HIDRANTE	— PONTO AUXILIAR
— EXO PISTA/CALÇADA/LOMBADA	— MURO DE CONCR.	— ROCCHA	— ACÓDE	— ÁRVORE	— MARCO DE COORD.	— ABRIGO DE PASSAGEIROS
— MEDIO FIO	— PONTE DE MAD.	— CULTURA	— LAGOA	— CX. CASAN	— POSTE DE ILUMIN.	
— FAIXA DE DOMÍNIO	— PONTE PENLIL	— MATO	— RIO	— CX. COLET. BOCA DE LOBO	— POSTE TELEFÔNICO	
— CASA DE ALV./MAD./MISTA	— PONTE DE CONCR.	— PASTO/GRAMA	— MAR	— CX. COLET. DE SARJ.	— POSTE DE BAIXA TENSÃO	
— LIMITE DE PROPR.		— REFLORESTAMENTO	— BUERO	— CX. COLET. DE TALV.	— POSTE DE ALTA TENSÃO	

FIGURA 16 - PLANTA 07 - RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA
 km 21+250 ao km 22+000 - 03/10

	ESTADO DE SANTA CATARINA	
	DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM	
PROJETO GEOMÉTRICO	RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA	
PLANTA		
RODOVIA: SC - 485	do : km 21+250	FOLHA
TRECHO : SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	ao : km 22+000	03/10

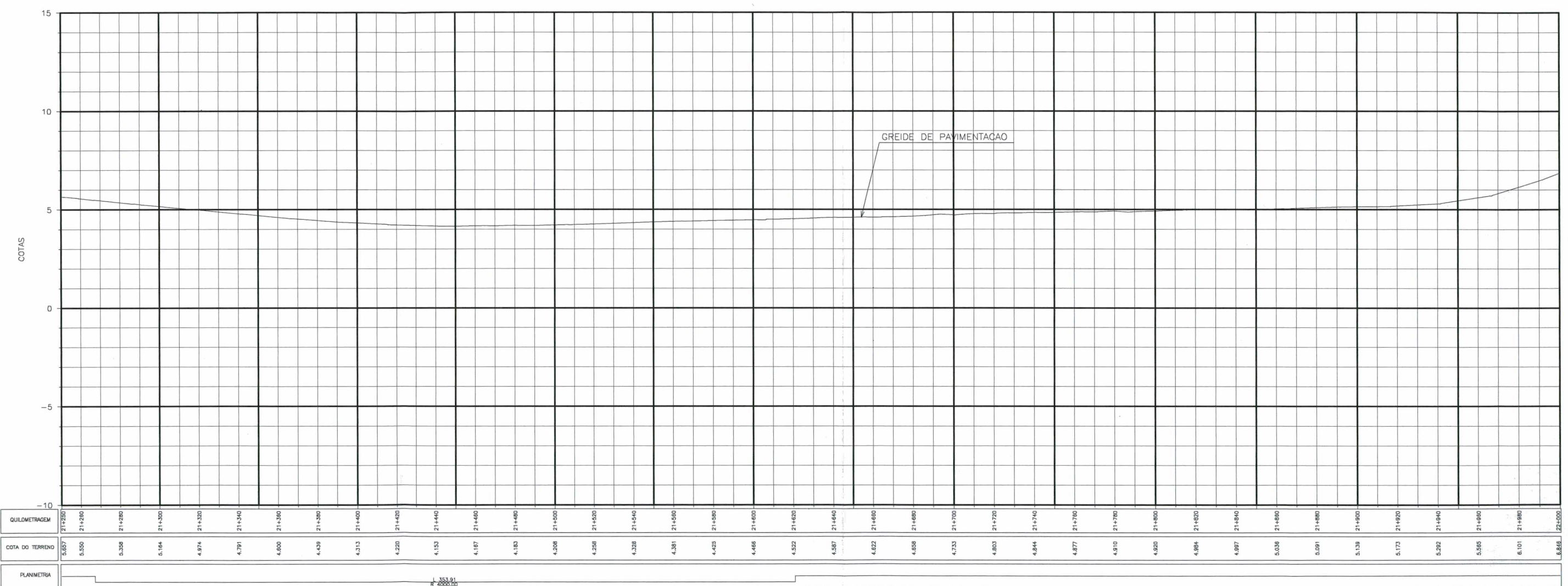


FIGURA 17 - PLANTA 08 - PERFIL DA RODOVIA
km 21+250 ao km 22+000 - 03/10

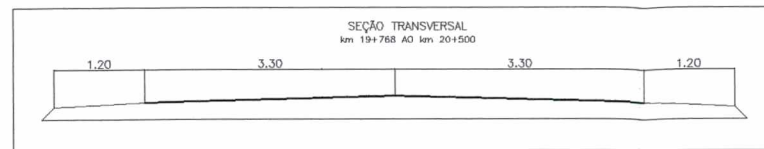
ESTADO DE SANTA CATARINA
DER DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

PROJETO GEOMÉTRICO
PERFIL LONGITUDINAL

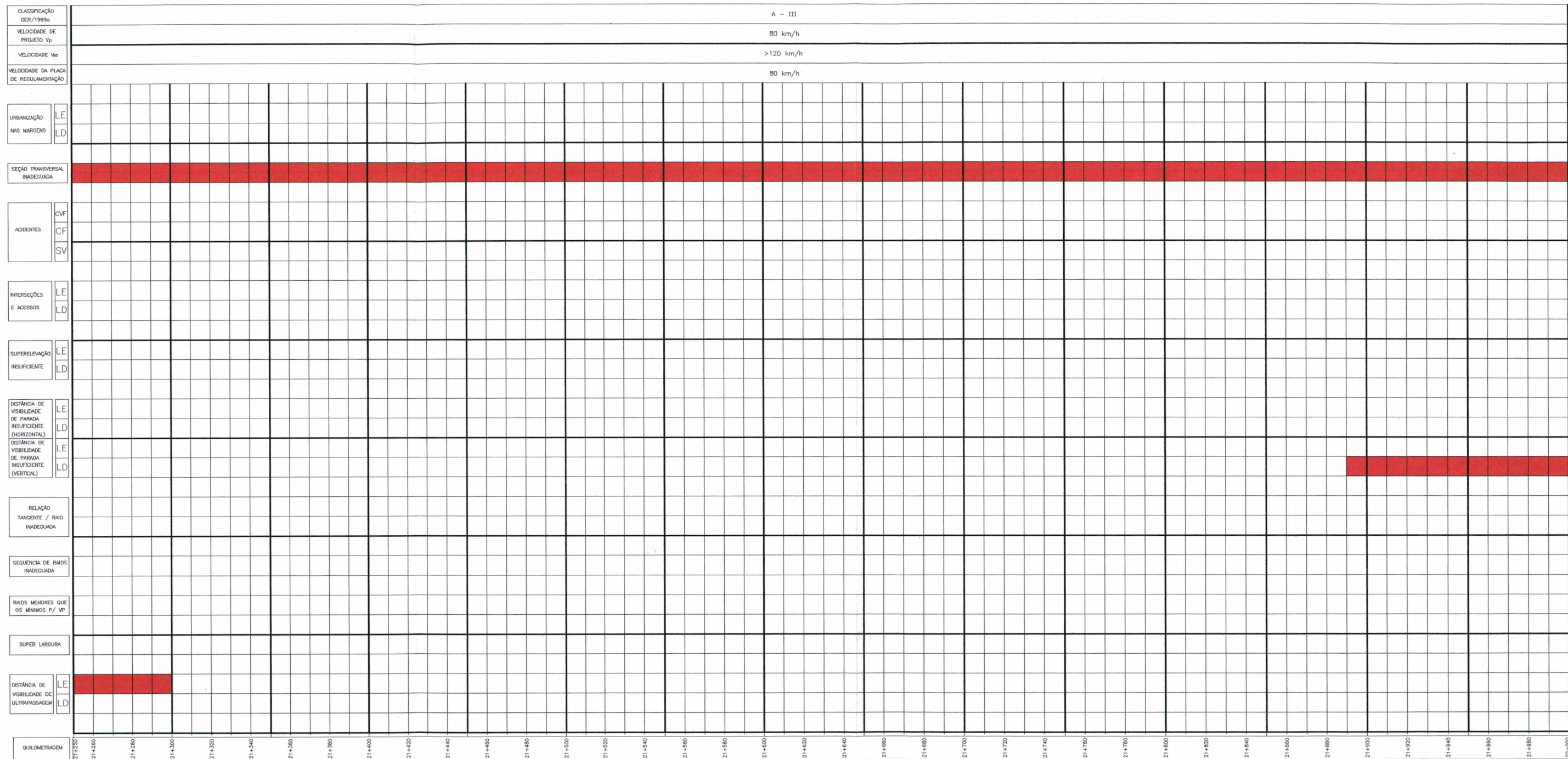
RODOVIA: SC - 485
 TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA

do : km 21+250
 ao : km 22+000

FOLHA 03/10



LEVANTAMENTO DE TRÁFEGO km 19+768 AO km 20+500							
RODOVA	AUTOMÓVEIS	ÔNIBUS	CAMINHÕES		REBOQUES E SEMI-REBOQUES	OUTROS	TOTAL
			SIMPLES	DÚPLIOS			
SC-485	3.389	48	303	47	7	166	3.958



CONVENÇÕES

URBANIZAÇÃO	ÁREA COM ALTA URBANIZAÇÃO	
	ÁREA COM BAIXA URBANIZAÇÃO	
	ÁREA PRÉ-URBANA	
	ÁREA RURAL	
ACIDENTES	CVF - ACIDENTES COM VÍTIMAS FATAIS	
	CF - ACIDENTES COM FERIDOS	
	SV - ACIDENTES SEM VÍTIMAS	

TIPOS DE ACIDENTES

A	- ABALROAMENTO
B	- ATROPELAMENTO
C	- COLISÃO
D	- CHOQUE
E	- INCÊNDIO
F	- TOMBAMENTO
G	- SAÍDA DE PISTA
H	- CAPOTAMENTO

EX1: 3B+1H = 3 ATROPELAMENTOS + 1 CAPOTAMENTO

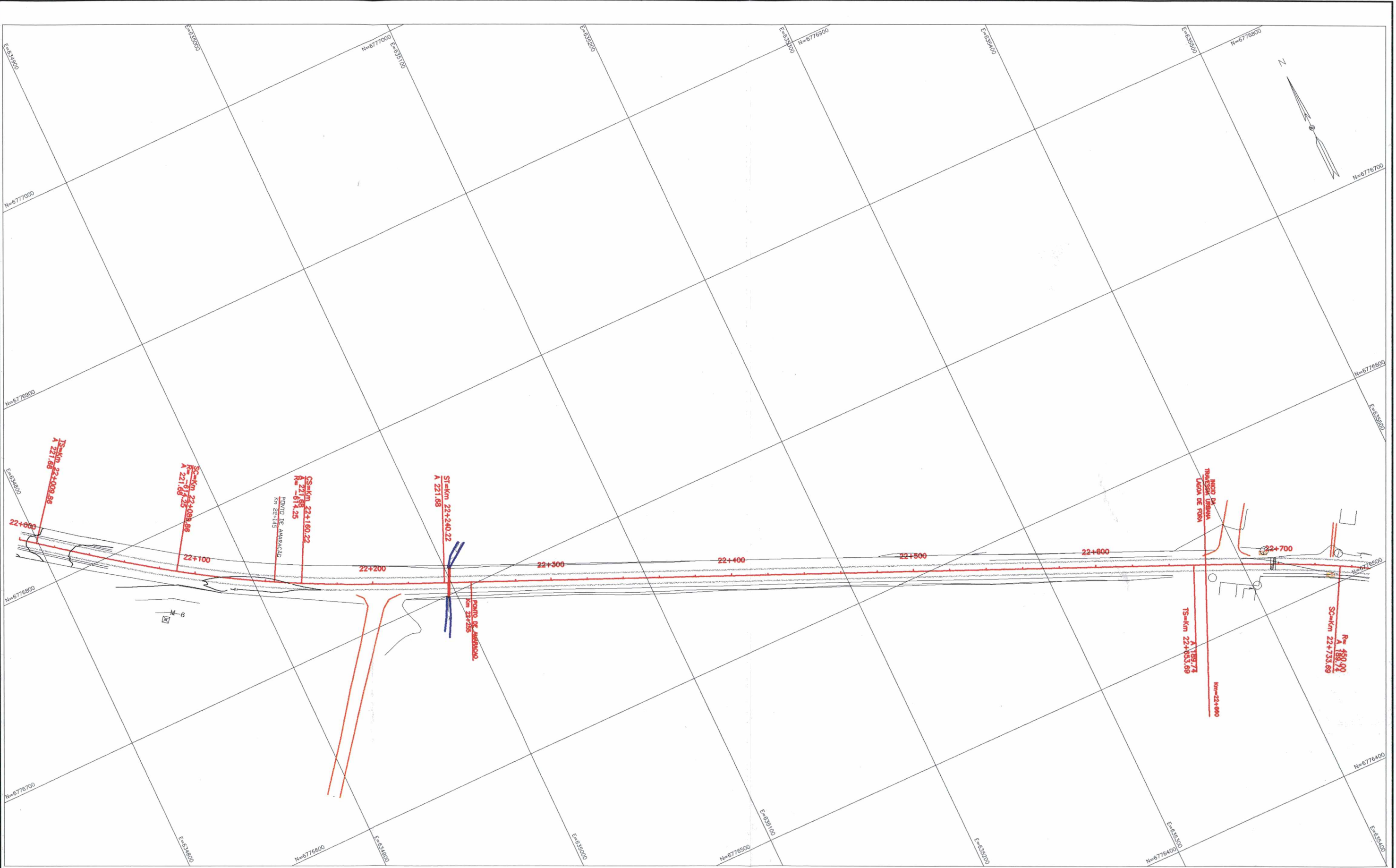
EX2: 1CB = 1 COLISÃO COM ATROPELAMENTO

DEFICIÊNCIAS GEOMÉTRICAS INTERSEÇÕES E ACESSOS

FIGURA 18 - PLANTA 09 - ANÁLISE GEOMÉTRICA km 21+250 ao km 22+000 - 03/10

SISTEMÁTICA DE LEVANTAMENTO, REPRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOMÉTRICOS PARA PROJETOS DE MELHORAMENTOS DE RODOVIA

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS RESULTADOS		ANÁLISE GEOMÉTRICA	
RODOVA: SC - 485	do : km 21+250	FOLHA	
TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	ao : km 22+000		03/10



CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

- BORDO DA PISTA	- CERCA	- CA	- CRISTA DE ATERRAMENTO	- LINHA DE TRANSM.	- AD	- ADUTORA DA CASAN	- CX. DA CELESC	- POSTE ALTA/BAIXA TENSÃO C/ TELEF.
- BORDO DO ACESSO/ESTRADA	- CERCA DE TELA	- CC	- CRISTA DE CORTE	- CURVAS DE NÍVEL	- CANALETA DE CONCRETO	- CANALETA DE CONCRETO	- CX. DA TELESC	- POSTE DE ALTA TENSÃO C/ TELEF.
- BORDO ACOST./BELVEDERE	- CERCA VIVA	- PA	- PÉ DE ATERRAMENTO	- TALVEQUE	- MEIA CALHA	- SARJ. RETANG. DE CONCR.	- CX. DE GRELHA	- POSTE DE BAIXA E ALTA TENSÃO
- CAMINHO	- MURO DE ALV.	- PC	- PÉ DE CORTE	- VALA	- SARJ. TRIANG. DE CONCR.	- SARJ. TRIANG. DE CONCR.	- ESTACA	- POSTE DE BAIXA TENSÃO C/ TELEF.
- DEFENSA SINGELA	- MURO DE ARRIMO	- EROSIÃO	- ESCORREGAMENTO	- BANHADO	- SARJ. TRAPEZ. DE CONCR.	- SARJ. TRAPEZ. DE CONCR.	- FURTO DE SONDAGEM	- TORRE DE ALTA TENSÃO
- ESTRADA DE FERRO	- MURO DE PEDRA	- ESCORREGAMENTO	- ESCORREGAMENTO	- CÔRREGO	- ÁRVORE	- ÁRVORE	- HIDRANTE	- PONTO AUXILIAR
- EIXO PISTA/CALÇADA/LOMBADA	- MURO DE CONCR.	- ROCHA	- ROCHA	- LAGOA	- CX. CASAN	- CX. CASAN	- MARCO DE COORD.	- ABRIGO DE PASSAGEIROS
- MEIO FIO	- PONTE DE MAD.	- CULTURA	- CULTURA	- RIO	- CX. COLET. BOCA DE LOBO	- CX. COLET. BOCA DE LOBO	- POSTE DE ILLUMIN.	
- FAIXA DE DOMÍNIO	- PONTE PENSIL	- MATO	- MATO	- MAR	- CX. COLET. DE SARJ.	- CX. COLET. DE SARJ.	- POSTE TELEFÔNICO	
- CASA DE ALV./MAD./MISTA	- PONTE DE CONCR.	- PASTO/GRAMA	- PASTO/GRAMA	- BUEIRO	- CX. COLET. DE TALV.	- CX. COLET. DE TALV.	- POSTE DE BAIXA TENSÃO	
- LIMITE DE PROPR.	- PONTE DE CONCR.	- REFLORESTAMENTO	- REFLORESTAMENTO				- POSTE DE ALTA TENSÃO	

FIGURA 19 - PLANTA 10 - RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA
 km 22+000 ao km 22+750 - 04/10

