

**METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ELEMENTOS
DE RODOVIAS UTILIZANDO SISTEMA DE INFORMAÇÃO
GEOGRÁFICA**

JOÃO WILSON VIEIRA SPERRY

Dissertação de Mestrado apresentada ao 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

Área de Concentração: Cadastro Técnico Multifinalitário

Orientador: Prof. Dr. Carlos Loch

**Florianópolis - SC
1999**

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação defendida em 18/08/99, Sessão nº 115 do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina e aprovada pela Comissão Examinadora,

Prof. Dr. Jucilei Cordini



Prof. Dr. Antônio Fortunato Marcon



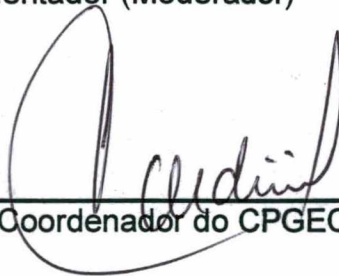
Prof. Dr. Leto Momm



Prof. Dr. Carlos Loch – Orientador (Moderador)



Prof. Dr. Jucilei Cordini – Coordenador do CPGEC



DEDICATÓRIA

A DEUS, ao Nelson, meu pai *in memoriam*, à minha mãe Maria Iracy, em especial à minha esposa Maria Adélia e meus filhos Guilherme e Gustavo, pela compreensão, neste tempo de intensa dedicação ao trabalho que ora é findo.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Carlos Loch, pela orientação e estímulo.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, por terem me oferecido as condições para o desenvolvimento e a consecução desta meta.

Aos amigos, Cesário de O. Lima Jr, Edgar Fernandes, Gilmar Cardoso, por suas importantes e oportunas contribuições durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao DNER, na pessoa do engenheiro Cesar Santos do 16º Distrito Rodoviário, pela disponibilização de dados sobre a rodovia.

À Esteio Engenharia e Aerolevantamentos S/A, nas pessoas dos engenheiros Amauri A. Brandalize e Denise R. Falat, pela imprescindível colaboração com o fornecimento dos recursos cartográficos.

À Iguatemi Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda, nas pessoas dos engenheiros Manoel Simon e Paulo Goulart, pelo prestimosa contribuição de dados sobre o trecho de interesse na BR101SC.

À ITIS Informática Industrial Ltda, na pessoa dos engenheiros Maurício Kuster e Marcelo Moreira, pela alocação de tempo que me foi disponibilizado para levar a bom termo esta dissertação.

Ao BADESC, na pessoa de seu presidente Arno Garbe, extensivo aos demais diretores que me concederam autorização para dedicar-me integralmente a dissertação nestes 3 (três) últimos meses.

SUMÁRIO

| | |
|---|------|
| LISTA DE MAPAS | vi |
| LISTA DE GRÁFICOS | vii |
| LISTA DE FIGURAS | viii |
| LISTA DE TABELAS | x |
| LISTA DE SIGLAS | xi |
| RESUMO | xii |
| ABSTRACT | xiii |
| 1 – INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 - OBJETIVOS | 4 |
| 2.1. Gerais | 4 |
| 2.2. Específicos | 4 |
| 3 – JUSTIFICATIVA | 5 |
| 4 – REVISÃO DE LITERATURA | 9 |
| 4.1. Qualidade | 9 |
| 4.2. Cadastro Técnico Multifinalitário | 16 |
| 4.3. Sensoriamento Remoto e Cartografia | 19 |
| 4.4. Tráfego | 24 |
| 4.5. Projeto Geométrico | 29 |
| 4.6. Sinalização Viária | 36 |
| 4.7. Rodagem (Superfície do Pavimento) | 40 |
| 4.8. Segurança e Acidentes de Trânsito | 51 |
| 4.9. Sistema de Bancos de Dados | 55 |
| 4.10. Sistema de Informação Geográfica | 63 |
| 5 – ÁREA DE ESTUDO | |
| Trecho-piloto da BR-101 | 67 |
| 6 – MATERIAIS | |
| Cartográficos, Equipamentos e Software | 70 |

| | |
|---|-----|
| 7 - METODOLOGIA | |
| 7.1. Considerações Iniciais | 72 |
| 7.2. Referências ao Uso da Filosofia do TQC | 72 |
| 7.3. Estabelecimento de Critérios de Avaliação e Definição de Padrões | 75 |
| 7.3.1. Cartográficos | 79 |
| 7.3.2. Temáticos | 79 |
| 7.3.2.1. Acidentes de Trânsito | 82 |
| 7.3.2.2. Índices de Verificação de Acidentes por Ano | 83 |
| 7.4. Método para Avaliação da Qualidade de Rodovias | 87 |
| 7.4.1. Qualidade Geométrico (Projeto Geométrico) | 93 |
| 7.4.2. Qualidade da Superfície do Pavimento | 95 |
| 7.4.3. Qualidade da Sinalização Viária | 113 |
| 7.4.4. Qualidade Geral | 122 |
| 7.5. Método para Obtenção de Mapas Temáticos | 130 |
| 8. Análise de Resultados | 132 |
| 8.1. Base de Dados | 140 |
| 8.2. Sistema de Informação Geográfico-SIG | 140 |
| 9. Conclusões e Considerações Finais | 146 |
| 10. Referências Bibliográficas | 153 |
| 11. ANEXOS | 158 |
| I - Boletim de Ocorrência de Acidentes (Modelo) | 163 |
| II - Tabela de Ocorrências de Pista (Defeitos, etc....) | 169 |
| IIA – Tabela de Dados Primários de Pista | 173 |
| III - Tabela de Códigos da Sinalização de Trânsito | 175 |
| IV - Tabela da Sinalização do Trecho-piloto | 179 |
| V – Mapas da Prancha 14 (Cartográfico e Temáticos) | 187 |

LISTA DE MAPAS

| Folha | Descrição | Pág. |
|--------------|--|-------------|
| 8 | - Mapa Temático de Acidentes, Prancha 14 - ANEXO V | 189 |
| 9 | - Mapa Cartográfico, Prancha 14 - ANEXO V | 190 |
| 10 | - Mapa Temático Qualidade Geométrico, Prancha 14, ANEXO V | 191 |
| 11 | - Mapa Temático Qualidade Sinalização, Prancha 14, ANEXO V | 192 |
| 12 | - Mapa Temático Qualidade Superfície Pavimento, Prancha 14, ANEXO V | 193 |
| 13 | - Mapa Temático Qualidade Superfície Pavimento por Faixa de Tráfego Prancha 14, ANEXO V | 194 |
| 14 | - Mapa Temático Qualidade Geral c/Ensaio:(IQgeom+IQsinal+IQsuper)/3 Prancha 14, ANEXO V | 195 |
| 14 A | - Mapa Temático Qualidade Geral c/Outros Ensaios, Prancha 14 - ANEXO V | 196 |

LISTA DE GRÁFICOS

| Gráfico | Descrição | Pág. |
|----------------|---|-------------|
| 4,4,4, | - Crescimento Anual do Tráfego na BR101SC-Sul | 27 |
| 4,5,3, | - Correlação de Raios de Curvas Horizontais | 31 |
| 4,5,5,1, | - Correlação entre Velocidade e Distância de Aceleração para Caminhões Potentes em função das inclinações do greide (rampa). | 33 |
| 4,5,5,2, | - Curvas de Velocidade X Distância de Desaceleração para um Veículo de Carga Padrão em função da rampa em aclave. | 34 |
| 7,2,2, | - Função perda no Controle de Qualidade | 78 |
| 7,3,2,2,6, | - Distribuição de Acidentes no Trecho-piloto (BR101SC) | 92 |
| 7,4,1,1,3,1, | - Proporção de Classes de Acidentes para Diferentes Níveis de Textura da Superfície do Pavimento (método da altura da areia) | 99 |
| 7,4,1,6,5, | - Qualidade do Projeto Geométrico no Trecho-piloto | 111 |
| 8,2,2, | - Qualidades p/Índices de Qualidade da Sinalização Atual e índices de Qualidade do Projeto Geométrico, determinados de 100 em 100 metros, no Trecho-piloto. Ensaio da Qualidade Geral pela Média dos IQs específicos | 150 |
| 8,2,3, | - Gráfico das Qualidades p/ Novos Índices de Qualidade da Sinalização no Trecho-piloto considerando-se os Índices de Qualidade Geométricos de 100 em 100 metros. Ensaio da Qualidade Geral pela Média dos IQs específicos | 151 |
| 8,2,4 | - Ensaio da Qualidade Geral da Rodovia com Desvio Padrão | 152 |

LISTA DE FIGURAS

| Figura | Descrição | Pág. |
|------------|---|------|
| 3,4, | - Paisagem do Rio Massiambú Paulo Lopes/SC Escala 1:20000 | 8 |
| 4,1,1, | - Diagrama de Causa e Efeito | 10 |
| 4,1,3, | - Fatores de Sucesso - Qualidade Total | 13 |
| 4,1,4, | - Garantia da Qualidade do Processo | 15 |
| 4,3,1, | - Paisagem em Ortofoto Rodovia BR101SC – Morro dos Cavalos | 19 |
| 4,3,2, | - Estrutura de Montagem de Ortofocarta | 20 |
| 4,8,1, | - Fases de Execução de um Estudo de Pontos Críticos | 53 |
| 4,9,1, | - Estrutura do Banco de Dados – Gerenciador ACCESS | 59 |
| 4.9.2. | - Folha de Dados | 60 |
| 4.9.3. | - Linguagem SQL de uma Consulta de Atualização Cadastral | 60 |
| 4.9.4. | - Tabela Consulta, com os Relacionamentos a Outras Tabelas | 61 |
| 4.9.5. | - Macro para consolidar as diversas Ocorrências na Superfície da Pista da BR101, no Trecho-piloto, em nova Tabela Ocorrências da Superfície | 61 |
| 4.9.6. | - Exemplificação de Formulário em ACCESS | 62 |
| 4,10,1, | - Estrutura de uma Base de Dados Geográfica | 63 |
| 4,10,2, | - Estrutura de um SIG | 64 |
| 7,1,1, | - Organograma Geral da Dissertação | 72 |
| 7,1,2, | - Organograma das Fases da Dissertação | 74 |
| 7,3,1,1, | - Especificações Técnicas do Produto Cartográfico | 80 |
| 7,3,1,2, | - Janela para Aquisição de Pontos de Controle para Georeferenciamento de Mapas | 81 |
| 7,3,1,3, | - Junção de Folhas mediante Referenciamento e Atachamento | 82 |
| 7,3,2,1,3, | - Detalhe de Ressimbolização Temática de Acidentes realizada no Sistema MicroStationGeographics | 86 |
| 7,4,1,4, | - Exemplificação da Tabela “codocorrpista” com Itens de Verificação do Projeto Geométrico | 106 |
| 7,4,1,5,1, | - Ítem de Verificação de Trecho Reto da Rodovia, c/ Nível de Severidade a ele Vinculado | 107 |
| 7,4,1,5,2, | - Exemplificação do Item de Verificação - Acostamento | 108 |
| 7,4,1,6,1, | - Exemplificação da Tabela com o Item de Verificação da Qualidade do Greide e Acostamento e Níveis de Severidade | 108 |
| 7,4,1,6,2, | - SQL para determinação do Índice de Qualidade do Projeto Geométrico | 109 |
| 7,4,1,6,3, | - Tabela de Determinação de Índices de Qualidade Geométrica | 109 |
| 7,4,1,6,4, | - Exemplificação da Tabela de IQ | 110 |
| 7,4,1,6,6, | - Detalhe da Ressimbolização Temática da Qualidade do Projeto Geométrico | 112 |
| 7,4,2,1,1, | - Defeitos de Superfície em Pavimentos (ilustração) | 115 |
| 7,4,2,1,2, | - Tabelas de Ocorrências de Superfície do Pavimento e Outras | 115 |
| 7,4,2,2,1, | - Folha de Dados da Tabela de Ocorrência de Deformação Local | 116 |
| 7,4,2,2,2, | - Formulário do Banco de Dados BR101 | 116 |
| 7,4,2,3,1, | - Macro | 117 |
| 7,4,2,3,2, | - Ilustração de SQL | 117 |
| 7,4,2,3,3, | - Exemplificação da Folhas de Dados das Tabelas de Qualidade de Superfície | 118 |
| 7,4,2,3,4, | - Detalhe do Mapa Temático Qualidade da Superfície | 119 |

LISTA DE FIGURAS (continuação)

| Figura | Descrição | Pág. |
|-------------|--|------|
| 7,4,2,3,5, | - Detalhe da Qualidade da Superfície por Faixa de Tráfego | 119 |
| 7,4,2,3,6, | - Elementos Exógenos que podem afetar a Superfície do Pavimento | 120 |
| 7,4,2,4,1, | - Foto BR101SC (233140D) | 121 |
| 7,4,2,4,2, | - Foto BR101SC (234600D) | 121 |
| 7,4,2,4,3, | - Foto BR101SC (234040A) | 121 |
| 7,4,2,4,4, | - Foto BR101SC (234220D) | 121 |
| 7,4,3,1, | - Sinalização Viária com Código de Ocorrência e Vinculação de Severidade | 123 |
| 7,4,,3,4,3, | - Ressimbolização Temática da Sinalização | 129 |
| 7,4,4,1, | - Ressimbolização Temática com ensaios da Qualidade Geral do Trecho | 131 |
| 7,5,1, | - Janela Principal do MSGG com Caixa de Diálogo do Projeto | 133 |
| 7,5,2, | - Criar ou Abrir Projeto | 133 |
| 7,5,3, | - Unidades de Trabalho | 133 |
| 7,5,4, | - Configuração de Variáveis do Projeto | 134 |
| 7,5,5, | - Caixa de Diálogo para Categorias e Feições | 135 |
| 7,5,6, | - Vista 8 (Mapa Vicinity do Projeto "br101") e Gerenciador de Mapas com a relação dos Mapas do Projeto | 137 |
| 7,5,7, | - Seleção de Categoria e Feições para Ressimbolização Temática | 138 |
| 7,5,8, | - Caixas de Diálogo para Selecionar a Tabela do Banco de Dados | 138 |
| 7,5,9, | - Caixas de Diálogo para Ativar Arquivos Temáticos | 139 |
| 7,5,10, | - Ressimbolização Temática da Qualidade da Superfície do Pavimento | 139 |
| 8,1,3,1, | - Detalhe Defeito na Superfície do Pavimento, c/Bombeamento de Finos | 144 |
| 8,1,3,2, | - Defeitos:Desagregação, Corrugação, Escorregamento do Revestimento Trilhas de Roda, Exsudação do Asfalto | 144 |
| 8,1,3,3, | - Defeitos:Corrugação e Afundamento Plástico Local | 144 |
| 8,1,3,4, | - Vista da Aproximação da Curva nº19 Defeito: Afundamento Plástico Local; deformação da pista e do acostamento, lado direito; escoamento d'água pelo acostamento | 144 |
| 8,1,3,5, | - Defeito:Trinca Longitudinal Longa, c/outras secundárias, indicando cizalhamento da plataforma, na porção de aterro | 144 |
| 8,1,3,6, | - Defeito: Afundamento Plástico Local c/ escorregamento do Asfalto. As marcas de frenagem no acostamento e pista indicam risco. | 144 |
| 8,1,3,7, | - Defeitos: Afundamento Plástico de Trilhas de Roda c/Escorregamento do Revestimento | 145 |
| 8,1,3,8, | - Defeitos: Desgaste do Pavimento e Afundamento Plástico de Trilha de Roda | 145 |
| 8,1,3,9, | - Elementos Exógenos Indesejáveis na Rodagem: solo, vegetação, óleo | 145 |
| 8,1,3,1, | - Defeito:Trincas Couro de Jacaré com Erosão | 145 |
| 8,2,1, | - Ressimbolização Temática da Qualidade Geométrico do Trecho-piloto | 147 |

LISTA DE TABELAS

| Tabela | Descrição | Pág. |
|--------------|--|------|
| 1,1 | - Custo Anual de Acidentes em SC-1997 | 2 |
| 4,1,2, | - Fatores básicos para o Ciclo de Manutenção do Controle da Qualidade | 12 |
| 4,4,1, | - Volume Médio Diário de Tráfego Anual (VMDA) – POSTO 003 | 26 |
| 4,4,2 | - Volume Médio Diário de Tráfego (VMDA) - ano 1998 | 26 |
| 4,4,3 | - Volume Médio Diário de Tráfego Projetado (VMDA) | 27 |
| 4,4,5 | - Níveis de Serviço no Trecho-piloto | 28 |
| 4,5,1, | - Tabela de Velocidades de Projeto (Vp) | 29 |
| 4,5,2,1, | - Raios Mínimos de Curvas Horizontais, considerando Sobre-elevação | 29 |
| 4,5,2,2, | - Raios Acima dos Quais pode-se Dispensar as Curvas de Transição | 30 |
| 4,5,4, | - Distância de Visibilidade de Parada/Afastamento Lateral de Obstáculos | 32 |
| 4,5,5, | - Rampas Máximas | 33 |
| 4,5,5,3, | - Velocidades Médias de Percurso | 35 |
| 4,7,1, | - Classificação da Textura de Superfície de Pavimentos | 41 |
| 4,7,1,1, | - Defeitos de Superfície de Pavimentos Nomenclatura/DNER | 42 |
| 4,7,1,2,1, | - Valor de Serventia Atual | 45 |
| 4,7,1,2,2, | - Valor do Fator de Ponderação para Determinação do IGI | 49 |
| 4,7,1,2,3, | - Limites de IGG | 49 |
| 5,4,1, | - Ilustração parcial da tabela de coleta de dados utilizada no Trecho-piloto | 69 |
| 7,2,1, | - Gerenciamento da Qualidade para Melhoria Contínua | 76 |
| 7,3,2,1,1, | - Acidentes ocorridos em 1998 na BR101SC, Morro dos Cavalos | 85 |
| 7,3,2,1,2, | - Levantamento dos Acidentes no Trecho-piloto, em segmentos de 100 metros no período 01/01/96 a 31/12/98 | 85 |
| 7,3,2,2,1, | - Tabelas Consulta de Acidentes ocorridos em trechos retos e trechos curvos | 87 |
| 7,3,2,2,2, | - Número de acidentes no segmento e número de veículos pesados envolvidos com as causas prováveis | 88 |
| 7,3,2,2,3, | - Acidentes com pista molhada | 89 |
| 7,3,2,2,4, | - Acidentes à Noite | 90 |
| 7,3,2,2,5, | - Acidentes ocorridos no período de pico de volume de tráfego | 91 |
| 7,4,1,1,1, | - Velocidades Médias Pesquisadas na Aproximação da Curva nº 19 | 97 |
| 7,4,1,1,2, | - Distância de Visibilidade de Parada para Condições de Pista com mais de 10 anos de serviço do pavimento | 98 |
| 7,4,1,1,3,2, | - Valores dos coeficientes de atrito com referência "Vt" | 101 |
| 7,4,1,1,4,1, | - Raios mínimos desejáveis de curvas horizontais, segundo a inclinação transversal da pista, levando-se em consideração "Vp". | 101 |
| 7,4,1,1,4,2, | - Correlação entre "R" e "Vp" – Parâmetro de Qualidade (segurança) | 102 |
| 7,4,1,1,4,3, | - Níveis de Severidade Geométrico sob a Ótica da Segurança e Conforto | 102 |
| 7,4,1,2, | - Níveis de Severidade Geométrico sob a Ótica de Conforto e Segurança | 103 |
| 7,4,1,3, | - Tabela de Curvas Horizontais Trecho Piloto BR101SC | 103 |
| 7,4,1,3,1, | - Severidade Geométrica sob a Ótica da Segurança associada a Conforto | 104 |
| 7,4,1,3,2, | - Severidade Geométrica sob a Ótica da Conforto associado a Segurança | 104 |
| 7,4,1,3,3, | - Síntese da Avaliação da Severidade Geométrico do Trecho-piloto | 106 |
| 7,4,3,2, | - Folha de Dados da Tabela de Ocorrência de Sinalização (detalhe de registro da sinalização vertical por segmento e p/faixa de tráfego situação atual e desejável) | 126 |
| 7,4,3,3,1, | - Exemplificação da Tabela Ocorrência de Sinalização | 127 |
| 7,4,3,3,2, | - Exemplificação da Tabela de Qualidade de Sinalização | 127 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|------------|--|
| ABNT | - Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| AASHTO | - American Association of State Highway and Transportation Officials |
| AYMA | - (Ayres, Manuel), Sistema para Análise de Pavimentos Flexíveis, visando o Controle da Qualidade |
| BADESC | - Agência Catarinense de Fomento S/A |
| BR101 | - Rodovia Federal Longitudinal, continental mais a Leste do País |
| COBRAC | - Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico |
| CAD | - Computer Aided Draft |
| CONTRAN | - Conselho Nacional de Trânsito |
| CTM | - Cadastro Técnico Multifinalitário |
| DENATRAN | - Departamento Nacional de Trânsito |
| DNER | - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem |
| ECV | - Departamento de Engenharia Civil do Centro Tecnológico da UFSC |
| ES-128/83 | - Especificação Técnica, DNER |
| ESTEIO | - Esteio Engenharia e Aerolevantamentos S/A |
| GIS | - Geographic Information System |
| IBGE | - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| ICR | - Índice de Conforto de Rolamento |
| IGG | - Índice de Gravidade Geral |
| IGI | - Índice de Gravidade Individual |
| IGUATEMI | - Iguatemi Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda |
| IPR | - Instituto de Pesquisas Rodoviárias |
| IRI | - International Roughness Index |
| ISA | - Índice de Serventia Atual |
| ITIS | - Informática Industrial Ltda |
| JUSE | - Union of Japanese Scientists and Engineers |
| LTM | - Local Transverso Mercator |
| MID | - Manual para Identificação de Defeitos de Revestimentos Asfálticos de Pavimentos |
| MSGG | - MicroStation Geographics |
| MSSE | - MicroStation SE |
| NPER | - Norma para Projeto de Estradas de Rodagem/DNER |
| ODBC | - Open Database Connectivity |
| PDCA | - Plan, Do, Check, Action (Ciclo) |
| PEC | - Padrão de Exatidão Cartográfica |
| PRO-07/78 | - Norma de Procedimentos, DNER |
| PRO-08/78 | - Norma de Procedimentos, DNER |
| SGBD | - Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (IDRISI) |
| SQL | - Structured Query Language |
| SIG | - Sistema de Informação Geográfica |
| TER- 01/78 | - Norma de Terminologia, DNER |
| TQC | - Total Quality Control |
| UFSC | - Universidade Federal de Santa Catarina |
| UTM | - Universal Transverso Mercator |
| VHP | - Volume Horário de Projeto |
| VMDA | - Volume Médio Diário Anual de Tráfego |
| VSA | - Valor de Serventia Atual |

RESUMO

A “**Metodologia para Avaliação da Qualidade de Elementos de Rodovias Utilizando Sistema de Informação Geográfica**” aqui desenvolvida, e apresentada, integra conhecimentos de cartografia, sensoriamento remoto, das ciências da engenharia rodoviária e da computação (hardware, softwares).

Ela possibilita a avaliação da qualidade geral e de qualidades específicas de segmentos de uma rodovia, mediante a determinação de Níveis de Severidade e de Índices de Qualidade referentes à projeto geométrico, superfície do pavimento e sinalização de trânsito.

Para a análise e avaliação dos parâmetros, níveis e índices definidos na metodologia, foi utilizado um trecho homogêneo denominado Trecho-piloto com 2,3 km da rodovia BR-101, no lugar chamado Morro dos Cavalos em Santa Catarina. Os dados do Trecho-piloto estão discretizados de 20 em 20 metros, por faixa de tráfego.

Esta metodologia foi desenvolvida utilizando o gerenciador de banco de dados Access no qual foi estruturado um banco de dados relacional, conectado ao Projeto “br101” que foi criado no Sistema MicroStation Geographics, que gerencia SIG’s.

Utilizando ortofotos digitais na escala 1:2000 para formação da base cartográfica do Projeto de SIG, o Projeto “br101” foi criado e estruturado em categorias e feições que possuem identidade e se relacionam com os registros do banco de dados.

Como resultados da aplicação dessa metodologia, que se mostrou adequada, são extraídos dados ou conjunto de dados na forma de relatórios, formulários, tabelas e mapas temáticos, que expressam: Qualidade do Projeto Geométrico, Qualidade da Superfície do Pavimento, Qualidade da Sinalização e Distribuição de Acidentes por segmentos discretizados de uma rodovia.

METHODOLOGY FOR QUALITY EVALUATION OF HIGHWAYS ELEMENTS USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS)

ABSTRACT

The Methodology for Quality Evaluation of Highways Elements using Geographic Information System (GIS) herewith developed and presented comprises knowledge integration of cartography, remote sensing, civil engineering as well as computing technology.

Overall quality and quality of specific elements of a road can be evaluated through measurement of so called Severity Level and Quality Index (or Rate) both related to geometric design, pavement's surface and traffic signs specification.

A segment of 2.3 km of BR 101 road located at Morro dos Cavalos in Santa Catarina State was chose as pilot for the analysis and evaluation of parameters, levels and indices defined in the methodology. The data were determined for each 20 meters of the three traffic lanes.

The methodology was developed using the Access database management which a specific relational database was structured. It was connected to the "br101 Project" introduced into MicroStation Geographics System, a comprehensive mapping and GIS manager.

The "br101 Project" was structured in categories and features with specific identity related to the database entries using digital orthophotos scaled by 1:2000 as cartografic basis of the GIS.

The format of the data output as a result of the application of such methodology are reports, forms, tables, and maps showing rates of Geometric Quality, Pavement Surface Quality, Traffic Signs Quality and Statistic Distribution of Accidents.

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda pelo transporte rodoviário no Brasil, decorrente de uma política desenvolvimentista de sucessivos governos da União Federal, por mais de 4 (quatro) décadas, se reflete na grande circulação de veículos que é mensurada por volumes de tráfego anuais crescentes, e pela quantidade de passageiros e de cargas transportadas, através de rodovias federais, estaduais e municipais. As rodovias nem sempre tem capacidade para suportar as demandas, requerendo o estabelecimento de prioridades para assegurar que pessoas e cargas cheguem a seus destinos com segurança, no tempo previsto e a custos menores. Neste contexto, se estabelece a preocupação com o usuário da via, que tem a expectativa de usufruir de: segurança, conforto, mobilidade e economia.

Os problemas de segurança são diretamente avaliados pelo acidentes ocorridos na via. Os acidentes de trânsito podem ter causas diversas e para eliminá-las ou minorá-las são necessárias ações conjuntas de diferentes órgãos operadores dos sistemas viários e especialmente mudança comportamental de seus usuários

Os órgãos ou empresas responsáveis pela fiscalização do trânsito, conservação da via e de operação do sistema viário e ainda os projetistas desses sistemas, podem interferir por ação preventiva ou corretiva sobre as causas de acidentes atuando de uma forma eficaz. É fundamental que haja o estabelecimento de itens de verificação que permitam conhecer as influências diversas para a existência de pontos críticos de acidentes na via, para que possam ser eliminados.

Muitas vezes, as causas dos acidentes estão dissimuladas e somente serão detectadas se forem analisadas outras variáveis que podem estar interferindo na interpretação de dados estatísticos e nas conclusões sobre as causas e localização de fatores concorrentes à ocorrência de problemas de segurança e conforto na via.

Conclusões que apresentam confiabilidade, permitem a racionalização no uso dos recursos a investir na rodovia atuando sobre locais onde as ocorrências expressam necessidade de prioridade de solução.

Os congestionamentos e obstruções de vias, produzidos por acidentes, por deslizamentos ou alagamentos, trazem perda de qualidade de uma via ou do sistema viário a que ela pertence. É oportuno destacar que paralisações ou retardamentos do tráfego adicionam custos operacionais que podem assumir proporções de grande repercussão econômica e financeira.

Além da segurança, o conforto de uma viagem é outro indicador da qualidade e está relacionado com a geometria da via, a conformação física da superfície do pavimento e do seu estado de conservação, que pode influir diretamente sobre o estado físico-psíquico dos usuários, notadamente em grandes trajetos.

O conforto e a segurança normalmente são interdependentes em maior ou menor grau numa rodovia, e ações corretivas nela implementadas certamente contribuirão para reduzir as perdas humanas (mortes e mutilações), as perdas financeiras: maior consumo de combustíveis, aumento do transporte, qualidade de produtos perecíveis, seguridade e previdência social.

LIMA(1998), fez a estimativa dos custos dos acidentes por ano em SC, RS, e no Brasil, demonstrando que a magnitude dos números impõe ações mais efetivas dos governantes e dos Órgãos gestores das rodovias brasileiras. Em Santa Catarina, em 1997 o custo estimado foi de US\$ 544 milhões, no Rio Grande do Sul US\$ 600 milhões e no Brasil cerca de US\$ 10,7 bilhões .

Tabela 1.1. Custo Anual de Acidentes em Santa Catarina – 1997 (LIMA,1998)

| CUSTO DOS ACIDENTES | US\$ MILHÕES | | ACIDENTES | |
|-------------------------|--------------|---------------|-----------------------------|-------|
| | SC | BR | CUSTO PER CAPITA US\$ | |
| -Perdas Materiais | 153 | | SC | BR |
| -Despesas com Seguro | 25 | | 113 | 68 |
| -Perdas de Produção | 204 | | POPULAÇÃO | |
| -Custos Legais | 5 | | MILHÕES DE PESSOAS EM 1996* | |
| -Custos Médicos | 127 | | SC | BR |
| -Custos c/Emergência | 10 | | 4,8 | 157,9 |
| -Custos com Previdência | 15 | | * Estimado | |
| -Outros Custos | 5 | | | |
| TOTAL | 544 | 10.700 | | |

Um dos fatores de sucesso mais importante na análise de acidentes é a qualidade dos dados primários(origem nos Boletins de Ocorrência) pois dela depende a correta interpretação das causas prováveis da ocorrência e da repetitividade. A base de dados deve ser estruturada para atender a diferentes usuários: gerentes, engenheiros, polícia, pesquisadores, advogados, etc BAGINSKI (1995) destaca que “falta de padrões nos procedimentos de coleta e armazenamento de dados impedem a correta identificação de problemas...”. Essa afirmativa expõe que os erros de cadastro contidas em Boletins de Ocorrência, pode mascarar os resultados e induzir a erros de

interpretação de “causas prováveis” . Há necessidade de identificar e isolar as causas potenciais de acidentes que compõem o cenário da área de influência do local da ocorrência, mediante análise das variáveis existentes no processo.