ESTADO DE SANTA CATARINA
 DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

PROJETO GEOMÉTRICO PLANTA **RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA**

RODOVIA: SC - 485 do: km 22+000 FOLHA
 TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA ao: km 22+750 04/10

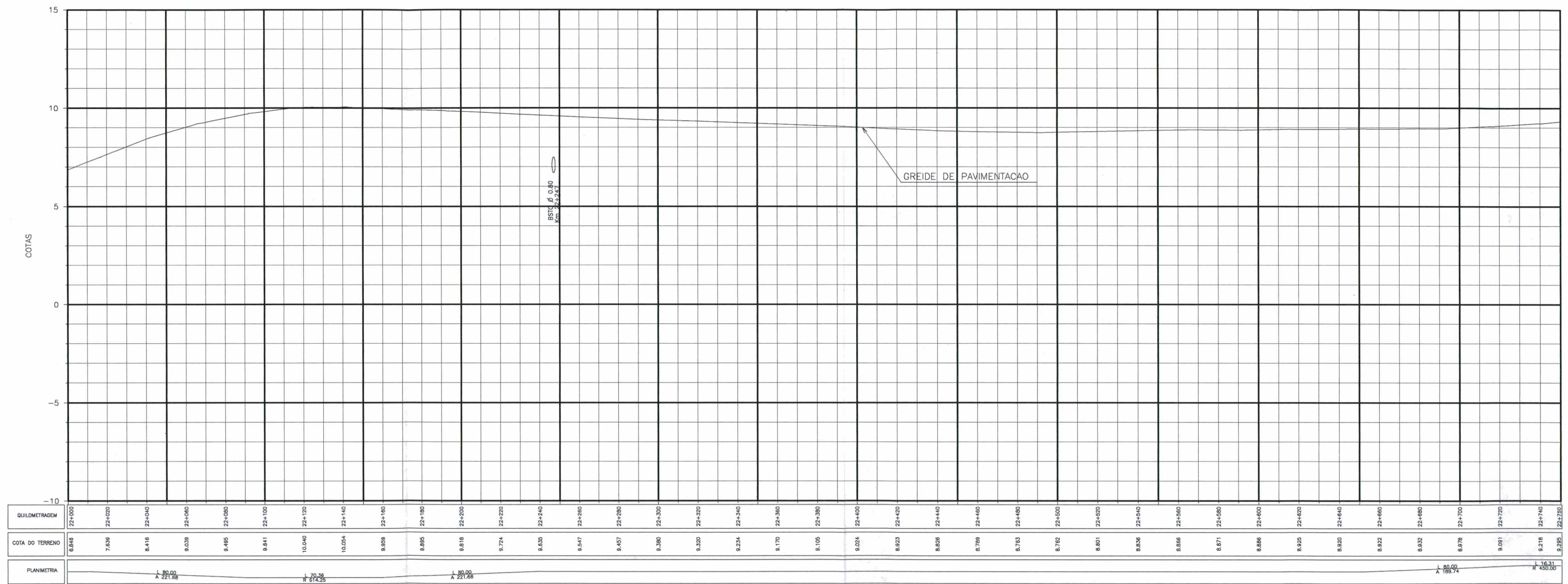


FIGURA 20 - PLANTA 11 - PERFIL DA RODOVIA
km 22+000 ao km 22+750 - 04/10

ESTADO DE SANTA CATARINA
DER DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

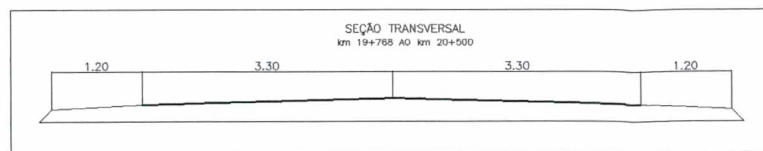
PROJETO GEOMÉTRICO
PERFIL LONGITUDINAL

RODOVIA: SC - 485
 TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA

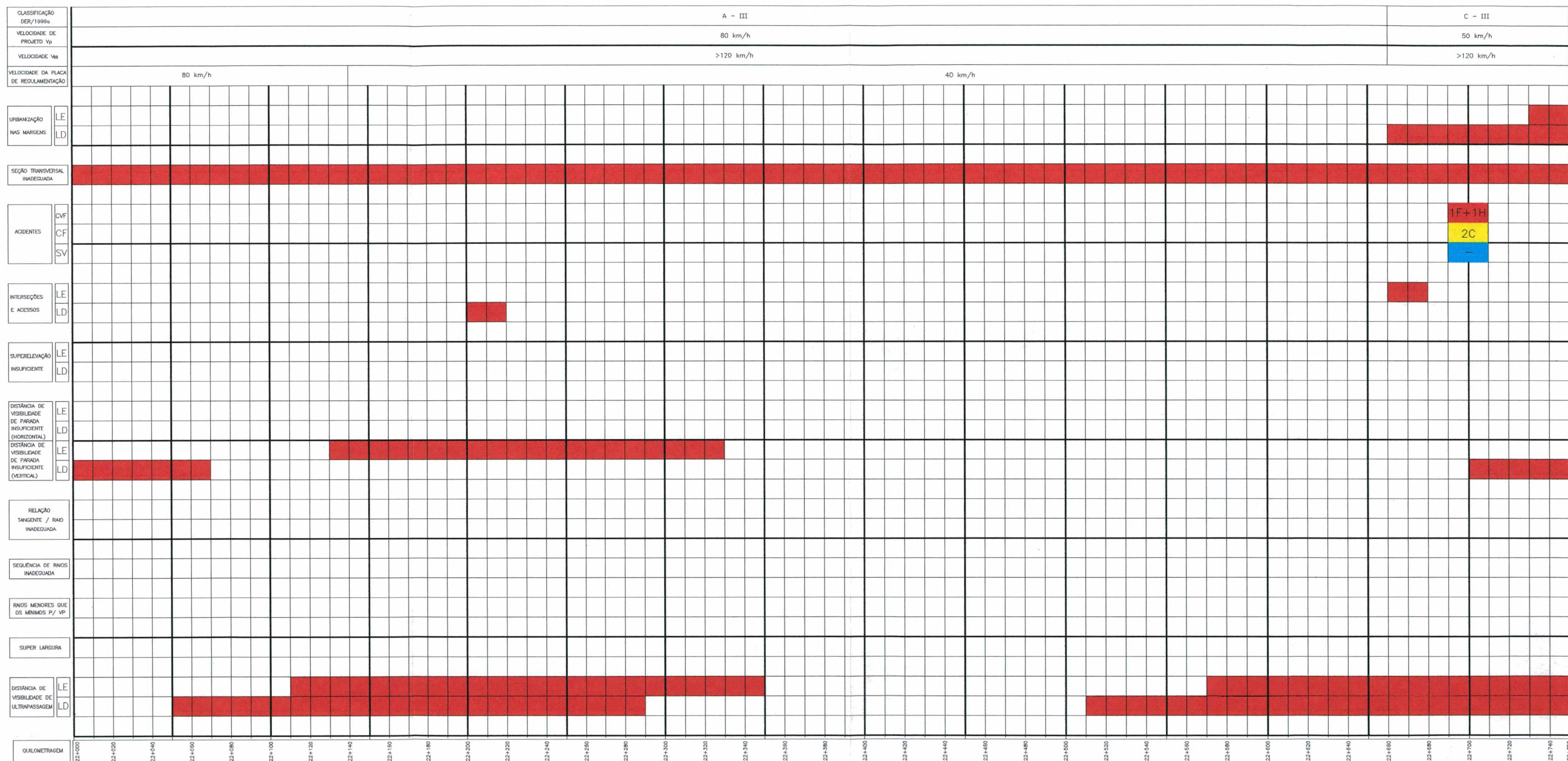
PERFIL DA RODOVIA

do: km 22+000
 ao: km 22+750

FOLHA
 04/10



LEVANTAMENTO DE TRÁFEGO km 19+768 AO km 20+500							
RODOVA	AUTOMÓVEIS	ÔNIBUS	CAMINHÕES		REBOQUES E SEMI-REBOQUES	OUTROS	TOTAL
			SIMPLES	DÚPLIOS			
SC-485	3.389	46	303	47	7	166	3.958



CONVENÇÕES

URBANIZAÇÃO	
ÁREA COM ALTA URBANIZAÇÃO	[Red]
ÁREA COM BAIXA URBANIZAÇÃO	[Yellow]
ÁREA PRÉ-URBANA	[Green]
ÁREA RURAL	[White]

ACIDENTES	
CVF - ACIDENTES COM VÍTIMAS FATAIS	[Red]
CF - ACIDENTES COM FERIDOS	[Yellow]
SV - ACIDENTES SEM VÍTIMAS	[Blue]

TIPOS DE ACIDENTES

A	- ABALROAMENTO
B	- ATROPELAMENTO
C	- COLISÃO
D	- CHOQUE
E	- INCÊNDIO
F	- TOMBAMENTO
G	- SAÍDA DE PISTA
H	- CAPOTAMENTO

EX1: 3B+1H = 3 ATROPELAMENTOS + 1 CAPOTAMENTO

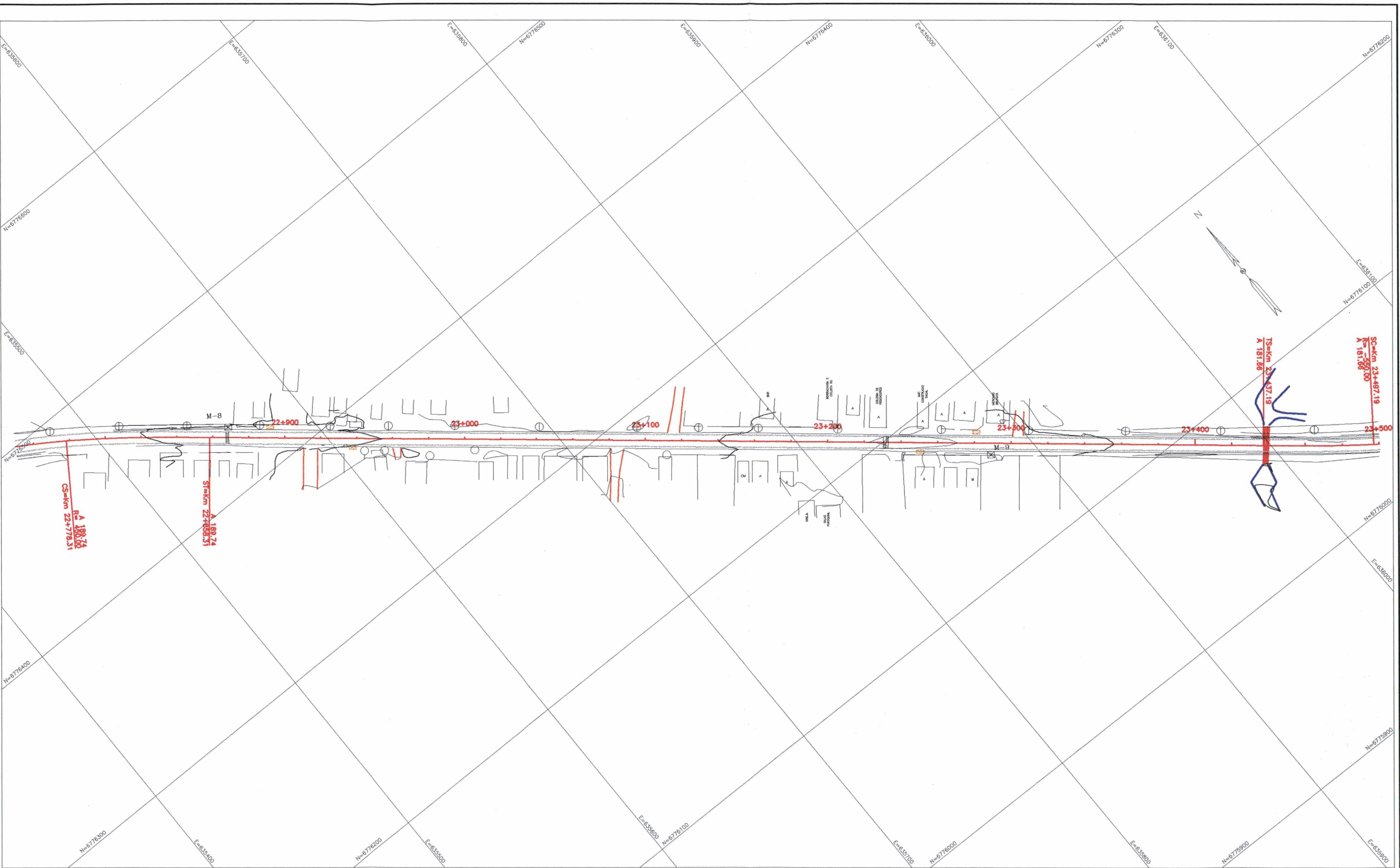
EX2: 1CB = 1 COLISÃO COM ATROPELAMENTO

DEFICIÊNCIAS GEOMÉTRICAS INTERSEÇÕES E ACESSOS



FIGURA 21 - PLANTA 12 - ANÁLISE GEOMÉTRICA km 22+000 ao km 22+750 - 04/10

SISTEMÁTICA DE LEVANTAMENTO, REPRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOMÉTRICOS PARA PROJETOS DE MELHORAMENTOS DE RODOVA		
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS RESULTADOS		ANÁLISE GEOMÉTRICA
RODOVA: SC - 485	do: km 22+000	FOLHA
TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	ao: km 22+750	04/10



CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

— BORDO DA PISTA	— CERCA	— CA — CRISTA DE ATERRO	— LINHA DE TRANSM.	— A.D. — ADUTORA DA CASAN	— CX. DA CELESC	— POSTE ALTA/BAIXA TENSÃO C/ TELIF.
— BORDO DO ACESSO/ESTRADA	— CERCA DE TELHA	— CC — CRISTA DE CORTE	— CURVAS DE NÍVEL	— CANALETA DE CONCRETO	— CX. DA TELESC	— POSTE DE ALTA TENSÃO C/ TELIF.
— BORDO ACOST./BELVEDERE	— CERCA VIVA	— FA — PÉ DE ATERRO	— TALVEGUE	— MEIA CALHA	— CX. DE GRELHA	— POSTE DE BAIXA E ALTA TENSÃO
— CAMINHO	— MURO DE ALV.	— PC — PÉ DE CORTE	— VALA	— SARJ. RETANG. DE CONCR.	— EST	— POSTE DE BAIXA TENSÃO C/ TELIF.
— DEFENSA SINGELA	— MURO DE ARRIMO	— EROSIÃO	— BANHADO	— SARJ. TRIANG. DE CONCR.	— FURO DE SONDAGEM	— TORRE DE ALTA TENSÃO
— ESTRADA DE FERRO	— MURO DE PEDRA	— ESCORREGAMENTO	— Córrego	— SARJ. TRAPEZ. DE CONCR.	— HIDRANTE	— PONTO AUXILIAR
— EXO PISTA/CALÇADA/LOMBADA	— MURO DE CONCR.	— ROCHA	— ACÍDE	— Árvore	— MARCO DE COORD.	— ABRIGO DE PASSAGEIROS
— MEO RIO	— PONTE DE MAD.	— CL — CULTURA	— LAGOA	— CX. CASAN	— POSTE DE ILLUMIN.	
— FAIXA DE DOMÍNIO	— PONTE PENSIL	— M — MATO	— RIO	— CX. COLET. BOCA DE LOBO	— POSTE TELEFÓNICO	
— CASA DE ALV./MAD./MISTA	— PONTE DE CONCR.	— P — PASTO/GRAMA	— MAR	— CX. COLET. DE SARJ.	— POSTE DE BAIXA TENSÃO	
— LIMITE DE PROP.R.		— RFP — REFLORESTAMENTO	— BUERO	— CX. COLET. DE TALV.	— POSTE DE ALTA TENSÃO	

FIGURA 22 - PLANTA 13 - RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA
 km 22+750 ao km 23+500 - 05/10

		ESTADO DE SANTA CATARINA	
		DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM	
PROJETO GEOMÉTRICO		RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA	
PLANTA			
RODOVIA: SC - 485	do : km 22+750	FOLHA	
TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	ao : km 23+500	05/10	