O aumento da circulação e da velocidade dos veículos impõe melhoria constante da qualidade dos pavimentos. Em decorrência, os concretos asfálticos têm importância relevante nos pavimentos rodoviários com vistas à segurança.

MOMM (1998), considera que o “usuário avalia a qualidade do pavimento rodoviário no qual trafega calcado em três pontos básicos: a segurança, que o pavimento lhe proporciona para manter-se na trajetória de deslocamento desejada enquanto executa manobras; conforto, que o pavimento lhe oferece; e a economia operacional na utilização do pavimento”. Ele ressalta a importância da aderência pneu/pavimento para garantir a segurança ao frear, acelerar ou fazer manobras. Em pavimentos molhados podem ocorrer fenômenos indesejáveis de hidroplanagem e viscoplanagem que afetam a segurança.

BALBO (1997) cita que não existe uniformização da classificação e terminologias de patologias em pavimentos em virtude da utilização de conceituação morfológica e da gênese das ocorrências. Também enfatiza que “a obra de pavimentação é peculiar no sentido em que não termina com a conclusão do revestimento da estrutura”. A rodovia é uma construção que requer investimentos permanentes com obras e serviços contínuos e, quando não executados, especialmente os de manutenção, o surgimento de defeitos é inevitável. BALBO considera ainda que a manutenção preventiva é de suma importância, e que nos EUA o *Strategic Highway Research Program* tem um comitê específico para estudo e implementação da selagem de trincas em revestimentos asfálticos. Isso expressa a magnitude que esse tema, especialmente pelo fato de que os investimentos em conservação dão a certeza de postergação da vida dos pavimentos e dos conseqüentes custos com restaurações.

DOMINGUES (1993), propõe a identificação de defeitos e de suas causas nos revestimentos asfálticos de pavimentos rodoviários, adotando de níveis de severidade, e compilando as ocorrências de defeitos no Manual de Identificação de Defeitos de Revestimentos Asfálticos de Pavimento - MID. Essa proposta é de grande valia para análise da superfície de pavimentos e, dele, foram utilizados conceitos para o desenvolvimento da presente dissertação.

2. OBJETIVOS

GERAL

Desenvolver metodologia para gerenciamento da qualidade de rodovias arteriais, segundo a ótica do usuário, utilizando Sistema de Informação Geográfica – SIG

ESPECÍFICOS

1.1. Desenvolver padrão de qualidade para rodovias a partir da definição de:

- níveis de severidade de ocorrências;
- seleção de itens de verificação;
- determinação de índices de verificação e controle.

1.2. Formar base de dados, com abrangência multidisciplinar e especificidades que possibilitem a análise e a avaliação qualitativa de informações relativas a: acidentes, elementos da geometria da via, elementos de sinalização da rodovia, elementos morfológicos de patologias de pavimentos e elementos exógenos à rodovia.

1.3. Identificar, posicionar e avaliar os pontos potencialmente críticos de uma rodovia, causadores de efeitos indesejáveis relativos à segurança e ao conforto da rodovia.

1.4. Disponibilizar um instrumento alternativo de gestão da rodovia;

1.5. Divulgar a filosofia de “*Total Quality Control-TQC*”, como recurso adequado para a busca da qualidade de rodovias mediante melhoria contínua de produtos e serviços rodoviários prestados ou disponibilizados à sociedade (usuários das rodovias).

1.6. Utilizar recursos técnicos e científicos que fundamentam o Cadastro Técnico Multifinalitário, aplicado à rodovias.

1.7. Estruturar um Sistema de Informação Geográfica orientado para a qualidade sob a ótica de conforto; segurança e mobilidade em rodovias.

3 . JUSTIFICATIVA

O presente projeto enfoca as relações entre rodovias e os seus clientes, especialmente os seus usuários. Também aos órgãos de governo que as administram e as empresas que com elas interagem: consultoras, construtoras, e prestadoras de serviços diversos, interessa dispor de uma via que assegure: segurança, conforto, mobilidade, custos compensadores decorrentes da locomoção, ou ainda, ganhos financeiros diretos ou indiretos. Depreende-se daí que um rodovia com padrão de qualidade adequado é aquela que garante a plena satisfação dos usuários (motorista, passageiro e pedestre).

Para atender a um determinado padrão de qualidade sugere-se que sejam analisadas as qualidades de: projeto geométrico, superfície do pavimento, sinalização de pista e elementos exógenos com interferência na pista. É oportuno desenvolver um método que possibilite a avaliação discretizada da via (segmento a segmento), com abrangência sobre os fatores intervenientes na qualidade da via e permita conhecer, isolar e eliminar os problemas existentes nos trechos críticos.

O desenvolvimento da metodologia implica em definir ítems de verificação de elementos de projeto geométrico, superfície e sinalização, com vistas à qualidade. Poder-se-ia estender o estudo a outros elementos, entretanto, alguns desses estão indiretamente arrolados, como: limpeza e conservação de elementos do corpo estradal e da faixa marginal, drenagem superficial e profunda, e o comportamento do usuário em trânsito.

A superfície do pavimento, que retrata o estado de conservação e as condições estruturais para suportar o tráfego de uma rodovia é, dentre os elementos a estudar, o mais sensível à influências do meio a curto prazo, e por isso mesmo sujeito a rápida degradação.

A limitada disponibilidade de recursos financeiros e falta de racionalidade na aplicação dos recursos da União, também quando direcionadas a rodovias contribuem decisivamente para a acelerada degradação dos pavimentos que compõem a Malha Rodoviária Federal. Também os investimentos em pesquisas rodoviárias foram minguando ao longo do tempo, num país continental que possui diversificada formação geológica e comportamentos geotécnicos que necessitam ser estudados de forma contínua, para que existam soluções rodoviárias desejáveis.

A regulamentação através de normas e especificações orientam e disciplinam a realização de serviços e obras rodoviária. Dentre outras cita-se: Norma para Projetos de Estradas de Rodagem; Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos, DNER-PRO 07-78; Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos, DNER-PRO 08-78;

Para o interesse desta Dissertação foram analisados estudos realizados no país e exterior e utilizados no que coubesse informações do: Manual para Identificação de Defeitos de Revestimentos Asfálticos de Pavimentos- MID (DOMINGUES,1993); Guidelines for conducting and calibrating road roughness measurements (SAYERS, 1986), que definiu para o Banco Mundial a Escala IRI (International Roughness Index) que é um padrão de medida de irregularidade visando a conservação da via; Sistema AYMA (Development of a Rational Probabilistic Approach for Flexible Pavements Analysis, AYRES, 1998); Estudo dos Efeitos da Granulometria sobre Macrotextura Superficial do Concreto Asfáltico e seu Comportamento Mecânico (MOMM,1998).

Nota-se que, em contraposição aos avanços tecnológicos na área rodoviária, a qualidade geral das rodovias brasileiras está num processo de comprometimento carecendo de soluções permanentes e contínuas, mormente pela escassez de recursos que impõe maior eficácia na gestão financeira e com priorização à: conservação e limpeza que são necessidades imediatas e urgentes à preservação e recuperação da qualidade dos pavimentos.

O comprometimento da qualidade dos pavimentos das estradas brasileiras é visível e preocupante, e com ela o inevitável aumento dos acidentes de trânsito com perdas materiais, humanas e financeiras.

O Autor considera que são fatores de risco de acidentes: o estado físico-psíquico dos usuários, as condições gerais dos veículos, as condições específicas da geometria da via e da pista de rolamento, a sinalização existente, e ainda, outros ocasionais como: alagamentos, inundações e deslizamentos, concorrentes ou não à ocorrência e repetitividade de acidentes, que devem ser mapeados e monitorados para o estabelecimento de decisões corretivas ou preventivas. Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), são recursos de grande valia para o gerenciamento de rodovias, e

mediante atualização permanente, com rapidez e confiabilidade de dados espaciais e tabulares, se tenha agilidade para a tomada de decisão.

3.1. Contribuição do Cadastro Técnico

O Cadastro Técnico Multifinalitário abrange diferentes áreas de conhecimento e em particular aos interesses desta Dissertação que é orientada para uso rodoviário. O Cadastro Técnico sendo uma área de conhecimento multidisciplinar possibilitou a aplicação de conhecimentos, nele desenvolvidos, de ciências aplicadas a Cartografia e a Engenharia Civil. Em particular: Sistema de Informação Geográfica; Tráfego; Fotogrametria e Foto-interpretação; Topografia; Técnicas de cadastro e registros: cartográficos e geométricos com múltiplos interesses; Estruturação de bancos de dados objetivando SIG; e Sistemas computacionais para desenvolvimento de SIGs.

3.2. Justificativa da Estruturação do SIG

A estruturação de um Sistema de Informação Geográfica, aqui justificado, tem a finalidade de disponibilizar um adequado instrumento de planejamento e de gerenciamento de rodovias, capaz de permitir ações conjuntas de órgãos envolvidos na segurança e manutenção viária, visando a resolução de problemas e a racionalização na aplicação dos recursos disponíveis para conservação, recuperação e modernização de rodovias. Esse sistema deve conter um banco de dados tabulares relacional ligado a um outro banco de dados gráficos estruturado num sistema de gerenciamento que permita gerar mapas temáticos, a partir de uma base cartográfica.

3.3. Seleção do Sistema de Informação Geográfica para esta Dissertação

A justificativa para o uso do MicroStation Geographics, é expressa por:

1. A Base Cartográfica utilizada para o desenvolvimento do SIG apresenta informações gráficas vetoriais em grande escala (1:2.000).
2. A Base de Dados tabulares seria composta por muitas tabelas, sendo requerido que fosse relacional e permitisse ressimbolizações temáticas.

3. O Sistema deveria ser atual e possuir recursos de conectividade com o ACCESS, sistema de banco de dados utilizado por ser amigável e adequado à disponibilidade computacional.
4. Disponibilidade de suporte técnico e operacional para o uso do Geographics.

3.4. Seleção da Área de Estudo

Foi selecionado um trecho de 2,3 km da BR101, localizado no município de Paulo Lopes em Santa Catarina, Figura 3.4, no lugar denominado Morro dos Cavalos, e está estaqueado com a orientação norte-sul. É constituído por um trecho montanhoso à plano, descendente e sinuoso, configurando um traçado geométrico plani-altimétrico com raios de curva e inter-tangentes de comprimentos variados, e diversas inclinações de rampas. O trecho amostral, denominado trecho-piloto, tem grande diversidade de informações também sobre defeitos na superfície de rolamento e deficiências de sinalização.



Fig. 3.4. - Paisagem do Rio Massiambú Grande, Paulo Lopes/SC Fonte: ESTEIO

O Trecho-piloto está contido entre as estacas 825 a 940 marcadas no acostamento durante os estudos para a elaboração do projeto de duplicação da rodovia, e totaliza 2.300 metros, com complexidade geométrica e de superfície que justificam a seleção. Também a disponibilidade de dados sobre acidentes e de informações técnicas e cartográficas, as facilidades de deslocamento para levantamentos de campo dada a proximidade de Florianópolis.

4. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura aqui expressa, remete a tópicos e afirmações de pesquisadores que em diferentes áreas de atuação apresentam inter-relação com o desenvolvimento desta dissertação.

4.1. QUALIDADE

Seguindo o princípio do Controle da Qualidade Total (TQC), cliente é toda a pessoa (consumidor, empregado, acionista, vizinho) que espera auferir os maiores benefícios tangíveis e intangíveis de um bem que lhe é colocado disponível para uso.

“ O TQC é baseado em elementos de várias fontes: emprega o método cartesiano, aproveita muito do trabalho de Taylor, utiliza o controle estatístico de processo, cujos fundamentos foram lançados por Shewhart, adota os conceitos sobre o comportamento humano lançados por Maslow e aproveita todo o conhecimento ocidental sobre qualidade, principalmente o trabalho de Juran.

O TQC é um modelo administrativo proposto pelo Grupo de Pesquisa do Controle da Qualidade da JUSE (Union of Japanese Scientists and Engineers).” (FALCONI,1992)

Qualidade Total são todas as dimensões que afetam a satisfação das necessidades do cliente, ou seja, das pessoas que utilizam um determinado bem ou serviço, e o controle é exercido por todas as pessoas da organização, de forma harmônica e metódica visando obter a qualidade total que é a consecução da satisfação das necessidades de todas as pessoas.

TQC é o controle exercido por todas as pessoas para a satisfação das necessidades de todas as pessoas. (FALCONI,1992)

As dimensões anteriormente referidas a qualidade total, podem ser medidas através de:

- características do produto ou serviço (ausência de defeitos e presença de características que agradam ao usuário);

- custo pela apuração das parcelas de valor de aquisição, construção, conservação, e de restauração de bens, ou de implantação de serviços;
- cumprimento do prazo de entrega e de condições de entrega;
- moral, ou seja, do nível médio de satisfação de um grupo de pessoas da organização e do nível de comprometimento com os resultados da qualidade do que oferecem ao cliente (**usuário**);
- segurança, por exemplo, índices de acidentes, índice de gravidade, etc A segurança dos usuários está ligada a responsabilidade civil pelo produto.

Pode-se visualizar através da estruturação do Diagrama de Ishikawa (Figura 4.1.1.), uma das ferramentas da qualidade que permite analisar a relação do efeito com suas causas. Nele, orientado para rodovias, as causas diversas relacionadas produzem efeitos que podem ser ou não os desejáveis, dependendo de como está sendo gerenciado o processo. O controle da qualidade exercido sobre dessas causas é determinante para que os efeitos sejam os esperados.

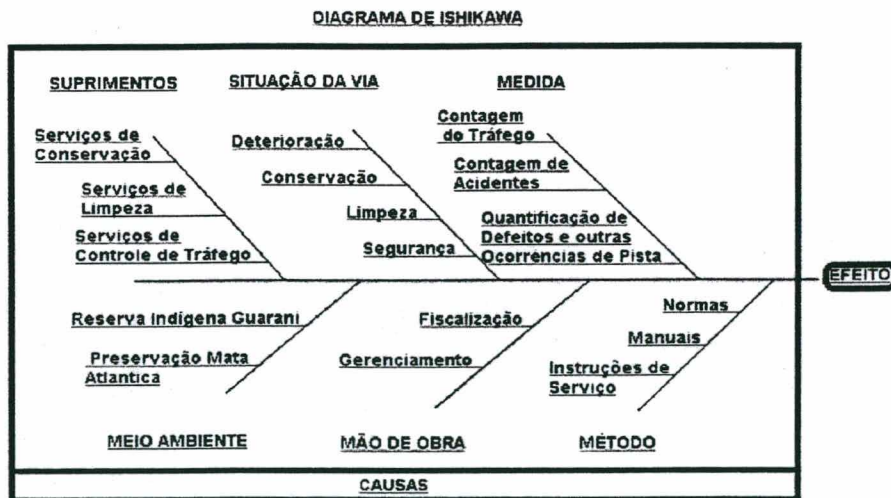


Fig. 4.1.1. - Diagrama de Causa e Efeito

Assim, uma empresa, unidade industrial, rodovia, etc ... podem ser definidos como processos, ou um conjunto de processos específicos de manufatura e/ou de serviços, que podem ser controlados através de seus efeitos.

Sob a ótica do **usuário** o processo rodovia deve contemplar: segurança, conforto e mobilidade como os efeitos esperados do processo (exemplos de processos: rede viária, via, superfície da via, deformações, etc...).

Problema é um resultado indesejável de um processo (Falconi)

Então os acidentes de tráfego, as irregularidades e desgaste da superfície do pavimento, a conformação geométrica restritiva, a deposição e incorporação de materiais exógenos no pavimento, a inadequada sinalização viária, a passagem de pedestres e de animais, o volume de tráfego incompatível com o padrão da via, são problemas que podem existir numa rodovia, e que necessitam ser medidos.

Ainda, de acordo com Falconi deve-se instituir:

- itens de controle de processo (índices numéricos atuando sobre efeitos de cada processo para medir a qualidade total);
- itens de verificação (índices numéricos atuando sobre as principais causas que afetam determinado item de controle);

Ele propõe utilizar o Ciclo **PDCA** (*Plan, Do, Check, Action*), Tabela 4.1.2., que é um método gerencial através do qual se faz o controle de processos.

Consiste em:

- **P** (planejamento): estabelecimento de metas sobre os itens de controle, e o caminho para se atingir as metas a alcançar;
- **D** (execução): realização das fases do trabalho seguindo as diretrizes de controle;
- **C** (verificação): comparação dos resultados alcançados com as metas previstas;
- **A** (atuação corretiva): atuação sobre as causas que geraram o problema de modo que não mais ocorram.

“Se você não tem item de controle, você não gerencia” (Ishikawa)

A prática do Controle de Qualidade é obrigação de todos vinculados ao processo, e os melhores resultados se obtém quando todos estão comprometidos com

as soluções, sendo que os problemas podem ser mais facilmente eliminados com a efetiva participação de todos.

O controle da qualidade tem 3 (três) objetivos:

1. planejar a qualidade desejada pelo cliente mediante a definição de itens de controle e do estabelecimento de padrão a ser seguido;
2. manter a qualidade desejada pelo cliente, cumprindo padrões e atuando na causa dos desvios com desdobramentos das tarefas conforme procedimento padrão;
3. melhorar a qualidade desejada pelo cliente, através da verificação e atuação sobre os itens definidos, exercendo o monitoramento sobre eles e verificando os resultados e agindo corretivamente de forma contínua.

Tabela 4.1.2. Fatores básicos para o Ciclo de Manutenção do Controle da Qualidade (Falconi, 1992)

| CICLO PDCA | ETAPA | ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO NO CONTROLE DA QUALIDADE | OBSERVAÇÕES |
|------------|-------|---|---|
| P | 1 | ESTABELECIMENTO DO PADRÃO DE QUALIDADE | Estudar e determinar as necessidades de seu cliente. Verificar a possibilidade de seu processo atender ou não a estas necessidades. |
| ... | 2 | ESTABELECIMENTO DOS PROCEDIMENTOS-PADRÃO | Estabelecer o seu processo de acordo com as necessidades do cliente e definir os fatores importantes do seu processo (causas) que devem ser padronizados. |
| D | 3 | TRABALHO DE ACORDO COM OS PADRÕES | As pessoas devem estar treinadas à manter os valores-padrão dos fatores importantes, determinados no item anterior. Padrões conduzem a auditoria da qualidade. |
| C | 4 | MEDIDAS | Definir as medidas: dimensões, tempo, dia, etc ... |
| ... | 5 | PADRÕES DE VERIFICAÇÃO | Definir os padrões de verificação (inspeção). Estes padrões são geralmente de nível superior aos padrões de Qualidade. |
| ... | 6 | VERIFICAÇÃO | Verificar se existem não-conformidades em relação aos padrões de verificação |
| A | 7 | ELIMINAÇÃO DAS NÃO-CONFORMIDADES | As causas das não-conformidades devem ser eliminadas de imediato. Se a não-conformidade for crônica, os procedimentos operacionais-padrão devem ser alterados; se for ocasional deve ser procedida a análise de falhas para localizar a causa, devendo o evento ser registrado para análise futura. |

A sobrevivência da “empresa”, como mostrada na Figura 4.1.3., depende da combinação entre:

- a - qualidade, que se inicia com o conhecimento e insumos utilizados desde a fase de planejamento e se estende ao projeto, construção, comercialização, operação, manutenção/conservação pelo período da vida útil que é determinada pelo mercado, ou de outra forma pelo cliente comprador de um bem ou serviço. O usuário de uma rodovia é um cliente comprador de serviço público ou privado que quer fazer o pagamento justo pelo serviço ou bem disponível, na expectativa de receber em retorno: segurança, conforto e mobilidade aceitável no deslocamento;
- b – produtividade, da “empresa” rodovia, diz respeito a volume de escoamento do tráfego que pode ser medido por Volume Médio de Tráfego Anual e por outros parâmetros;
- c - competitividade entre rodovias, pode ser medida pelo parâmetro de comprimento virtual da rodovia ou através de custos comparados quando a análise se faz entre modais, mas para qualquer hipótese deve-se cotejar: tempo de viagem, conforto, segurança, e custos de transporte, seguros e taxas.

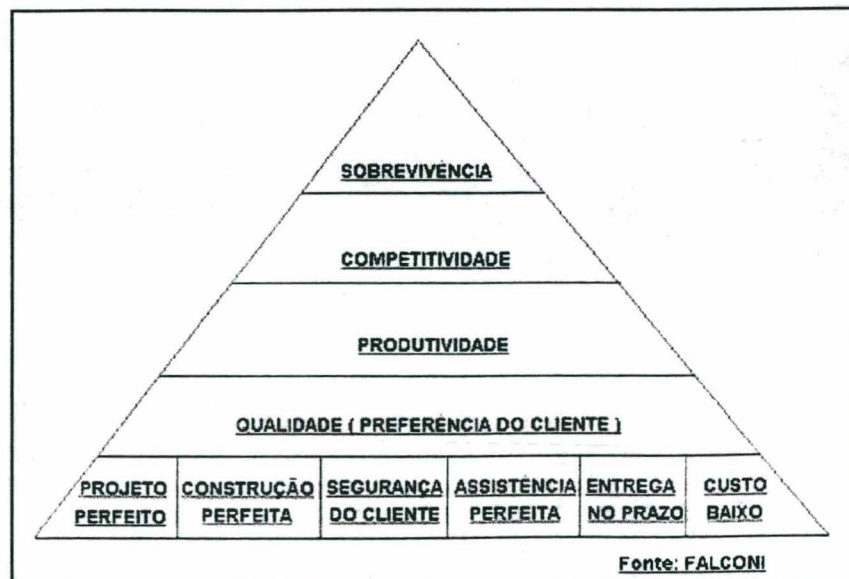


Fig. 4.1.3. – Fatores de Sucesso (Falconi, 1992)

O conceito de clientes segundo a filosofia do TQC, no ambiente da rodovia pode ser considerado associando:

- 1 - consumidores, com os usuários da via;
- 2 - fornecedores, com as empresas contratadas para realizarem serviços de engenharia rodoviária (planejamento, projetos, construção, restauração, conservação, e operação rodoviários);
- 3 - empregados, com os funcionários ligados ao órgão ou empresa concessionária do serviço;
- 4 - acionistas, com a União Federal através do DNER órgão gestor ou controlador do serviço público, ou ainda, empresa que seja concessionada para gerir uma rodovia; e
- 5 - vizinhos, com os confrontantes à via (moradores nos terrenos marginais à rodovia, elementos da flora e fauna na área de influência da rodovia, usuários de outras vias ou modais).

Os princípios básicos de controle da qualidade total são:

- a - produzir bens e serviços que atendam concretamente as necessidades do cliente;
- b - garantir a sobrevivência da “empresa” pelo domínio da qualidade (quanto maior a qualidade, maior a competitividade);
- c - identificar o problema mais crítico e solucioná-lo pela mais alta prioridade;
- d - decidir com base nos dados e fatos conhecidos, em detrimento da “experiência, bom senso, etc....”;
- e - gerenciar a “empresa” ao longo do processo e não por resultados (ser preventivo);
- f - reduzir metodicamente as dispersões através do isolamento de suas causas fundamentais (problemas decorrentes de dispersões nas variáveis do processo);
- g - impedir a “venda” de produtos defeituosos, e dar maior qualificação àqueles existentes;
- h - procurar prevenir a origem de problemas cada vez mais a montante;

- i - nunca permitir que o mesmo problema se repita pela mesma causa;
- j - respeitar os empregados como seres humanos independentes;
- k - definir e garantir a execução da metodologia da qualidade pela alta direção da “empresa”.

Estabeleceu FALCONI (1992), a formulação para a **garantia da qualidade**, como ilustrado na Figura 4.1.4., que é assegurar a qualidade pela condução do processo, mediante:

- melhoria da capacidade estatística do processo, através da revisão do projeto do processo, análise do processo e gráficos de controle;
- prevenção de defeitos por análise de falhas, fazendo a manutenção preventiva, seguindo obediência aos padrões e melhoria da habilidade de localizar problemas e saber lidar com eles (análise de processo);

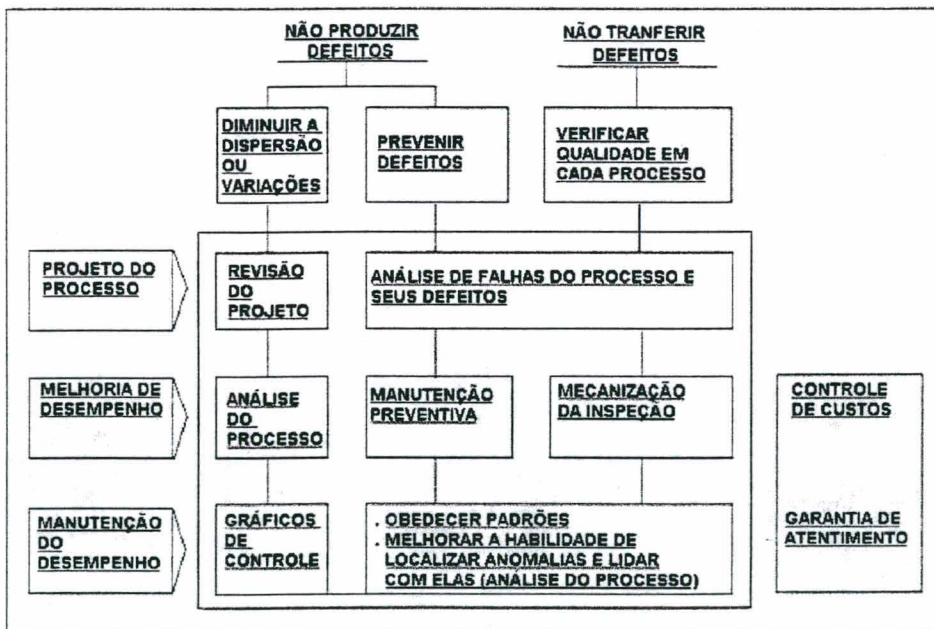


Fig. 4.1.4. Garantia da Qualidade do Processo (Falconi,1992)

4.2. Cadastro Técnico Multifinalitário – CTM

Afirma RUTKOWSKI (1987) não haver entendimento uniforme sobre a origem da palavra “cadastro”, mas “independente da origem e grafia, seu significado guarda a idéia de registro, censo, descrição, repositório de informações, catálogo de bens, etc ...”.

VIEIRA et alii (1996, p.170-173), definem CTM como um sistema de informações destinado a orientar e sustentar as decisões da administração pública. “O CTM é antes de tudo, um banco de dados onde devem ser armazenados dados relativos aos imóveis urbanos, aos serviços e equipamentos urbanos existentes, usuários, tributos, etc... .”

Segundo LOCH apud FIGUEIREDO (1995) o Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) é “a base para qualquer tipo de planejamento municipal ou regional, uma vez que fornece ao planejador todos os elementos que caracterizam a área de interesse para qualquer tipo de estudo,...”. Também LOCH(1993) destaca a importância do CTM e o uso do Sensoriamento Remoto para a consecução de um Cadastro confiável e rico em informações temáticas, e ao mesmo tempo realça que:

“... ”

- Para fazer o mapeamento do uso da terra a nível de propriedade rural é necessário que se tenha a priori, o mapeamento da estrutura fundiária feito por métodos fotogramétricos ou topográficos, e mesmo o mapeamento do uso da terra em grande escala, como base para confrontar os resultados obtidos das interpretações de imagens de satélite. ”

Ao tratar de cadastro urbano BÄHR (1982), expressa ser fundamental que o cadastro atenda aos seguintes requisitos:

- a) ser completo;
- b) ser ligado ao mapeamento sistemático nacional;
- c) ser conforme: registro de cadastro, registro de proprietário, mapa cadastral, mapa de situação terrestre;
- d) ser multiprofissional; e
- e) ter atualização permanente.

Ressalta BLACHUT(1985), sobre o uso da fotogrametria convencional e das técnicas usando ortofotos na implantação de um cadastro urbano em função do tipo de cadastro a ser estabelecido, da precisão requerida, das características da cidade e dos recursos disponíveis. Ele afirma ser muito difícil administrar um país e progredir economicamente sem o conhecimento rigoroso dos fatores que envolvem o uso da terra, a propriedade, as condições do homem na terra e na sua atividade e ambiente. Também IDOETA I. et alii., (1996), preocupados com o crescimento desordenado das cidades, propuseram Projeto de Norma Técnica nº 02-133.17-002 da ABNT - com procedimentos para o estabelecimento de Rede de Referência Cadastral Municipal destinada a:

- apoiar a construção e atualização de plantas cadastrais municipais;
- referenciar todos os serviços topográficos de demarcação, de anteprojetos, projetos de implantação e acompanhamento de obras de engenharia em geral, de levantamentos de obras conforme construídas, “*as built*”, e de cadastros imobiliários para registros públicos e fiscais.
- amarrar, de um modo geral, todos os serviços de topografia visando a incorporação das plantas deles decorrentes às plantas de referência cadastral do município.

Segundo LOCH (1989 ⁽²⁾), “as fotografias aéreas permitem executar o mapeamento dos mais variados temas, onde são elementos fundamentais na elaboração dos mapas, na rede de drenagem, planialtimétricos, solo, uso do solo, fundiário, geologia, declividade do solo, capacidade do solo, aptidão do solo, etc ...”.

O DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, em seu Manual de Serviços de Consultoria para Estudos e Projetos Rodoviários(1978), orienta à realização de cadastros através do Escopo Básico para Execução de Cadastros de Rodovias - EB-10, caracterizando o uso multifinalitário do cadastro e utilizando Instruções de Serviço para padronizar e disciplinar a execução dos estudos e projetos temáticos na área da engenharia rodoviária. Todos os serviços de engenharia, possuem cadastro, expressos por cadernetas, notas, planilhas e outros registros tabulares e gráficos, orientados por Instruções de Serviço, Especificações de Serviço, etc., que possibilitam o registro, manipulação e recuperação de dados de projeto, de construção, de restauração, de conservação, e de operação das rodovias.

O Cadastro Multifinalitário, fundamentado em base de dados relacional e utilizando Geoprocessamento, vem obtendo crescente e rápida importância e interesse, no contexto das: engenharias, geologia, arquitetura, geografia e de outras áreas das ciências e tecnologias aplicadas, especialmente da acessibilidade proporcionadas por:

- equipamentos computacionais mais potentes e de menor preço;
- disponibilização de softwares mais potentes que atendem com confiabilidade à expectativas dos usuários;
- compatibilidade entre softwares, interagindo e permitindo que haja migração de um sistema para outro, a baixos custos;
- qualidade dos produtos obtidos por sensores, e o seu barateamento, possibilitando que novas pesquisas possam ser efetuadas em universidades e empresas ou ainda por associação entre umas e outras.
- ampliação de usos dos produtos cartográficos como base para projetos especializados, temáticos.
- necessidades crescentes e diversificadas da sociedade moderna, justificadas pela necessidade de controles de sistemas, cada vez maiores e mais complexos.

Uma demonstração da importância do Cadastro, está expressa nos Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico. Do 2º COBRAC (1996) são enfatizados:

- Dados básicos para um SIG aplicado à Gerência de Vias Rurais Não Pavimentadas, ressaltando a importância do tratamento de dados referenciados para a formação dos dados básicos para um SIG ... e do valor de novas técnicas e tecnologias para a administração de problemas viários (VIVIANI et alii.).
- Estudo de Estradas de determinada Região do Município de São José dos Campos, utilizando técnicas de sensoriamento remoto (SILVA et alii.).
- Utilizando um SIG para avaliar níveis de acessibilidade de uma cidade média (RAIA et alii.).
- Metodologia para geração de Mapas de Isolinhas objetivando a otimização do Planejamento de Tráfego: Estudo de Caso (OLIVEIRA et alii.).

4.3. Sensoriamento Remoto e Cartografia

4.3.1. Sensoriamento Remoto

Sensoriamento Remoto segundo NOVO (1993, p.8 e 60) pode ser definida como “ a tecnologia que permite a aquisição de informações sobre objetos sem contato físico com eles. ... e está associado à aquisição de medidas nas quais o ser humano não é parte essencial do processo de detecção e registro de dados.”

Os sensores fotogramétricos são sensores imageadores que utilizam câmeras fotográficas.

Segundo ROSA (1992, p.25 e 29), “sensor é um dispositivo capaz de responder à radiação eletromagnética em determinada faixa do espectro eletromagnético, registrá-la e gerar um produto numa forma adequada para ser interpretada pelo usuário. ... Sensores Fotográficos – são os sistemas sensores que utilizam como fonte de registro um filme fotográfico. Fotogrametria é a ciência, arte ou tecnologia de obter medidas confiáveis e precisas a partir de fotografias aéreas ou terrestres.”

As ortofotos, em função da técnica de imageamento, apresentam menores distorções que as fotos áreas convencionais, Figura 4.3.1., a seguir.



Fig. 4.3.1. – Paisagem em Ortofoto Rodovia BR101SC
Morro dos Cavalos (Morro do Padre)

Em BÄHR (1991 p. 137-205) o usuário se baseia fundamentalmente nas seguintes propriedades da ortofoto:

- a - escala uniforme;
- b - referência a um sistema uniforme de coordenadas;
- c - densidade de informação fotográfica e riqueza de dados da informação;
- d - grande atualidade devido.

As ortofotos podem ser transformadas em ortofotocartas que aportam informação adicional não transmitidas por imagens isoladas. O procedimento para montagem de uma ortofotocarta, é feito através de programas especializados para este fim, mediante a articulação em três módulos que aportam matizes de cinza que são copiadas, no momento de impressão da carta, como exemplificado na Figura 4.3.2.



Fig. 4.3.2. – Estrutura de Montagem de Ortofotocarta

4.3.2. Cartografia

A Cartografia em MARTINELLI (1991), “é a ciência de representação e do estudo da distribuição espacial dos fenômenos naturais e sociais, suas relações e suas transformações ao longo do tempo, por meio de representações cartográficas que reproduzam este ou aquele aspecto da realidade de forma gráfica e generalizada.” O autor dá uma amplitude conceitual que vai além da cartografia básica, enfocando-a sob uma visão holística. RAISZ(1969) definira Cartografia como “a ciência e arte, e consiste em reunir e analisar dados e medidas das diversas regiões da terra, representar graficamente em escala os elementos da configuração que possam ser claramente visíveis.”

LOCH, C. e KIRCHNER (1989) situaram a cartografia sob o enfoque do desenvolvimento científico e tecnológico, ao definirem que: “Cartografia é a ciência e a arte de expressar graficamente, através de mapas e cartas o conhecimento humano da superfície da terra.”

Verifica-se daí que a Cartografia é fundamental para que se obtenha qualidade nos projetos e serviços elaborados pelas diferentes áreas da engenharia, e tem no georeferenciamento o primeiro e fundamental embasamento qualitativo à eles requerido. Produtos como mapas, carta e planta, são documentos essenciais nas diferentes fases de um projeto, mesmo na fase conceitual ou de planejamento.

O Cadastro Técnico Multifinalitário, em função da temática, utiliza produtos cartográficos de interesse de acordo com o espaço abrangido, em escalas adequadas e na forma de: mapas, cartas e plantas.

A ABNT define esses produtos cartográficos:

Carta - É a representação dos aspectos naturais e artificiais da Terra, destinada a fins práticos da atividade humana, permitindo a avaliação de distâncias, direções e a localização geográfica de pontos, áreas e detalhes.

Exemplos: Cartas planialtimétricas (IBGE), escalas-1:50.000 e 1:100.000

Mapa - É a representação da Terra nos aspectos geográficos - naturais ou artificiais - que se destina a fins culturais ou ilustrativos.

Exemplos: Mapas (RADAMBRASIL), escala- 1:1.000.000;

Mapas base e temáticos- 1:10.000, 1:25.000;

Planta (Plano)- É uma carta regular representando uma superfície de extensão suficientemente restrita para que sua curvatura possa ser desprezada e que, por isso, a escala possa ser considerada como constante.

Exemplos:

Planta Cadastral- 1:1.000;

Planta Geométrica- 1:2.000.

Segundo LOCH, E. (1994), “um mapa é uma forma de representação gráfica de uma porção do espaço geográfico com suas características quantitativas e qualitativas que, respectivamente, são expressadas por componentes locacionais definidas por uma rede de coordenadas às quais se relacionam todos os pontos, e por

componentes interpretativas das mensagens cartográficas. E ainda, num SIG, os mapas são uma fonte primária de dados onde a acuracidade das feições espaciais são muito importantes, pois influem sobremaneira na precisão dos produtos finais.”

Com outro enfoque, ANTUNES e LOCH (1993) definem que “a Base Cartográfica é constituída por dois elementos básicos: a rede de pontos de referência, que é o alicerce do Sistema Cartográfico, e a carta base, que varia em escala e tipo, de acordo como os objetivos a que se destinam.”

Também GALO e CAMARGO, (1994) ressaltam que a cartografia moderna se apoia em computação gráfica e utilizando métodos digitais, permitiu o processamento digital de imagens, a partir da inserção de dados digitais na forma vetorial e raster, e a produção de mapas digitais corrigidos geometricamente.

Pelo Decreto nº 89.917 de 20.06.84, artigo 8º., o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) é um indicador estatístico de dispersão, relativo a 90% de probabilidade, que define a exatidão de trabalhos cartográficos e é diretamente proporcional ao erro padrão.

$$PEC = 1,6449 * EP$$

O art. 9º. Estabelece a classificação das cartas segundo os seguintes critérios:

“ ...

a – Classe A

1 - Padrão de Exatidão Cartográfica Planimétrico: 0,5 mm, na escala da carta, sendo de 0,3 mm na escala da carta o Erro-Padrão correspondente.

2 - Padrão de Exatidão Cartográfica Altimétrico: metade da equidistância entre as curvas-de-nível, sendo de um terço desta equidistância o Erro-Padrão correspondente. ... “

As exigências do DNER no processo licitatório de contratação de produtos fotogramétricos visando dispor de uma base cartográfica atualizada, determinava o Padrão de Exatidão Cartográfica, Classe A. A empresa vencedora da licitação ESTEIO, produziu base cartográfica em meio digital na escala 1:2000, ortofotocartas e ortofotomapas.

Segundo LOCH (1987, p. 07 e 23), “ortofotocarta é um mapa topográfico no qual as feições naturais e culturais de uma área são representadas por realce dos tons da

imagem topográfica, uma posição ortográfica correta.” A ortofotocarta pode ser definida como uma ortofotografia complementada por símbolos, linhas e quadriculagem com ou sem legenda, contendo informações plani-altimétricas e expressas por folhas. O conjunto de folhas adjacentes, numa mesma escala de uma mesma região forma um ortofotomapa. “A ortofotografia é planimetricamente correta pois o centro perspectivo da fotografia de origem foi deslocado, por algum artifício, para o infinito, tornando paralelos os raios perspectivos que produzem a ortofotografia.” ... e cita as vantagens da ortofocarta em relação a carta convencional: rede de drenagem mais completa, característica da cobertura florestal mais clara na imagem, construções em áreas urbanas aparecem nítidas em escalas de média e grande escalas, qualquer elemento(feição) aparece na imagem, toda e qualquer característica (atributo) aparecerá dentro dos limites das escalas de imageamento, apresenta todos os dados cartográficos de uma carta convencional, apresenta escala uniforme, podem ser executadas medidas diretas e precisas sobre as ortofotocartas. Também cita a importância dos ortofotomapas para o Brasil, onde há uma vasta aplicação: regularização fundiária, eletrificação rural, projetos de oleodutos e gasodutos, projetos de estradas, mapeamento florestal, projetos de irrigação, cadastro urbano, e muitas outras aplicações.

LOCH define que “Base Cartográfica é a representação gráfica georeferenciada da superfície da terra, definindo as feições e atributos nela contida, podendo ser apresentada em meio analógico ou digital.” ... “As bases cartográficas podem ser formadas a partir de imagens raster (necessitando digitalização de feições), ou vector.”

O Serviço de Cartografia do Exército Brasileiro exerce o controle sobre os levantamentos cartográficos no Brasil. Para o Levantamento Sistemático é utilizado o Sistema UTM, Sistema de Projeção Universal Transverso de Mercator, que está baseado em fusos de 6° de amplitude, limitado por meridianos nas longitudes múltiplas deste valor, coincidente com a Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo. O IBGE executa o Mapeamento Sistemático nas escalas: 1:1.000.000, 1:500.000, 1:250.000; 1:100.000, 1:50.000, 1:25.000 e 1:10.000, apresentando coordenadas geográficas e UTM. Pode-se ainda utilizar o Sistema UTM para mapeamento na escala 1:5.000, porém quando as escalas são maiores deve ser utilizado Sistema LTM - Sistema Local Transverso de Mercator. A acurácia na mudança de coordenadas e ajustamentos de folhas pode ser realizada por programas computacionais disponíveis no mercado.

4.4. TRÁFEGO

O planejamento, projeto, construção e operação das rodovias federais no Brasil, tem seu desenvolvimento baseado em critérios pré-estabelecidos de mobilidade e acessibilidade, seguindo basicamente metodologia recomendada na Policy on Geometric Design of Highways and Streets da AASHTO (1994).

As características técnicas das rodovias federais são definidas por um critério de classificação que leva em consideração os resultados do estudo de tráfego e o tipo de relevo no qual está ou estará inserido o eixo da rodovia.

O projeto final de engenharia rodoviária é composto de um conjunto de projetos específicos e de acordo com o Manual de Serviços de Consultoria para Estudos e Projetos Rodoviários/DNER (1978) contem: Projeto Geométrico; Projeto de Terraplenagem; Projeto de Pavimentação; Projeto de Drenagem; Projeto de Obras de Arte Especiais; Projeto de Interseções, Retornos e Acessos; Projeto de Sinalização, Sinalização durante a Construção, Cercas e Defensas; Projeto de Paisagismo; Projeto de Desapropriação; Projeto de Instalações para Operação da Rodovia e Projeto de Impacto Ambiental (*in limite*). Os estudos precursores a tais projetos realizados para a obtenção de soluções operacionais boas e duráveis, com segurança e economicidade, são de fundamental importância à consecução das expectativas dos usuários da via. Dentre tais estudos destaca-se o estudo de tráfego por influir diretamente no projeto geométrico, na sinalização viária, na durabilidade do pavimento e no fluxo dos veículos existente na via.

Considere-se ainda que a engenharia de tráfego aplica princípios tecnológicos e científicos desde a fase de planejamento, projeto funcional, operação, administração e gerenciamento da via de modo a assegurar a movimentação de pessoas e bens de modo seguro, rápido, confortável e econômico. A engenharia de tráfego portanto trata de sistemas de transporte, envolvendo: veículos, vias, terminais, plano de operação. A análise das características básicas do tráfego: volume, fluxo, "headway" espacial, velocidade média temporal, velocidade média no espaço, densidade e outros, permitem mensurar as condições gerais do tráfego e aferir o nível de serviço de operação da via.

Características básicas do tráfego a serem utilizadas para análise e avaliação nesta dissertação:

- VMD, é o volume médio diário de tráfego de projeto:

- VMDA, é o volume médio diário de tráfego anual;
- Fluxo de Tráfego, é a taxa na qual os veículos passam por um ponto da rodovia na unidade de tempo, veículos/hora;
- “*Headway*” de tempo, é o intervalo de tempo entre sucessivos veículos cruzando um determinado ponto da rodovia, segundos/veículo;
- Velocidade média no espaço, é a velocidade medida numa rodovia e baseada no tempo médio de viagem para percorrer um comprimento de rodovia, distância/tempo médio;
- Densidade, é a concentração de veículos na rodovia, expressos por veículos/km;
- Nível de Serviço, é o nível operacional da rodovia medido pela relação entre o volume de tráfego existente na rodovia ou projetado, e a capacidade existente ou projetada. O “*Highway Capacity Manual-HCM do Highway Research Board/USA*”, define níveis de serviço de A a F, níveis esses utilizados para o Brasil pelo DNER.

O Estudo de Tráfego têm por objetivo mensurar o tráfego atual e estimar o tráfego futuro na rodovia e obter dados de acidentes, fluxos de pedestres, transporte de cargas, linhas de ônibus, etc., a serem utilizados na elaboração do Plano Funcional, no Projeto Geométrico, no Projeto de Pavimentação e no Projeto de Restauração da pista existente, no caso da BR101. Ele objetiva definir:

- tráfego atual e futuro no trecho, em segmentos homogêneos quanto à demanda;
- tráfego atual e futuro nas interseções consideradas de importância para os estudos do plano funcional;
- os locais de concentração de travessias de pedestres;
- a caracterização da frota para estudos econômicos;
- a solicitação de cargas a que estará sujeito o pavimento.

Em SETTI e WILDNER (1993, p. 204), constam as definições do *HCM*:

- capacidade de um via é o número máximo de veículos que são capazes de passar por um dado trecho de rodovia em um sentido

durante um certo período de tempo sob condições dominantes da via e do tráfego;

- nível de serviço de uma via é uma medida qualitativa do efeito de um conjunto de fatores que influem na velocidade e densidade do fluxo de tráfego;

Os dados de tráfego do trecho em estudo foram obtidos no Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER que realiza a Contagem Volumétrica do Trânsito em diversos postos de contagem, e fazem parte do Plano Nacional de Contagem de Trânsito. Foram coletados os dados obtidos no Posto 003, localizado junto ao Posto da PRF na localidade de Penha, atual km 248. Os volumes médios diários anuais contidos nos relatórios do Plano Nacional de Contagem de Trânsito – DOPRODEST/DNER, no período de 1979 a 1997, como consta da tabela 4.4.1., expressam uma taxa de crescimento geométrico anual no período foi de 5,46%.

Tabela 4.4.1. Volume Médio Diário de Tráfego Anual -VMDA (POSTO 003-DNER/1998)

| ANO | VMDA | ANO | VMDA | ANO | VMDA | ANO | VMDA |
|------|-------|------|-------|------|-------|------|--------|
| 1979 | 4.664 | 1984 | * | 1989 | 6.711 | 1994 | 8.323 |
| 1980 | 4.359 | 1985 | 4.430 | 1990 | 7.197 | 1995 | 9.153 |
| 1981 | 4.017 | 1986 | 5.685 | 1991 | * | 1996 | * |
| 1982 | 3.978 | 1987 | 5.637 | 1992 | * | 1997 | 10.479 |
| 1983 | 4.497 | 1988 | 5.871 | 1993 | 7.742 | | |

* Dados não disponíveis

A empresa Iguatemi – Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda contratada pelo DNER para realizar o projeto de duplicação da rodovia, procedeu a contagem de tráfego em diversos locais, como ilustrado na Tabela 4.4.2.

Tab. 4.4.2. Volume Médio Diário de Tráfego (VMDA) - ano 1998 (Iguatemi/1999)

| POSTO DO km | DATA DA CONTAGEM | VOLUMES POR TIPO DE VEÍCULOS | | | | | | VMDA |
|--------------|------------------|------------------------------|-----|---------|---------|---------|--------|---------------|
| | | Autos | Bus | Cam. 2E | Cam. 3E | Reboque | Outros | |
| 217,4 | 03/6/98 | 9.287 | 360 | 1.282 | 2.200 | 2.123 | 777 | 16.029 |
| 220,3 | 03/6/98 | 7.801 | 319 | 1.120 | 2.137 | 2.203 | 434 | 14.014 |
| 222,0 | 04/6/98 | 7.291 | 213 | 904 | 1.832 | 1.907 | 378 | 12.525 |
| 238,0 | 04/6/98 | 5.627 | 247 | 812 | 1.695 | 1.875 | 186 | 10.442 |

O tráfego futuro foi estimado utilizando-se a taxa de crescimento geométrico no período de 15 anos, resultou no VMDA conforme tabela 4.4.3.

Tabela 4.4.3. Volume Médio Diário de Tráfego Anual Projetado- VMDA (Iguatemi/1999)

| ANO | POSTO | | | |
|------|----------|----------|----------|----------|
| | km 217,4 | km 220,3 | km 222,0 | km 238,0 |
| 2001 | 18.801 | 16.437 | 14.691 | 12.247 |
| 2010 | 30.336 | 26.523 | 23.705 | 19.762 |
| 2015 | 39.573 | 34.598 | 30.922 | 25.780 |
| 2020 | 51.622 | 45.133 | 40.337 | 33.629 |

Estudos do crescimento do tráfego foram realizados pelo Instituto Militar de Engenharia (IME) e empresa Iguatemi. Os resultados foram divergentes em função dos critérios utilizados, tendo o IME considerado a taxa de crescimento geométrico anual de 5,46% e uma previsão de decréscimo nas taxas de crescimento ao longo do período chegando a 1,4% em 2010 enquanto a Iguatemi, observou a taxa de crescimento geométrico constante de 5,46 % a . a .. Os resultados são visualizados no gráfico 4.4.4. .

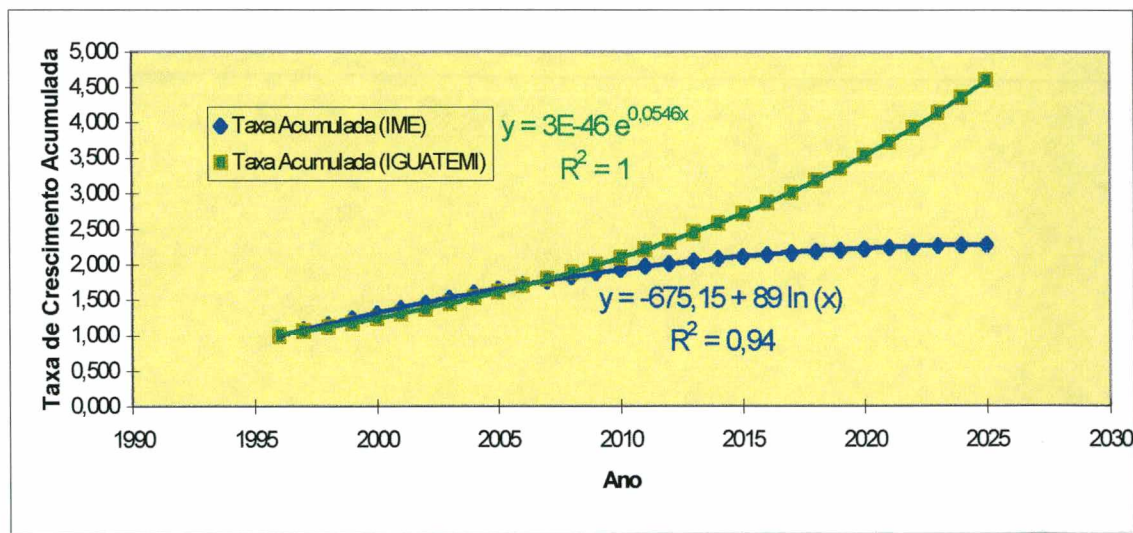


Gráfico 4.4.4. – Gráfico do Crescimento Anual do Tráfego no Trecho da BR101SC-Sul (Iguatemi, 1999)

Capacidade de Tráfego

Os dados de tráfego necessários às análises de capacidade da via e das interseções, além dos volumes dos fluxos de tráfego, incluem a determinação das velocidades médias de deslocamento e a distância entre os veículos na corrente de trânsito. Os procedimentos da empresa Iguatemi, para determinar as velocidades médias,

para veículos leves, foram aferidas por segmentos, no trecho, por intermédio de um veículo se deslocando normalmente na corrente de tráfego, sem provocar retardos ou forçar ultrapassagens.

As medidas de velocidades médias de deslocamento foram efetuadas nos segmentos:

- km 216,5 ao km 221,0 - Interseção de acesso a Santo Amaro da Imperatriz e Palhoça - Ponte sobre o Rio Cubatão;
- km 221,0 ao km 230,6 - Ponte sobre o Rio Cubatão - Rótula de acesso à Enseada do Brito;
- km 230,6 ao km 233,0 - Rótula de acesso à Enseada do Brito - Morro dos Padres(Morro dos Cavalos);
- km 233,0 ao km 236,8 - Morro dos Padres(Morro dos Cavalos) – Ponte sobre o Rio Massiambú;
- km 236,8 ao km 244,7 - Ponte sobre o Rio Massiambú - Ponte sobre o Rio da Madre.

A análise das condições operacionais da BR-101, no trecho em estudo, ainda com pista simples, revela que o Nível de Serviço é inadequado para uma rodovia que pertence ao Sistema Arterial Principal. O projeto de duplicação da rodovia, pode ser justificado pelos níveis de serviço existentes nas localizações indicadas na Tabela 4.4.5.

Tabela 4.4.5. - Níveis de Serviço (DNER/Plano Nacional de Contagens de Trânsito, 1996)

| POSTO do DNER (nº) | LOCALIZAÇÃO (Município e km) | | VOLUMES DE REFERÊNCIA - vhp | | VOLUMES VERIFICADOS (vhp) | NÍVEIS DE SERVIÇO |
|--------------------------|---------------------------------|-------|--------------------------------|---------|---------------------------------|-------------------------|
| | LOCAL | km | NÍVEL C | NÍVEL D | | |
| 16.002 | Tijucas | 170,9 | 654 | 1.154 | 1.283 | E |
| 16.003 | Penha | 268,0 | 673 | 1.156 | 864 | D |
| 16.004 | Araranguá | 417,0 | 605 | 1.130 | 978 | D |

Nível D – Alta densidade, no limite do fluxo estável.

A velocidade de operação de veículos individuais e liberdade de manobra dentro da corrente de veículos são severamente restritas. O nível de conforto dos motoristas e passageiros é bem pobre. Pequenas variações no fluxo de veículos geralmente ocasionam distúrbios na corrente de veículos, tais como paradas.

4.5. PROJETO GEOMÉTRICO

As Normas para Projeto de Estradas de Rodagem – NPER (DNER, 1974) não foram modificadas desde aquela data. Elas determinam por Critério de Classificação Técnica, o Padrão das Rodovias Federais que é composto de um conjunto de especificações e parâmetros técnicos, conforme consta da Tabela 4.5.1. e seguintes. O trecho em estudo da rodovia BR101, é Padrão Classe I – B, pista simples, e deve atender às especificações técnicas destacadas em negrito.

4.5.1. Velocidade de Projeto

Tabela 4.5.1. – Tabela de Velocidades de Projeto – V_p (DNER, 1974)

| RODOVIAS FEDERAIS | VOLUME DE TRAFEGO | | VELOC. DE PROJETO (Km/h) | | |
|-------------------|-------------------|-------|--------------------------|--------|-------|
| | VMD | VHP | REGIÃO | | |
| CATEGORIAS | MENOR | MAIOR | PLANA | ONDUL. | MONT. |
| CLASSE 0 | | | 120 | 100 | 80 |
| CLASSE I-A | Nivel C | | 100 | 80 | 60 |
| CLASSE I-B | 1400 | >200 | 100 | 80 | 60 |
| CLASSE II | 700 | 1400 | 100 | 70 | 50 |
| CLASSE III | 300 | 700 | 80 | 60 | 40 |
| CLASSE IV | 300 | | 80-60 | 60-40 | 40-30 |

A velocidade de projeto e a região, limitam outros parâmetros de dimensionamento plani-altimétrico. A tabela 4.5.2.1. estabelece os menores valores de raios utilizáveis no dimensionamento das curvas horizontais.

4.5.2. Raio Mínimo

Tabela 4.5.2.1. – Raios Mínimos de Curvas Horizontais (m) - R_{\min} (DNER, 1974)

| SOBRE-ELEVAÇÃO MÁXIMA | VELOCIDADE DE PROJETO (Km/h) | | | | | | | | |
|--|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 120 |
| C_{\max} | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 120 |
| 6 | 25 | 55 | 90 | 135 | 185 | 250 | 320 | 415 | 665 |
| 8 (a) | 25 | 50 | 80 | 125 | 170 | 230 | 290 | 375 | 595 |
| 10 (b) | 25 | 45 | 75 | 115 | 155 | 210 | 265 | 345 | 540 |
| 12 | 20 | 45 | 70 | 105 | 145 | 195 | 245 | 315 | 490 |
| Coef. de Atrito Transversal Máx. Admitido (f_t) | 0,2 | 0,18 | 0,16 | 0,15 | 0,15 | 0,14 | 0,14 | 0,13 | 0,11 |
| Coef. de Atrito Longit. Recomend. p/Projeto (f_l) | 0,4 | 0,37 | 0,35 | 0,33 | 0,31 | 0,3 | 0,29 | 0,28 | 0,25 |

NOTA: Com o desgaste do pavimento, a incorporação de óleos e graxas, deformações da superfície, falta de conservação permanente da via, há uma perda significativa da aderência dos pneus ao pavimento, contribuindo para a ocorrência de acidentes.

- (a) Valor da sobre-elevação máxima admitida para Classes: II, III e IV
- (b) Valor da sobre-elevação máxima admitida para Classes: 0 e I

O valor de R_{\min} é determinado pela equação:

$$R_{\min} = V_p^2 / (127 * ((e_{\max} / 100) + f_t)) \quad \text{onde:}$$

V_p = velocidade de projeto;

e_{\max} = sobre-elevação máxima (para o trecho foi considerada 8 %);

f_t = coeficiente de atrito transversal entre pneus e pavimento.

As NPER estabelecem os raios acima dos quais pode-se dispensar as curvas de transição, ou de outro modo, os raios mínimos desejáveis para dimensionar curvas como curvas circulares simples. Esses valores estão explicitados na tabela 4.5.2.2.

Tabela 4.5.2.2. – Raios Acima dos Quais pode-se Dispensar as Curvas de Transição (DNER, 1974)

| V_p (km/h) | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 120 |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| R_{\min} desejável c/circular (m) | 200 | 350 | 500 | 700 | 850 | 1000 | 1200 | 1400 | 1800 |

4.5.3. Alinhamentos Horizontais e Curvas Consecutivas

As NPER estabelecem que:

“- ao final de longas tangentes ou trechos com fracas curvaturas, ou ainda, onde se seguir imediatamente um trecho com velocidade diretriz inferior, as curvas horizontais a serem introduzidas deverão ser coerentes com a maior velocidade precedente, de preferência bem acima do mínimo necessário, e proporcionando uma sucessão de curvas com raios gradualmente decrescentes para orientar o motorista. Uma adequada sinalização de advertência poderá aliviar as deficiências decorrentes desse fato e deverá ser sempre considerada nesses casos;

- são indesejáveis duas curvas sucessivas no mesmo sentido quando entre elas existir um trecho em tangente curta. De preferência, serão substituídas por uma única curva longa bem estudada ou, pelo menos, terão a tangente intermediária substituída por um arco circular, constituindo-se então uma curva composta. Não sendo possível adotar essas medidas, a tangente intermediária deverá ser superior a 500 metros;

- curvas sucessivas em sentidos opostos, dotadas de transição, deverão ter suas extremidades coincidentes ou separadas por extensões curtas em tangente. Um critério que pode ser usado propõe limitar a extensão da tangente intermediária T a um percurso de 1,5 minutos percorridos à velocidade diretriz V, ou seja $T < 25 \cdot V$. Entretanto, no caso de curvas reversas sem espiral, o comprimento mínimo da tangente intermediária deverá permitir a transição da superelevação.

Embora desejáveis, reconhece-se que, em diversos casos, não será possível aplicar muitos dos critérios acima, como por exemplo, quando for necessário ajustar o traçado a elementos retilíneos da paisagem, como vales estreitos, ferrovias, malhas viárias urbanas, etc, ou aproveitar traçados já existentes. Também a necessidade de proporcionar a distância de visibilidade de ultrapassagem restringe o emprego de trechos curvilíneos.”

Considerando que a correlação requerida entre curvas consecutivas não está explícita por parâmetros da proporcionalidade entre os raios de curvas horizontais nas NPER, e dá margem a soluções nem sempre desejáveis aos projetos, foram adotados os critérios expressos no Gráfico de Correlação entre Curvas Horizontais Consecutivas definidos nas Diretrizes para Projeto do Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina – DER/SC, 1994, como consta do gráfico 4.5.3.

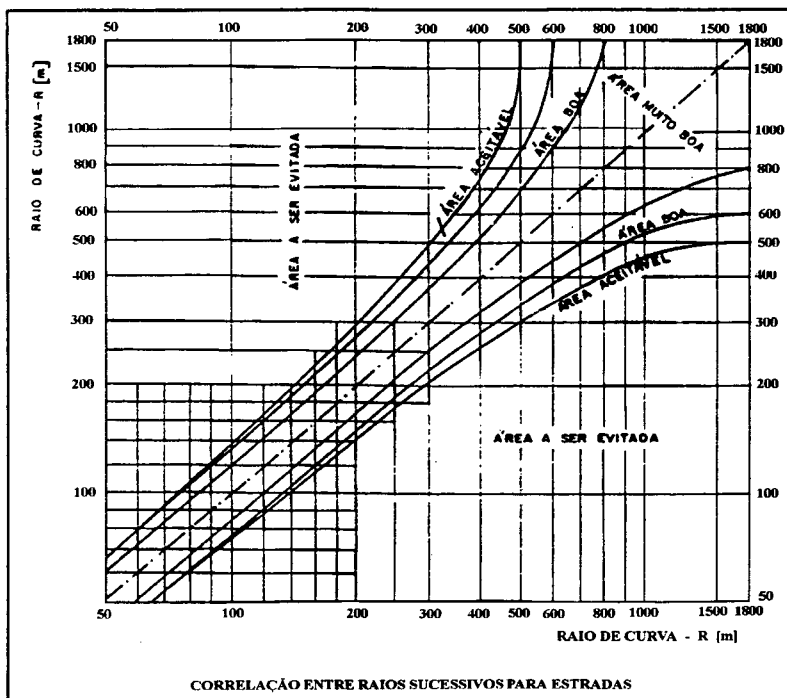


Gráfico 4.5.3. – Gráfico de Correlação de Raios de Curvas Horizontais (DER/SC, 1994)

4.5.4. Afastamento Lateral de Obstáculos

O parâmetro para determinação dos comprimentos das concordâncias verticais e do afastamento lateral de obstáculos é a distância de visibilidade de parada, cujos valores estão discriminados na tabela 4.5.4.

Tabela 4.5.4.- Distância de Visibilidade de Parada e Afastamento Lateral de Obstáculos (DNER/1974)

| DIST. MIN. DE VISIBILIDADE (P/PROJETO) | VELOCIDADE DE PROJETO (Km/h) | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|----|----------|----|-----|-----|-----|-----|---------|
| | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 120 |
| (m) | | | | | | | | | |
| Dist. Equiv. ao Tempo de Percepção e Reação | 21 | 28 | 35 | 42 | 49 | 56 | 63 | 69 | 83 |
| Dist. Equiv. a Tempo de Frenagem, pista nova | 9 | 17 | 28 | 43 | 62 | 84 | 110 | 140 | 226 |
| Distancia de Visibilidade de Parada | 30 | 45 | 63 | 84 | 111 | 139 | 172 | 210 | 309 |
| AFAST. LATERAL MÍNIMO DE OBSTAC. | 1 | 2 | 4 | 7 | 12 | 19 | 29 | 42 | ñ calc. |
| OBS.: Tempo de Percepção e Reação | 2,5 | | segundos | | | | | | |

Distância de visibilidade de parada (D_p), é a distância necessária para que um motorista de habilidade média, estando com seu plano ocular a 1,10 metros, ao se defrontar com um obstáculo com 0,15 cm de altura na sua faixa de tráfego, tenha tempo de frear evitando o choque. É determinada pela equação:

$$D_p = 0,7 V_p + V_p^2 / (255 * f_i)$$

onde: V_p = velocidade de projeto

f_i = coef. de atrito transversal

Os valores de " f_i " constam na tabela 4.5.2.1.

4.5.5. Alinhamentos Verticais, Curvas Consecutivas e Superposição à Curvas Horizontais

As NPER, fazem recomendações quanto aos alinhamentos verticais:

- evitar pequenas e frequentes alterações de inclinações de rampa de menor vulto. Contudo, esse não é considerado um problema, mesmo porque nos projetos de restauração é inevitável que se façam esses ajustamentos do greide devido a deformações na plataforma.
- os comprimentos críticos de rampas ascendentes são determinados conforme ângulos de inclinação vertical. Contudo a evolução tecnológica dos veículos possibilitando trafegar a velocidades

maiores, torna-se um fator positivo quanto ao fluxo dos veículos e menores transferências de carga para os pavimentos. Recentes estudos sugerem que as rampas para rodovias de elevado padrão técnico não excedam a 5%, pois há menor desempenho operacional dos veículos pesados.

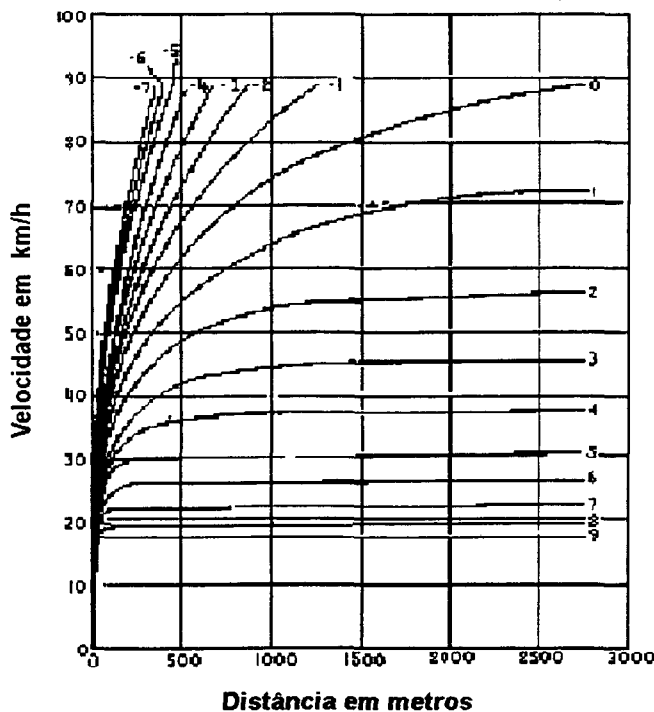
A NPER/DNER define as inclinações máximas de rampas em função da região, velocidade de projeto e Categoria da rodovia, como consta da Tabela 4.5.5.

Tabela 4.5.5. – Rampas Máximas (DNER/1974)

| Classe de Projeto | Relevo | | |
|-------------------|--------|----------|------------|
| | Plano | Ondulado | Montanhoso |
| Classe 0 | 3% | 4% | 5% |
| Classe I | 3% | 5% | 6% |
| Classe II | 3% | 5% | 6% |
| Classe III | 3% | 5 - 6% | 6 - 7% |
| Classe IV | 3% | 5 - 7% | 6 - 9% |

A AASHTO (1994, p. 229 a 231) expressa através do gráfico 4.5.5.1. as

Aceleração de veículos para diferentes inclinações (%) de greide



correlações entre velocidade X distância para diferentes inclinações de rampas, considerado um veículo de carga com potência de 180 kg/kW. Nele pode-se analisar o incremento de velocidade em função das inclinações de rampas descendentes e a distância necessária para redução da velocidade.

Gráfico 4.5.5.1.– Curvas de Velocidade-distância para a Aceleração de caminhão tipo com 180 km/kW (AASHTO,1994)

A AASHTO realizou também estudos de desaceleração considerando o veículo de carga padrão, com potência de 180 kg/kW rodando a 90 km/h, para uma sucessão de duas rampas contíguas com inclinação zero e ascendente. Para 5% constata-se em 500 metros que a velocidade é reduzida para 55 km/h, como consta do gráfico 4.5.5.2.

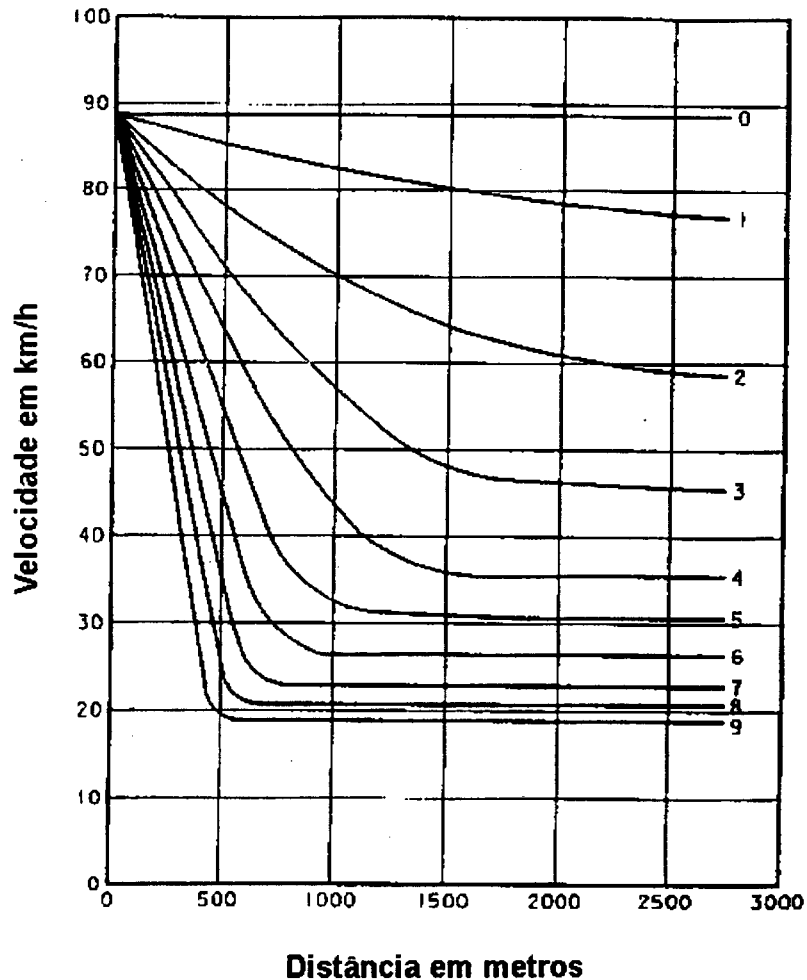


Gráfico 4.5.5.2. – Curvas de Velocidade-distância de desaceleração De veículo de carga tipo (AASHTO, 1994)

Para a duplicação da Rodovia BR-101, foram realizados estudos das velocidades médias de tráfego de diversos trechos da rodovia, para a determinação da capacidade da rodovia, e estão expressos na Tabela 4.5.5.3.

Tabela 4.5.5.3. - Velocidades Médias de Percurso (Iguatemi, 1998)

| SEGMENTO Km - Km | PERÍODO | SENTIDO | VELOCIDADE Km/h |
|---------------------|---------------|-------------|--------------------|
| ... | ... | ... | ... |
| 232,1 - 235,3 | 6:00 - 8:30 | Norte - Sul | 81,94 |
| 232,1 - 235,3 | 6:00 - 8:30 | Sul - Norte | 81,46 |
| 232,1 - 235,3 | 10:30 - 13:00 | Norte - Sul | 82,78 |
| 232,1 - 235,3 | 10:30 - 13:00 | Sul - Norte | 84,71 |
| 232,1 - 235,3 | 17:30 - 19:00 | Norte - Sul | 76,93 |
| 232,1 - 235,3 | 17:30 - 19:00 | Sul - Norte | 70,32 |
| 235,3 - 244,2 | 6:00 - 8:30 | Norte - Sul | 92,33 |
| 235,3 - 244,2 | 6:00 - 8:30 | Sul - Norte | 90,76 |
| 235,3 - 244,2 | 10:30 - 13:00 | Norte - Sul | 95,5 |

Esse estudo revela que no segmento compreendido entre (232,1 e 235,3) km, no sentido Norte - Sul, descendente, apresenta velocidades médias situadas entre 77 e 83 km/h. Neste segmento se encontra o “Trecho-piloto” da presente dissertação.

4.6. SINALIZAÇÃO VIÁRIA

A sinalização viária é regulamentada pelo Código de Trânsito Brasileiro Lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997, em seus anexos: I (Conceitos e Definições) e II (Sinalização).

O Capítulo I, Disposições Preliminares, Art. 1º. determina que o trânsito de qualquer natureza nas vias terrestres do território nacional abertas à circulação, rege-se pelo referido Código.

O § 2º. desse artigo, estabelece que “O trânsito, em condições seguras, é um direito de todos e dever dos órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito, a estes cabendo, no âmbito das respectivas competências, adotar medidas destinadas a assegurar esse direito.”

O § 3º. do mesmo artigo estabelece que “os órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito respondem, no âmbito das respectivas competências, objetivamente, por danos causados aos cidadãos em virtude de ação, omissão ou erro na execução e manutenção de programas, projetos e serviços que garantam o exercício do direito do trânsito seguro”.

No Capítulo II, Disposições Gerais, o Artigo 5º. define o que é o Sistema Nacional de Trânsito e dá as competências aos órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. O Artigo 6º. define os objetivos do Sistema Nacional de Trânsito. O Artigo 7º. define a composição e competência do Sistema Nacional de Trânsito, dispondo que o CONTRAN é o coordenador do Sistema.

O Capítulo III, define as normas gerais de circulação e conduta dos usuários das vias terrestres.

O Capítulo V, trata dos direitos do cidadão, e especificamente o Art. 72. estabelece que “Todo o cidadão ou entidade civil tem o direito de solicitar por escrito, aos órgãos ou entidades do Sistema Nacional de Trânsito, sinalização, fiscalização e implementação de equipamentos de segurança, bem como sugerir alterações em normas, legislação e outros assuntos pertinentes a este Código.” Enquanto o Art. 73 define os deveres dos órgãos em relação ao contido no artigo 72.

O Capítulo VII, da Sinalização de Trânsito, disciplina sobre a construção, instalação e prevalências no âmbito da sinalização, e responsabilidades dos

gestores dos sistemas, o que é complementado pelo Capítulo VIII, da Engenharia de Tráfego, da operação, da Fiscalização e do Policiamento Ostensivo de Trânsito.

O Anexo II, define que:

- “Sinalização Vertical é um sub-sistema da sinalização viária, onde o meio de comunicação (sinal) está na posição vertical, fixado ao lado ou suspenso sobre a pista, transmitindo mensagens de caráter permanente e, eventualmente, variáveis, mediante símbolos e/ou legendas pré-reconhecidas e legalmente instituídas.” Ela compõe-se de: sinalização de regulamentação, sinalização de advertência, sinalização de indicação.
- “Sinalização Horizontal é um sub-sistema da sinalização viária que se utiliza de linhas, marcações, símbolos e legendas, pintados ou apostos sobre o pavimento das vias. Tem como função organizar o fluxo de veículos e pedestres; controlar e orientar os deslocamentos em situações com problemas de geometria, topografia ou frente a obstáculos; complementar os sinais verticais de regulamentação, advertência ou indicação.
- Dispositivos e Sinalização Auxiliares, do tipo: delimitadores (balizadores, catadióptricos, tachas, tachões, dispositivos de canalização, sinalização de alerta, frezamento de pavimentos, ondulações transversais à via, defensas, barreiras de concreto, gradis, cones, , etc.... .

O DENATRAN (1982) estabeleceu critérios e padronização da sinalização, com a edição de Manual de Sinalização Rodoviário, o qual continua referendado pelo novo Código de Trânsito Brasileiro, e que é utilizado pelo DNER nos projetos e na manutenção da sinalização rodoviária.

O Manual de Serviços de Consultoria para Estudos e Projetos Rodoviários editado pelo DNER (1978), em suas Instruções de Serviço, nº 19 e 52 , preconiza que:

As Instruções de Serviço/DNER têm por objetivo definir e especificar os serviços constantes da elaboração do projeto de sinalização nos projetos

rodoviários. “O projeto de sinalização viária será executado integralmente na fase de elaboração do projeto da rodovia, incluirá: projeto de sinalização horizontal das vias, interseções e acessos; projeto de sinalização a vertical das vias, interseções e acessos; projeto de sinalização por sinais luminosos(vias urbanas).”

“O projeto de Sinalização seguirá as recomendações do Manual de Sinalização do DENATRAN, editado em 1967, conforme Decreto nº 73.696 de 28.02.74 e da Circular nº02/74 da Diretoria de Operações do Órgão”.

Complementarmente o Manual de Conservação Rodoviária/DNER, define procedimentos de campo quanto a manutenção e conservação da sinalização.

O Manual de Sinalização de Trânsito, no Capítulo II, define que: “As placas de sinalização tem por fim aumentar a segurança ajudar a manter o fluxo de tráfego em ordem e fornecer informações aos usuários da via.

Elas são necessárias para:

- regulamentar as obrigações, limitações proibições ou restrições que governam o uso da via;
- advertir os condutores sobre perigos existentes na via, alertando também sobre a proximidade de escolas, passagens de pedestres, etc;
- indicar direções, logradouros, pontos de interesse, etc., de forma a ajudar o condutor em seu deslocamento.

A eficiência das placas depende principalmente dos seguintes fatores:

- colocação correta no campo visual;
- propriedade e clareza da mensagem transmitida;
- entendimento por parte do condutor”.

Do mesmo Manual, Parte I, Sinalização Vertical, Capítulo IV, destaca-se que:

“As placas de advertência têm a função de chamar a atenção dos condutores de veículos para a existência e natureza de perigo na via ou a adjacente a ela. Essa espécie de placa exige geralmente do condutor

uma redução de velocidade com o objetivo de aumentar a segurança. As condições típicas existente na via que justificam placas de advertência são:

- situações potencialmente perigosas de alinhamento vertical e horizontal;
-
- ocorrência de condições perigosas (desmornamentos, ventos laterais fortes, superfície rodante inadequada, etc.);
-
- outras condições conforme indicação na apresentação de cada uma das placas.”

O Manual de Conservação Rodoviária do DNER (1974) já definia uma metodologia para inspeção da via e estabelecia uma rotina de serviços. No tópico 2, Metodologia, esse manual define quais os principais elementos a serem anotados na inspeção.

“Constituem problemas relacionados com o assunto, entre outros, os seguintes:

- a)
- b) Sinalização e Segurança
 - pintura horizontal pouco visível ou sua falta nas pistas de tráfego;
 - falta de pintura de meio-fios, sarjetas, etc;
 - crescimento de vegetação e existência de outros obstáculos ao redor dos sinais;
 - falta de pintura nos sinais existentes ou sua substituição;
 - ausência de sinais;
 - balizadores e catadióptricos sujos, danificados ou inexistentes;
 - defensas sem pintura ou quebradas;
 - falta de defensas;”

4.7. RODAGEM

Rodagem é a região da plataforma onde ocorre o tráfego permanente ou eventual, compondo-se da pista com suas faixas de tráfego e acostamento(s).

O objetivo desta dissertação ao focar a rodagem é estabelecer um padrão de qualidade da superfície do pavimento, especialmente onde ocorre o tráfego permanente. Há muitos anos, organismos internacionais e brasileiros estudam o comportamento dos pavimentos. No Brasil, em especial por ser um país com grande diversidade geológica, impõe-se estudos geotécnicos de grande amplitude e complexidade. Não é objeto deste estudo tratar da gênese das deformações ou rupturas do pavimento, restringindo-se a morfologia dos mesmos e de outros fatores concorrentes para o seu agravamento.

4.7.1. Superfície do Pavimento

Segundo MOMM (1998) o usuário avalia a qualidade do pavimento rodoviário no qual trafega com a expectativa de plena satisfação expressas por 3 (três) variáveis: segurança, conforto e economia operacional. A aderência pneu/pavimento é o parâmetro a ser medido e confere maior ou menor segurança na razão direta com o atrito longitudinal e/ou o atrito transversal, tenham valores significativos para manter veículos na trajetória ao longo da via durante o tempo de viagem. Como cita MOMM, a hidroplanagem e a viscoplanagem são efeitos indesejáveis, e são resultantes da falta ou redução de atrito por decorrência da baixa rugosidade do pavimento, da reduzida profundidade dos sulcos dos pneus, ou de ambos, na presença d'água no pavimento. Com o modelo de GALLAWAY, MOMM (1998, p.21) estimou a velocidade crítica de hidroplanagem em função da espessura da lâmina d'água e do giro da roda, considerando a profundidade dos sulcos dos pneus de 1,6 mm, como admite o CONTRAN.

A viscoplanagem ocorre quando a superfície está apenas molhada, isto é quando a espessura da lâmina d'água é inferior a 0,10 mm, e para reduzir seus efeitos ou eliminá-lo é necessário escolher materiais granulares ásperos.

Segundo FERNANDES apud MOMM, (1998, p.31) a textura do pavimento pode ser classificada conforme tabela 4.7.1. a seguir.

Tabela 4.7.1. - Classificação da Textura de Superfície de Pavimentos

| DOMÍNIO DA TEXTURA | | INTERVALO DE DIMENSÕES | |
|--------------------|--------|------------------------|-------------|
| | | Horizontal | Vertical |
| Microtextura | | 0 - 0,5 mm | 0 - 0,2 mm |
| Macrotextura | | 0,5 - 50 mm | 0,2 - 10 mm |
| Megatextura | | 5 - 50 cm | 1 - 50 cm |
| | Curtas | 0 - 0,5 m | 1 - 20 mm |
| Irregularidades | Médias | 5 - 15 m | 0,5 - 5 cm |
| | Longas | 15 - 50 m | 10 - 20 cm |

A drenabilidade é a característica da superfície do pavimento expressa pela capacidade de escoamento da água incidente sobre ela depende da altura pluviométrica, da inclinação transversal e longitudinal da superfície e da capacidade de escoamento das águas que caem sobre a plataforma.

LUCAS apud MOMM (1998, p.49), apresenta gráfico de retenção e armazenamento d'água em função da declividade e da rugosidade do pavimento. MOMM (1998) realizou estudos de rugosidade utilizando ensaios de mancha de areia, considerado um método eficaz para medição daquele ítem para avaliar a qualidade da superfície do pavimento.

Contudo, este trabalho admite a rugosidade teórica mediante a adoção dos coeficientes de atrito recomendados para as equações de dimensionamento das curvas por não dispor de dados reais da pista. Os coeficientes de atrito longitudinal e transversal teóricos indiretamente são reduzidos quando se faz a avaliação do dimensionamento geométrico considerando velocidades acima das velocidades de projeto.

4.7.1.1 - Defeitos na Superfície do Pavimento

Elevados níveis de satisfação do usuário de rodovias, são alcançados quando transitar sobre uma superfície harmoniosa geometricamente proporcionando-lhe conforto e segurança, dependendo-se também estar ela bem sinalizada, ter sistemas de escoamento de águas superficiais eficazes, apresentar baixo nível de ruídos e de desconforto por deformações ou alterações na superfície do pavimento. O nível de satisfação fica comprometido com maior ou menor intensidade na razão direta da incidência de defeitos na superfície do pavimento, que pode ter uma ou mais causas associadas. Os defeitos devem ser avaliados pelos efeitos sobre a segurança (falta de

aderência da pista e visibilidade deles impossibilitando o controle) e o conforto (existência de irregularidades, solavancos, ruídos, buracos, etc.).

As normas de procedimentos: PRO 07/78, para Avaliação Subjetiva da Superfície de Pavimentos; PRO 08/78, para Avaliação Objetiva de Pavimentos; TER 01/78, Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos, do DNER são definidas para avaliação de pavimentos, quando a gênese e morfologia, e são em parte utilizadas nesta dissertação no que se refere a conceitos, classificação e especificações de defeitos.

A “American Association of State Highway and Transportation Officials” (AASHTO) estabelece o conceito de serventia considerando a segurança do usuário como uma das finalidades do pavimento, e segundo BALDO (1997 p.22) “serventia é um conceito de ruptura afeto a questão do conforto ao rolamento e, sem sombras de dúvidas, à economia do transporte rodoviário, uma vez que a condição de serventia oferecida pelo pavimento afeta sensivelmente os custos operacionais dos veículos.”

Utilizando a terminologia brasileira normalizada pelo DNER, agrupa os defeitos conforme tab. 4.7.1.1. a seguir:

Tabela 4.7.1.1. - Defeitos de Superfície de Pavimentos Nomenclatura (DNER,1978)

| Defeito | Código | Classe |
|--|---------------|---------------|
| Fissura | FI | 1 |
| Trinca transversal curta | TTC, TR | 1 |
| Trinca transversal longa | TTL, TR | 1 |
| Trinca longitudinal curta | TLC, L | 1 |
| Trinca longitudinal longa | TLL, L | 1 |
| Trinca de retração | TRR | 1 |
| Trinca irregular | I | 1 |
| Couro de jacaré sem erosão | J, CR | 2 |
| Couro de jacaré com erosão | JE, CR | 3 |
| Trinca de bloco sem erosão | TB, B | 2 |
| Trinca de bloco com erosão | TBE, B | 3 |
| Afundamento plástico local | ALP, A | |
| Afundamento plástico em trilha de roda | ALC, A | |
| Afundamento de consoliidação local | ATP, A | |
| Afundamento de consoliidação em trilha de roda | ATC, A | |
| Corrugação ou ondulação | O, ON | |
| Escorregamento | E | |
| Exudação | EX | |
| Desgaste | D | |
| Panela | P | |
| Remendo | R | |
| Remendo profundo | RP | |

DOMINGES (1993) publicou o Manual de Identificação de Defeitos de Revestimentos Asfálticos de Pavimentos (MID), com a finalidade de: caracterizá-los, localizá-los, estabelecer as causas e os efeitos deles decorrentes, medi-los, classificá-los e estabelecer níveis de severidade das ocorrências. Ele tem terminologias que não constam das Normas do DNER 07 e 08-78, mas que caracterizam ocorrências que podem estar discretizadas na pista.

O MID diferencia os defeitos em duas classes:

- Estrutural, quando o defeito é associado á habilidade que o pavimento tem de suportar a carga de projeto (fadiga);

- Funcional, quando o defeito é associado às qualidades do rolamento e da segurança do pavimento (conforto, aderência);

e classifica os defeitos em : fissuras (F); trincamento por fadiga(TF, couro de jacaré); trincamento transversal (TT); trincamento longitudinal (TL); trincamento em blocos (TB); trincamento por propagação de juntas(TJ); trincamento de borda (TBd); trincamento parabólico(TP); remendo/deterioração de remendos (Re); panela (P); depressão (Dp); afundamento de trilha de roda; corrugação (C); deformação plástica do revestimento (DPR, escorregamento); agregados polidos (AP); exsudação (E); empolamento (Ep); desintegração (Di); desnível entre a pista e acostamento (DPA);

DOMINGUES et OLIVEIRA (1998, p. 1012 a 1024) propõem Índices Individuais de Defeito, para a classificação de defeitos (d) anteriormente discriminado, seguindo critérios preestabelecidos e estratificados em 3 (três) níveis de severidade:

- alto ($d \leq 6\%$ da seção do pavimento);

- médio ($6\% < d \leq 20\%$); e

- baixo ($20\% < d \leq 70\%$).

Utilizando escala dedutiva, Escala Padrão de Avaliação, variando a partir de 10 para pavimento perfeito, e o Valor Limiar 6, valor esse de referência para execução de reparos no pavimento. Esses estudos tiveram experimentação em Unidades de Amostragem da Rede DERSA.

Segundo BALDO (1997, p.37), são diversos os métodos para estabelecer índice de qualidade para um segmento de pavimento a partir da análise e estatísticas dos

defeitos existentes na superfície do pavimento. “Os defeitos levantados através de critério objetivo (com auxílio de recursos visuais), podem gerar parâmetros considerados como qualitativos ou quantitativos, ou ainda ambos. Há também métodos que qualificam um pavimento sob o ponto de vista operacional, em especial quanto ao conforto ao rolamento. Dentre os métodos existentes, poderemos notar aqueles associados à quantificação de defeitos que procuram associar pesos na ponderação de um índice de qualidade para o pavimento. Eles estabelecem critérios de definição de pesos determinísticos e outros abertos, em função dos próprios parâmetros de análise”.

4.7.1.2 - Método do Valor da Serventia Atual

Serventia é definida como uma medida do quão bem um pavimento, em um dado instante de sua vida de serviço, atende ao tráfego misto com suavidade e conforto de rolamento, em qualquer condição climática, na opinião dos usuários. Por tal definição a medida é subjetiva e seu valor está em pretender refletir a opinião dos usuários mas também é útil para outras análises de gerenciamento do pavimento.

A medida do Valor de Serventia Atual (VSA) é subjetiva e dada pelo valor médio das opiniões individuais emitidas por uma equipe de no mínimo 5 avaliadores de um grupo de 10 a 15 avaliadores devidamente treinados e calibrados para aferição desse parâmetro. O levantamento consiste em percorrer de um trecho de pavimento tido como homogêneo, na velocidade operacional permitida naquela via, utilizando-se um veículo de passeio médio, e atribuindo conceitos referentes a sensação de conforto e suavidade ao rolamento oferecida pelo pavimento. Esses conceitos emitidos em planilha modulada variam em 5 níveis com correspondência de valores de 0 a 5, portanto, em 5 faixas de enquadramento. Somente os avaliadores que apresentarem resultados padronizados poderão ser aproveitados. O AASHTO Road Test estabeleceu a relação do VSA com alguns parâmetros indicadores da condição da superfície, e definiu o Índice de Serventia Atual (ISA) que é descrita pela função:

$$ISA = 5,03 - 1,91 \log (1+SV) - 1,38 RD^2 - 0,01(C+P)^{1/2}$$

Sendo:

SV, a variância das inclinações observadas em trilhas de roda;

RD, o valor médio de afundamento plástico aferido nos sulcos de trilhas de rodas;

C, a área relativa com presença de trincas de classe 2 e 3 e P (remendos);

A norma do DNER-PRO 07-78 fixa as condições exigíveis na avaliação da superfície de pavimentos com base no valor da Serventia Atual:

“Serventia Atual, é a capacidade de um trecho específico de pavimento de proporcionar, na opinião do usuário, rolamento suave e confortável em determinado momento, para quaisquer condições de tráfego.”