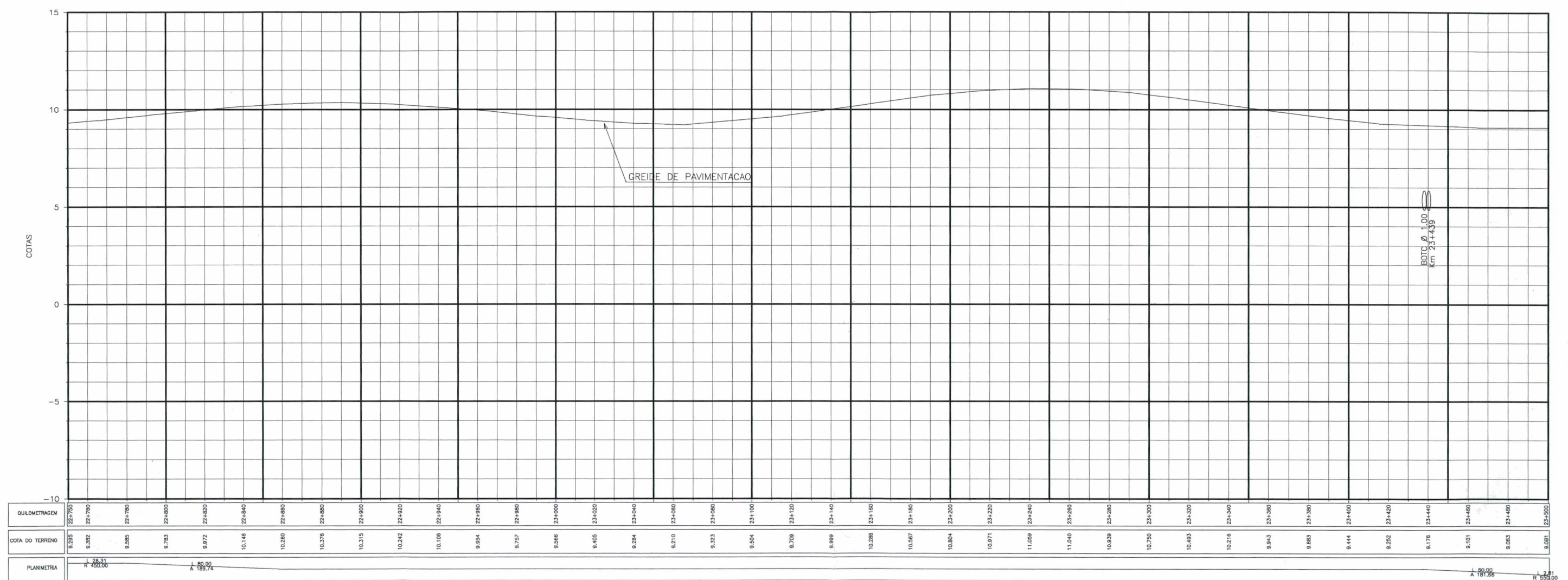


FIGURA 23 - PLANTA 14 - PERFIL DA RODOVIA
km 22+750 ao km 23+500 - 05/10

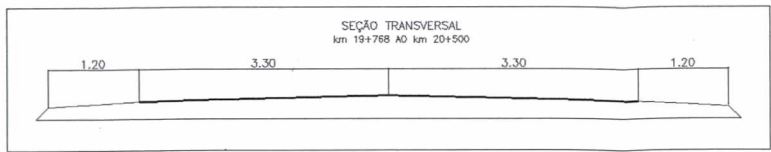
ESTADO DE SANTA CATARINA
DER DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

PROJETO GEOMÉTRICO
PERFIL LONGITUDINAL

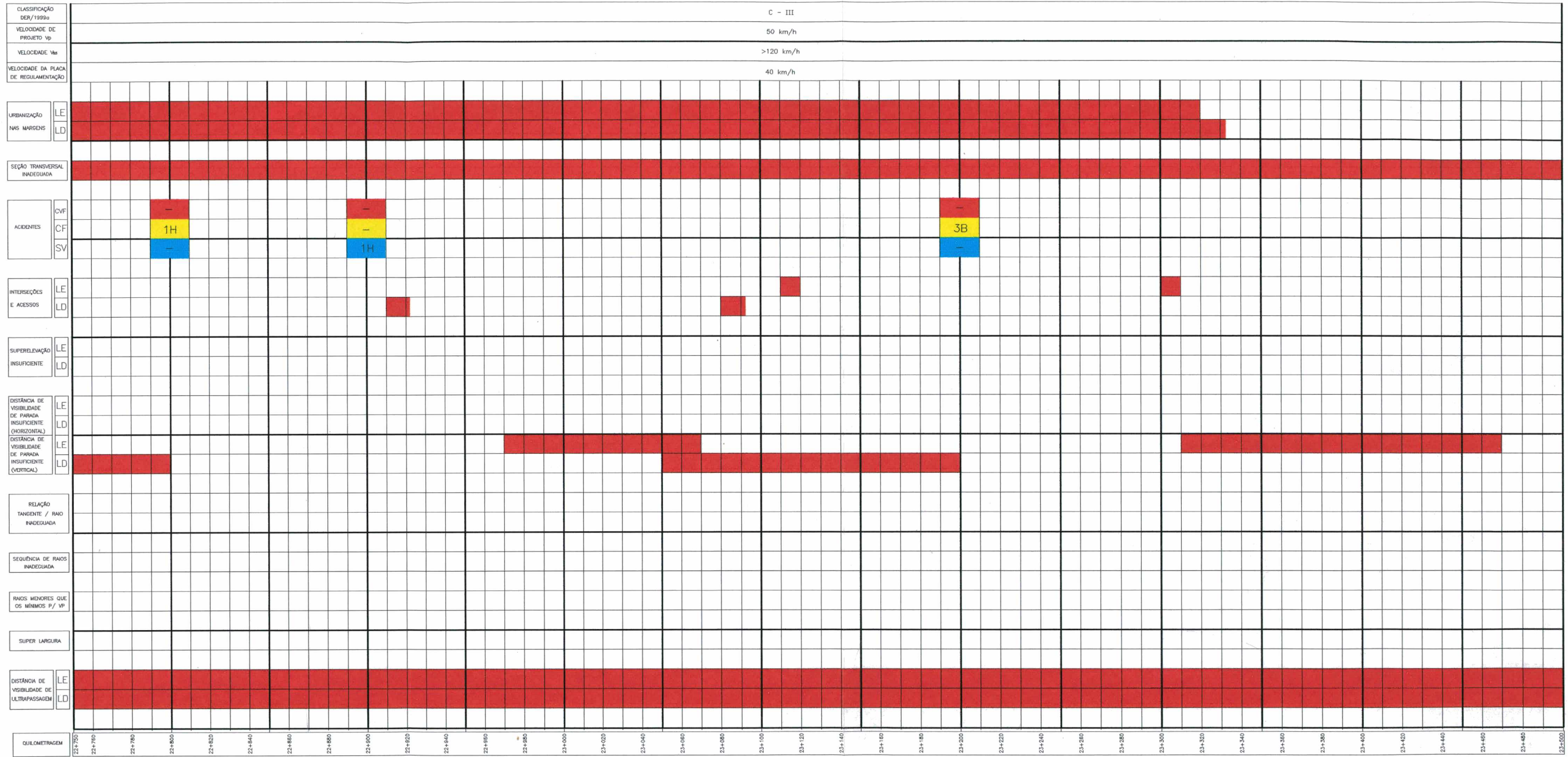
RODOVIA: SC - 485
 TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA

do: km 22+750
 ao: km 23+500

PERFIL DA RODOVIA
 FOLHA 05/10



LEVANTAMENTO DE TRÁFEGO km 19+768 AO km 20+500							
RODOVA	AUTOMÓVEIS	ÔNIBUS	CAMINHÕES		REBOQUES E SEMI-REBOQUES	OUTROS	TOTAL
			SMPLES	DUPLS			
SC-485	3.389	46	303	47	7	188	3.958



CONVENÇÕES

URBANIZAÇÃO	
ÁREA COM ALTA URBANIZAÇÃO	[Red]
ÁREA COM BAIXA URBANIZAÇÃO	[Yellow]
ÁREA PRÉ-URBANA	[Green]
ÁREA RURAL	[White]

ACIDENTES	
CVF - ACIDENTES COM VÍTIMAS FATAIS	[Red]
CF - ACIDENTES COM FERIDOS	[Yellow]
SV - ACIDENTES SEM VÍTIMAS	[Blue]

TIPOS DE ACIDENTES	
A - ABALROAMENTO	
B - ATROPELAMENTO	
C - COLISÃO	
D - CHOQUE	
E - INCÊNDIO	
F - TOMBAMENTO	
G - SAÍDA DE PISTA	
H - CAPOTAMENTO	

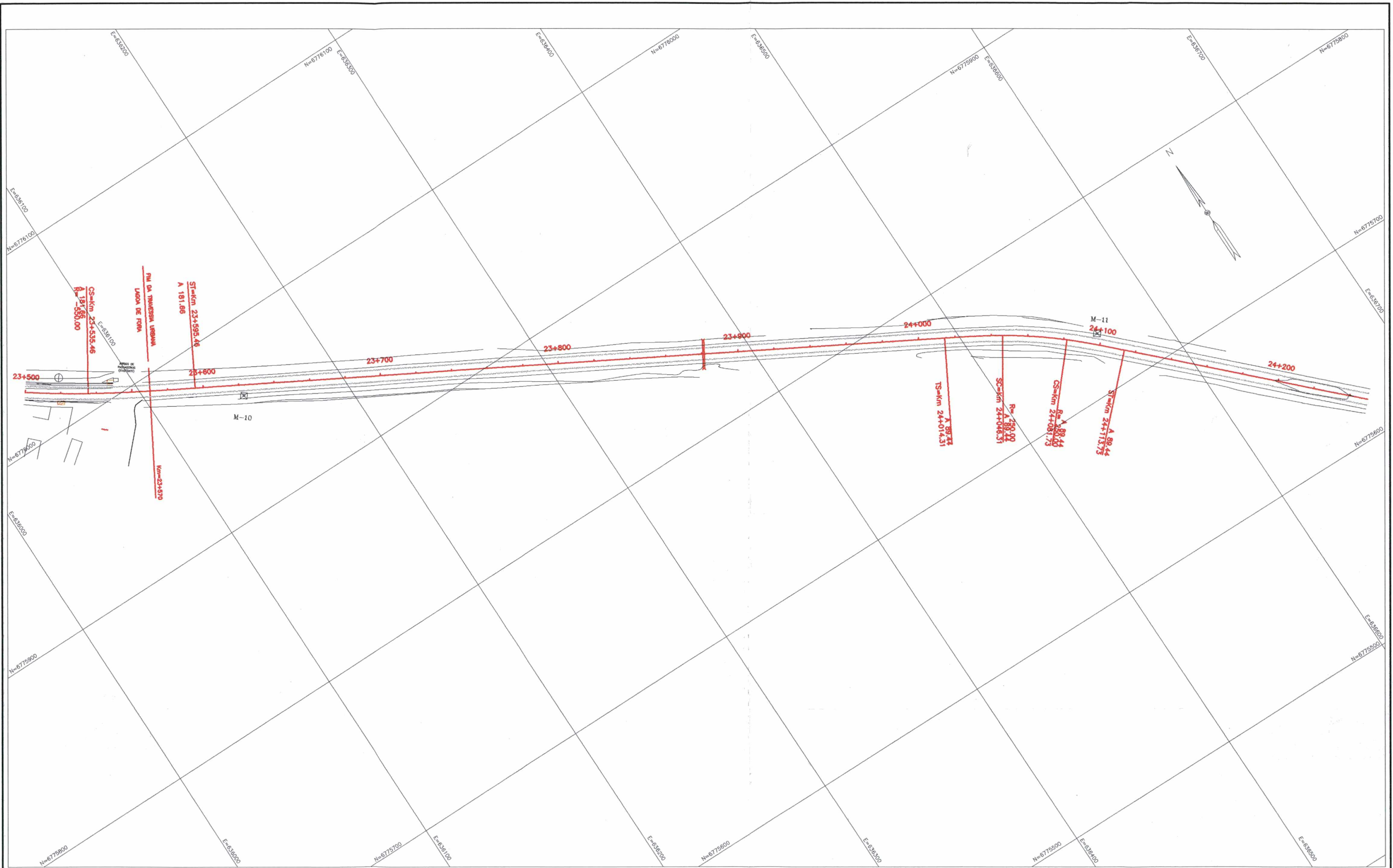
EX1: 3B+1H = 3 ATROPELAMENTOS + 1 CAPOTAMENTO

EX2: 1CB = 1 COLISÃO COM ATROPELAMENTO

DEFICIÊNCIAS GEOMÉTRICAS INTERSEÇÕES E ACESSOS [Red Block]

FIGURA 24 - PLANTA 15 - ANÁLISE GEOMÉTRICA km 22+750 ao km 23+500 - 05/10

SISTEMÁTICA DE LEVANTAMENTO, REPRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOMÉTRICOS PARA PROJETOS DE MELHORAMENTOS DE RODOVA		
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS RESULTADOS		ANÁLISE GEOMÉTRICA
RODOVA: SC - 485	do: km 22+750	FOLHA 05/10
TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	ao: km 23+500	



CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

— BORDO DA PISTA	— CERCA	— CA — CRISTA DE ATERRO	— LINHA DE TRANSM.	— AD — ADUTORIA DA CASAN	— CX. DA CELESC	— POSTE ALTA/BAIXA TENSÃO C/ TELEF.
— BORDO DO ACESSO/ESTRADA	— CERCA DE TELA	— CC — CRISTA DE CORTE	— CURVAS DE NÍVEL	— CANALETA DE CONCRETO	— CX. DA TELESC	— POSTE DE ALTA TENSÃO C/ TELEF.
— BORDO ACOST./BELVEDERE	— CERCA VIVA	— PA — PÉ DE ATERRO	— TALVEGUE	— MEIA CALHA	— CX. DE GRELHA	— POSTE DE BAIXA E ALTA TENSÃO
— CAMINHO	— MURO DE ALV.	— PC — PÉ DE CORTE	— VAIA	— SARJ. RETANG. DE CONCR.	— ESTACA	— POSTE DE BAIXA TENSÃO C/ TELEF.
— DEFENSA SINGELA	— MURO DE ARRIMO	— EROSIÃO	— BANHADO	— SARJ. TRIANG. DE CONCR.	— FURO DE SONDADEM	— TORRE DE ALTA TENSÃO
— ESTRADA DE FERRO	— MURO DE PEDRA	— ESCORREGAMENTO	— CÔRREGO	— SARJ. TRAPEZ. DE CONCR.	— HIDRANTE	— PONTO AUXILIAR
— EIXO PISTA/CALÇADA/LOMBADA	— MURO DE CONCR.	— ROCHA	— AGÜDE	— ÁRVORE	— MARCO DE COORD.	— ABRIGO DE PASSAGEIROS
— MEIO FIO	— PONTE DE MAD.	— CL — CULTURA	— LAÇOA	— CX. CASAN	— POSTE DE ILUMIN.	
— FAIXA DE DOMÍNIO	— PONTE DE CONCR.	— M — MATO	— RIO	— CX. COLET. BOCA DE LOBO	— POSTE TELEFÔNICO	
— CASA DE ALV./MAD./MISTA	— PONTE PENSIL	— P — PASTO/GRAMA	— MAR	— CX. COLET. DE SARJ.	— POSTE DE BAIXA TENSÃO	
— LIMITE DE PROPRI.	— PONTE DE CONCR.	— RF — REFLORESTAMENTO	— BUEIRO	— CX. COLET. DE TALV.	— POSTE DE ALTA TENSÃO	

FIGURA 25 - PLANTA 16 - RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA
 km 23+500 ao km 24+250 - 06/10

	ESTADO DE SANTA CATARINA DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM	
	PROJETO GEOMÉTRICO PLANTA	RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA
RODOVIA: SC - 485 TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	de: km 23+500 ao: km 24+250	FOLHA 06/10