A capacidade pode ser mensurada através de:

- Valor de Serventia Atual (VSA), que “é a medida subjetiva das condições de superfície de um pavimento, feita por um grupo de avaliadores que percorrem o trecho sob análise, registrando suas opiniões sobre a capacidade do pavimento de atender às exigências do tráfego que sobre ele atua, no momento da avaliação, quanto a suavidade e conforto.”
- Índice de Serventia Atual (ISA), que “é a medida objetiva de Serventia Atual, na mesma escala do VSA, feita com aparelhagem apropriada.”

A Norma DNER-PRO 07-78, define: as condições gerais de seleção e qualificação do grupo de avaliação, os procedimentos padronização de classificação, a forma de avaliação, as características do veículo utilizado para avaliação, e a metodologia para atribuição de conceito e valor.

A tabela 4.7.1.2.1., define os conceitos de Valor de Serventia Atual.

Tabela 4.7.1.2.1. – Valor de Serventia Atual

| VALOR | CONCEITO |
|-------|----------|
| 4 - 5 | Ótimo |
| 3 - 4 | Bom |
| 2 - 3 | Regular |
| 1 - 2 | Ruim |

O processo de avaliação, feito através de ficha de avaliação, resulta na obtenção do VSA, calculado pela expressão:

$$VSA = (\sum x)/n \quad \text{onde: } x, \text{ é o valor de serventia atual individual}$$

n , é o número de membros do grupo de avaliação

Também a Norma DNER- PRO – 08-78, define os procedimentos para avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos, e define tipos de defeitos que podem neles ocorrer, a saber:

- Flecha de Trilha de Roda, medida em milímetros, da deformação permanente no sulco formado nas trilhas de roda interna (TRI) e externa (TRE), correspondendo ao ponto de máxima depressão, medido sob o centro de uma régua de 1,20 metros.
- Superfície de Avaliação, é a superfície delimitada pelos bordos da faixa de tráfego e por duas seções transversais, situadas, respectivamente, a 3,00 m antes e 3,00 m após a estação considerada.
- Remendo, é a reconstrução localizada, que reflete o mau comportamento da estrutura inicial, podendo ser superficial ou profundo.

Terminologia Correlata dos defeitos mencionados nessa Norma estão definidos em “Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos”. Terminologia, ou seja, na Norma DNER- TER 01-78, a qual define os principais defeitos não descritos anteriormente, quais sejam:

- Fenda, é qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, que conduza a aberturas de menor ou maior porte, apresentando-se sob diversas formas, conforme adiante descrito:

- = Fissura (FI), fenda capilar existente no revestimento, somente perceptível à vista desarmada de distância inferior a 1,50 m.
- = Trinca, fenda existente no revestimento com abertura superior à da fissura, podendo apresentar-se sob forma de trincas isoladas ou trincas interligadas.
 - = Trinca Transversal, trinca isolada que apresenta direção predominante aproximadamente ortogonal ao eixo do pavimento. Quando apresentar extensão até 100 cm denomina-se trinca transversal curta (TTC) e quando não, trinca transversal longa (TTL).
 - = Trinca Longitudinal, trinca isolada que apresenta direção predominante aproximadamente paralela ao eixo do pavimento. Quando apresentar extensão até 100 cm

denomina-se trinca longitudinal curta (TLC) e quando não, será trinca longitudinal longa (TLL).

Nota - As trincas isoladas quando causadas por retração, são denominadas trincas de retração (TRR).

As fendas classificadas como: FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR, são classificadas com Fendas Classe Um (FC-1).

-= Trincas “Tipo Couro de Jacaré”, são conjunto de trincas interligadas sem apresentarem direções preferenciais, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré. Quando não apresentam erosão acentuada nas bordas são classificadas como (J), e caso haja erosão acentuada são classificadas como (JE).

-= Trincas Tipo Bloco, são conjunto de trincas interligadas caracterizadas pela configuração de blocos formados por lados bem definidos. Quando não apresentam erosão acentuada das bordas são classificadas como (TB), e quando ocorre erosão acentuada das bordas (TBE).

As fendas classificadas como: J, TB, são classificadas com Fendas Classe Dois (FC-2).

As fendas classificadas como: JE, TBE, são classificadas com Fendas Classe Três (FC-3).

- Afundamento Plástico, é uma deformação permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento, acompanhada de levantamento. Quando ocorre em extensão até 6 metros é considerada local (ALP), caso contrário é denominado afundamento plástico da trilha (ATP).
- Afundamento de Consolidação, sem estar acompanhado de levantamento. Quando ocorrer em extensão até 6 metros é denominado afundamento de consolidação local (ALC), e quando maior denomina-se afundamento de consolidação da trilha(ATC).
- Corrugação(O), é a deformação caracterizada por ondulações transversais do pavimento.

- Escorregamento do Revestimento Betuminoso (E), é o deslocamento do revestimento em relação à base com aparecimento de fendas em forma de meia-lua.
- Exsudação (EX), é o excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, resultante da migração do ligante através do revestimento.
- Desgaste (D), é o efeito de arrancamento betuminoso progressivo do agregado no pavimento, caracterizado por aspereza superficial e provocado por esforços tangenciais devido ao tráfego.
- Panela (P), é a cavidade que se forma no revestimento, podendo alcançar a base do pavimento, provocada pela desagregação dessas camadas.

A Norma PRO 08-78 é aplicável:

“ - Quando se desejar, além de um parâmetro definidor das condições da superfície do pavimento, um inventário de ocorrências e suas prováveis causas, possibilitando obter uma avaliação mais rica em pormenores.

- Como uma etapa preliminar, para julgamento da necessidade de ser feita uma avaliação estrutural do pavimento e como um complemento desta avaliação.

- No caso de rodovia de pista única, devem ser avaliadas as duas faixas de tráfego, e mais a 3ª faixa (em separado) quando houver. No caso de rodovia com mais de uma pista, deve ser avaliada a faixa de tráfego mais solicitada de cada pista.”

Essa Norma, define: parâmetros, aparelhagem, medidas de referência, inventário, cálculos e índices gravidade individual(IGI).

As ocorrências inventariadas, devem ser calculadas pelo Índice de Gravidade Individual (IGI), através da fórmula:

$$IGI = f_r * f_p$$

onde: f_r = frequência relativa

f_p = fator de ponderação, obtido de acordo com a tabela 4.7.1.3., a seguir:

Tabela 4.7.1.2.2.–Valor do Fator de Ponderação para Determinação do IGI (DNER, 1978)

| Tipo | Codificação das Ocorrências (Terminologia de Defeitos) | Fator de Ponderação |
|------|---|---------------------|
| 1 | FC-1 (FI, TTC, TTL, TLC, TLL, e TRR) | 0,2 |
| 2 | FC-2 (J e TB) | 0,5 |
| 3 | FC-3 (JE e TBE) | 0,8 |
| 4 | ALP e ATP | 0,9 |
| 5 | O e P | 1 |
| 6 | Ex | 0,5 |
| 7 | D | 0,3 |
| 8 | R | 0,6 |

O Índice de Gravidade Global (IGG) é obtido através da fórmula:

$$IGG = \sum IGI$$

Os limites de IGG são definidos na tabela 4.7.1.4. que confere conceitos para a deterioração do pavimento inventariado.

Tabela 4.7.1.2.3. – Limites de IGG (DNER, 1978)

| Conceito | Limites de IGG | | |
|----------|----------------|---|-----|
| Bom | 0 | - | 20 |
| Regular | 20 | - | 80 |
| Mau | 80 | - | 150 |
| Péssimo | 150 | - | 500 |

Nota: O IGG deve ser calculado por trechos homogêneos, com extensão máxima de 1 km.

É relevante considerar para o desenvolvimento da Dissertação também os procedimentos visando a conservação de rodovias.

O Manual de Conservação Rodoviária DNER (1974, Tópico 2, p. 1 a 8), orienta que:

“Antes de efetuar a inspeção a pé, o Engenheiro Residente, acompanhado dos Administradores do Trecho, fará uma inspeção em toda a rede, sob a jurisdição da Residência, num veículo em marcha lenta (10 – 15 km/h), com a finalidade de localizar qualquer tarefa de alta prioridade e de emergência que deva ser executada fora da programação normal.” Obviamente essa orientação está voltada à inspeção das condições gerais da pista, especialmente quanto a superfície, sinalização, drenagem e limpeza.

“As outras inspeções serão realizadas pelos Administradores de Trecho, em intervalos de 3 meses, sempre sob a supervisão do Engenheiro Residente.”

O Tópico 2 – Metodologia, do mesmo Manual, estabelece os principais elementos a serem anotados na inspeção, quanto a Pista de Rolamento e Acostamento, Sinalização e Segurança, Sistema de Drenagem, etc A determinação de prioridades, definidas às páginas 4 a 8, item 2.3., é expressa por:

“A prioridade é sempre dada à correção daqueles defeitos que põem em risco à segurança dos usuários. Exemplificam-se como tais: buraco na pista, guarda-corpo de ponte quebrado, sinalização inutilizada ou ilegível, ondulação no pavimento, exsudação, recalque nos encontros das obras de arte, etc .” e ainda, “os defeitos que ameaçam a estabilidade do corpo estradal, como : obstrução de sistema de drenagem, deslizamentos, erosões, ocorrência de água na base ou sub-base, etc ... ”.

4.7.1.3. Outros Estudos sobre Conforto e Defeitos de Superfície

Para medir o conforto de rolamento foi desenvolvido pela *Canadian Good Roads Association* , o Índice de Conforto de Rolamento (ICR) com uma escala variando de 0 a 10, também utilizando equipe formada por avaliadores com procedimentos padrão, nos mesmos moldes do VSA.

Segundo a norma brasileira, a irregularidade pode ser medida pelo Quociente de Irregularidade (QI) que é um índice representativo da irregularidade da superfície do pavimento medido em ambas as faixas em pista simples, realizado através de aparelhos medidores de irregularidade tipo resposta, tais como: Maysmeter e Integrador IPR-USP, em intervalos constante e padrão de 320 metros.

BALBO (1997, p. 47) cita a necessidade do Banco Mundial de dispor de uma escala de medida da qualidade de rodovias, aplicável em diferentes países e desenvolveu a escala de medida de irregularidade da superfície de pavimentos Índice Internacional de Irregularidade (IRI), que é transportável para outras escalas.

4.8. SEGURANÇA E ACIDENTES DE TRÂNSITO

Os acidentes de trânsito, desconforto em viagem e o retardamento no tempo de deslocamento dos usuários de rodovias, são resultados indesejáveis, e por decorrência são problemas de segurança e de conforto viário que necessitam ser gerenciados.

Segundo BAGINSKI (1995) os componentes de um sistema de tráfego são: o usuário (motorista, passageiro, ciclista, motociclista ou pedestre), o elemento veicular (caminhão, ônibus, camioneta, automóvel, motocicleta, bicicleta, e outros não convencionais) e o sistema viário (rodovia, avenida, estrada, tráfego, ambiente).

A “INSTITUTION OF HIGHWAYS AND TRANSPORTATION” - IHT apud BAGINSKI (1995, p. 16) classifica os dados importantes a serem buscados na identificação de acidentes em seis grupos:

1. Descrição básica do acidente;
2. Tipo da via;
3. Fatores ambientais;
4. Fatores do motorista;
5. Detalhes do acidente;
6. Características do tráfego.

O Modelo de Boletim de Acidentes da Polícia Rodoviária Federal, Anexo I desta dissertação, contém a estrutura de dados conforme classificação da IHT.

A AASHTO (1994, p. 110 a 112) recomenda, nas rodovias existentes, atuar com prioridade no tratamento de obstáculos laterais:

- a - remover o obstáculo ou reprojeter a via para ter uma poligonal segura;
- b - relocar o obstáculo para um ponto onde esteja menos provável ocorrer colisão;
- c - reduzir o impacto da severidade usando um dispositivo apropriado de escape;
- d - redirecionar o obstáculo de proteção para veículos com uma barreira de tráfego longitudinal e /ou colchão de amortecimento;

e - modificar o obstáculo se as alternativas acima não são apropriadas.

Para a COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO (1977), existem muitas variáveis que interferem proporcionando os acidentes, e por vezes são conjugadas, o que exige a utilização intensiva de sistemas computacionais para seleção, tabulação, correlação de dados de acidentes como forma de gerenciar o sistema viário.

BAGINSKI (1995) desenvolveu um sistema de cadastro e análise de acidentes de trânsito, denominado SICAAT e baseou-se para elaborá-lo, dentre outros pesquisadores, em GÖRAN (1990) que preconiza as vantagens de se dispor de um sistema de gerenciamento de dados que atenda a diferentes usuários e vise:

- “ a - Monitoramento das tendências da segurança de tráfego no tempo e no espaço;
- b - Desenvolvimento de projetos e medidas de controle de tráfego;
- c - Aperfeiçoamento de projetos viários (geometria, drenagem);
- d - Identificação de problemas de segurança de tráfego para várias categorias de uso das vias;
- e - Determinação de orientação adequada para alterar situações de segurança de tráfego, através de medidas relacionadas com o ambiente de tráfego, usuários e veículos;
- f - Avaliação econômica das medidas de segurança implementadas, determinando o alcance dos benefícios e custos correspondentes;
- g - Desenvolvimento de programas educacionais visando conscientizar a comunidade sobre aspectos das segurança de trânsito; e
- h - Previsão de serviços de emergência, de infra-estrutura na área de saúde e de centros de reabilitação de vítimas.

O DENATRAN (1987, p. 19 a 24), mais tarde passou a chamar os pontos negros de pontos críticos, “são os locais que apresentam as maiores taxas de acidentes de trânsito. Portanto, são os pontos de mais alto risco, ou seja, aqueles que devem prioritariamente receber melhoria, visando controlar o problema. Normalmente, os pontos negros estão relacionados a determinados locais como interseções, trechos em curva, trechos com visibilidade precária, etc .” A Figura 4.8.1. sugere como o estudo de Pontos Críticos pode ser realizado.

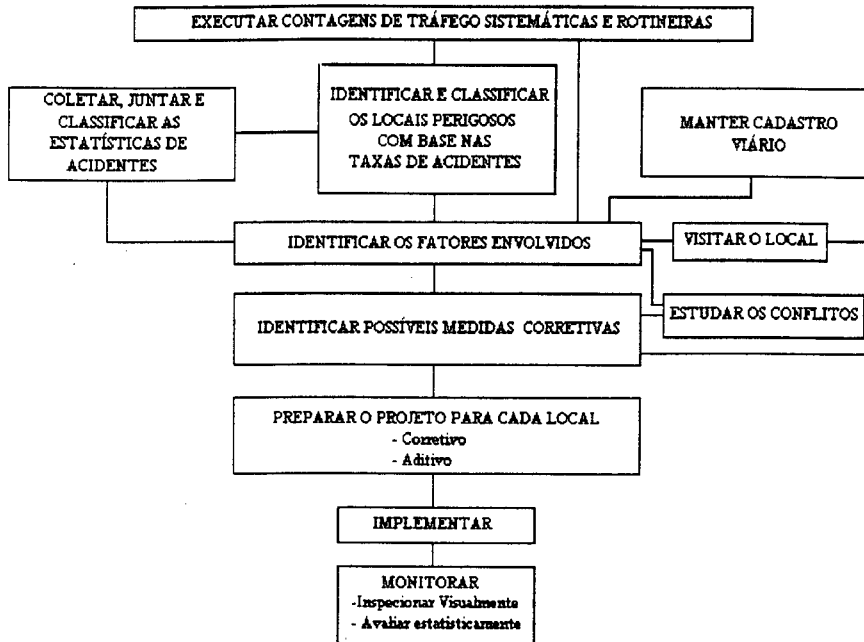


Fig. 4.8.1. – Fases de execução de um estudo de Pontos Críticos (DENATRAN, 1987)

O DNER/ 16º DRF utiliza o Sistema CER (Controle Estatístico de Acidentes Rodoviários) para controle de acidentes nas rodovias federais de Santa Catarina, e está em operação a cerca de 2 anos, substituindo ao anteriormente utilizado, Sistema SEST.

São muitos os produtos cadastrais para viabilizar a análise e avaliação estatística de acidentes, alguns deles estruturados como SIG-T, e dentre eles, é citado o desenvolveu um modelo de SIG visando o gerenciamento da segurança viária no Município de São José/SC (CARDOSO, 1999).

Na maioria das ocorrências de acidentes, juntam-se fatores concorrentes atuando simultaneamente, aos quais denominam-se fatores causais ou simplesmente causas. Muitas vezes são de difícil detecção, seja por: não especialidade dos avaliadores, cessação do agente causal, dissimulação do fator principal muitas vezes imperceptível, especialmente, quando o agente é o homem.

Segundo o DENATRAN (1987, p. 39 a 47, 168) a análise de acidentes deve ser realizada em quatro etapas:

- a - exame dos boletins de ocorrência de acidentes, “visa estabelecer registrar os acontecimentos, visando o diagnóstico definitivo.”

- b - exame da infra-estrutura viária, “consiste na elaboração do diagrama de condições, que deve conter informações como a largura da via, o estado do pavimento e a sinalização de trânsito existente, além de outras.” Sobre essa etapa, também o Órgão cita que “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.”
- c - Elaboração do diagrama de colisões, que “deve conter um resumo dos acidentes ocorridos no ponto negro, indicando o tipo de acidente, os movimentos realizados, os elementos envolvidos, a data, as condições climáticas, etc. Sua interpretação fornecerá indícios sobre os problemas comuns a todos os acidentes no local.”
- d - Exame *in loco* para “analisar elementos como a sinalização existente, as condições de visibilidade, os movimentos de pedestres, as condições do pavimento, a velocidade de tráfego, etc ...”

O Boletim de Ocorrência (BO) utilizado pela Polícia Rodoviária Federal - PRF é auxiliado por Ficha Matriz de Registro proporciona um grande número de informações inclusive tabulares para posterior processamento, conforme ANEXO I. Para o registro em BO há uma Codificação dos Acidentes simplificada com 11 ítems:

1. Perder controle e excesso de velocidade;
2. Ultrapassagem forçada;
3. Cruzar a pista, não respeitar via preferencial;
4. Colisão traseira, não manter distância de segurança;
5. Pedestre cruzando a pista;
6. Animais sobre a pista;
7. Dormir no volante, contra-mão;
8. Defeito mecânico;
9. Defeito na pista;
10. Dirigir embriagado;
11. Outros não especificados.

4.9. BANCO DE DADOS

Banco de Dados é uma coleção de objetos usados para gerenciar fatos e números, constituída de objetos que se compõem uma unidade identificável em um banco de dados. São: tabelas, relatórios, formulários, consultas, macros e módulos. A tabela é um objeto onde fatos e números são armazenados em formato bidimensional, em linhas(registros) e colunas(campos), e se constitui na base de estruturação de um banco de dados.

Segundo a Microsoft (MICROSOFT PRESS, 1997):

“Um banco de dados é uma coleção integrada de dados que compartilham de algumas características comuns.”

“... um produto de gerenciamento de banco de dados ... é usado para criar, controlar, e manipular um sistema de informações.”

“Um sistema de banco de dados é uma coleção de informações integradas que descreve um determinado objeto ou assunto.”

“Um banco de dados bem-projetado pode levar ao uso mais eficiente de consultas, formulários e relatórios e aumenta a confiabilidade das informações extraídas.”

O Guia do Usuário do Access (MICROSOFT, 1994), orienta sobre:

a - processo de estruturação de um banco de dados, e cita que a chave para a compreensão do processo de estruturação de um banco de dados se baseia no entendimento de como um sistema de gerenciamento de banco de dados relacional, armazena os dados, a fim de se obter informações com precisão e eficácia.

Etapa 1: determine o propósito de seu banco de dados;

Etapa 2: determine as tabelas que você precisa;

Etapa 3: determine os campos necessários;

Etapa 4: determine os relacionamentos;

Etapa 5: refine a estrutura do banco de dados.

b - *Structured Query Language (SQL)*, é uma linguagem muito usada na consulta, atualização e gerenciamento de bancos de dados relacionais. Cada consulta criada no ACCESS tem uma instrução SQL associada que define as ações daquela consulta. Pode-se usar as instruções SQL para:

- b.1. visualizar e modificar consultas que tenham sido criadas usando a grade *Graphical Query By Example (QBE)*;
- b.2. definir propriedades;
- b.3. criar consultas específicas SQL;
- b.4. criar sub-consultas.

São diversos os modelos de organização dos dados visando sua estruturação de banco de dados: hierárquico, de redes e relacional (BORGES et al.,1996). Para os propósitos da presente dissertação, o modelo relacional se adequa melhor, tendo em vista que ele permite relacionar registros de um ou vários arquivos de uma mesma base de dados ou de bases diferentes, sem usar ponteiros ou chaves para representar união ou combinação entre os arquivos, e permite relação lógica entre registros de um mesmo campo ou de diferentes campos de um ou mais arquivos.

As bases de dados gráficas são uma realidade tendo em vista a evolução tecnológica de *hardware* e *software* permitindo o armazenamento de grande quantidade de dados, permitindo consultas rápidas e com elevado grau de confiabilidade.

Os Sistemas *Computer Aided Draft (CAD)* permitem a confecção de modelo do objeto em duas ou três dimensões e ainda simular condições de operação para estudos e projetos. O *Microstation* é um desses recursos CAD e foi utilizado como suporte para a conversão de arquivos com extensão "dwg" e para limpeza topológica do projeto desta dissertação.

Há diversos sistemas computacionais disponíveis no mercado, estruturados para gerenciamento de banco de dados relacionais desenvolvidos para utilização em Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Esses sistemas habilitam informações contidas num banco de dados tabulares (alfanuméricos) relacionando-a(s)

a outra(s) de bancos de dados espaciais (gráficos) e de atributos com resolução gráfica, em formato *vector* ou *raster*.

O software *MicroStation Geographic (MSGG)* requer dentre os sistemas compatíveis de gerenciamento de bancos de dados: *Oracle* e *Open Database Connectivity (ODBC)*, sendo este último um gerenciador utilizado para conectividade de banco de dados Microsoft Access com outros sistemas.

O **MSGG** foi desenvolvido com base de dados interno que permite a estruturação de dados gráficos e de informações não gráficas contidas no contexto de um projeto, sendo aceitos arquivos gráficos com extensão “*dwg*” ou “*dxf*” e convertidos para o formato “*dgn*” com o qual opera o referido sistema.

O volume de Tutoriais, seção 4-4, do **MSGG**, faz referência a linguagem SQL que é utilizada para construir questionamentos, “*queries*”, como explicitado na figura 4.9.3. Esses questionamentos são reconhecidos pelo **MSGG** através de elementos contidos em tabela com *MSLink*, que formam a ligação entre a base de dados tabular e a base de dados gráficos.

A caixa de diálogo do gerenciador SQL é usada para perguntas, criação, manutenção, atualização e exportação de dados.

O **IDRISI** é outro Sistema de Informação Geográfico que opera em ambiente Windows e possui internamente um gerenciador de banco de dados e uma fonte denominada *SGBD*.

Os sistemas de banco de dados necessitam de uma fonte que habilite a informação contida em um banco de dados e que em algum momento seja relacionada a arquivos com definição geográfica. Ele o faz através do gerenciador *SGBD* enquanto o *Geographics* utiliza o gerenciador *ODBC*, *Oracle*, *Informix*, *Sybase* ou *RIS*.

Há diversas opções de softwares gerenciadores de banco de dados no mercado, sendo selecionado o *Access* por ser “amigável” com o usuário, estar na plataforma Windows e possuir conectividade com o *Geographics*. Pode o *Microsoft Access* ser também usado em rede *Novell*, *Windows NT*, *LAN* dentre outros.

4.9.1. SOFTWARE ACCESS E ESTRUTURAÇÃO DO BANCO DE DADOS

O sistema de banco de dados ACCESS trabalha com seis guias: Tabelas, Consultas, Formulários, Relatórios, Macros e Módulos. Nesta dissertação foram utilizadas as 3 (três) primeiras e algumas macros, contudo, poder-se-ia executar outras possibilidades que o software oferece.

- a - Tabela, é um compartimento para dados sobre um assunto específico, estruturada em campos (colunas) e registros (linhas) formando células normalmente formada por números ou outras informações para referência rápida ou análise. Ela pode ser uma tabela de junção quando fornece um “*link*” entre duas tabelas que têm uma relação ou mais relações entre si;
- b - Tipo de dado, é o atributo de um campo que determina o tipo de dado que o campo pode conter;
- c - Registros, são conjunto de informações que permanecem juntas e descrevem um único item em uma tabela ou consulta;
- d - Consulta, é um objeto de banco de dados que representa o grupo de registros que se deseja visualizar. Ela pode ser uma consulta tabela de referência cruzada quando exhibe valores resumidos de um único campo e organiza os valores em linhas e colunas;
- e - Formulário, é um objeto de banco de dados no qual se coloca controles para inserir, exibir e editar dados;
- f - Relatório, fornece uma visualização mais estreita de um conjunto de dados;
- g - Macro, é uma série de comandos armazenados como um grupo, de forma que eles possam ser considerados como um comando único;
- h - Objeto, é uma tabela, gráfico, equação ou outro tipo de informação que é criada ou editada.

Rotina

Abrindo o ACCESS, janela Banco de Dados, para um projeto novo teclar Banco de Dados Vazio aparecendo uma caixa de ferramenta do Windows, na qual se deve nomeá-lo. Na janela de gerenciamento do Banco de Dados aparecerá o nome do banco e as 6 (seis) guias, como visto na figura 4.9.1..

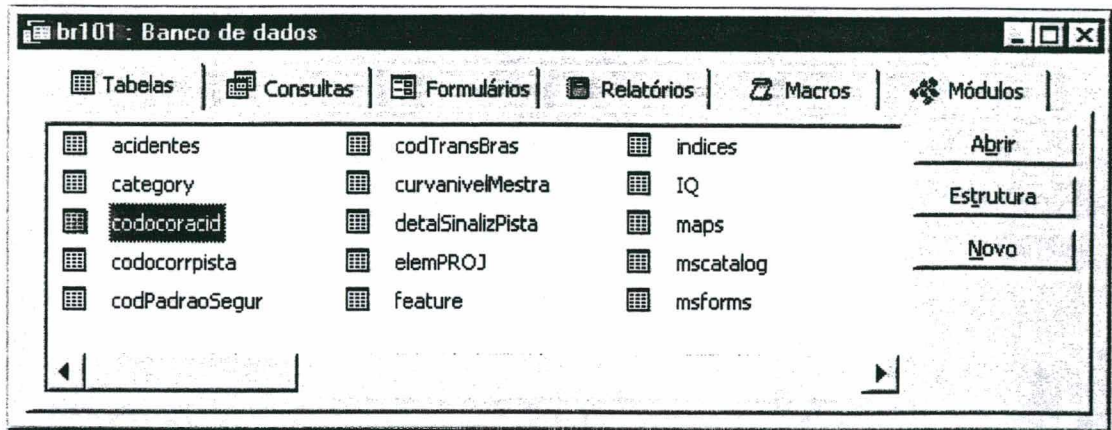


Fig. 4.9.1. – Estrutura do Banco de Dados – Gerenciador ACCESS

Os dados são armazenados em forma de tabela na forma de registros que contém todas as informações sobre um determinado campo.

Uma tabela pode ser operada no modo: Estrutura ou Folha de Dados.

Através do modo estrutura se inicia a formatação da tabela enquanto o modo folha de dados são inseridos os dados.

Uma nova tabela é criada a partir da janela acima, ou se existente, nela novos registros ou modificações podem ser realizadas. Pelo menos uma das tabelas deve ser estruturada com “mslink” para acelerar as correlações, facilitar os relacionamentos e possibilitar o referenciamento requerido pelo SIG usando o gerenciador Geographics.

Uma vez estruturada a tabela, os registros são efetuados no modo Folha de Dados, ou através de um Formulário como exemplificado na tabela 4.9.2.

| acidentes : Tabela | | | | |
|--------------------|----------|--------|----------|--|
| | dataACID | segmBO | segmPROJ | codocorA |
| ▶ | 23/12/98 | 234000 | 234680 | perder o controle do veiculo |
| | 21/12/98 | 232400 | 233080 | outras causas não especificadas |
| | 09/12/98 | 234300 | 234980 | colisao traseira de pista e não manter distancia de segurança entre veic |
| | 29/10/98 | 234400 | 235080 | colisao traseira de pista e não manter distancia de segurança entre veic |
| | 26/10/98 | 234000 | 234680 | perder o controle do veiculo |
| | 03/10/98 | 232600 | 233280 | ultrapassagem forçada |
| | 25/09/98 | 233100 | 233780 | colisao traseira de pista e não manter distancia de segurança entre veic |
| | 08/09/98 | 234600 | 235280 | perder o controle do veiculo |
| | 04/09/98 | 234500 | 235180 | perder o controle do veiculo |
| | 29/08/98 | 232400 | 233080 | colisao traseira de pista e não manter distancia de segurança entre veic |
| | 30/07/98 | 234000 | 234680 | perder o controle do veiculo |
| | 11/06/98 | 234400 | 235080 | cruzamento de pista e não respeitar a preferencial |
| | 23/02/98 | 233000 | 233680 | colisao traseira de pista e não manter distancia de segurança entre veic |
| | 08/02/98 | 232600 | 233280 | perder o controle do veiculo |
| | 30/01/98 | 233300 | 233980 | ultrapassagem forçada |
| | 21/01/98 | 232800 | 233480 | ultrapassagem forçada |
| | 18/01/98 | 234200 | 234880 | perder o controle do veiculo |

Fig. 4.9.2. – Folha de Dados

O ACCESS é um banco de dados relacional, com capacidade para analisar dados de diversas tabelas desde que tenham pelo menos um campo com as mesmas informações, mesmo que eles tenham nomes diferentes.