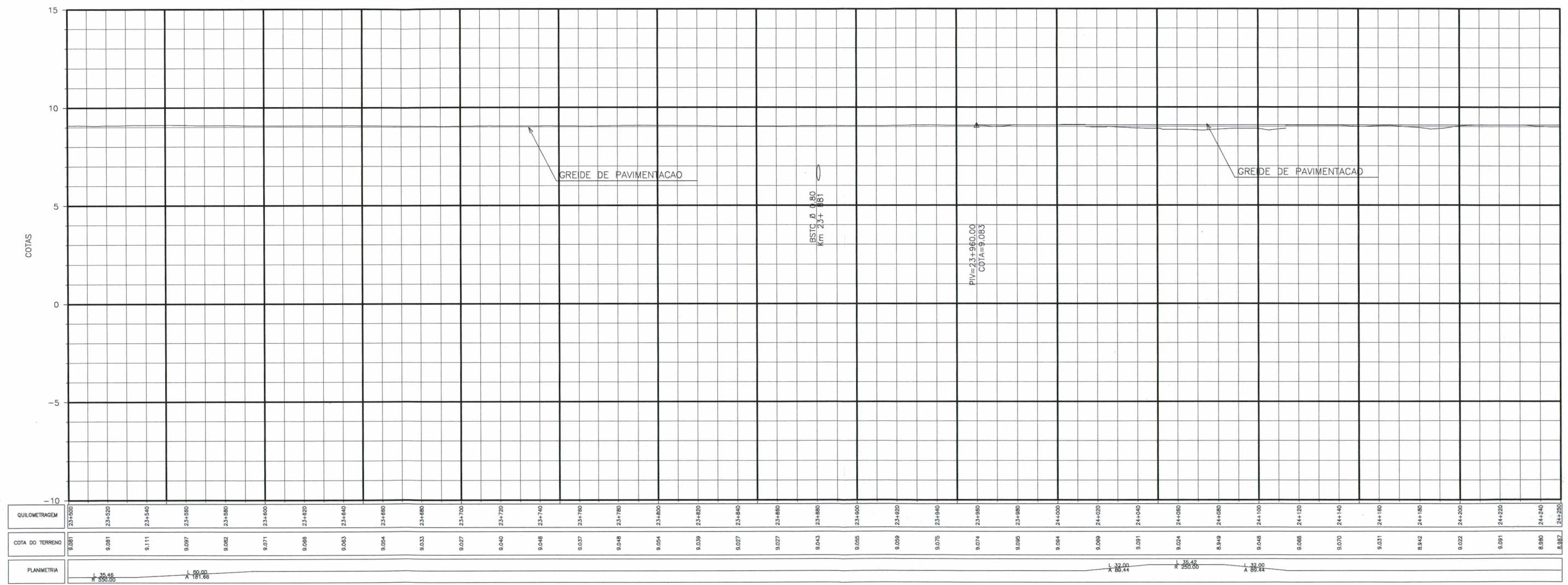
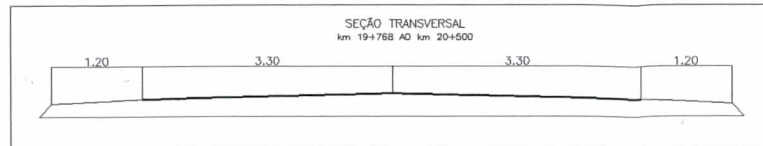
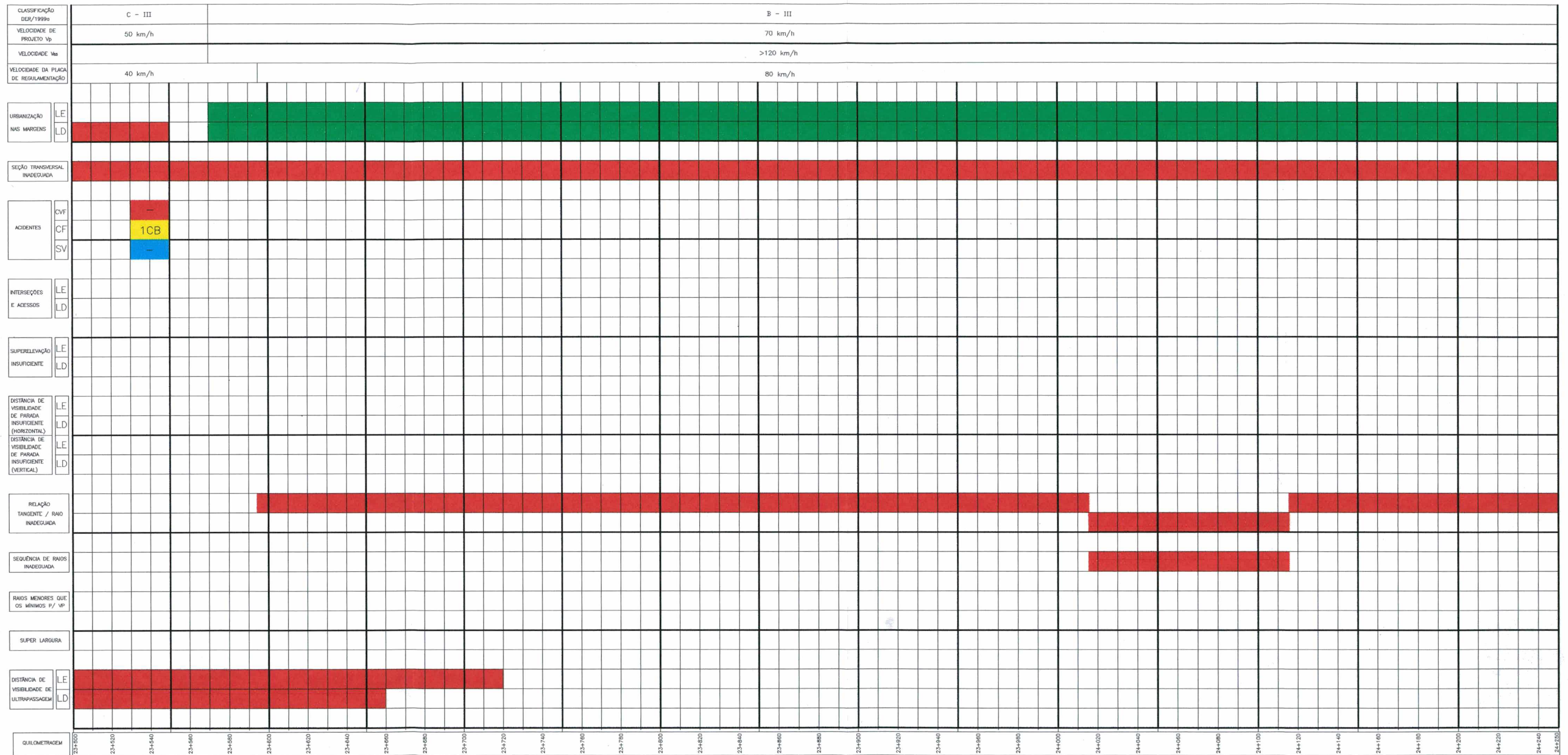


FIGURA 26 - PLANTA 17 - PERFIL DA RODOVIA
km 23+500 ao km 24+250 - 06/10

	ESTADO DE SANTA CATARINA	
	DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM	
PROJETO GEOMÉTRICO PERFIL LONGITUDINAL	PERFIL DA RODOVIA	
RODOVIA : SC - 485 TRECHO : SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	do : km 23+500 ao : km 24+250	FOLHA 06/10



LEVANTAMENTO DE TRÁFEGO km 19+768 AO km 20+500							
RODOVA	AUTOMÓVEIS	ÔNIBUS	CAMINHÕES		REBOQUES E SEMI-REBOQUES	OUTROS	TOTAL
			SIMPLES	DUPLOS			
SC-485	3.389	46	303	47	7	166	3.958



CONVENÇÕES

URBANIZAÇÃO	ÁREA COM ALTA URBANIZAÇÃO	ÁREA COM BAIXA URBANIZAÇÃO	ÁREA PRÉ-URBANA	ÁREA RURAL
ACIDENTES	CVF - ACIDENTES COM VÍTIMAS FATAIS	CF - ACIDENTES COM FERIDOS	SV - ACIDENTES SEM VÍTIMAS	

TIPOS DE ACIDENTES

A	- ABALROAMENTO
B	- ATROPELAMENTO
C	- COLISÃO
D	- CHOQUE
E	- INCÊNDIO
F	- TOMBAMENTO
G	- SAÍDA DE PISTA
H	- CAPOTAMENTO

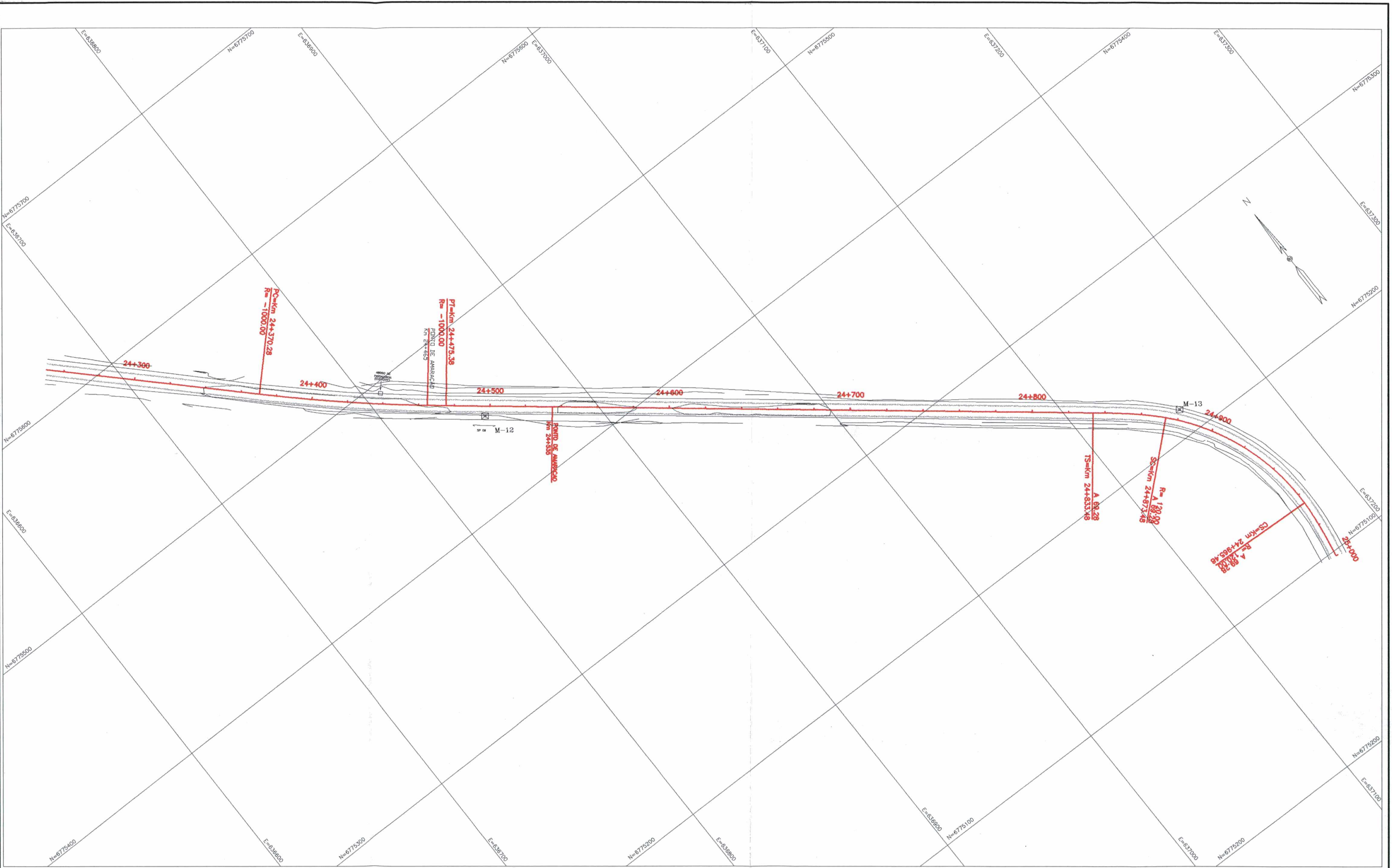
EX1: 3B+1H = 3 ATROPELAMENTOS + 1 CAPOTAMENTO

EX2: 1CB = 1 COLISÃO COM ATROPELAMENTO

DEFICIÊNCIAS GEOMÉTRICAS INTERSEÇÕES E ACESSOS

FIGURA 27 - PLANTA 18 - ANÁLISE GEOMÉTRICA km 23+500 ao km 24+250 - 06/10

SISTEMÁTICA DE LEVANTAMENTO, REPRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOMÉTRICOS PARA PROJETOS DE MELHORAMENTOS DE RODOVIA		
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS RESULTADOS		ANÁLISE GEOMÉTRICA
RODOVA: SC - 485	do: km 23+500	FOLHA
TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	ao: km 24+250	06/10



CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

— BORDO DA PISTA	— CERCA	— CA — CRISTA DE ATERRO	— LINHA DE TRANSM.	— AD — ADUTORA DA CASAN	— CK — CK. DA CELESC	— POSTE ALTA/BAIXA TENSÃO C/ TELEF.
— BORDO DO ACESSO/ESTRADA	— CERCA DE TELA	— CC — CRISTA DE CORTE	— CURVAS DE NÍVEL	— CANALETA DE CONCRETO	— CK. DA TELESC	— POSTE DE ALTA TENSÃO C/ TELEF.
— BORDO ACOST./BELVEDERE	— CERCA VIVA	— PA — PÉ DE ATERRO	— TALVEGUE	— MEIA CALHA	— CK. DE GRELHA	— POSTE DE BAIXA E ALTA TENSÃO
— CAMINHO	— MURO DE ALV.	— PC — PÉ DE CORTE	— VALA	— SARJ. RETANG. DE CONCR.	— ESTACA	— POSTE DE BAIXA TENSÃO C/ TELEF.
— DEFENSA SINGELA	— MURO DE ARRIMO	— EROSIÃO	— BANHADO	— SARJ. TRIANG. DE CONCR.	— FURO DE SONDAGEM	— TORRE DE ALTA TENSÃO
— ESTRADA DE FERRO	— MURO DE PEDRA	— ESCORREGAMENTO	— CÔRREGO	— SARJ. TRAPEZ. DE CONCR.	— HIBRANTE	— PONTO AUXILIAR
— EIXO PISTA/CALÇADA/LOMBADA	— MURO DE CONCR.	— ROCHA	— LAGOA	— ÁRVORE	— MARCO DE COORD.	— ABRIGO DE PASSAGEIROS
— MEIO FIO	— PONTE DE MAD.	— CL — CULTURA	— MATO	— CX. CASAN	— POSTE DE ILUMIN.	
— FAIXA DE DOMÍNIO	— PONTE PENSIL	— M — MATO	— PASTO/GRAMA	— CX. COLET. BOCA DE LOBO	— POSTE TELEFÔNICO	
— CASA DE ALV./MAD./MISTA	— PONTE DE CONCR.	— P — PASTO/GRAMA	— REFLORESTAMENTO	— CX. COLET. DE SARJ.	— POSTE DE BAIXA TENSÃO	
— LIMITE DE PROPR.		— RF — REFLORESTAMENTO		— CX. COLET. DE TALV.	— POSTE DE ALTA TENSÃO	

FIGURA 28 - PLANTA 19 - RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA
 km 24+250 ao km 25+000 - 07/10

	ESTADO DE SANTA CATARINA DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM	
	PROJETO GEOMÉTRICO PLANTA	RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA
RODOVIA: SC - 485 TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	do: km 24+250 ao: km 25+000	FOLHA 07/10

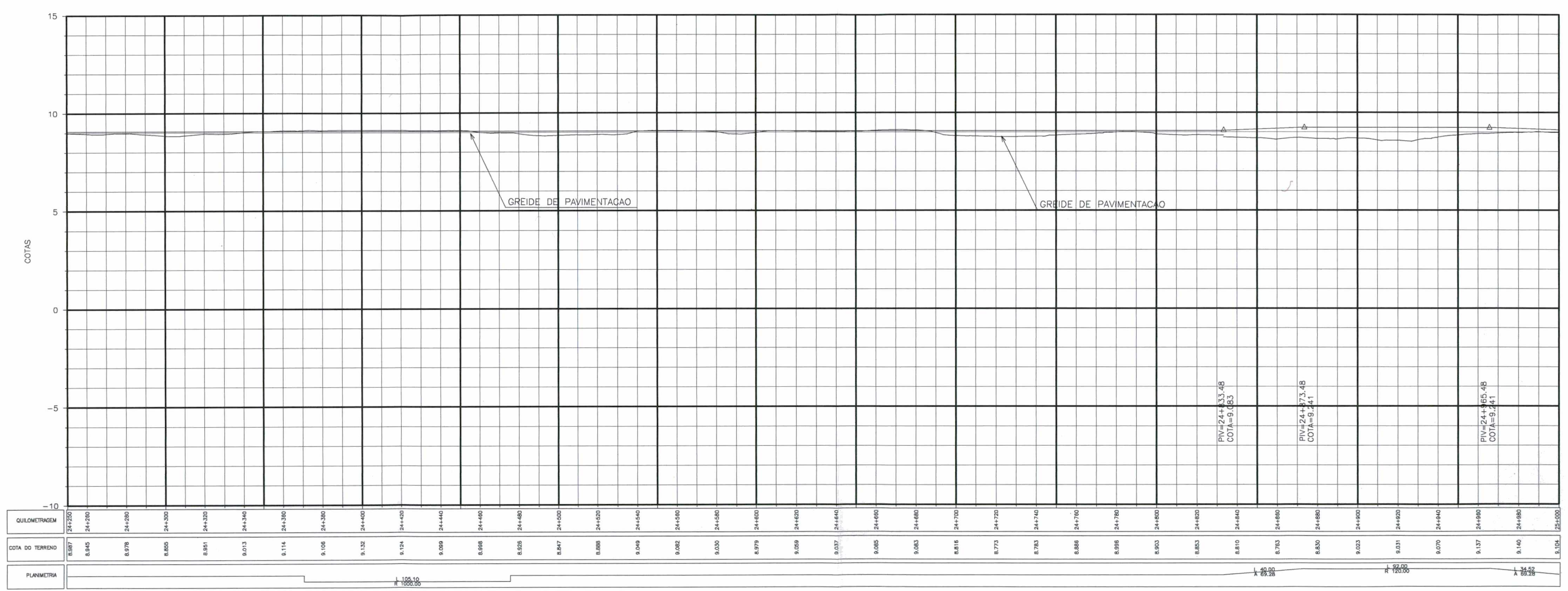
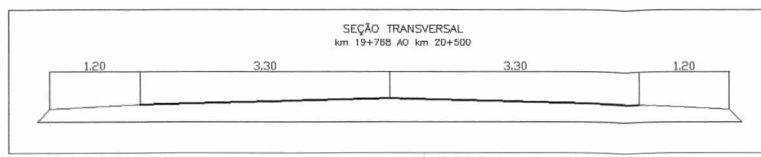
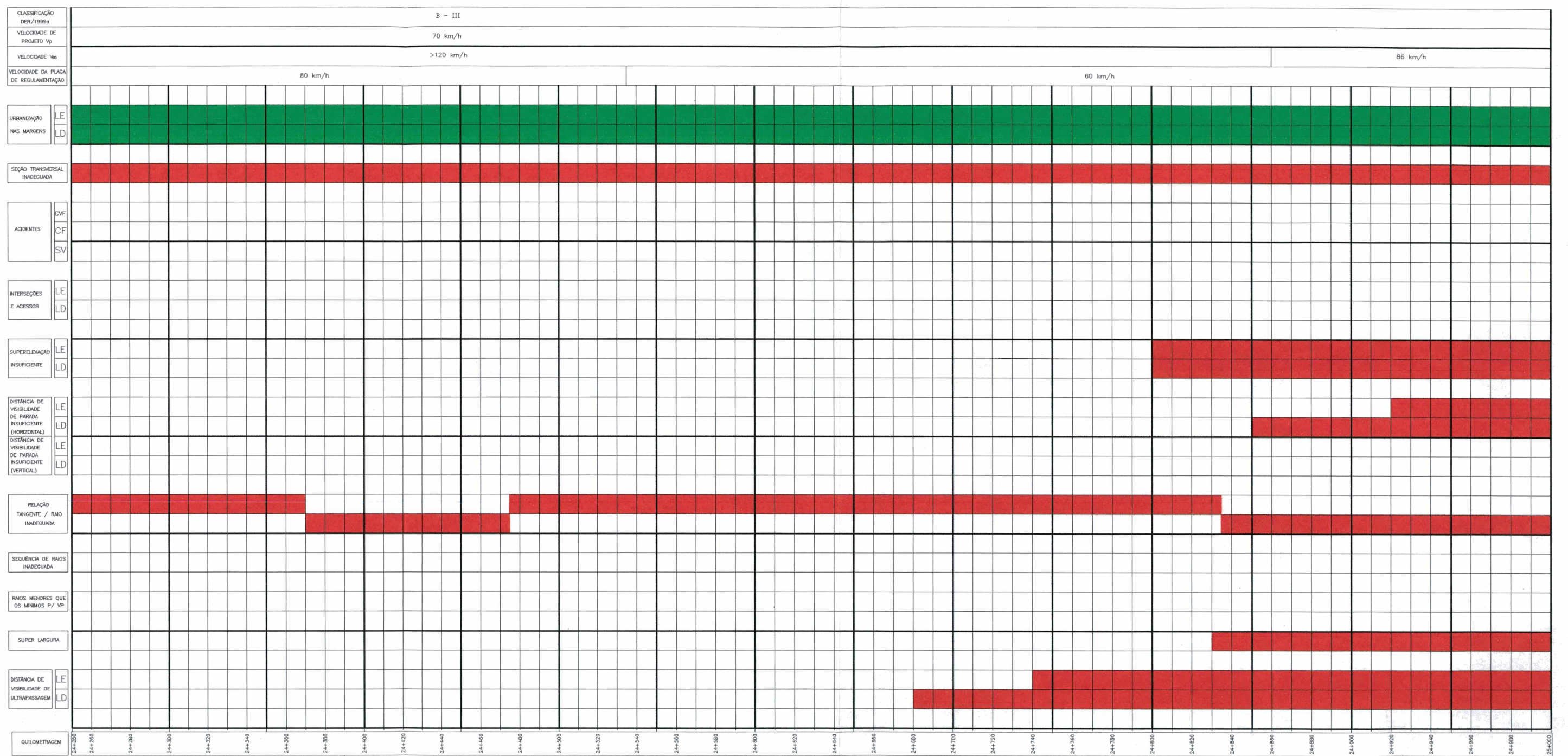


FIGURA 29 - PLANTA 20 - PERFIL DA RODOVIA
km 24+250 ao km 25+000 - 07/10

	ESTADO DE SANTA CATARINA DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM	
	PROJETO GEOMÉTRICO PERFIL LONGITUDINAL	PERFIL DA RODOVIA
RODOVIA: SC - 485 TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	do: km 24+250 ao: km 25+000	FOLHA 07/10



LEVANTAMENTO DE TRÁFEGO km 19+768 AO km 20+500							
RODovia	AUTOMÓVEIS	ÔNIBUS	CAMINHÕES		REBOQUES E SEM-REBOQUES	OUTROS	TOTAL
			SIMPLES	DUPLOS			
SC-485	3.389	46	303	47	7	166	3.958



CONVENÇÕES

URBANIZAÇÃO	
ÁREA COM ALTA URBANIZAÇÃO	
ÁREA COM BAIXA URBANIZAÇÃO	
ÁREA PRE-URBANA	
ÁREA RURAL	

ACIDENTES	
CVF - ACIDENTES COM VÍTIMAS FATAIS	
CF - ACIDENTES COM FERIDOS	
SV - ACIDENTES SEM VÍTIMAS	

TIPOS DE ACIDENTES	
A - ABALROAMENTO	
B - ATROPELAMENTO	
C - COLISÃO	
D - CHOQUE	
E - INCÊNDIO	
F - TOMBAMENTO	
G - SAÍDA DE PISTA	
H - CAPOTAMENTO	

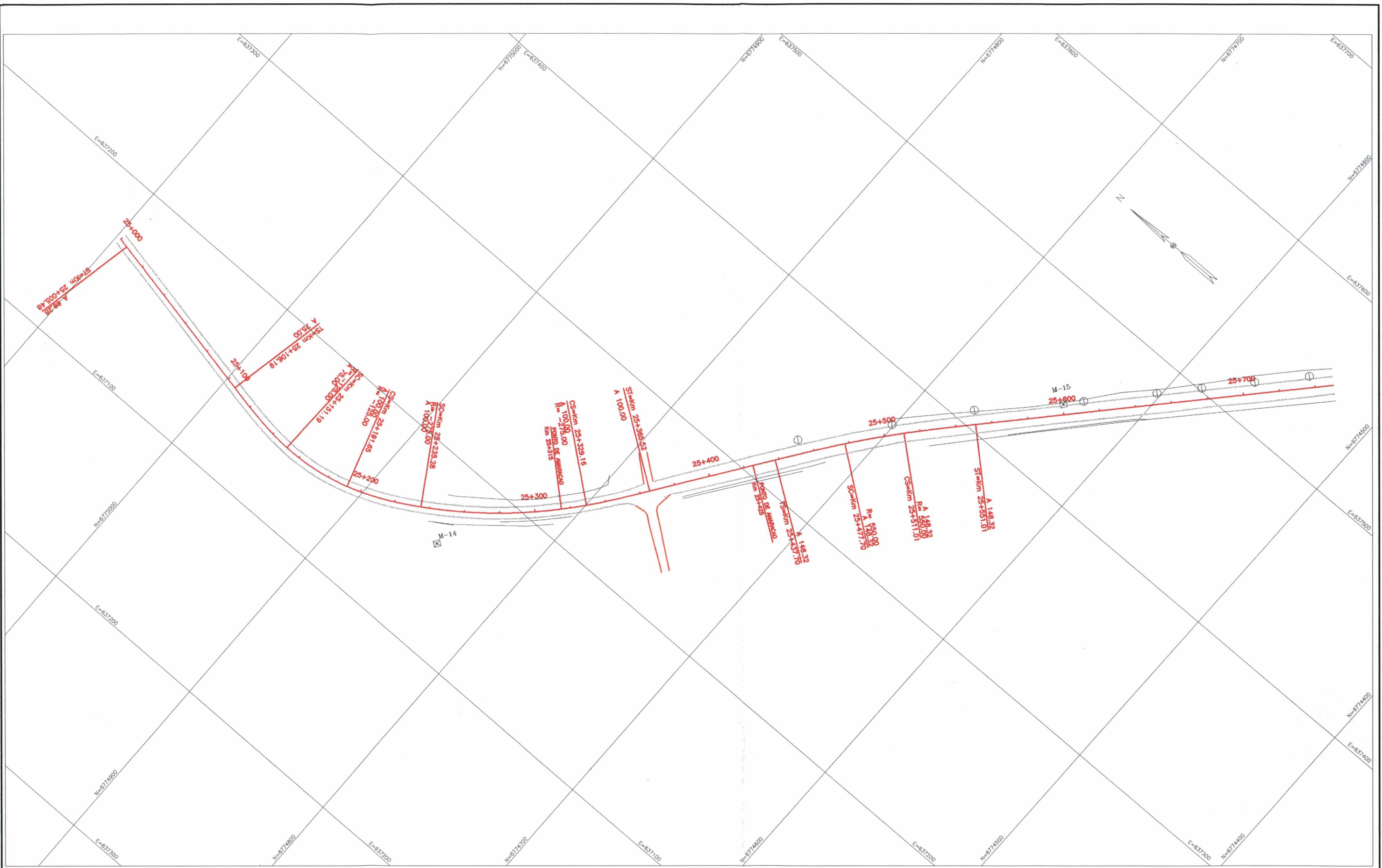
EX1: 3B+1H = 3 ATROPELAMENTOS + 1 CAPOTAMENTO

EX2: 1CB = 1 COLISÃO COM ATROPELAMENTO

DEFICIÊNCIAS GEOMÉTRICAS INTERSEÇÕES E ACESSOS

FIGURA 30 - PLANTA 21 - ANÁLISE GEOMÉTRICA km 24+250 ao km 25+000 - 07/10

SISTEMÁTICA DE LEVANTAMENTO, REPRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOMÉTRICOS PARA PROJETOS DE MELHORAMENTOS DE RODOVIA		
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS RESULTADOS		ANÁLISE GEOMÉTRICA
RODovia: SC - 485	do: km 24+250	FOLHA 07/10
TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	ao: km 25+000	



CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

— BORDO DA PISTA	— CERCA	— CA — CRISTA DE ATERRO	— LINHA DE TRANSM.	— AD — ADUTORA DA CASAN	— CX — CX. DA CELESC	— POSTE ALTA/BAIXA TENSÃO C/ TELEF.
— BORDO DO ACESSO/ESTRADA	— CERCA DE TELA	— CC — CRISTA DE CORTE	— CURVAS DE NÍVEL	— CANALETA DE CONCRETO	— CX. DA TELESC	— POSTE DE ALTA TENSÃO C/ TELEF.
— BORDO ACOST./BELVEDERE	— CERCA VIVA	— PA — PÉ DE ATERRO	— TALVEGUE	— MEIA CALHA	— CX. DE GRELHA	— POSTE DE BAIXA E ALTA TENSÃO
— CAMINHO	— MURO DE ALV.	— PC — PÉ DE CORTE	— VALA	— SARJ. RETANG. DE CONCR.	— EST — ESTACA	— POSTE DE BAIXA TENSÃO C/ TELEF.
— DEFENSA SINGELA	— MURO DE ARRIMO	— EROSIÃO	— BANHADO	— SARJ. TRIANG. DE CONCR.	— FUR. DE SONDAGEM	— TORRE DE ALTA TENSÃO
— ESTRADA DE FERRO	— MURO DE PEDRA	— ESCORREGIMENTO	— Córrego	— SARJ. TRAPEZ. DE CONCR.	— HIDRANTE	— PONTO AUXILIAR
— EIXO PISTA/CALÇADA/LOMBADA	— MURO DE CONCR.	— ROCHA	— ACÚDE	— ÁRVORE	— MARCO DE COORD.	— ABRIGO DE PASSAGEIROS
— MEIO FIO	— PONTE DE MAD.	— CL — CULTURA	— LAGOA	— CX. CASAN	— POSTE DE ILUMIN.	
— FAIXA DE DOMÍNIO	— PONTE PENSIL	— M — MATO	— RIO	— CX. COLET. BOCA DE LOBO	— POSTE TELEFÔNICO	
— CASA DE ALV./MAD./MISTA	— PONTE DE CONCR.	— P — PASTO/GRAMA	— MAR	— CX. COLET. DE SARJ.	— POSTE DE BAIXA TENSÃO	
— LIMITE DE PROPR.		— RF — REFLORESTAMENTO	— BUDRIO	— CX. COLET. DE TALV.	— POSTE DE ALTA TENSÃO	

FIGURA 31 - PLANTA 22 - RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA
 km 25+000 ao km 25+750 - 08/10

ESTADO DE SANTA CATARINA
 DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

PROJETO GEOMÉTRICO PLANTA **RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA**

RODOVIA: SC - 485 do: km 25+000 FOLHA
 TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA no: km 25+750 08/10

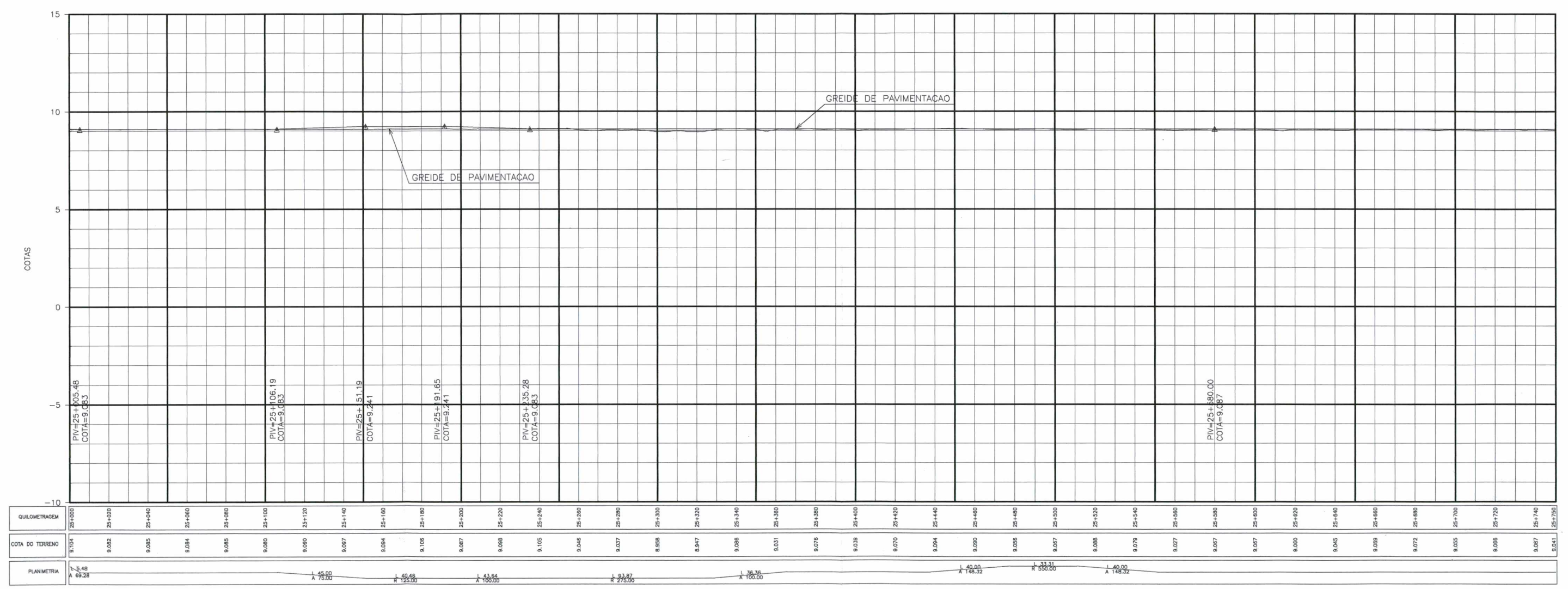
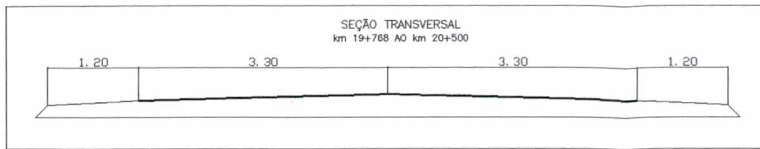
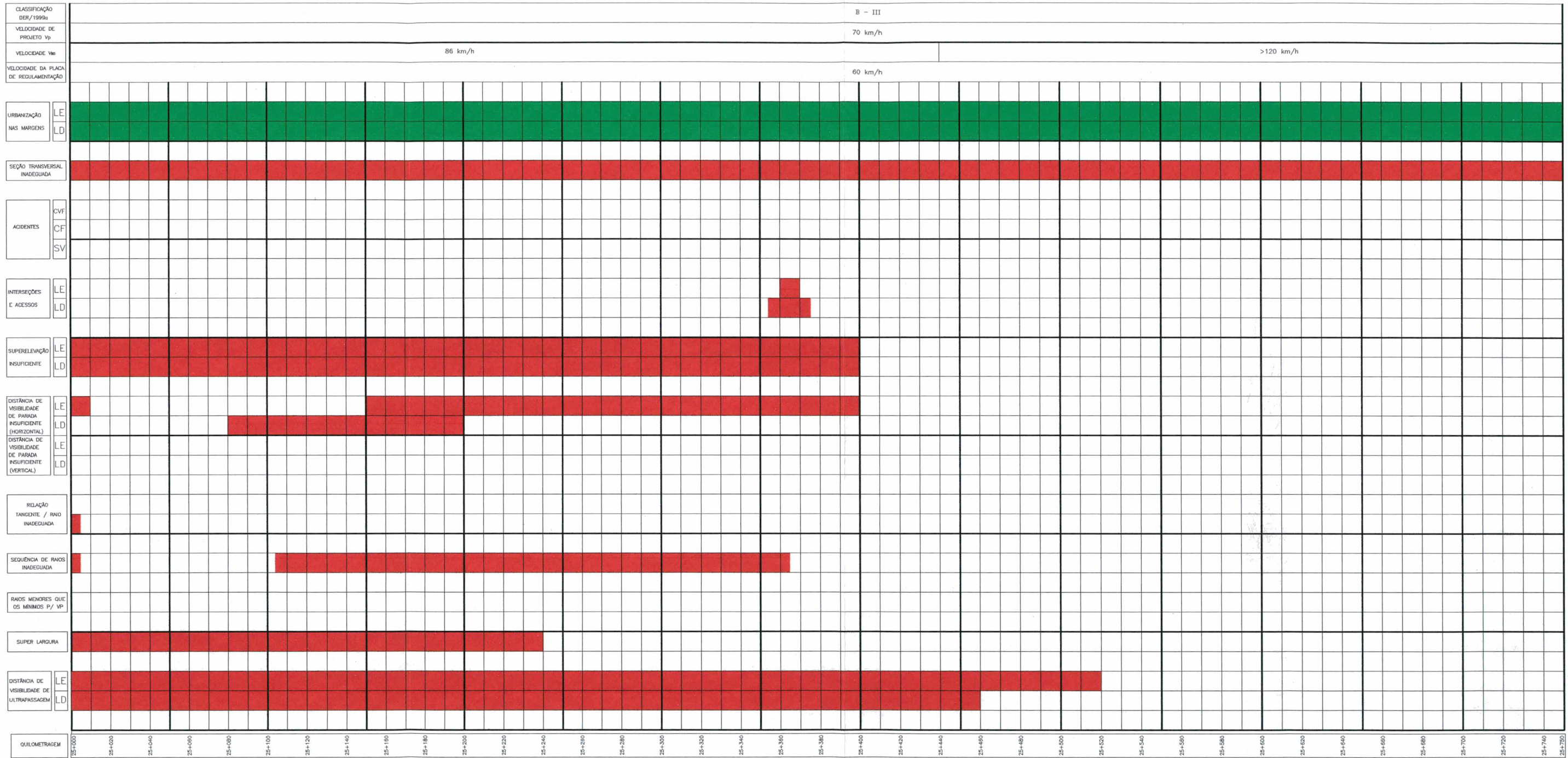