Recomenda-se fazer habitual compactação do banco de dados, mesmo que os registros do tipo texto não sejam muitos. Isso é realizado através do menu principal: Ferramentas/Utilitários de Banco de Dados/Compactar Banco de Dados.

Um dos grandes recursos do ACCESS é utilizar para as *Queries* a linguagem SQL, anteriormente referida.

As figura 4.9.3. a seguir exemplificam a forma escrita dessa linguagem que pode ser gerada a partir de relacionamentos entre tabelas ou macros com o objetivo de apresentar dados resultantes, ou expressar resultados de consultas.

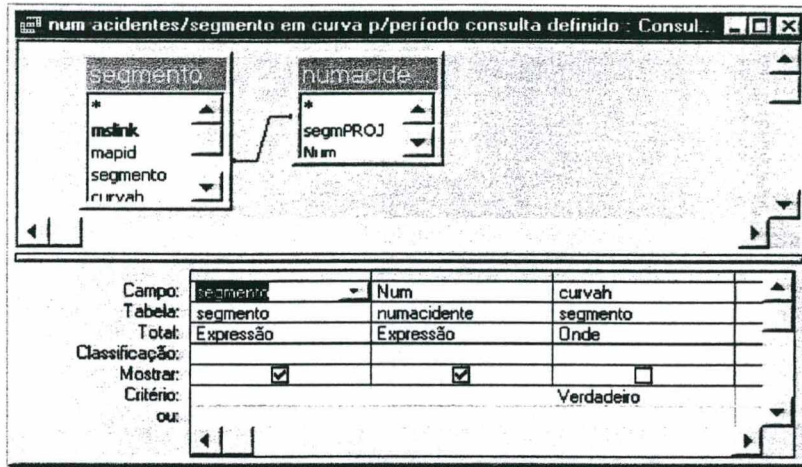
```

cadastrar indice geometrico em segmento : Consulta atualização
UPDATE segmento INNER JOIN QualidadeGeometrico ON
[[segmento].[segmento]<=[QualidadeGeometrico].[Segmento Inicial]] AND
[[segmento].[segmento]>=[QualidadeGeometrico].[Segmento Inicial]] SET segmento.indice =
QualidadeGeometrico.Indice;

```

Fig. 4.9.3. – Linguagem SQL de uma consulta de atualização cadastral

As tabelas consulta permitem o relacionamento entre tabelas para consolidar dados ou extrair outros de acordo com o interesse. No exemplo da figura 4.9.4., se deseja saber para um determinado período, quais os acidentes ocorreram em curvas de um trecho de uma rodovia. Esse registro é decorrência da consulta



formulada a outras duas tabelas, segmentos da rodovia e número de acidentes ocorridos no trecho no referido período.

Fig. 4.9.4.–Tabela Consulta, com os relacionamentos de tabelas

Os formulários são construídos com a finalidade de facilitar as consultas e/ou incluir novos registros de dados. O formulário aberto, na exemplificação da figura 4.9.5., Ocorrência de Deformações Locais da Superfície do Pavimento - na faixa adicional de um trecho da rodovia BR101, cadastrada a ocorrência como 1205, que pode ser aberta no próprio formulário.

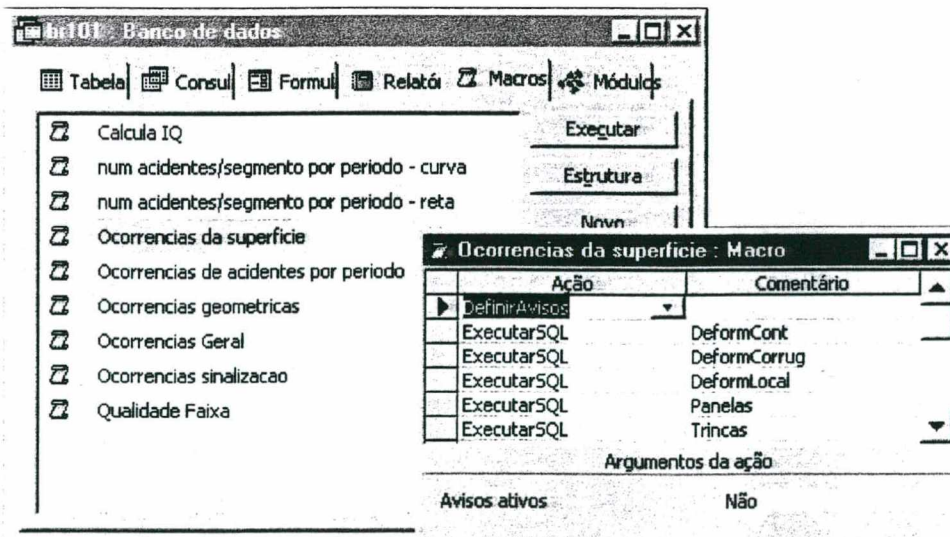


Figura 4.9.5. – Macro para consolidar as diversas ocorrências de superfície da pista do Trecho-piloto da BR101, na tabela Ocorrências da Superfície.

Os formulários são objetos construídos para inserção, verificação e consulta de dados. A figura 4.9.6. contém uma exemplificação de um formulário sobre ocorrências de pista, na faixa adicional da BR101.

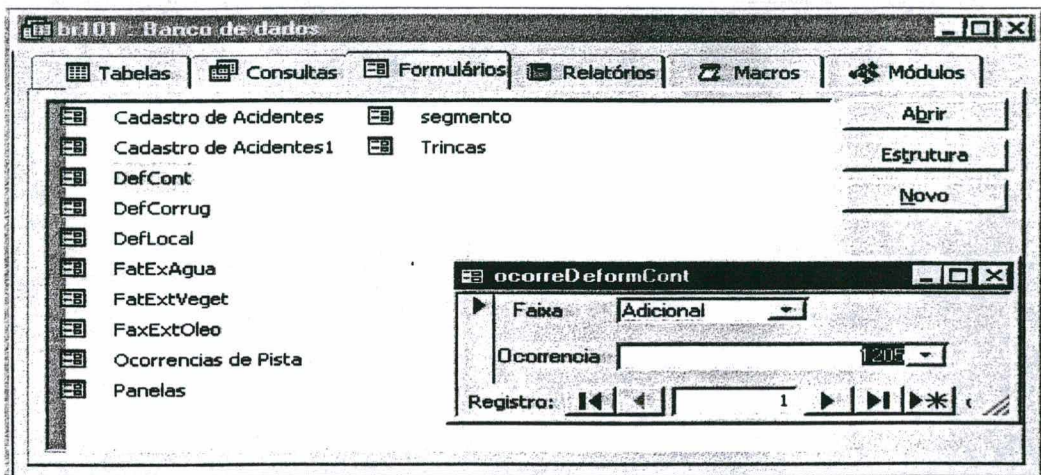


Fig. 4.9.6. – Exemplificação de Formulário em ACCESS

Essas tabelas, através do *driver* ODBC, são reconhecidas pelo gerenciador de SIG Geographics sobre o qual será discorrido ao longo deste trabalho.

4.10. GEOPROCESSAMENTO E SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA – SIG

Geoprocessamento “é o conjunto de tecnologias voltadas a coleta e tratamento de informações espaciais georeferenciadas, com vistas a um objetivo específico, sendo que as atividades envolvidas neste processo são executadas por sistemas específicos mais comumente chamados de Sistemas de Informações Geográficas-SIG” (FERNANDES, 1999).

Segundo STAR et ESTES (1990, p. 2 a 13) “SIG é um sistema de informação que é projetado para trabalhar com dados referenciados por coordenadas espaciais ou geográficas”.

SIG é um sistema que codifica armazena e recupera dados da superfície terrestre. “A história do uso de computadores para mapeamento e análise espacial mostra que tem havido desenvolvimento paralelo em captura automatizada de dados, análise de dados e apresentação em vários e individualizados campos relacionados. Esses campos são: mapeamento cadastral e topográfico, mapeamento temático, engenharia civil, geografia, estudos matemáticos de variações espaciais, ciência dos solos, reconhecimento e fotogrametria, planejamento rural e urbano, redes de utilidades, sensoriamento remoto e análise de imagens.” (BURROUGH, 1994). Os pacotes de software que constituem módulos de um SIG, segundo Burrough, é composto dos sub-sistemas: Dados de Entrada e verificação; Dados de arquivo e base de dados de gerenciamento; Dados de Saída e representação; Interação com o usuário.

Essa estruturação pode ser representada como a Figura 4.10.1. abaixo:



Fig. 4.10.1. – Estrutura de uma Base de Dados Geográfica (BURROUGH, 1994)

A representação dos fenômenos geográficos de um SIG, é expressa através de mapas e pode ser feita através de objetos, elementos ou de entidades gráficas lineares (estradas, rios, etc.), e por meio de elementos gráficos localizados (símbolos). Os objetos ou elementos podem conter uma série de atributos que os caracterizam através de linhas, pontos, polígonos, nós, ou células, permitindo descrevê-los através de identificadores.

Um esboço de um Sistema de Informação Geográfica (LOCH, 1992), pode ser visualizado na Figura 4.10.2.

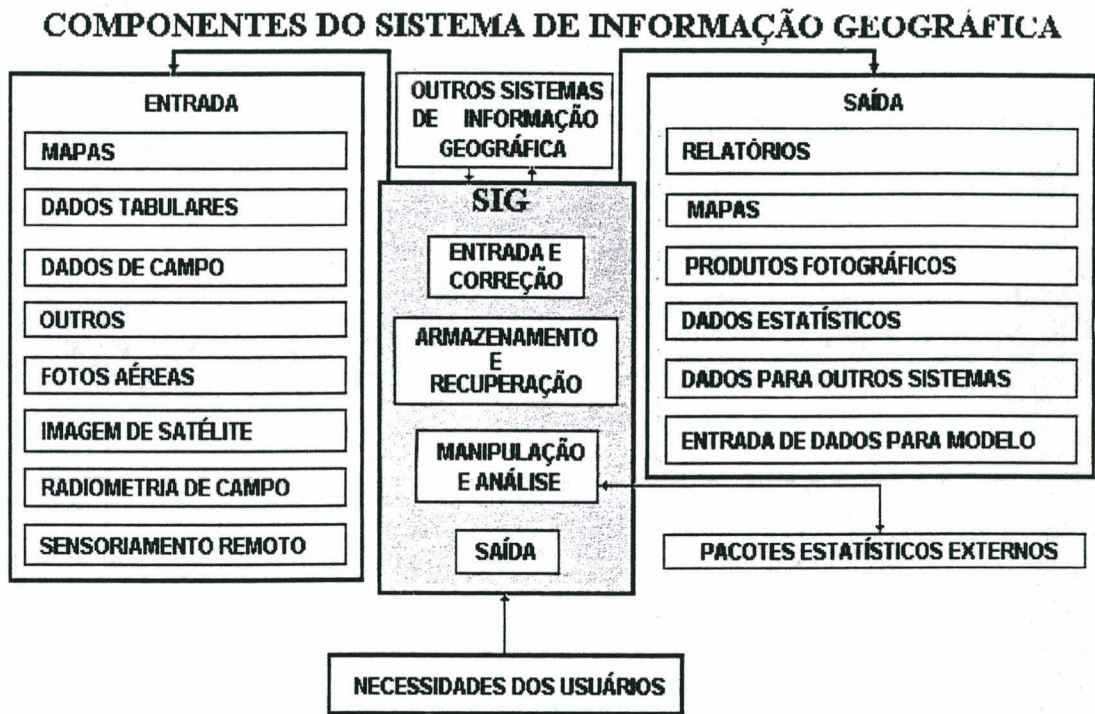


Fig. 4.10.2. – Estrutura de um SIG (LOCH, 1992)

O Sistema Geographics é um sistema baseado em computador que processa as entradas, o gerenciamento a manipulação, análise e saídas de dados espaciais e tabulares. (MICROSTATION GEOGRAPHICS, 1998)

Como se pode constatar, os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) são de uso multidisciplinar, utilizados para coletar, armazenar e analisar fenômenos através de mapas georeferenciados e, mediante a estruturação de bases de dados espaciais e tabulares, obter resultados expressos por mapas temáticos e relatórios e/ou tabelas originadas de área restituída ou topograficamente levantada.

As principais características de um SIG bem estruturado estão baseadas no planejamento e forma de execução das atividades que envolvem dados espaciais e tabulares, e compreendem: modelagem, acesso, integridade, consistência, segurança, proteção, entrada, edição, e manipulação.

As saídas gráficas de um SIG dependem da utilização de softwares CAD para preparação do mapa base de SIG, mediante a limpeza topológica de pontos, linhas e polígonos, para que possam ser reconhecidos por software gerenciador de banco de dados que realizará cruzamentos de informações tabulares e espaciais de modo a se obter mapas temáticos. A topologia segundo a MICROSTATION é expressa por:

- pontos (nós), representam uma posição, com um par de coordenadas X, Y, que corresponde a um único posicionamento cartográfico e pode armazenar uma série de dados locais;
- Arcos, possuem também numeração única e geometricamente são descritos por uma série de pares coordenados e delimitados por eles; Os segmentos de reta tem a mesma estruturação e podem conter uma série de dados locais;
- polígonos, formados por uma poligonal fechada que é reconhecida através de um centróide, elemento único em cada polígono que está posicionado no dentro do perímetro e possui par de coordenadas, podendo conter uma série de dados;
- gerenciamento dos dados que inclui as funções de armazenamento, e a recuperação dos dados tabulares de um banco de dados relacional, organiza os dados espaciais numa forma que permita a sua recuperação para posterior análise e atualizações. Esse gerenciamento, na atualidade é realizado por softwares especializados;
- manipulação e análise de dados: pontuais, lineares, e poligonais que caracterizam as feições e atributos estudados

Segundo ARONOFF (1990), são nove as componentes que podem afetar a qualidade de um SIG:

1. Precisão Posicional, consiste no desvio esperado na representação cartográfica de um objeto num mapa, em relação a sua real posição no solo, o desvio é medido em *Root Mean Square* (RMS);
2. Precisão de Atributo, consiste na verificação de erros de representação de categorias e que podem se constituir em variáveis discretas (número finito de classes) ou variáveis contínuas.
3. Consistência, refere-se à padronização na definição e representação de feições;
4. Resolução, refere-se a seleção racional da escala para visualização e interpretação de dados;
5. Abrangência, discretização adequada dos dados, a fim de possibilitar a real representação dos objetos;
6. Tempo, a idade dos dados é fator determinante para sua validação;
7. Linhagem, verificação do histórico de produção do dado;
8. Acesso, eventuais restrições podem comprometer outros itens;
9. Custos diretos e indiretos, limitações de recursos podem comprometer dados.

5. ÁREA DE ESTUDO

5.1. TRECHO PILOTO

A área de estudo está situada na região do Vale do Rio Massiambú, em Palhoça/SC, e compreende um trecho da rodovia BR-101, no lugar popularmente chamado Morro dos Cavalos com 2300 m, tendo o seu ponto inicial no Alto do Morro dos Cavalos e o ponto final sobre a Ponte que atravessa o Rio Massiambú.

A seleção desse trecho da rodovia, decorre de sua complexidade geométrica-estrutural, importância ambiental e preservacionista, por se situar nos limites do Parque da Serra do Tabuleiro, da disponibilidade de informações e da proximidade física para realização dos estudos.

5.2. DADOS CARTOGRÁFICOS

A rodovia BR101SC, no trecho entre Palhoça – Penha, tem referências cartográficas datadas de 1984, por ocasião da elaboração do Projeto de Restauração da rodovia e compreendia a extensão de 50 km, entre os “Km 116 e Km 266”. Algumas informações do Projeto de Restauração foram utilizadas, com a ressalva de que o referido estaqueamento não conferia com o existente na pista por ocasião da realização do Laudo Pericial para a Ação de Reparação de Danos Nº 291/91 realizado em maio de 1994 pelo Autor (SPERRY, 1994).

Considerando-se a necessidade de informação no estudo do trecho em grande escala, a Folha Paulo Lopes do Levantamento Sistemático, fornecida pelo IBGE, foi utilizada apenas como referência inicial de situação da via.

O DNER, em 1998, visando a duplicação da rodovia contratou serviços aerofotogramétricos com a empresa Esteio Engenharia e Aerolevantamentos S/A que, após a entrega dos produtos à contratante, forneceu em meio digital, o levantamento aerofotogramétrico da região de interesse:

- Folha 01.tif e Folha 02.tif (detalhe ilustrado na figura-4.3.1.), são arquivos de imagens fotogramétricas na escala 1:20.000; e,
- Ortofotos Digitais de arquivos de imagens e arquivos complementares, da área da faixa de domínio e terreno marginal da rodovia, na escala 1:2.000, identificados como: 01-02-11.dwg a 01-02-15.dwg e 01-02-11.txt a 01-02-15.txt.

Também em 1998, o DNER efetuou licitação para elaboração do projeto de duplicação da BR101SC, entre Palhoça e a divisa com o Rio Grande do Sul (Rio Mampituba), dividindo-o em 10 lotes. A empresa Iguatemi Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda contratou o lote de interesse desta dissertação, tendo fornecido o eixo do projeto, em meio digital, com nova locação visando a duplicação da via. Destaque-se que tal locação está demarcada no acostamento direito da via, de 20 em 20 metros e numeradas de 100 em 100 metros.

5.3. DADOS DE TRÁFEGO

Os registros da Contagem Volumétrica do Tráfego nas rodovias federais, é realizada empresa Planex S/A contratada pelo DNER para realização desse serviço em Santa Catarina e outros estados.

5.4. DADOS DA VIA

1. Os dados de pista foram coletados por observações “in loco” de elementos da via (pista, acostamentos, sarjetas, sinalização e de fatores intervenientes à qualidade da via². Levantamento topográfico efetuado quando da elaboração da Perícia Técnica referida a Ação de Reparação de Danos Nº 291/91.
3. Projeto de Restauração utilizando dados existentes sobre a geometria e projetos complementares da rodovia.
4. Informações sobre o Plano Funcional desenvolvido pela empresa Iguatemi, no projeto de duplicação da rodovia.

A estruturação das informações de pista foi inicialmente montada de acordo com o ANEXO II - A, o qual contem os principais registros dos sobre a situação da superfície do pavimento, acostamento, sarjeta, faixa marginal, sinalização, e geometria, como ilustrado no detalhe, Tabela 5.4.1.. Posteriormente com o desenvolvimento da metodologia, foram criados formulários, para racionalizar o registro de novas informações ou modificações das existentes por modificações que sejam produzidas nas respectivas faixas de tráfego de cada segmento da via.

Tab. 5.4.1. – Ilustração parcial da tabela de coleta de dados utilizada no Trecho-piloto (ANEXO II – A)

| INFORMAÇÕES DO TRECHO | | | | DEFORMAÇÕES DA RODAGEM | | | | | | | | | | | | | | | DRENAGEM | | |
|-----------------------|--------|---------|-----|------------------------|---|---|-----------------|---|---|----------------------|---|---|-----------------|---|---|---------|---|---|-------------|---|---|
| LOCALIZAÇÃO | | PROJETO | | TRINCAS | | | TRILHAS DE RODA | | | AFUND./RESALT.-LOCAL | | | CORRUG./ESCORR. | | | PANELAS | | | SUPERFICIAL | | |
| KM | ESTACA | KM | M | D | E | A | D | E | A | D | E | A | D | E | A | D | E | A | D | E | |
| 222+340 | 825 | 233 | 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | 826 | | 40 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | 827 | | 60 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 222+400 | 828 | | 80 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | 829 | | 100 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| | 830 | | 120 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 831 | | 140 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 832 | | 160 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 222+500 | 833 | | 180 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 834 | | 200 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| | 835 | | 220 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| | 836 | | 240 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| | 837 | | 260 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| 222+600 | 838 | | 280 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| | 839 | | 300 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| | 840 | | 320 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| | 841 | | 340 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| | 842 | | 360 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| 222+700 | 843 | | 380 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| | 844 | | 400 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| | 845 | | 420 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| | 846 | | 440 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| | 847 | | 460 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 |
| 222+800 | 848 | | 480 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| | 849 | | 500 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |

5.5. DADOS SOBRE ACIDENTES DE TRÂNSITO

Os registros de acidentes nas rodovias federais são feitos pela Polícia Rodoviária Federal em Boletim de Ocorrência, e estão ilustrados nas folhas do ANEXO I. Esses registros são transferidos para um banco de dados na 8ª Superintendência da Polícia Rodoviária Federal e posteriormente processados pelo DNER através do Sistema de Controle Estatístico de Acidentes Rodoviários desenvolvido pelo 16º Distrito Rodoviário Federal/DNER que emite Boletins Periódicos de Acidentes, os quais são encaminhados para Brasília para compor informes estatísticos nacionais.

6. MATERIAIS

Os recursos materiais disponibilizados pelo Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, equipamentos de hardware e periféricos (scanner e plotter e impressora) nos Laboratórios de Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento do Departamento de Engenharia Civil da UFSC.

Houve a disponibilização dos softwares especializados, MicroStation SE e MicroStation Geographics, feita pela empresa ITIS-Informática Industrial Ltda, representante da Bentley Systems Inc., mediante a cessão temporária de Licença de Uso dos referidos softwares.

Os recursos bibliográficos utilizados foram disponibilizados por professores do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, pelo DNER, por aquisições feitas pelo Autor e consultas à Internet.

As informações específicas sobre a Área Piloto foram obtidas no 16º Distrito Rodoviário do DNER, mediante cessão de estudos e projetos referentes ao trecho e de normativos e especificações.

Os recursos cartográficos foram fornecidos pela empresa Esteio Fotogrametria e Aerolevantamentos S/A.

Estudos e informações específicas sobre o trecho em estudo foram cedidos pela empresa Iguatemi Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda.

Informações de campo foram obtidos “in loco” pelo Autor.

6.1. PRODUTOS CARTOGRÁFICOS

Foram utilizados os produtos cartográficos:

- Mapa Rodoviário de Santa Catarina, na escala 1:200.000;
- Folha Paulo Lopes do Mapeamento Sistemático, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na escala 1:50.000;
- fotos aéreas do recobrimento do Estado de Santa Catarina, de 1978, na escala 1:25.000;
- Mapeamento Fotogramétrico da área de interesse, em meio digital, na escala 1:20.000;
- Ortofotos digitais da área de interesse, na escala 1:2.000;

- Levantamento Topográfico do eixo da via, em meio digital, na escala real;
- Levantamento Topográfico, em meio analógico, de trecho de interesse, na escala 1:2.000;

6.2. EQUIPAMENTOS E SOFTWARES

Para o desenvolvimento das diversas etapas da dissertação, foram utilizados:

- Hardware e periféricos: microcomputador Pentium 200, 32(28)Mb RAM, monitor 15" SVGA, HD 1,28 Gb; scanner de mesa HP, impressora HP 820, jato de tinta; e plotter HP.

- Softwares:

- < Sistema Computer Aided Drafting (CAD), Microstation'95 e Microstation SE-MSSE;

- < Sistema Microstation Geographic-MSGG gerenciador de Sistemas de Informação Geográfica SIG(GIS);

- < Sistema Microsoft Office'95, com o aplicativo Access 97 p/construção do banco de dados, Excel para planilhas e gráficos, Word 95 para edição de texto, e Power Point para apresentações;

- < Outros softwares, para tratamento e edição gráfica e de imagens.

7. METODOLOGIA

7.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A metodologia proposta tem sua aplicação em rodovias arteriais em operação, podendo com algumas adaptações ser aplicada em vias urbanas ou rurais com outras especificações técnicas. Ela tem por objetivos: avaliar a qualidade de rodovias, a partir de parâmetros de qualidade e de padrões estabelecidos sobre geometria, sinalização e superfície do pavimento; servir como um instrumento de gerenciamento da via com posicionamento cartográfico; cadastrar novos dados e/ou analisar os existentes, para efetuar correções de problemas sob a ótica de segurança e conforto; servir de instrumento de controle da melhoria da qualidade permitindo ações mais racionais visando a melhoria contínua. A estruturação desta dissertação segue tal orientação, como explicitado pelo organograma da Figura 7.1.1.

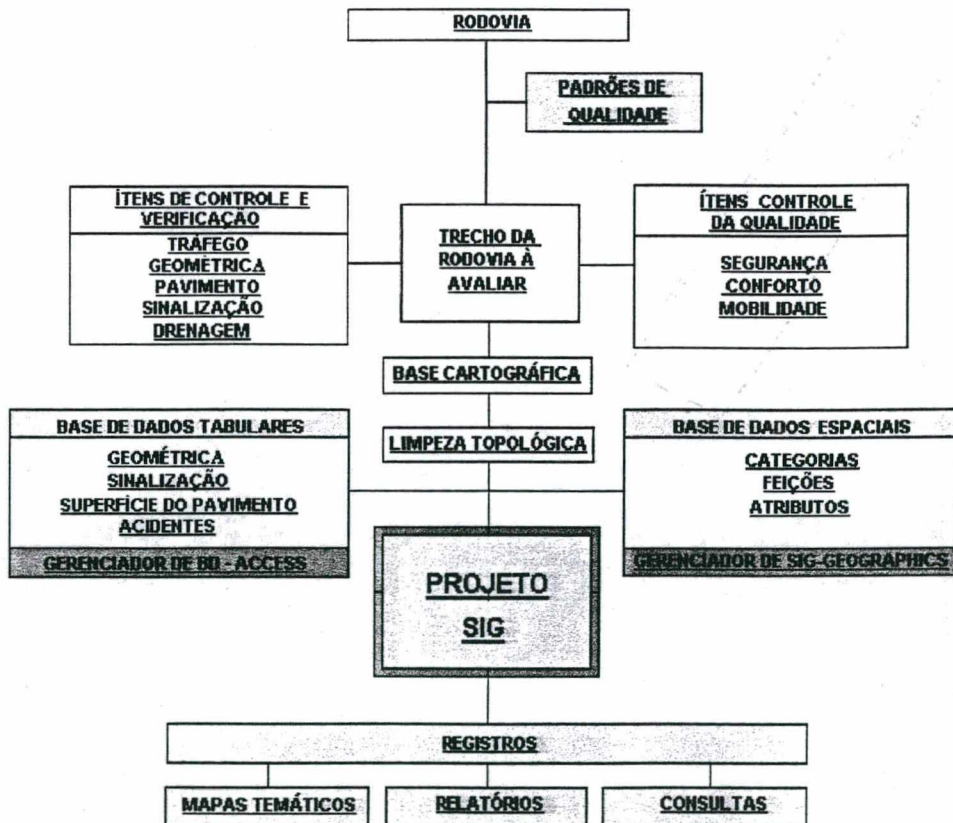


Fig. 7.1.1. - Organograma Geral da Dissertação de Mestrado

Utilizando a filosofia da qualidade total - TQC, a validação da metodologia está calcada na definição de padrão de qualidade, a partir do estabelecimento de parâmetros de qualidade ou, ao revés, de severidade de ocorrências na via e são consideradas fundamentais ao estabelecimento do paradigma.

O paradigma é uma rodovia ideal, que serve de referência quanto a: geometria, sinalização, superfície de rolamento, drenagem, e mobilidade. Portanto, um modelo comparativo com a realidade de uma determinada rodovia em análise, buscando-se nela avaliar: conforto, segurança e perturbações no fluxo do tráfego.

O conceito de melhoria contínua, visa a redução dos problemas em vias existentes, e que através de um eficaz gerenciamento, sejam adotadas soluções mitigadoras aos acidentes e à preservação da superfície de rolamento.

Os acidentes e, da mesma forma, o desconforto provocado por deformações e buracos na pista ou interrupções e lentidão do fluxo, são resultados indesejáveis (problemas) e devem ser minimizados ou eliminados.

A atuação seletiva sobre esses efeitos, aqui considerados como problemas, somente terá bons resultados se forem detectadas as mais relevantes e as principais causas prováveis e atuar sobre elas. O gerenciamento da qualidade implica em isolar tais causas, verificar sua influência, estabelecer ou utilizar padrões de qualidade e agir sobre os mais importantes problemas para solvê-los.

Foram selecionadas as variáveis do processo: geometria; sinalização; elementos morfológicos de alteração da superfície de rolamento do pavimento; os fatores exógenos (óleos e graxas, solos, vegetação, água); tráfego; e acidentes.

Estruturou-se um banco de dados relacionais, em ACCESS, utilizando-se fonte de dados do ODBC que faz a conexão com o software Microstation Geographics específico para gerenciamento de SIG.

Com esse aplicativo foi criado um projeto de SIG, geo-referenciado à base cartográfica na região do Morro dos Cavalos/Paulo Lopes/SC, após a realização da limpeza topológica e o referenciamento, utilizando-se o software CAD, Microstation versão SE.

O projeto de SIG possibilita a obtenção de mapas temáticos de interesse, segundo a estruturação feita por categorias e feições com seus atributos. Devido a

conexão existente entre o Sistema MSGG e o Microsoft ACCESS, os dados podem ser analisados qualitativamente de acordo com o interesse, visto que novas inserções, alterações, e supressões podem ser realizadas e mediante ressimbolização, obter novos mapas temáticos.

Pode-se também fazer a análise qualitativa e localizada de segmentos de trecho que apresentem maiores problemas (acidentes, deterioração do pavimento, alagamentos, deslizamentos de encostas ou rupturas na estrutura do pavimento, etc ...).