FIGURA 32 - PLANTA 23 - PERFIL DA RODOVIA
km 25+000 ao km 25+750 - 08/10

	ESTADO DE SANTA CATARINA DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM	
	PROJETO GEOMÉTRICO PERFIL LONGITUDINAL	PERFIL DA RODOVIA
RODOVIA: SC - 485 TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	de: km 25+000 ao: km 25+750	FOLHA 08/10



LEVANTAMENTO DE TRÁFEGO km 19+768 AO km 20+500							
RODOVA	AUTOMÓVEIS	ONIBUS	CAMINHÕES		REBOQUES E SEM-REBOQUES	OUTROS	TOTAL
			SIMPLES	DUPLOS			
SC-485	3.389	46	303	47	7	166	3.958



CONVENÇÕES

URBANIZAÇÃO	
ÁREA COM ALTA URBANIZAÇÃO	[Red]
ÁREA COM BAIXA URBANIZAÇÃO	[Yellow]
ÁREA PRÉ-URBANA	[Green]
ÁREA RURAL	[White]

ACIDENTES	
CVF - ACIDENTES COM VÍTIMAS FATAIS	[Red]
CF - ACIDENTES COM FERIDOS	[Yellow]
SV - ACIDENTES SEM VÍTIMAS	[Blue]

TIPOS DE ACIDENTES

A - ABALROAMENTO
B - ATROPELAMENTO
C - COLISÃO
D - CHOQUE
E - INCENDIO
F - TOMBAMENTO
G - SAÍDA DE PISTA
H - CAPOTAMENTO

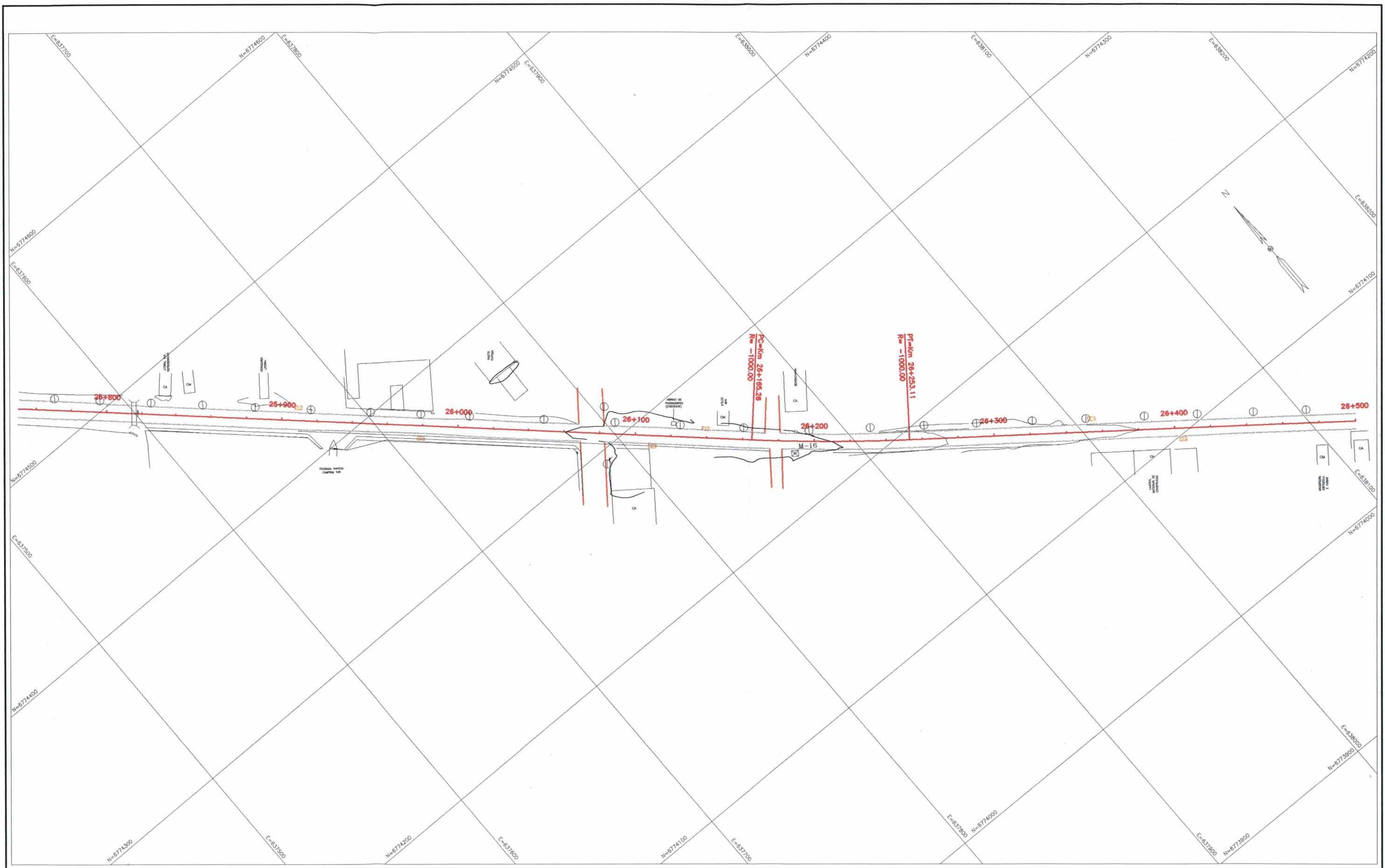
EX1: 3B+1H = 3 ATROPELAMENTOS + 1 CAPOTAMENTO

EX2: 1CB = 1 COLISÃO COM ATROPELAMENTO

DEFICIÊNCIAS GEOMÉTRICAS INTERSEÇÕES E ACESSOS [Red Square]

FIGURA 33 - PLANTA 24 - ANÁLISE GEOMÉTRICA km 25+000 ao km 25+750 - 08/10

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS RESULTADOS		ANÁLISE GEOMÉTRICA	
RODOVA: SC - 485	do : km 25+000	FOLHA	
TRECHO : SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	ao : km 25+750	08/10	



CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

— BORDO DA PISTA	— CERCA	— CA — CRISTA DE ATERRO	— LINHA DE TRANSM.	— AD — ADUTORIA DA CASAN	— CX. DA CELESC	— POSTE ALTA/BAIXA TENSÃO C/ TELEF.
— BORDO DO ACESSO/ESTRADA	— CERCA DE TELA	— C'C — CRISTA DE CORTE	— CURVAS DE NÍVEL	— CANALETA DE CONCRETO	— CX. DA TELESC	— POSTE DE ALTA TENSÃO C/ TELEF.
— BORDO ACOST./BELVEDERE	— CERCA VIVA	— P.A — PÉ DE ATERRO	— TALVEGUE	— MEIA CALHA	— CX. DE GRELHA	— POSTE DE BAIXA E ALTA TENSÃO
— CAMINHO	— MURO DE ALV.	— P.C — PÉ DE CORTE	— VILA	— SARJ. RETANG. DE CONCR.	— ESTACA	— POSTE DE BAIXA TENSÃO C/ TELEF.
— DEFENSA SINGELA	— MURO DE ARRIMO	— EROSIÃO	— BANHADO	— SARJ. TRIANG. DE CONCR.	— FURO DE SONDAGEM	— TORRE DE ALTA TENSÃO
— ESTRADA DE FERRO	— MURO DE PEDRA	— ESCORREGAMENTO	— CÓRREGO	— SARJ. TRAPEZ. DE CONCR.	— HIDRANTE	— PONTO AUXILIAR
— EIXO PISTA/CALÇADA/LOMBADA	— MURO DE CONCR.	— ROCHA	— LAGOA	— ÁRVORE	— MARCO DE COORD.	— ABRIGO DE PASSAGEIROS
— MEIO FIO	— PONTE DE MAD.	— ACÓDE	— RIO	— CX. CASAN	— POSTE DE ILUMIN.	
— FADIA DE DOMÍNIO	— PONTE PENSIL	— CULTURA	— MAR	— CX. COLET. BOCA DE LOBO	— POSTE TELEFÔNICO	
— CASA DE ALV./MAD./MISTA	— PONTE DE CONCR.	— MATO	— BUEIRO	— CX. COLET. DE SARJ.	— POSTE DE BAIXA TENSÃO	
— LIMITE DE PROP.R.		— PASTO/GRAMA		— CX. COLET. DE TALV.	— POSTE DE ALTA TENSÃO	
		— REFLORESTAMENTO				

FIGURA 34 - PLANTA 25 - RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA
 km 25+750 ao km 26+500 - 09/10

	ESTADO DE SANTA CATARINA	
	DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM	
PROJETO GEOMÉTRICO PLANTA		RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA
RODOVIA: SC - 485	do : km 25+750	FOLHA 09/10
TRECHO : SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	ao : km 26+500	

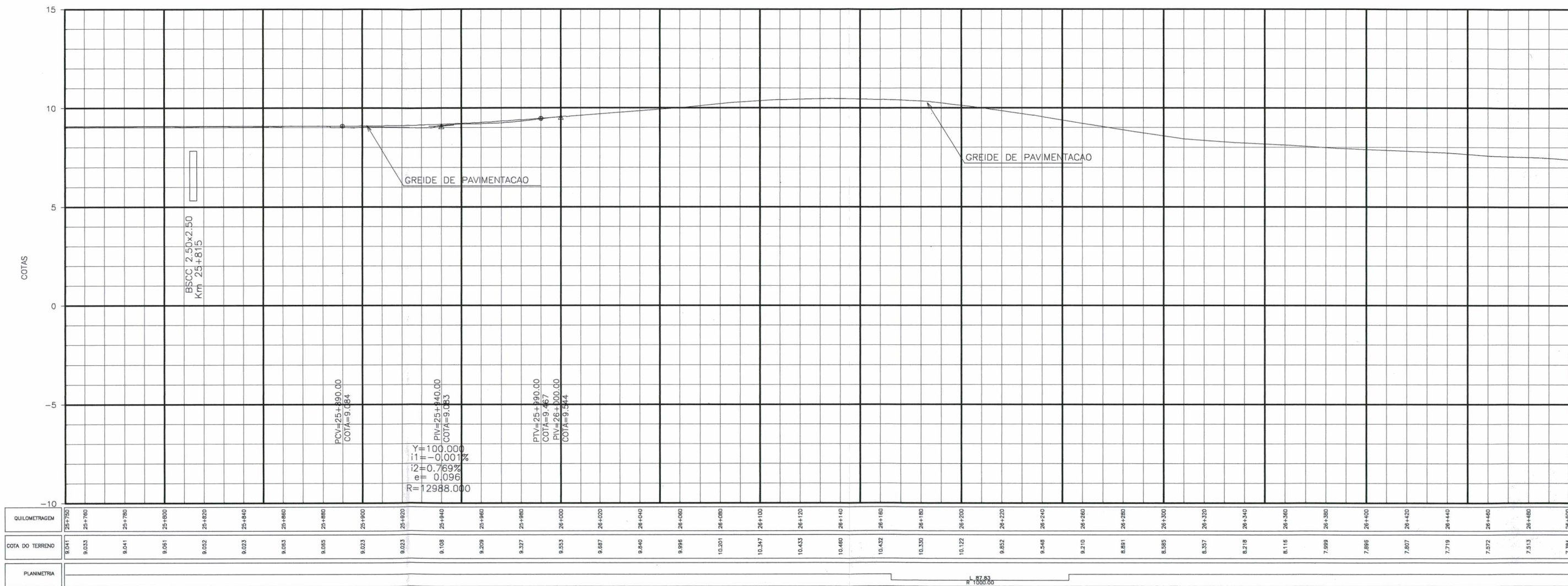
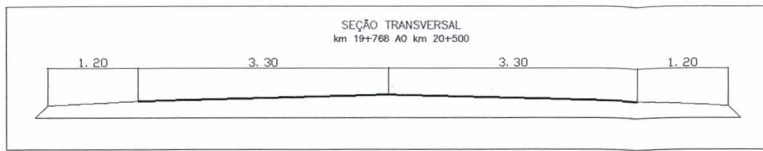
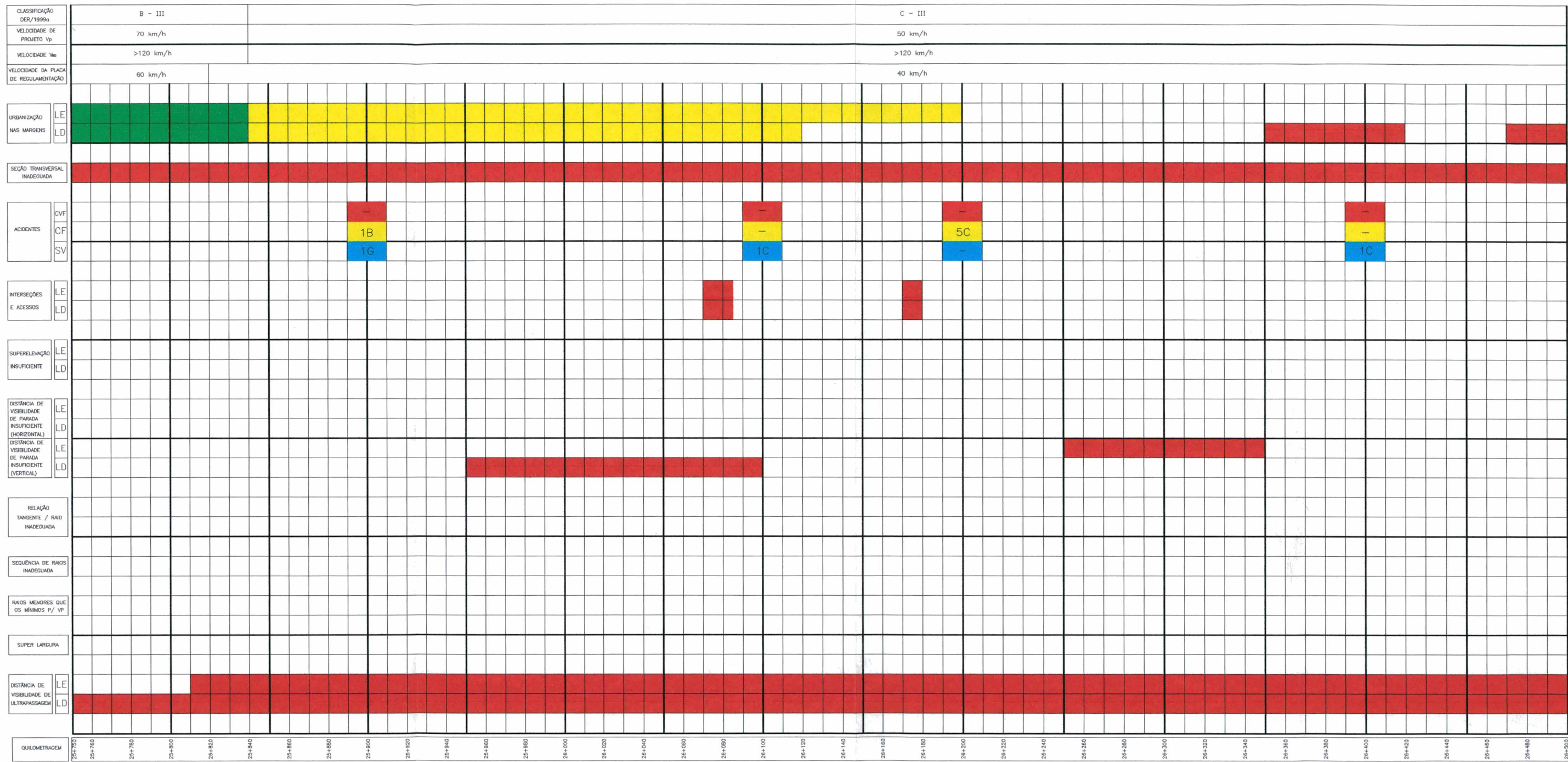


FIGURA 35 - PLANTA 26 - PERFIL DA RODOVIA
km 25+750 ao km 26+500 - 09/10

	ESTADO DE SANTA CATARINA	
	DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM	
PROJETO GEOMÉTRICO		PERFIL DA RODOVIA
RODOVIA: SC - 485		do: km 25+750
TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA		ao: km 26+500
		FOLHA 09/10



LEVANTAMENTO DE TRÁFEGO km 19+768 AO km 20+500							
RODOVA	AUTOMÓVEIS	ONIBUS	CAMINHÕES		REBOQUES E SEM-REBOQUES	OUTROS	TOTAL
			SIMPLES	DUPLS			
SC-485	3.389	46	303	47	7	166	3.958



CONVENÇÕES

URBANIZAÇÃO	
ÁREA COM ALTA URBANIZAÇÃO	[Red Box]
ÁREA COM BAIXA URBANIZAÇÃO	[Yellow Box]
ÁREA PRÉ-URBANA	[Green Box]
ÁREA RURAL	[White Box]

ACIDENTES	
CVF - ACIDENTES COM VÍTIMAS FATAIS	[Red Box]
CF - ACIDENTES COM FERIDOS	[Yellow Box]
SV - ACIDENTES SEM VÍTIMAS	[Blue Box]

TIPOS DE ACIDENTES

A	- ABALROAMENTO
B	- ATROPELAMENTO
C	- COLISÃO
D	- CHOQUE
E	- INCÊNDIO
F	- TOMBAMENTO
G	- SAÍDA DE PISTA
H	- CAPOTAMENTO

EX1: 3B+1H = 3 ATROPELAMENTOS + 1 CAPOTAMENTO

EX2: 1CB = 1 COLISÃO COM ATROPELAMENTO

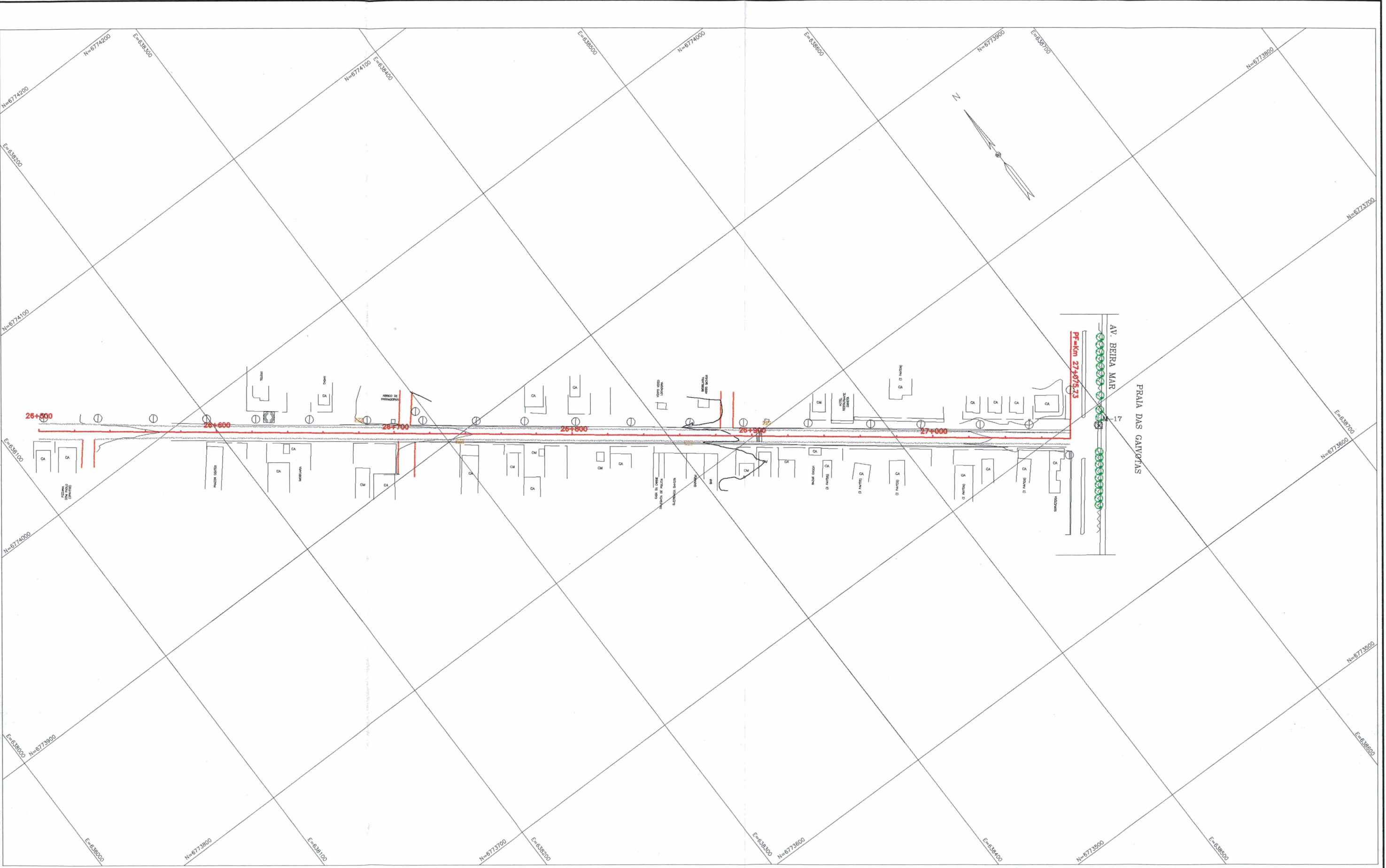
DEFICIÊNCIAS GEOMÉTRICAS INTERSEÇÕES E ACESSOS



FIGURA 36 - PLANTA 27 - ANÁLISE GEOMÉTRICA km 25+750 ao km 26+500 - 09/10

SISTEMÁTICA DE LEVANTAMENTO, REPRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOMÉTRICOS PARA PROJETOS DE MELHORAMENTOS DE RODOVA

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS RESULTADOS		ANÁLISE GEOMÉTRICA	
RODOVA: SC - 485	do: km 25+750	FOLHA	
TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	ao: km 26+500	09/10	



CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

— BORDO DA PISTA	— CERCA	— CA — CRISTA DE ATERRO	— LINHA DE TRANSM.	— AD — ADUTORA DA CASAN	— CX. DA CELESC	— POSTE ALTA/BAIXA TENSÃO C/ TELEF.
— BORDO DO ACESSO/ESTRADA	— CERCA DE TELA	— CC — CRISTA DE CORTE	— CURVAS DE NÍVEL	— CANALETA DE CONCRETO	— CX. DA TELESC	— POSTE DE ALTA TENSÃO C/ TELEF.
— BORDO ACOST./BELVEDERE	— CERCA VIVA	— PA — PÉ DE ATERRO	— TALVEGUE	— MEIA CALHA	— CX. DE GRELHA	— POSTE DE BAIXA E ALTA TENSÃO
— CAMINHO	— MURO DE ALV.	— PC — PÉ DE CORTE	— VALA	— SARJ. RETANG. DE CONCR.	— ESTACA	— POSTE DE BAIXA TENSÃO C/ TELEF.
— DEFENSA SINGELA	— MURO DE ARRIMO	— EROSIÃO	— BANHADO	— SARJ. TRIANG. DE CONCR.	— FURO DE SONDADE	— TORRE DE ALTA TENSÃO
— ESTRADA DE FERRO	— MURO DE PEDRA	— ESCORREGAMENTO	— CÔRREGO	— SARJ. TRAPEZ. DE CONCR.	— HIDRANTE	— PONTO AUXILIAR
— EIXO PISTA/CALÇADA/LOMBADA	— MURO DE CONCR.	— ROCHA	— ACÓDE	— ÁRVORE	— MARCO DE COORD.	— ABRIGO DE PASSAGEIROS
— MEIO FIO	— PONTE DE MAD.	— CULTURA	— LAGOA	— CX. CASAN	— POSTE DE ILUMIN.	
— FAIXA DE DOMÍNIO	— PONTE PENSIL	— MATO	— RIO	— CX. COLET. BOCA DE LOBO	— POSTE TELEFÔNICO	
— CASA DE ALV./MAD./MISTA	— PONTE DE CONCR.	— PASTO/GRAMA	— MAR	— CX. COLET. DE SARJ.	— POSTE DE BAIXA TENSÃO	
— LIMITE DE PROPR.		— REFLORESTAMENTO	— BUIERO	— CX. COLET. DE TALV.	— POSTE DE ALTA TENSÃO	

FIGURA 37 - PLANTA 28 - RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA
 km 26+500 ao km 27+076 - 10/10

	ESTADO DE SANTA CATARINA DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM	
	PROJETO GEOMÉTRICO PLANTA	RESTITUIÇÃO TOPOGRÁFICA
RODOVIA: SC - 485 TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	do: km 26+500 ao: km 27+076	FOLHA 10/10

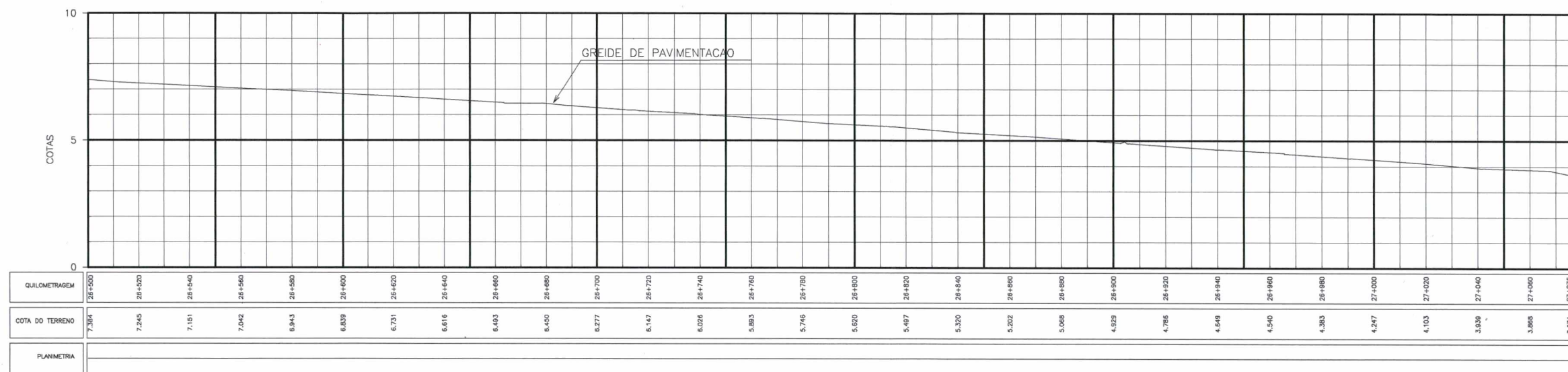
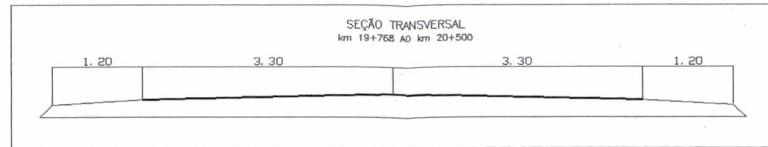
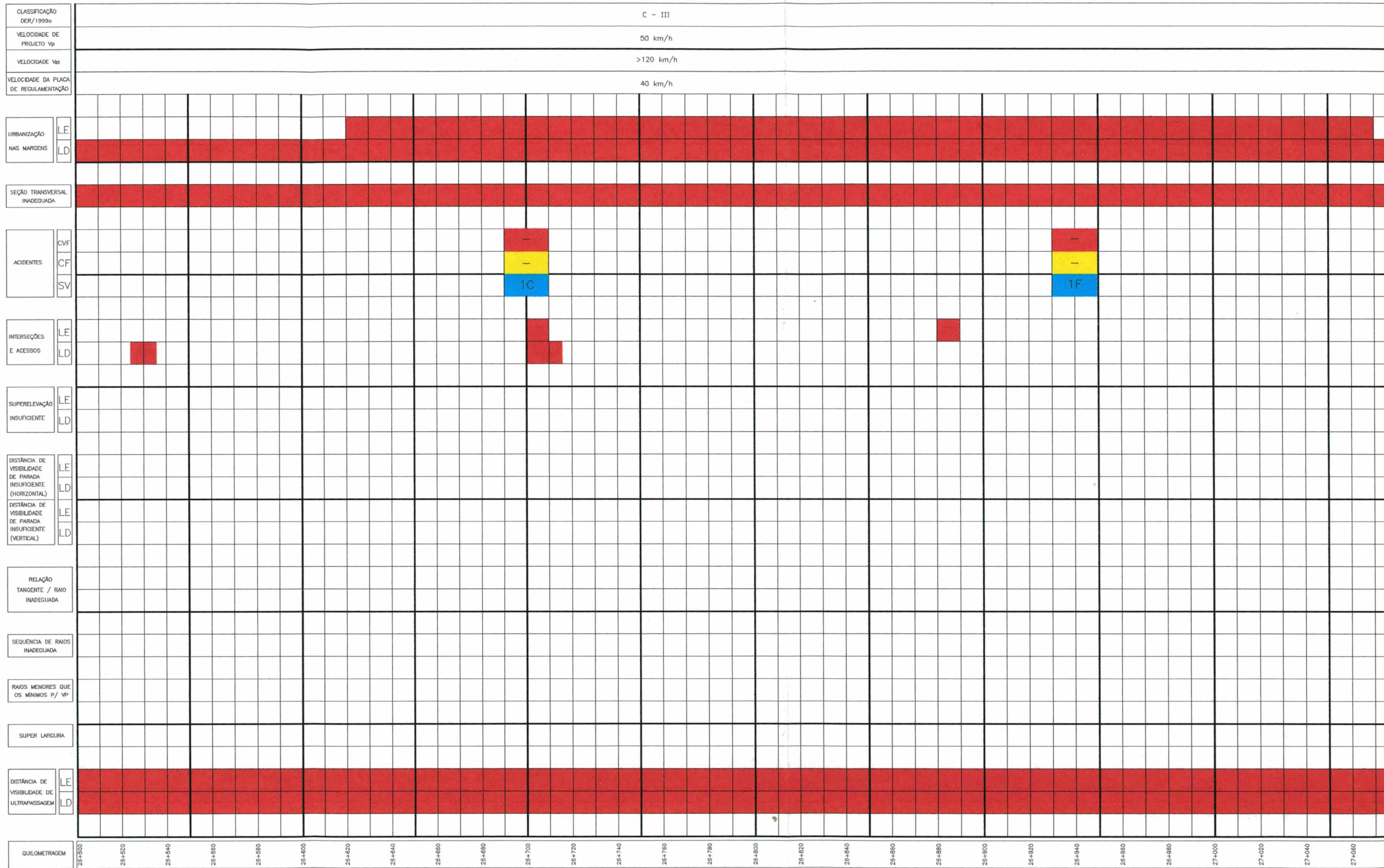


FIGURA 38 - PLANTA 29 - PERFIL DA RODOVIA
km 26+500 ao km 27+076 - 10/10

	ESTADO DE SANTA CATARINA	
	DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM	
PROJETO GEOMÉTRICO PERFIL LONGITUDINAL	PERFIL DA RODOVIA	
RODOVIA: SC - 485 TRECHO: SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	do: km 26+500 ao: km 27+076	FOLHA 10/10



LEVANTAMENTO DE TRÁFEGO km 19+788 AO km 20+500							
RODOVA	AUTOMÓVEIS	ÔNIBUS	CAMINHÕES		REBOQUES E SEMI-REBOQUES	OUTROS	TOTAL
			SIMPLES	DUPLoS			
SC-485	3.389	46	303	47	7	166	3.958



CONVENÇÕES

ÁREA COM ALTA URBANIZAÇÃO	Red
ÁREA COM BAIXA URBANIZAÇÃO	Yellow
ÁREA PRÉ-URBANA	Green
ÁREA RURAL	White

URBANIZAÇÃO

CVF - ACIDENTES COM VÍTIMAS FATAIS	Red
CF - ACIDENTES COM FERIDOS	Yellow
SV - ACIDENTES SEM VÍTIMAS	Blue

ACIDENTES

TIPOS DE ACIDENTES

A	- ABALROAMENTO
B	- ATROPELAMENTO
C	- COLISÃO
D	- CHOQUE
E	- INCENDIO
F	- TOMBAMENTO
G	- SAÍDA DE PISTA
H	- CAPOTAMENTO

EX1: 3B+1H = 3 ATROPELAMENTOS + 1 CAPOTAMENTO
EX2: 1CB = 1 COLISÃO COM ATROPELAMENTO

DEFICIÊNCIAS GEOMÉTRICAS INTERSEÇÕES E ACESSOS



FIGURA 39 - PLANTA 30 - ANÁLISE GEOMÉTRICA km 26+500 ao km 27+076 - 10/10

SISTEMÁTICA DE LEVANTAMENTO, REPRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE PARÂMETROS GEOMÉTRICOS PARA PROJETOS DE MELHORAMENTOS DE RODOVA

REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS RESULTADOS		ANÁLISE GEOMÉTRICA	
RODOVA: SC - 485	do : km 26+500	FOLHA 10/10	
TRECHO : SOMBRIO / BALNEÁRIO GAIVOTA	ao : km 27+076		

Capítulo 5

ANÁLISE DA SISTEMÁTICA PROPOSTA

5.1 Análise dos Resultados

Para a aplicação da sistemática proposta, a escolha da rodovia foi realizada de forma aleatória, sem esta ter sido escolhida por apresentar maior ou menor número de informações disponíveis. O trecho Sombrio - Balneário Gaivota, pertencente à rodovia SC-485, possui uma extensão aproximada de 7,5 km e fez parte do plano de restauração de rodovias do DER/SC, pertencente ao programa de financiamento BID IV.