O escopo desta dissertação é desenvolver uma metodologia para avaliação da qualidade de rodovias, de uso multifinalitário através de um SIG construído com o gerenciador MSGG. Para isso, foram definidos os principais itens que deveriam compor o trabalho, conforme organograma expresso na Figura 7.1.2:



Figura 7.1.2. – Organograma das fases da dissertação

7.2. REFERÊNCIAS AO USO DO CONTROLE DA QUALIDADE TOTAL

A filosofia de “*Total Quality Control*” - TQC, é referência ao desenvolvimento metodológico da presente dissertação. É usual no meio rodoviário tratar o conjunto: rodovia, veículos em tráfego, usuário, e cargas como partes de um sistema, enquanto aqui tais elementos mais as condições ambientais são considerados elementos de um processo em operação do qual espera-se resultados desejáveis que são expressos por:

- satisfação dos clientes = cargas e pessoas chegarem ao destino com: segurança, conforto, no tempo previsto e com menores custos;
- remuneração pelo produto(serviço) através de impostos e taxas;
- outros.

Esse enfoque objetiva inserir o conceito de gerenciamento da qualidade. A metodologia proposta poderá ser importante instrumento de gestão, mormente quando existem variáveis a serem controladas contidas em: projeto, execução, operação e conservação das rodovias brasileiras.

Gerenciar é controlar rotinas e promover melhorias. (Falconi, 1992)

A via administrada por gestão pública ou cessionada deve ser sempre analisada sob a ótica do pleno atendimento ao usuário que deve usufruir de plena satisfação como consumidor de um bem colocado ao seu dispor. A plena satisfação do usuário somente é estabelecida quando a qualidade do bem adquirido, ou utilizado, lhe satisfaz e, caso contrário, lhe seja oferecida alternativa similar para que possa optar, gerando competitividade.

A Auditoria da Qualidade deve ser usada para promover a qualidade e não para inspecionar, e recomenda-se que seja exercida em 3 (três) níveis:

1. Auditoria de sistema, verifica a política da qualidade no Órgão ou Empresa Gestora e o gerenciamento da rotina dia a dia seguindo um plano proposto.
2. Auditoria de processo, verifica se: há existência de padrões estabelecidos e estão atualizados; estão disponíveis na área de trabalho e são seguidos; os operadores estão adequadamente educados e treinados e seguem os procedimentos

operacionais para um certo padrão; todos os equipamentos, ferramentas e instrumentos de medida estão calibrados, identificados e com boa manutenção.

3. Auditoria de produto, verifica se os produtos estão completamente em conformidade com as exigências e necessidades da qualidade.

O gerenciamento da qualidade orientado para a melhoria contínua, pode ser realizado utilizando o Ciclo PDCA com enfoque rodoviário, e pode ser apresentado na forma indicada na Tabela 7.2.1.

Tabela 7.2.1. – Ciclo PDCA – Gerenciamento da Qualidade para Melhoria Contínua

| PDCA | FLUXOGRAMA | FASE | OBJETIVO |
|------|------------|---------------------------|---|
| P | 1 | Identificação do Problema | Acidente de trânsito e suas conseqüências em perdas humanas e financeiras, custo de recuperação do pavimento por falhas na conservação/manutenção |
| | 2 | Observação | Constatação da “causa” provável do acidente ou incidência predominante, e suas interpretações |
| | 3 | Análise | Descobrir as causas fundamentais: comportamento do usuário, geometria, sinalização, superfície do pavimento, fatores exógenos |
| | 4 | Plano de Ação | Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais de acidentes |
| D | 5 | Ação | Eliminação de problemas emergenciais e prioritários, atuando nas causas de acidentes |
| C | 6 | Verificação | Fazer análise estatística comparativa para avaliar os resultados das ações implementadas |
| | ? | Resultado | Se não houve a eliminação do problema retornar ao ponto 2; caso contrário prosseguir |
| A | 7 | Padronizar | Estabelecer padrões para prevenir o reaparecimento do problema |
| | 8 | Conclusão | Repassar todo o processo, visando melhorias |

Segundo FALCONI (1992), a orientação à satisfação total do cliente deve continuar após a produção de um bem ou serviço, sendo por decorrência fundamental assegurar a garantia da qualidade no processo, como citado na Revisão de

Literatura, Figura 4.1.4. Essa satisfação pode ser medida na razão direta da análise de reclamações e da incidência de falhas não reclamadas mas tecnicamente mensuráveis.

A rodovia é um bem tangível que tem seu valor atribuído à sua capacidade de gerar renda e de proporcionar satisfação aos seus usuários. Podemos depreender então que os usuários da via terão maior nível de satisfação na razão direta em que disponham de segurança e conforto ao trafegarem numa rodovia ou via urbana durante o tempo em que nela permanecerem para percorrem seu trajeto com mobilidade aceitável. Obviamente pode-se medir tal nível de satisfação por pesquisa direta com usuários, mas de outra forma, estabelecendo índices quantitativos e qualitativos e compará-los com os existentes na via. O trecho selecionado da rodovia BR101SC, apresenta uma diversificada gama de elementos passíveis de análise e que selecionados justificam a metodologia proposta.

CROSBY (1979) sustenta a posição na qual um produto fabricado de acordo com o projeto, dentro da tolerância permitida é de qualidade superior, e é chamada Filosofia da Meta Final, os críticos a essa filosofia denominam síndrome da meta final, posto que abrange exclusivamente projetistas e fabricantes. Essa filosofia é também associada a rodovia, quando é restrita à avaliação de pesquisadores, projetistas e construtores. Essa filosofia contraria a Filosofia do Controle da Qualidade Total, visto que há necessidade também da verificação das necessidades e expectativas do consumidor (usuário) que deve tornar-se mais satisfeito na medida em que o produto ou serviço ofertado estiver sendo utilizado. A resposta do consumidor-usuário pode ser entendida como retroalimentação à projetistas, construtores e gerenciadores do sistema considerado, feita através de reparos, reclamações, acidentes, etc e que traduzem, ou não, a satisfação do usuário.

Segundo ROSS (1991, p. 1 a 9), ao tratar do controle da qualidade, cita a função perda de Taguchi e reconhece que “a perda para a sociedade é formada por custos incorridos no processo de produção, assim como os custos sofridos pelos consumidores no decorrer da via útil do produto. Minimizar a perda para a sociedade é estratégia que irá incentivar produtos uniformes e reduzirá custo na hora de produção ou do consumo.

“Qualidade possui somente um avaliador: o consumidor” (TAGUCHI apud ROSS, 1991).

No caso rodoviário, por se tratar de um bem que é utilizado por diversos usuários com interesses diferenciados essa avaliação se torna mais complexa. “A função-perda de Taguchi quantifica a variabilidade existente num processo, e se o produto por ele gerado não apresenta um desempenho satisfatório, outras perdas incorrem sobre o fabricante ou sobre o consumidor, resultando numa perda para a sociedade, causada por um produto durante seu ciclo de vida”. (ROSS, 1991).

Os limites de tolerância para perdas são ilustrados no Gráfico 7.2.2.

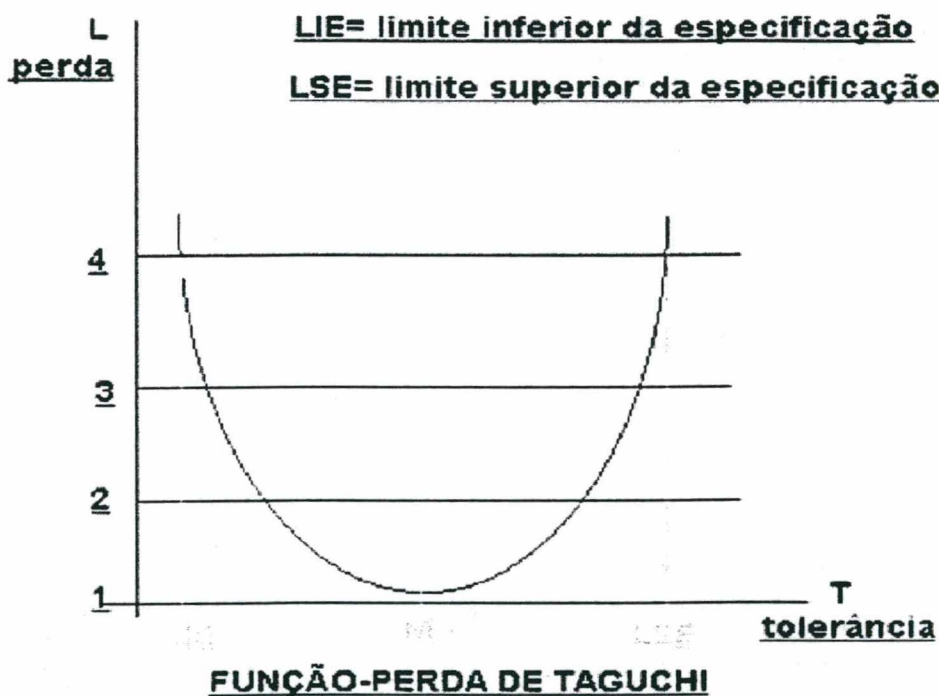


Gráfico 7.2.2. – Função-perda no Controle de Qualidade (ROSS, 1991)

A curva da Função-perda, exemplificando-se para a situação de superfície do pavimento, pode expressar os limites da especificação “Aceitável, com ou sem restrições” expressas por índices de qualidade superior e inferior especificados.

7.3. ESTABELECIMENTO DE CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO E DEFINIÇÃO DE PADRÕES

Os critérios de avaliação aqui utilizados baseiam-se na qualidade do produto ou serviço, como discorrido anteriormente, e são expressos através de parâmetros quantitativos e qualitativos de objetos em análise. Para a validação dos critérios, foi realizado estudo detalhado de 2300 metros contidos em 3 (três) folhas de ortofotos 13br101sc, 14br101sc e 15br101sc, assim nomeadas pelo Autor.

A verificação da qualidade da base cartográfica, da geometria da via, da sinalização viária, da superfície do pavimento e de outros elementos intervenientes no processo, tiveram critérios específicos discriminados ao longo desta descrição.

7.3.1. CARTOGRÁFICOS

Os critérios de verificação de exatidão cartográfica, estão definidos pelo Decreto 89.817 de 20 de junho de 1994, que estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional.

As ortofotos digitais foram cedidas pela empresa ESTEIO contratada pelo DNER para realização de estudos e projetos rodoviários visando a Duplicação da Rodovia BR-101, ao sul de Florianópolis. O produto cartográfico gerado na escala 1:2000 está retificado na área da faixa de domínio. Ele é classificado como Classe A e apresenta o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) 1 metro (planimétrico) e 0,5 metro (altimétrico), com Erro-padrão admitido de 0,06 mm.

As especificações técnicas da Base Cartográfica estão ilustradas na Figura 7.3.1.1.

O eixo da via foi projetado em DWG (AutoCAD) e convertido na importação de dados para DGN (MSSE), com as mesmas referências cartográficas, e apresenta precisão indicada pelo Erro-padrão $< 0,06 \text{ mm.}$


|  ESTEIO ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S.A. | | | |
|---|----------------------|--|--|
| ORTOFOTOCARTA DIGITAL | | | |
| RESPONSÁVEL TÉCNICO | DATAS | PROJEÇÃO LOCAL TRANSVERSA DE MERCATOR(LTM) | |
| ENG. WELLINGTON C. DA ROCHA CREA Nº 1476-D 7ª REGIÃO | AEROFOTO: DEZ/97 | MERIDIANO CENTRAL : 49°30' WGR | ESCALA DA FOTO : 1:8.000 |
| | APOIO: MAR/98 | KAPPA 0 : 0,999995 | ESCALA DA ORTOFOTO : 1:2.000 |
| | ORTOPROJEÇÃO: ABR/98 | AMPLITUDE DO FUSO : 2° | EQUIDISTÂNCIA DAS CURVAS DE NÍVEL: 1m |
| | REAMBULAÇÃO: MAR/98 | COORDENADAS : N = 5.000.000m E = 200.000m | CLASSIFICAÇÃO DA CARTA : A |
| | | DATUM HORIZONTAL : SAD 69 | IMAGEM RETIFICADA SOMENTE NA ÁREA COM ALTIMETRIA. |
| | | DATUM VERTICAL : MAREGRÁFO DE IMBITUBA(SG) | |

Fig. 7.3.1.1. – Especificações Técnicas do Produto Cartográfico (ESTEIO, 1998)

Além da análise de precisão cartográfica realizou-se a análise de consistência das curvas de nível. Foram constatadas algumas imperfeições gráficas de curvas de nível intermediárias ocorridas no processo de digitalização, que foram corrigidas por interpolação durante a limpeza topológica realizada na base cartográfica objetivando prepará-la para SIG.

Os mapas base, na escala 1.2000, foram elaborados utilizando o Sistema de Projeção Local Transversa de Mercator (LTM), e estão retificadas na área que compõe a faixa exploratória como indicadas nas folhas da Base Cartográfica do Projeto.

Os arquivos gráficos constituídos dos mapas-base georeferenciados necessitam ajustamento de coordenadas no plano do desenho, o que é realizado mediante os seguintes procedimentos:

- abrir o software Geographics e selecionar o arquivo.dgn a georeferenciar;
- verificar as coordenadas da malha em cada um dos 4 pontos de interseção (x,y), através da função *Utilities+Warp*

Projection/Coordinate Setup+Control, para abrir a janela de entrada de dados que contem os pontos de controle;

- modificar as coordenadas existentes, referenciando o desenho à malha, utilizando “*source*” e selecionando *intersection* para “snapar” e aceitar sobre o ponto de coordenadas desejado. A fonte de informação “*source*” para definir a possibilidade de referenciamento para um dos 4 pontos, que devem ser registrados um a um numa seqüência de 5 pontos formando um quadrilátero em sentido destrógiro. Em “*source*” (x e y) aparecem as coordenadas existentes no desenho, corrigí-las através do “*target*” em (x e y) de acordo com a leitura feita;
- repetir a operação para cada um dos pontos.

A visualização dessas operações é mostrada na Figura 7.3.1.2.

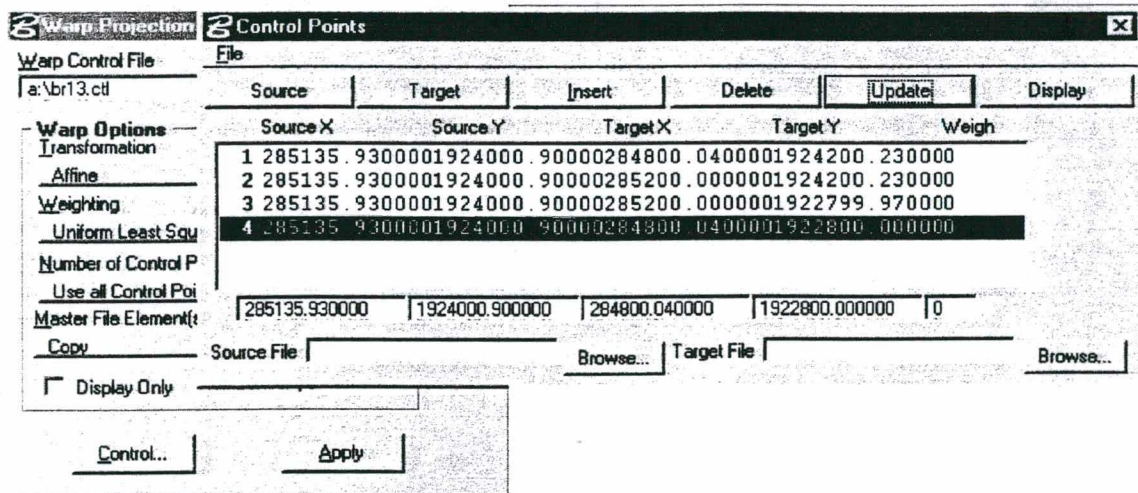


Figura 7.3.1.2. – Janela para aquisição de Pontos de Controle para georeferenciamento de mapas (Bentley, 1998)

As junções das folhas selecionadas, 3 (três) ortofotocartas com recobrimento do trecho de interesse na rodovia BR-101, é automática, feita pelo Geographics através da função *File+Reference+Tools+Attach*, como mostrado na Figura 7.3.1.3., porque os mapas estão cartograficamente posicionados num sistema de projeção, no caso LTM.

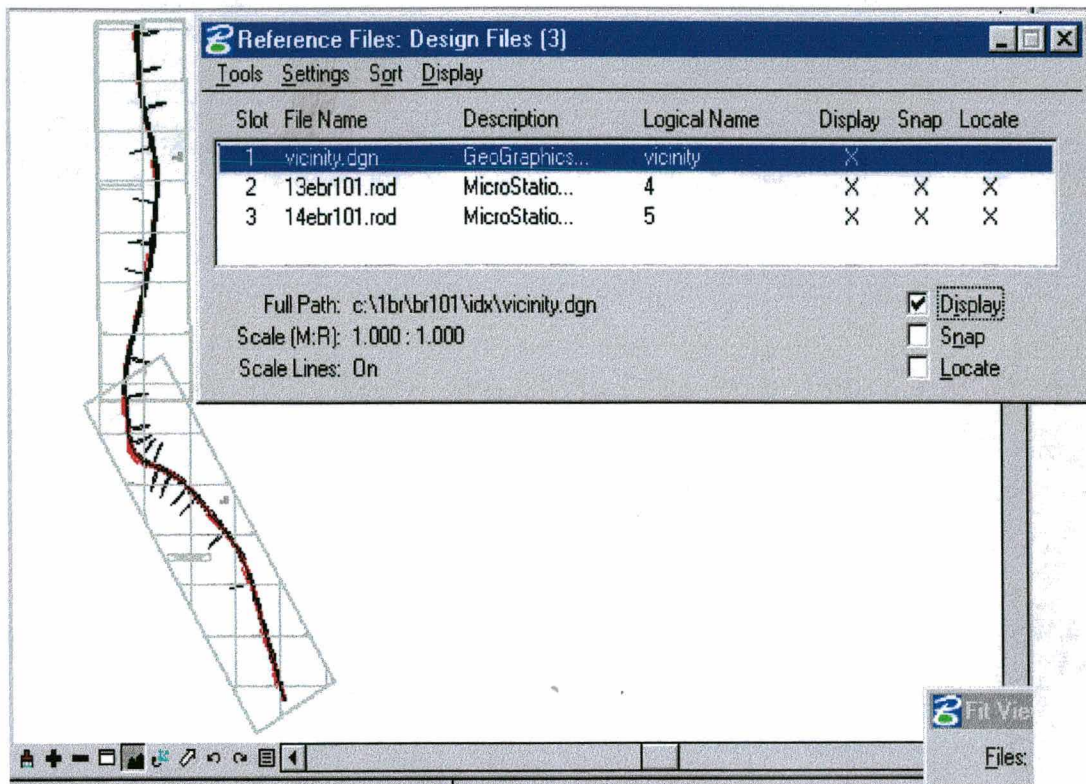


Figura 7.3.1.3. Junção de Folhas mediante referenciamento e atachamento
 (Bentley, 1998)

7.3.2. TEMÁTICOS

Os temas definidos segundo a sua relevância à qualidade nas rodovias, foram identificados como feições da categoria rodovia, definidas a partir da geometria da rodovia, da sinalização viária e de elementos da superfície do pavimento. Cada uma dessas feições possui atributos que são identificados e manipulados pelo software gerenciador de SIG Microstation Geographics.

A feição selecionada como base à ressimbolização, é o segmento do eixo da via que foi discretizado com o comprimento de 20 metros, situados entre estacas inteiras, numerados em (km+m), na forma exemplificada de 234200 (234+200m), e toponímia expressa através de segmentos de reta. A partir de parâmetros técnicos específicos, relativos à qualidade de projeto geométrico, de sinalização viária e de

superfície do pavimento, definidos por métodos quantitativos e qualitativos, foram atribuídos Níveis de Severidade variando de 1 a 4, que são índices de verificação.

Também a ocorrência de acidentes foi considerada como tema, uma vez que é parâmetro de aferição da qualidade da rodovia. Como já referido anteriormente, acidente de trânsito é um resultado indesejável do processo. Utilizando os mesmos parâmetros de determinação da qualidade, para as ocorrências de acidentes, são definidos os Níveis de Severidade:

- 1 - quando ocorrem de 0 a 2 acidentes em 3 anos consecutivos;
- 2 - quando ocorrem de 3 a 5 acidentes em 3 anos consecutivos;
- 3 - quando ocorrem de 6 a 10 acidentes em 3 anos consecutivos;
- 4 - quando ocorrem mais de 10 acidentes em 3 anos consecutivos.

7.3.2.1. ACIDENTES DE TRÂNSITO

Acidente é um problema cujas causas devem ser eliminadas.

O ideal é que haja incidência zero de acidentes em todos os segmentos da via, entretanto, muitas são as variáveis que afetam esse resultado.

Para a análise da incidência de acidentes na via, considerou-se o período de 3 (três) anos, tendo em vista:

- que as condições de superfície do pavimento, normalmente não sofrem grandes alterações;
- existir condições semelhantes da sinalização horizontal, durante esse tempo;
- não haver grandes alterações na conservação da sinalização vertical;
- ser um tempo suficiente para que ocorrências desviadas da tendência de acidentes sejam dispersadas;
- possibilitar a análise de tendência do comportamento médio dos motoristas em período mais recente, por trechos da rodovia, associado-o a: fatores geométricos, sinalização, superfície do pavimento e tráfego;

- possibilitar a determinação de segmentos críticos (pontos negros) da rodovia, num horizonte próximo, e atuar para a sua eliminação.

O DNER/16º DRF forneceu os dados estatísticos de acidentes rodoviários do trecho-piloto, no período 1994 a 1998, extraídos do Sistema CER (Sistema Estatístico de Acidentes Rodoviários). Esses dados foram tratados (selecionados conforme os objetivos do SIG a desenvolver), e inseridos na tabela Acidentes criada no ACCESS.

Dela constam:

- data da ocorrência;
- local conforme BO;
- local conforme estaqueamento utilizado na dissertação;
- número de veículos envolvidos;
- número de veículos pesados (caminhões e ônibus) envolvidos;
- condições climáticas (superfície do pavimento molhado ou seca);
- horário da ocorrência (noite, entendendo-se como tal o horário entre 19:00 no verão e 18:00 horas nas demais estações, e diurno);
- o período pico de VMDA (assim considerado o período entre 15 de dezembro e 15 de março);
- a causa provável do acidente.

Através do Banco de Dados criado pelo Autor, pode-se realizar a análise dos acidentes rodoviários, no caso do Trecho-piloto da BR101SC situado entre as estacas 233100 e 235280 identificáveis nesta dissertação. Pode-se fazer a determinação de pontos críticos (pontos negros) e sobre eles concentrar a análise das causas prováveis para eliminá-las. A tabela 7.3.2.1.1., que é parte do Banco de Dados, contém uma série de informações sobre os acidentes, porém na ilustração é visível apenas alguns campos da tabela “acidentes”.

Tab. 7.3.2.1.1. – Acidentes ocorridos em 1998 na BR101SC, Morro dos Cavalos (Microsoft Access, 1997)

| dataACID | segm80 | segmPROJ | codocora |
|----------|--------|----------|--|
| 23/12/98 | 234000 | 234680 | perder o controle do veiculo |
| 21/12/98 | 232400 | 233080 | outras causas não especificadas |
| 09/12/98 | 234300 | 234980 | colisao traseira de pista e não manter distancia de seguranca entre veiculos |
| 29/10/98 | 234400 | 235080 | colisao traseira de pista e não manter distancia de seguranca entre veiculos |
| 26/10/98 | 234000 | 234680 | perder o controle do veiculo |
| 03/10/98 | 232600 | 233280 | ultrapassagem forçada |
| 25/09/98 | 233100 | 233780 | colisao traseira de pista e não manter distancia de seguranca entre veiculos |
| 08/09/98 | 234600 | 235280 | perder o controle do veiculo |
| 04/09/98 | 234500 | 235180 | perder o controle do veiculo |
| 29/08/98 | 232400 | 233080 | colisao traseira de pista e não manter distancia de seguranca entre veiculos |
| 30/07/98 | 234000 | 234680 | perder o controle do veiculo |
| 11/06/98 | 234400 | 235080 | cruzamento de pista e não respeitar a preferencial |
| 23/02/98 | 233000 | 233680 | colisao traseira de pista e não manter distancia de seguranca entre veiculos |
| 08/02/98 | 232600 | 233280 | perder o controle do veiculo |
| 30/01/98 | 233300 | 233980 | ultrapassagem forçada |
| 21/01/98 | 232800 | 233480 | ultrapassagem forçada |
| 18/01/98 | 234200 | 234880 | perder o controle do veiculo |

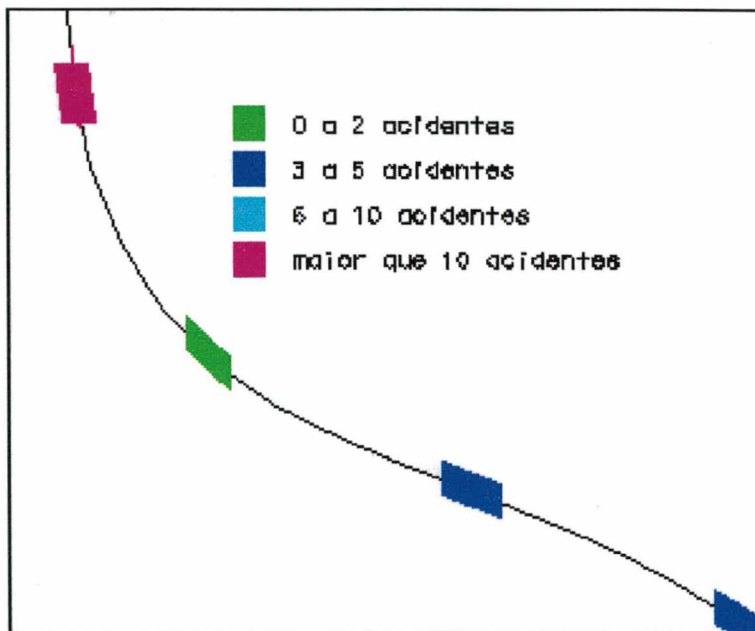
Tab. 7.3.2.1.2. – Acidentes no Trecho-piloto, período 01/01/96 à 31/12/98 (Microsoft Access, 1997)

| segmPROJ | Num |
|----------|-----|
| 233080 | 2 |
| 233180 | 2 |
| 233280 | 2 |
| 233480 | 3 |
| 233680 | 11 |
| 233780 | 1 |
| 233880 | 5 |
| 233980 | 3 |
| 234080 | 5 |
| 234180 | 6 |
| 234280 | 3 |
| 234480 | 5 |
| 234680 | 19 |
| 234780 | 2 |
| 234880 | 5 |
| 234980 | 1 |
| 235080 | 3 |
| 235180 | 5 |
| 235280 | 2 |

A análise dos dados de tabelas estruturadas para relacionamentos, permite o cruzamento de informações entre seus campos ou entre ela e outras tabelas, e mediante consultas se obtém outras informações necessárias a melhor interpretação dos fatores causais dos acidentes. A tabela 7.3.2.1.2. é resultante do cruzamento de informações entre acidentes e segmentos.

Esse Banco de Dados foi construído para intercambiar informações com o projeto de Sistema de Informação Geográfico criado.

O Sistema *Geographics*, possui recursos para a construção de Mapas Temáticos de Acidentes, mediante ressimbolização efetuada por recursos internos dos software e que é resultante da integração do banco de dados tabular com o banco de dados gráfico que nele foi criado. Com isso, pode-se analisar segmento a segmento os locais de ocorrência de maior número de acidentes para um determinado período de tempo, visualizando-se graficamente onde se encontram tais locais na rodovia, como



exemplificado na figura 7.3.2.1.3.

Fig. 7.3.2.1.3. – Detalhe de Ressimbolização Temática de Acidentes realizada no Sistema MicroStationGeographics

Outras 12 tabelas-consulta foram construídas e utilizadas para análise do número de acidentes ocorridos no período 01/01/96 à 31/12/98, no trecho-piloto, permitindo verificação das diferentes influências. Elas correspondem ao interesse de analisar fatores que de forma isolada ou combinada possam ser motivadores de acidentes.

Foram criados itens de controle de acidentes por influência de:

- geometria (trecho em curva e trecho em reta);
- tráfego de veículos pesados (caminhões e ônibus);
- pista molhada (tempo chuvoso);

- tráfego a noite;
- volume médio diário de tráfego, nos períodos de “pico”.

Pode-se ampliar os itens de verificação, porém esses foram considerados os mais expressivos no potencial de risco de acidentes.

7.3.2.2. ÍNDICE DE VERIFICAÇÃO DE ACIDENTES POR ANO (IVA)

Os índices de verificação de acidentes, são referências para análise da qualidade da via e permitem distinguir e isolar causas prováveis de acidentes levando-se em consideração um maior número de variáveis.

7.3.2.2.1. Pontos Críticos de Acidentes

$$IVA_{\text{per}} = (A_{\text{per}} / \sum A_t) / n \text{ ou } IVA_{\text{pcc}} = (A_{\text{pcc}} / \sum A_t) / n,$$

sendo: A_r (acidentes em reta), A_t (acidentes totais no período),
 A_c (acidentes em curva), n (número de anos considerados).

Estudo de Caso (Trecho-piloto) no período 01/01/96 à 31/12/99

A análise dos dados relativos ao período, conclui que existem dois pontos críticos no trecho considerado, como é visualizado na 01/01/96 à 31/12/99 Tabela 7.3.2.2.1.

Tab. 7.3.2.2.1. – Tabelas Consulta de Acidentes ocorridos em trechos retos e trechos curvos no período de 01/01/96 a 31/12/98

| segmento | Num |
|----------|-----|
| 233080 | 2 |
| 233180 | 2 |
| 233280 | 2 |
| 233880 | 5 |
| 234180 | 6 |
| 234280 | 3 |
| 234680 | 19 |
| 234780 | 2 |
| 234880 | 5 |
| 234980 | 1 |
| 235080 | 3 |

| segmento | Num |
|----------|-----|
| 233480 | 3 |
| 233680 | 11 |
| 233780 | 1 |
| 233980 | 3 |
| 234080 | 5 |
| 234480 | 5 |
| 235180 | 5 |
| 235280 | 2 |

- índice de pico de acidente para segmento em curva/ano, no trecho-piloto = 4,3%;
- índice de pico de acidente para segmento em reta/ano, no trecho-piloto = 7,4%.