A sistemática proposta para levantamento, representação e análise de parâmetros geométricos em rodovias se mostrou uma ferramenta bastante útil, principalmente por permitir uma visualização rápida dos resultados obtidos e pela possibilidade de identificação de segmentos com deficiências geométricas de um modo simples e objetivo.

A sistemática proposta detectou, utilizando como base uma diretriz para projeto geométrico de rodovias, locais onde as características geométricas podem provocar insegurança, desconforto e serem possíveis causas para a ocorrência de acidentes.

Entretanto, a utilização da sistemática simplesmente para a verificação de causas de acidentes não é suficiente, pois a representação dos resultados encontrados demonstrou que nem sempre onde ocorrem acidentes existem problemas de ordem geométrica na rodovia, como ocorre no km 21+200 onde a única questão geométrica que foi considerada insuficiente é a seção transversal que está inadequada devido aos volumes de tráfego.

Em outros segmentos onde foram verificadas diversas situações nas quais as características geométricas encontradas mostraram-se insuficientes quando comparadas com as

recomendadas pelo DER (1999) não foram observados acidentes, como ocorre entre o km 24+800 e o km 25+400.

Porém, em todas as situações pode-se ter uma idéia dos problemas encontrados em um determinado trecho, observando-se a representação gráfica dos resultados. Desta forma pode-se ter alguma noção do problema que provocou um determinado acidente em um local, pois se tem uma representação objetiva das deficiências geométricas encontradas, da urbanização no local e da presença de interseções nas proximidades.

Pode-se, também, avaliar se a correção de uma determinada deficiência provocará melhoria em outros fatores como, por exemplo: a modificação em um raio de uma curva horizontal irá melhorar as condições de visibilidade, a curva passará a se enquadrar em relação aos raios das curvas seguintes, a relação tangente raio irá ser respeitada etc.

No caso particular da rodovia SC-485, onde este estudo foi apresentado ao Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina, a visualização de todas as deficiências encontradas foi utilizada para subsidiar a decisão de investir principalmente no aumento da seção transversal da rodovia, implantando-se uma seção transversal padrão tipo SP 10,5 (Figura 09) e na implantação de vias de uso múltiplo para pedestres e ciclistas, além das correções das ondulações existentes ao longo do trecho.

Com relação à coleta dos dados para a elaboração dos estudos, pôde-se verificar a importância das informações obtidas junto às diversas fontes. Muitos dos dados necessários para a execução do embasamento da análise geométrica são considerados de baixo custo e podem ser disponibilizados prontamente pelos órgãos que possuem estas informações. Outros dados, originados, principalmente, de levantamentos de campo possuem um custo mais elevado, mas a partir de uma primeira investigação, poderão compor futuramente uma série histórica e, a partir daí, terem seus custos de aquisição diminuídos.

Enfim, este tipo de análise e representação se mostrou bastante útil quando utilizada nos projetos de melhoramentos de rodovias contratados pelo Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina.

5.2 Limitações do Trabalho

A concepção de uma estrada é efetuada em diversas fases, como resultado de um trabalho iterativo de progressão, definido para registro através de desenhos, cálculos e descrição dos projetos. Estas fases se inter-relacionam e a documentação se torna cada vez mais detalhada e precisa até a conclusão do projeto.

Infelizmente, nem sempre estão disponíveis todas as informações das diversas fases do projeto. É importante salientar que as rodovias que sofrerão análise são, principalmente, aquelas que foram construídas há mais de 20 anos. Muito do material relacionado ao projeto das mesmas foi danificado ou mesmo perdido. Deste modo, muitas vezes, existe uma dificuldade muito grande em agrupar os dados necessários para uma análise da rodovia, necessitando-se executar uma série de estudos complementares.

Para a realização deste trabalho, os estudos tiveram a colaboração do Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina que forneceu as informações necessárias para a sua elaboração. Essas informações consistiram, basicamente, nos projetos existentes da rodovia, nos levantamentos executados, além dos desenhos elaborados com os programas computacionais específicos.

Dentre os programas computacionais utilizados neste trabalho, destacam-se os softwares de projeto de rodovias. Estes são utilizados, principalmente, nos estudos das definições das características da rodovia existente, fornecendo subsídios para a definição dos raios de curvatura horizontal e vertical, superelevação, super-largura e demais elementos do projeto geométrico. Outro pacote computacional que é de grande valor para este tipo de estudo são os de desenho assistido pelo computador (CAD – Computer Aided Design), que também fornecem ferramentas bastante úteis nesta fase dos estudos. Entretanto, a utilização desses instrumentos exige o treinamento de pessoal e a aquisição dos programas e equipamentos necessários ao seu uso o que exige investimentos.

Outra dificuldade encontrada é a não existência em muitos casos de fotografias aéreas da região em estudo. A maior parte dos vôos realizados em Santa Catarina datam de 1978. Muitas vezes, mesmo havendo fotos da região, estas se encontram extraviadas. Na aplicação

prática deste trabalho, as fotos aéreas não estavam disponíveis. Assim, a utilização de Aerofotolevantamentos, muitas vezes depende da realização de um novo vôo o que encarece demais os custos com a restituição topográfica.

A sistemática proposta não chega a apresentar o grau de comprometimento que a geometria tem como causa de acidentes. Isto porque uma característica geométrica deficiente em um local pode ser mais sensível que duas ou mais deficiências em outro. Entretanto, na representação gráfica os segmentos com mais deficiências geométricas chamam mais a atenção.

Capítulo 6

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 Conclusões

A representação gráfica se mostrou bastante útil, principalmente quando associada aos dados de acidentes e de tráfego. A possibilidade de ter uma visualização de toda a rodovia com as suas deficiências geométricas já salientadas, complementando as informações com os dados relacionados ao planejamento, permite ao órgão responsável pela jurisdição da rodovia prever o momento adequado para uma intervenção de maior porte para, desta forma, adequá-la às necessidades da rede viária da região.

A realização deste tipo de análise não exige grandes investimentos. Muitas informações estão disponíveis nos próprios órgãos rodoviários ou podem ser obtidas sem um grande dispêndio, como por exemplo os Boletins de Ocorrência de Acidentes.

Se para a elaboração desta análise fosse preciso a execução de todos os levantamentos necessários, como por exemplo: os planialtimétricos e cadastrais e as contagens de tráfego, os seus custos certamente não compensariam. Entretanto, muitos desses serviços podem ser contratados pelo órgão quando da execução de outros projetos.

Em um projeto de restauração por exemplo, os dados de tráfego já estão presentes pois são necessários para o dimensionamento do pavimento. Desta forma, restaria a execução da restituição topográfica. Se o projeto de implantação da rodovia estiver disponível, então já existem elementos para a sua elaboração. Senão, com o acréscimo de um levantamento topográfico ao projeto, complementar-se-iam os dados.

A utilização de programas computacionais gráficos permite que este trabalho seja acessado rapidamente e armazenado em uma forma segura, inclusive com cópias em diversos

locais, como por exemplo: o distrito rodoviário, a sede do órgão, ou até mesmo colocada a disposição na Internet, para ter o seu acesso pelo pessoal técnico autorizado.

Enfim, o presente trabalho contribui no sentido de indicar uma maneira rápida e fácil de representar determinadas deficiências geométricas em uma rodovia, fornecendo aos planejadores, informações necessárias para a tomada de decisão de investimentos.

6.2 Recomendações

A representação gráfica de todas as características que não se enquadram com as normas e recomendações constantes em manuais mostrou-se útil, porém poderia ser complementada com o desenvolvimento de índices de gravidade para cada uma das deficiências.

Esses índices indicariam, de uma forma muito mais clara e direta, a necessidade de uma intervenção e constituem uma nova área para pesquisas posteriores.

O uso de programas computacionais em projetos de estradas não chega a ser recente, porém não existem muitas rodovias implantadas que tiveram em seu projeto o uso dessa ferramenta. Aquelas que tiveram não deveriam, em princípio, apresentar problemas, mas já tem, desta forma, uma base de dados para uma futura análise.

Torna-se necessário o desenvolvimento de uma base gráfica da rede viária.

O armazenamento dos projetos rodoviários também mostrou-se deficiente, na medida em que, muitas vezes, o projeto original da rodovia não foi encontrado. Uma maneira melhor de preservar estes projetos poderia ser a sua digitalização. Isto também facilitaria a sua representação, uma vez que a sua imagem poderia ser disponibilizada com uma maior rapidez.

Finalmente, uma maior integração entre os diversos órgãos da administração nas diversas esferas (municipal, estadual e nacional) formaria uma fonte de dados muito mais consistentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets – Technical Corrections.** Washington, AASHTO, 1990. 1044 p.

_____. **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.** Washington, AASHTO, 1994. 1044 p.

CRAGLIA, Máximo. **The use of geographical information for urban planning.** Palestra proferida no CPGEC – UFSC, Florianópolis, julho de 1998.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DE SANTA CATARINA. **Um método prático para a escolha do traçado mais econômico de uma rodovia.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1993. 20 p.

_____. **Instrução de Serviço – IS-01. Elaboração de Projetos Rodoviários.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1998a. 27 p.

_____. **Instrução de Serviço – IS-02. Estudo de Tráfego.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1998b. 30 p.

_____. **Instrução de Serviço – IS-03. Estudo Topográfico.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1998c. 38 p.

_____. **Instrução de Serviço – IS-05. Estudo e Projeto de Meio Ambiente.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1998d. 50 p.

- _____. **Instrução de Serviço – IS-08. Projeto Geométrico.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1998e. 18 p.
- _____. **Instrução de Serviço – IS-09. Projeto de Terraplenagem.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1998f. 6 p.
- _____. **Instrução de Serviço – IS-12. Projeto de Pavimentação.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1998g. 11 p.
- _____. **Instrução de Serviço – IS-14. Projeto de Obras Complementares.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1998h. 14 p.
- _____. **Instrução de Serviço – IS-15. Projeto de Desapropriação.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1998i. 6 p.
- _____. **Instrução de Serviço – IS-16. Planos de Execução.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1998j. 9 p.
- _____. **Instrução de Serviço – IS-17. Análise Econômica.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1998k. 32 p.
- _____. **Instrução de Serviço – IS-18. Apresentação de Relatórios e Projetos.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1998l. 8 p.
- _____. **Diretrizes para Concepção de Estradas (DCE). Parte: Encaminhamento Funcional de Redes – DCE-R.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1999a. 74 p.
- _____. **Diretrizes para a Concepção de Estradas (DCE). Parte: Condução do Traçado – DCE-C.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1999b. 70 p.
- _____. **Diretrizes para Concepção de Estradas (DCE). Parte: Seções Transversais – DCE-S.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1999c. 76 p.

- _____. **Diretrizes para a Concepção de Estradas (DCE). Interseções – DCE-I. Parte 1: Interseções de Nível Único – DCE-I-1.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1999d. 114 p.
- _____. **Diretrizes para a Concepção de Estradas (DCE). Interseções – DCE-I. Parte 2: Interseções a Níveis Diversos – DCE-I-2.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1999e. 91 p.
- _____. **Diretrizes para a Concepção de Estradas (DCE). Interseções – DCE-I. Parte: Indicações de Projeto para Interseções a Níveis Diversos em Estradas do Grupo de Categoria B (Complementar à DCE-I-2) – DCE-I-2-B.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1999f. 34 p.
- _____. **Diretrizes para a Marcação de Estradas (DME). Parte 1: Dimensionamento e Posicionamento Geométrico de Sinais de Marcação – DME-1.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1999g. 30 p.
- _____. **Diretrizes para a Marcação de Estradas (DME). Parte 2: Utilização e Geometria de Marcações de Pistas de Trânsito – DME-2.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1999h. 68 p.
- _____. **Diretrizes para o Trânsito de Pedestres – DTP. Parte: Implantação e Equipamento de Travessias para Pedestres – DTP-IETP.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1999i. 31 p.
- _____. **Diretrizes para o Trânsito de Pedestres – DTP. Parte: Implantação de Dispositivos para Pedestres – DTP-IDP.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1999j. 32 p.
- _____. **Diretrizes para o Trânsito de Pedestres – DTP. Parte: Dispositivos para Transposição em Áreas Urbanizadas – DTP-DTAU.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1999k. 32 p.

_____. **Utilização e Configuração de Rotatórias em Estradas fora de Áreas Urbanizadas.** Florianópolis, Diretoria de Estudos e Projetos, 1991. 32 p.

_____. **Mapa Rodoviário 2002 – Estado de Santa Catarina.** Curitiba : ENGEFOTO Engenharia e Aerolevantamentos S.A., 2002; 50 x 75 cm. Escala 1:1.000.000

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Manual de Identificação, análise e tratamento de pontos negros.** 2.ed. Coleção Serviços de Engenharia, Volume 6. Brasília, 1987, 127 p.

_____. **Manual de Policiamento e Fiscalização de Trânsito.** Editora Imprensa Nacional, Brasília, 1988. 351 p.

_____. **Manual de Sinalização de Trânsito. Parte I: Sinalização Vertical.** 3.ed. Coleção Serviços de Engenharia, Volume 7. Brasília, DENATRAN, 1992a. 164 p.

_____. **Manual de Sinalização de Trânsito. Parte II: Marcas Viárias e Parte III: Dispositivos Auxiliares à Sinalização.** 3.ed. Coleção Serviços de Engenharia, Volume 7. Brasília, DENATRAN, 1992b. 98 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Manual de Projeto de Engenharia Rodoviária. Projeto de Interseções.** Rio de Janeiro: Diretoria de Planejamento, 1972. 137 p.

_____. **Normas para a Classificação Funcional de Vias Urbanas.** Rio de Janeiro, Diretoria de Planejamento, 1974. 54 p.

_____. **Normas para o Projeto Geométrico de Vias Urbanas.** Rio de Janeiro, Diretoria de Planejamento, 1974. 94 p.

_____. **Normas Suecas para o Projeto Geométrico das Rodovias.** Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 1975. 148 p.

_____. **Instruções para Superelevação e Superlargura em Projetos Rodoviários.** Rio de Janeiro, 1979. 195 p.

_____. **Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais.** Rio de Janeiro, Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico, Divisão de Capacitação Tecnológica, 1999. 195 p.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION. **Highway Functional Classification Concepts, Criteria and Procedures.** United States Department of Transportation, 1989.

_____. **Flexibility in Highway Design.** United States Department of Transportation, 1997.

GARCIA, Daniel Sergio Presta; GOLDNER, Lenise Grando. Utilização de Modelos de Regressão Linear na Classificação de Rodovias no Estado do Rio Grande do Sul Segundo Características Planimétricas. **Revista Estradas**, Porto Alegre, n. 2, abril 2002.

GARRICK, Norman W.; KUHNIMHOF, Tobias. Streets That Serve Our Needs – Functional Classification for Livable Communities. In: 2nd International Symposium on Highway Geometric Design (2000 : Florianópolis) **Conference Proceedings.** Mainz, Germany: FGVS, 2000. p. 673-684.

KANELLAIDIS, George; GOLIAS, Bernard J.; EFSTATHIADIS, Stylianos G. Drivers Speed Behaviour on Rural Road Curves. **Traffic Engineering + Control**, July/August, 1990. p. 414-415.

LAMM, Rüdiger; CHOUEIRI, Elias M.; MAILAENDER, Theodor. Comparison of Operating Speed of Dry and Wet Pavement of Two Lane Rural Highways. **Transportation Research Record.** Washington, 1280(8), 1990. p. 199-207.

LAMM, Rüdiger; GUENTHER, A.K.; CHOUEIRI, Elias M. Safety Module for Highway Geometric Design. **Transportation Research Record.** Washington, 1512(9), 1995. p. 7-15.

LAMM, Rüdiger; PSARIANOS, Basil; SOILEMEZOGLOU, George; KANELLAIDIS, George. Driving Dynamic Aspects and Related Safety Issues for Modern Geometric Design

of Non-Built-Up Roads. **Transportation Research Record**. Washington, 1523(12), 1996. p. 34-45.

MEDEIROS, Rosinaldo do Rio. **Influência das Características Geométricas das Vias nos Acidentes de Tráfego. Estudo de Caso: BR-101 – PB**. Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, 1993. 118 p.

ROSADO, Marcelo Corrêa. **Um Método de Avaliação da Acessibilidade a Serviços Públicos com o Uso de SIG – Aplicação à Cidade de Araranguá-SC**. Florianópolis, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Área de Cadastro Técnico Multifinalitário. Universidade Federal de Santa Catarina.

SOUZA, Felisberto Chagas de. **Responsabilidade Civil do Estado em Acidentes Automobilísticos**. Florianópolis, 1998. Monografia (Bacharelado em Direito) Centro de Ciências Jurídicas, Universidade Federal de Santa Catarina.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. **Highway Capacity Manual**. 3.ed. Special Report 209. ISBN 0-309-05516-4. Washington, TRB, 1994. 562 p.

VALENTE, Amir Mattar. **Informações práticas para realização de Estudos de Tráfego em Projetos de Engenharia Rodoviária**. Florianópolis, 1994. 120 p.

MEDEIROS, Reynaldo Cosati e CARVALHO, Paulo Cezar Pinto. **Sistema Interativo para Projeto Geométrico de Vias sobre Modelo Digital de Terreno**. <http://mirror.impa.br/sibgrapi96/trabs/pdf/c17.pdf>, 1996.

PIERIN, Igor e DEMARCHI, Sergio Henrique. **Utilização de Curvas de Desempenho no Projeto de Faixas Adicionais**. http://www.dec.uem.br/shdemarchi/pdf/pierin_demarchi.pdf, 2001