7.3.2.2.2. Com Veículos Pesados

$$IVA_{vp} = (A_{vp}/\sum A_t)/n$$

sendo: A_{vp} (Acidentes com veículos pesados)

Estudo de Caso (Trecho-piloto) no período 01/01/96 à 31/12/99

A análise dos dados relativos a participação dos veículos de carga e ônibus no número de acidentes para o trecho e a descrição da motivação de acidentes podem ser realizadas pelo contido na base de dados expressa por tabelas como a Tabela 7.3.2.2.2., que é uma tabela consulta.

Tab. 7.3.2.2.2. – Número de acidentes com veículos pesados

| segmPROJ | Num | SomaDeveicpesado | descricao |
|----------|-----|------------------|--------------------------------|
| 233880 | 3 | | 1 dormir no volante |
| 233880 | 5 | | 2 perder o controle do veiculo |
| 234480 | 3 | | 2 perder o controle do veiculo |
| 234680 | 5 | | 8 ultrapassagem forcada |
| 234680 | 7 | | 6 perder o controle do veiculo |
| 234880 | 4 | | 1 perder o controle do veiculo |

Os BO's registram no segmento em reta com maior número de acidentes no Trecho-piloto, dentre as "causas prováveis": colisão traseira, ultrapassagem forçada e perda do controle do veículo. Enfatize-se que "ultrapassagem forçada e perda do controle do veículo" não são causas, mas atos falhos de condução do veículo, tendo o motorista se defrontado com uma ou mais causas associadas: condução do veículo, estado geral do veículo, fatores de pista, etc. Colisão traseira também não é causa, mas consequência motivada por perda de controle do veículo. Os BOs conduzem a erros de avaliação estatística que podem ser graves especialmente quando consolidados.

O resultado da análise do item de verificação para o Trecho-piloto:

- índice de pico de acidente com veículo pesado para segmento em curva/ano = 1,2 %;
- índice de pico de acidente com veículo pesado para segmento em reta/ano = 4,7%; (deve-se investigar as causas na área de influência).

7.3.2.2.3. Com Pista Molhada

$$IVA_{pmr} = (A_{pmr}/\sum A_t)/n \text{ e } IVA_{pmc} = (A_{pmc}/\sum A_t)/n$$

sendo: A_{pmc} (Acidentes em curva com pista molhada)

A_{pmr} (Acidentes em reta com pista molhada)

Estudo de Caso (Trecho-piloto) no período 01/01/96 à 31/12/99

A análise dos dados relativos a influência de pista molhada na incidência de acidentes podem ser realizadas na Tabela 7.3.2.2.3, que é uma tabela consulta.

Tab. 7.3.2.2.3. – Acidentes com pista molhada, no período 01/01/96 à 31/12/98

| segmPROJ | Num |
|----------|-----|
| 233080 | 1 |
| 233180 | 1 |
| 233280 | 1 |
| 233480 | 1 |
| 233680 | 6 |
| 233780 | 1 |
| 233880 | 3 |
| 234080 | 2 |
| 234180 | 5 |
| 234280 | 1 |
| 234480 | 3 |
| 234680 | 8 |
| 234880 | 2 |
| 234980 | 1 |
| 235080 | 2 |
| 235280 | 1 |

A análise para o Trecho-piloto resultou em:

- índice de pico de acidente com pista molhada para segmento em curva/ano = 2,3 %.
- índice de pico de acidente com pista molhada para segmento em reta/ano = 3,1 %.

Constata-se que, no período, ocorreram 39 acidentes com pista molhada

correspondendo a 46% do total, com maior incidência nos segmentos: 233680 (15%) e 234680 (20%), tabela 7.3.2.2.3.

7.3.2.2.4. A Noite

$$IVA_{nr} = (A_{nr}/\sum A_t)/n \text{ e } IVA_{nc} = (A_{nc}/\sum A_t)/n$$

sendo: A_{nr} (Acidentes a noite em reta),

A_{nc} (Acidentes a noite em curva)

Estudo de Caso (Trecho-piloto) no período 01/01/96 à 31/12/99

A análise dos dados relativos da Tabela 7.3.2.2.4, tabela consulta obtida a partir do cruzamento de dados da tabela acidentes, permite verificar a influência noturna na incidência de acidentes no Trecho

Tab. 7.3.2.2.4. – Acidentes à Noite

| segmPROJ | Num |
|----------|-----|
| 233080 | 1 |
| 233180 | 1 |
| 233680 | 7 |
| 233880 | 3 |
| 233980 | 2 |
| 234080 | 2 |
| 234180 | 4 |
| 234280 | 2 |
| 234480 | 3 |
| 234680 | 14 |
| 234780 | 1 |
| 234880 | 1 |
| 235080 | 2 |
| 235180 | 2 |
| 235280 | 2 |

Constatou-se que 55% dos acidentes ocorreram a noite no trecho-piloto, tendo a maior influência dentre os itens estudados na incidência de ocorrências. Foram 47 acidentes que ocorreram no horário noturno e somente no segmento 234680 houve 14 acidentes, que correspondeu a 30% das ocorrências noturnas. É um importante indicador de que a

sinalização pode influir positivamente para a melhoria da qualidade geral desse trecho. A análise resultou em:

- índice de pico de acidente a noite em curva = 2,7%.
- índice de pico de acidente a noite em reta = 5,5 %.

7.3.2.2.5. Com Elevado Volume de Tráfego

$$IVA_{vtr} = (A_{rtr} / \sum A_t) / n$$

sendo: A_{rtr} (Acidentes em pico de tráfego, em reta),

A_{ctr} (Acidentes em pico de tráfego, em curva).

Estudo de Caso (Trecho-piloto) no período 01/01/96 à 31/12/99

A análise dos dados relativos do tráfego no período de grande demanda, compreendido entre 15 de dezembro e 15 de março que é o período de férias de verão, e de sua influência na incidência de acidentes no Trecho, dados esses expressos na Tabela 7.3.2.2.5, que é uma tabela consulta.

Tab. 7.3.2.2.5. – Acidentes ocorridos no período de pico de volume de tráfego

| segmPROJ | Num |
|----------|-----|
| 233080 | 1 |
| 233180 | 2 |
| 233280 | 1 |
| 233480 | 1 |
| 233680 | 5 |
| 233880 | 2 |
| 233980 | 1 |
| 234080 | 2 |
| 234180 | 2 |
| 234280 | 1 |
| 234680 | 5 |
| 234880 | 3 |
| 235180 | 1 |
| 235280 | 1 |

A análise para o Trecho-piloto resultou em:

- índice de pico de acidente no período de pico de volume de tráfego em curva/ano = 2,0%.
- índice de pico de acidente no período de pico de volume de tráfego em reta/ano = 2,0 %.

Volume de Tráfego é um importante item de verificação de ocorrência de

acidentes na rodovia. Para o Trecho em estudo conclui-se que o volume de tráfego no período de pico, compreendido entre 15 de dezembro a 15 de março, não representa dentre os diversos itens de verificação grande destaque, e portanto, outras influências tem maior expressividade na incidência de acidentes no Trecho, mesmo na alta temporada turística no litoral de Santa Catarina.

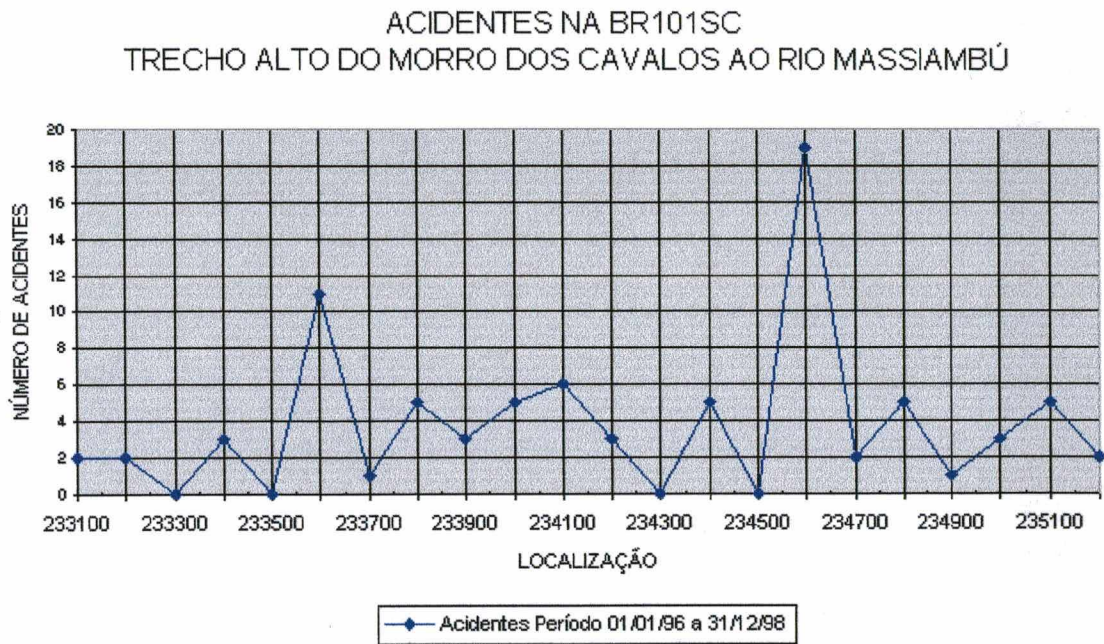
Considerações sobre os acidentes de trânsito no Trecho-piloto da BR-101 a partir dos índices de verificação:

1. O maior volume de tráfego tem menor influência na incidência de acidentes que outros itens de verificação;
2. O segmento 234600 a 234680, em reta, tem a maior incidência de acidentes no trecho. Os acidentes: com veículos pesados, ocorridos à noite, e os ocorridos com chuva, tem grande incidência necessitando serem analisadas as diversas causas potenciais;
3. O segmento 233600 a 233680, em curva, tem também grande incidência de acidentes, especialmente com pista molhada e ocorridos à noite.

4. O problema-acidente no Trecho-piloto é grave, e deve ser investigado. As conclusões sobre a incidência maior de acidentes na direção Norte-Sul, sentido descendente do trecho, podem indicar a necessidade de grandes modificações de sinalização horizontal e vertical.

5. Os pontos críticos e as áreas de influência podem ser visualizados no gráfico Figura 7.3.2.2.6, destacam-se os segmentos críticos.

Gráfico 7.3.2.2.6. – Distribuição de Acidentes no Trecho-piloto (BR101SC)



7.4. MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE RODOVIAS

O Método aqui desenvolvido para determinação da Qualidade em Rodovias, compreende o estabelecimento de rotinas orientadas à qualidade específica de: Projeto Geométrico, Superfície do Pavimento, e Sinalização, e também a ensaios visando analisar a Qualidade Geral de trechos de rodovias.

Pressupostos:

- O projeto geométrico é referência para elaboração dos demais projetos que compõem um projeto final de engenharia rodoviária;
- a influência da geometria, sinalização e superfície do pavimento, sobre a qualidade de um trecho de rodovia, é variável ao longo da vida útil do pavimento e das condições de conservação e limpeza;
- os itens de verificação a serem considerados devem ter importante influência na segurança e no conforto dos usuários da rodovia;
- adotar parâmetros técnicos de dimensionamento existentes ou modificá-los baseados em critério de avaliação que assegure condições mais favoráveis à segurança e ao conforto dos usuários;
- arbitrar Níveis de Severidade, de acordo com a classificação de qualidade: desejável, aceitável, aceitável com restrições, inaceitável;
- definir Ítems de Controle da Qualidade para: sinalização, superfície do pavimento e drenagem;
- determinar Índices de Qualidade Geométrica e definir Padrão de Qualidade Geométrica;
- adotar os Índices de Qualidade Geométrica também para sinalização e superfície do pavimento.

Padrão de Qualidade Geométrica

Define-se como Padrão de Qualidade do Projeto Geométrico o conjunto de valores referenciais, obtidos por quantificação de severidades existentes na rodovia sob a ótica da segurança viária, do conforto de viagem e da mobilidade do tráfego, e definidas para os elementos de dimensionamento geométrico: velocidade de projeto e de tráfego, raio de curva horizontal, comprimento de tangente intermediária

horizontal, inclinação de tangente intermediária vertical, raio de curva vertical, largura de faixas de tráfego e acostamento, e localização de acesso ou interseção.

A análise dos veículos e o comportamento dos motoristas deve ser avaliado por interpretação dos registros de ocorrência de acidentes, não sendo objeto desta dissertação.

Trecho-piloto

Para a análise de qualidade geométrica de uma rodovia, foi selecionado um trecho homogêneo, Trecho-piloto, de uma rodovia federal Classe I-B segundo o Critério de Classificação Técnica de Rodovias, e cujos elementos básicos de dimensionamento os valores referidos na Revisão de Literatura Capítulo 4.5.

O Trecho-piloto se desenvolve em terreno montanhoso, permitindo a avaliação de elementos técnicos de dimensionamento específicos, e portanto, com variabilidade suficiente para o estabelecimento do padrão. É formado geometricamente por curvas horizontais do tipo circular e de transição, com diversos ângulos de curvaturas, uma das quais superior a 60°, combinadas a greides formados por um conjunto de curvas verticais, ajustadas por rampas com inclinações variadas de 1 a 5,8%. É um trecho da BR101SC, compreendida entre o Alto do Morro dos Cavalos (Morro do Padre) até o Rio Massiambú em Palhoça/SC, com a extensão de 2.300 m.

A rodovia da qual o trecho-piloto é parte, teve a pavimentação em 1970 e o projeto de Restauração Rodoviária elaborado em 1984 quando foram realizadas algumas alterações de pavimento e drenagem superficial. O Laudo Pericial do Assistente do Perito, do requerido, na Ação de Reparação de Danos Nº 291/91, expõe as deficiências existentes em 1991 a 1993 no trecho em estudo.

Em 1998 foi realizado o levantamento discretizado de 20 em 20 metros utilizando o estaqueamento que se encontra marcado no acostamento da via, executado com vistas ao projeto de duplicação daquela via, e referência de pista para elaboração do Plano Funcional e Anteprojeto Geométrico do trecho, sendo utilizadas essas informações do eixo para a dissertação tendo em vista que serem as únicas marcações legíveis disponíveis no trecho.

7.4.1. QUALIDADE DO PROJETO GEOMÉTRICO

Para o estabelecimento de padrão de qualidade geométrica, foram utilizadas as Normas para Projetos de Estradas de Rodagem – NPER (DNER, 1974), complementarmente, também itens de referência geométrica de “*A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*” (AASHTO, 1994) e as Diretrizes para Construção de Estradas (DER/SC, 1994).

Os parâmetros técnicos requeridos à análise da qualidade da geometria de rodovias são originários das NPER/DNER, e outras, adicionalmente, que melhor atendem às condições de análise de conforto e segurança desejáveis, e que são justificadas pelas seguintes premissas:

- as NPER/DNER foram editadas há mais de duas décadas. A tecnologia dos veículos automotores se modernizou, o tráfego se ampliou e o comportamento médio dos usuários de rodovias também se modificou, especialmente em virtude no Código de Trânsito Brasileiro;
- a maioria dos veículos trafegam acima da Velocidade de Projeto (V_p), especialmente nos trechos descendentes, e concorrem para o aumento do número de acidentes;
- o Código de Trânsito Brasileiro permite velocidades superiores a 80 km/h, modificando o comportamento dos motoristas, mesmo que existam restrições geométricas ou de pavimento, muitos trafegam a velocidades maiores que as projetadas;
- os trechos sinuosos e descendentes são potencialmente perigosos, e os raios de curva necessitam ter correlação entre eles para minimizar os riscos de acidentes e conferir maior conforto aos usuários da rodovia;
- o estado geral de conservação da superfície do pavimento varia de acordo com a vida operativa e com os serviços de conservação e limpeza, ocorrendo: desgaste, incorporação de óleos e graxas, solo, recuperação do pavimento apresentando exsudação, deformações da superfície do pavimento;

- as precipitações pluviométricas concorrem como fatores adicionais de risco de acidentes nas rodovias, especialmente onde a drenagem superficial está comprometida.

A partir dessas premissas, foi definido que a criação de Ítems de Verificação dos principais elementos de dimensionamento geométrico, considerados necessários para a avaliação da qualidade de rodovias arteriais.

7.4.1.1. – Itens de Verificação da Geometria para Descobrir se são Causa Fundamental de Acidentes

“PDCA, quadro 7.2.1 desta dissertação”

Referências ao Trecho-piloto

- Considera-se que os veículos trafegam acima da Vp no sentido Norte-Sul, descendente, inclusive os veículos pesados, comprovado em pesquisa de tráfego efetuada “in loco”;
- considera-se que não se pode responsabilizar os usuários por desrespeitarem a sinalização viária quando essa está incompleta ou mal conservada;
- considera-se que a incidência repetitiva de acidentes em segmentos localizados são indicativos de problemas na via;
- considera-se que as condições da superfície de rolamento das faixas de tráfego não são as mesmas à época da restauração, ocorrendo: desgaste, deformações, incorporação de graxas, óleos, solo, etc ...;
- considera-se que o padrão da rodovia deve atender aos parâmetros definidos em Norma para a categoria da rodovia;
- considera-se que, associado ao incremento da velocidade de tráfego no trecho, há perda de aderência quando a pista está molhada;
- considera-se que os veículos para se manterem na pista nos trechos curvos, requerem que ela tenha sobre-elevação de conformidade com o raio da curva projetado;
- considera-se que a sinalização viária é importante componente do controle da segurança do tráfego, sendo a conservação permanente uma obrigação dos gestor da via, em quaisquer condições operacionais e situação do ambiente em que está inserida a rodovia.

7.4.1.1.1. – Velocidade de Segurança

Foi efetuado levantamento de dados de projeto e de pista para formação de base de dados e posterior análise e avaliação. Realizou-se levantamento expedito de tráfego para determinação do comportamento dos usuários, por mensuração da velocidade de tráfego (V_t), utilizando-se: cronômetro, balizas e determinação de distância padrão e localização de pista (marcações existentes ou medidas a trena ou odômetro de precisão). No trecho-piloto, aproximação da curva 19, foram analisadas as velocidades dos veículos durante um período de tempo, Tab. 7.4.1.1.1, onde constatou-se um incremento de 20 km/h para a maior porcentagem de veículos. Esse adicional de velocidade é aqui considerado com vistas a definir parâmetros de segurança e conforto na rodovia.

Tab. 7.4.1.1.1. – Velocidades Médias Pesquisadas na Aproximação da Curva nº 19

| Pesquisa Indicativa | | Velocidade de Tráfego Média Medida na Pista | | | | | |
|---|----|---|----|-----|---------|-----|-----------|
| V_t na BR101- Morro dos Cavalos/Sul | n | ≥ 100 | 90 | 80 | 75 - 70 | 65 | ≤ 60 |
| Tempo de deslocamento em segundos | * | ≤ 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | ≥ 12 |
| Dia 15/01/99, sexta-feira, das 18:00 às 19:00 h | 78 | 2% | 7% | 28% | 24% | 23% | 16% |
| Dia 17/01/99, domingo, das 13:30 às 14:30 h | 70 | 4% | 4% | 32% | 22% | 25% | 13% |
| Dia 08/03/99, segunda-feira, das 8:30 às 9:30 h | 80 | 3% | 5% | 30% | 24% | 23% | 15% |
| Média | 76 | 3% | 5% | 30% | 23% | 24% | 15% |

Nota: As 228 observações foram realizadas a cronômetro na posição (233+500), equivalente a estaca 849 na pista, mediante balizamento de aproximação de 200 metros no sentido norte-sul, em três dias não consecutivos com a duração de 1 hora, efetuados nos meses de janeiro e março/99.

O DER/SC já utiliza em projetos a denominada V_{85} , velocidade na qual se admite que até 85 % dos usuários não a ultrapassam em seus deslocamentos, e para rodovias com categoria similar a BR101SC, a V_{85} é de 100 Km/h.

A velocidade média de tráfego, aqui chamada Velocidade de Segurança do Tráfego Local (V_t), e foi arbitrada para todo o trecho, por ser descendente, foi fixada como:

$$V_t = V_p + 20 \text{ km/h} \quad (\text{embora haja curva horizontal com ângulo de deflexão superior a } 45^\circ).$$

7.4.1.1.2. Distância de Visibilidade de Parada

A Distância de Visibilidade de Parada “Dp” calculada para Velocidade de Tráfego de Segurança Local “Vt”, é justificada pelas restrições crescentes do pavimento durante a vida útil e orientam à adoção de medidas corretivas quanto a: localização de sinalização, comprimento de faixas de desaceleração e de outros elementos ou obstáculos instalados na pista que podem ser temporários ou permanentes. Para a análise da “Dp” em rodovias com mais de 10 anos de operação é sugerido o uso da Tabela 7.4.1.1.2.

Tab. 7.4.1.1.2. – Distância de Visibilidade de Parada para Condições de Pista com mais de 10 anos de serviço do pavimento.

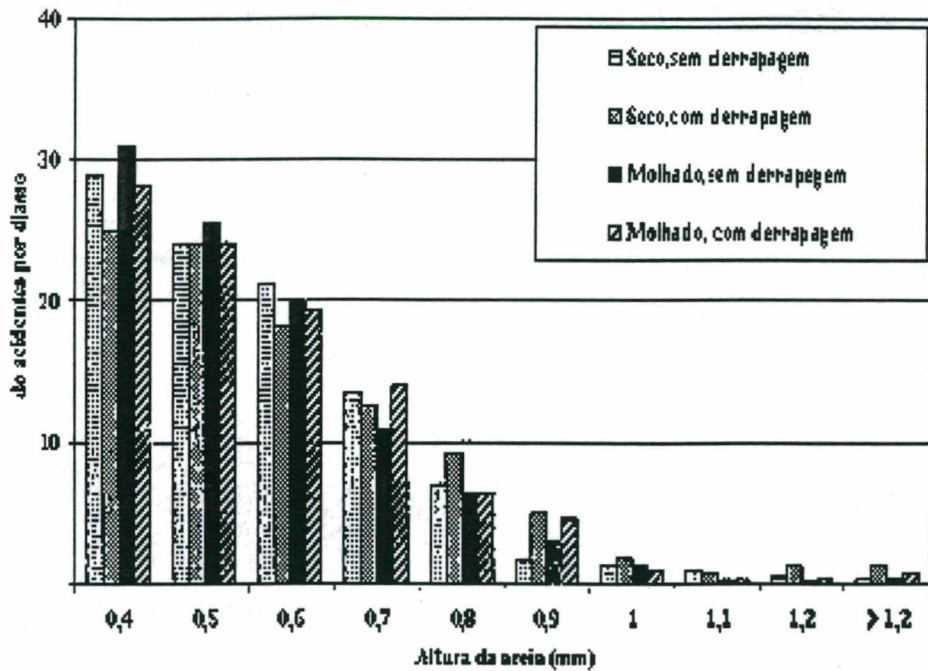
| DIST. DE VISIBIL. RECOMENDÁVEL(m)-Dp | VELOCIDADE DE PROJETO (Km/h) | | | | | | | |
|--|------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| Velocidade " Vt = (Vp+20 km/h)" | | | | 80 | | | | |
| Dist. Equiv. ao Tempo de Percepção e Reação | 35 | 42 | 49 | 56 | 63 | 69 | 76 | 83 |
| Dist. Equiv. a Tempo de Frenagem, pista nova | 28 | 43 | 62 | 84 | 110 | 140 | 190 | 226 |
| Distância de Visibilidade de Parada | 63 | 84 | 111 | 139 | 172 | 210 | 266 | 309 |

7.4.1.1.3. Aderência pneu/pavimento

A utilização da Velocidade de Trânsito Local (Vt), é aqui considerada tendo em vista as mudanças de rugosidade decorrentes do uso e da ação de outros elementos que concorrem continuada ou ocasionalmente para o risco à segurança viária. As rodovias em operação têm maior ou menor desgaste e deformações dependendo de sua localização, tipo de tráfego predominante, características dos materiais empregados na construção, condições geotécnico-pedológicas e outros fatores que podem afetar a qualidade da via.

O número de acidentes num trecho pode ser um indicador de comprometimento da aderência da via. ROE *et alii*, in MOMM (1994, p.10) exemplifica no gráfico 7.4.1.1.3.1., a correlação percentual de acidente, por classe, com o padrão de medida de níveis de textura da superfície do pavimento.

Gráfico 7.4.1.1.3.1. – Proporção de Classes de Acidentes para Diferentes Níveis de Textura da Superfície do Pavimento (método da altura da areia)



Proporção de Classes de Acidentes para Diferentes Níveis de Textura da Superfície do Pavimentos (ROE et alii, 1991)

As condições de segurança oferecidas pela superfície da via dependem da velocidade média de tráfego e das condições atuais de rugosidade da pista. O coeficiente de atrito, é um parâmetro para determinar o grau de aderência pneu/pavimento, e em rodovias com vida útil remanescente próxima da exaustão, pode haver grande comprometimento à confiabilidade das frenagens.

Para a análise da segurança da via, recomenda-se que sejam considerados coeficientes de atrito diferentes daqueles estabelecidos na NPER/DNER e AASHTO, visto que o Brasil não dispõe de capacidade financeira para restaurar as rodovias federais no prazo requerido.

Então:

- a) Adotar para o cálculo do coeficiente de atrito transversal “ f_t ”, a velocidade de projeto acrescida do incremento de 20 Km/h, ou V_t , para os trechos descendentes com greide igual ou maior que 3%, utilizando a expressão (NPER/DNER), abaixo, para pavimentos com mais de 10 anos de operação:

$$f_t = (V_t^2/127 * R) - e$$

onde:

f_t , o coeficiente de atrito transversal requerido por uma curva;

V_t , a velocidade a ser considerada;

R , o raio de curva horizontal;

e , o valor da sobre-elevação encontrada na pista;

Verificar se:

$f_t > f_{t\text{máx}}$, a pista está insegura

$f_t \leq f_{t\text{máx}}$, a pista pode estar segura, mas ainda assim avaliar a qualidade da superfície da pista;

$f_{t\text{máx}}$, é o coeficiente de atrito transversal usual DNER e AASHTO.

- b) Adotar coeficiente de atrito transversal “ f_t ” requerido pela curva considerando-se a sobre-elevação efetivamente existente na pista:

Se, $f_t > f_{t\text{máx}}$, aumentar a inclinação transversal da pista ou ampliar o raio da curva;

Se, $f_t \leq f_{t\text{máx}}$, a solução depende das atuais condições de aderência pneu/pavimento no local;

- c) Adotar o coeficientes de atrito longitudinal “ f_l ” de acordo com a tabela 7.4.1.1.3.2, haja vista a proporcionalidade entre os valores teóricos dos coeficientes de atrito longitudinal e transversal, e que é expressa pela relação:

$$f_t = 0,471 * f_l$$

Esse relacionamento foi definido após sanear os dados contidos na NPER/DNER com a exclusão das velocidades de 30 e 120 km/h.

Tab. 7.4.1.1.3.2 - Valores dos coeficientes de atrito com referência "Vt"

| VALORES DE ATRITO ENTRE PNEUS/PAVIMENTO PARA VELOCIDADE " Vt " | | | | | | | | |
|--|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Coeficientes de Atrito para Vt = Vp + 20 | Velocidade de Projeto (Vp) | | | | | | | |
| | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| Transversal Máx. Admitido p/correla | 0,17 | 0,15 | 0,15 | 0,14 | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,11 |
| Longitudinal Máx. Admitido | 0,36 | 0,32 | 0,32 | 0,30 | 0,30 | 0,28 | 0,25 | 0,23 |

A primeira vista pode não significar muito a redução verificada entre os valores acima e aqueles consignados nas NPER/DNER, mas para uma rodovia projetada com 60 km/h, utilizando-se a Vt para determinação da distância de visibilidade de parada haverá o acréscimo de 54 metros a distância original que presumivelmente era segura quando da abertura da via ao tráfego.

Isso demonstra a importância da rugosidade na análise da qualidade dos pavimentos e por conseguinte na segurança viária, como demonstrada por MOMM (1998) ao estudar os efeitos da granulometria sobre a macrotextura superficial do concreto asfáltico e seu comportamento mecânico.

7.4.1.1.4. Raios de Curvas Horizontais

7.4.1.1.4.1. Definição de Parâmetro da Qualidade "Qs"

A rotina de cálculo a partir do valor usual da sobre-elevação permite estabelecer os valores de R_{\min} (desejável) sendo:

$$R_{\min}(\text{desej}) = 0,44 * Vp^2/e$$

Os raios mínimo desejáveis estão discriminados na tabela 7.4.1.1.4.1, calculados para as diversas velocidades de projeto e referências de sobre-elevação.

Tab. 7.4.1.1.4.1. – Raios mínimos desejáveis de curvas horizontais, segundo a inclinação transversal da pista, levando-se em consideração "Vp".

| Valores de R_{\min} (m), desejável, visando o estabelecimento de Parâmetros da Qualidade | | | | | | | | |
|--|------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| Pista Simples | VELOCIDADE DE PROJETO (Km/h) | | | | | | | |
| Sobre-elevação e (%) | e_{ref} | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| = < 2 | 2 | 352 | 550 | 792 | 1078 | 1408 | 1782 | 2200 |
| 2,1 =< e =< 4 | 4 | 176 | 275 | 396 | 539 | 704 | 891 | 1100 |
| 4,1 =< e =< 6 | 6 | 117 | 183 | 264 | 359 | 469 | 594 | 733 |
| 6,1 =< e =< 8 | 8 | 88 | 138 | 198 | 270 | 352 | 446 | 550 |
| 8,1 =< e =< 10 | 10 | - | - | 158 | 216 | 282 | 356 | 440 |

O Ítem de Verificação do Raio do Projeto, orienta a determinação de parâmetros da qualidade do projeto geométrico segundo a ótica de segurança, associada ao conforto. Considera-se na tabela 7.4.1.1.4.1 que os raios desejáveis são aqueles que tem a eles vinculados sobre-elevações desejáveis (e_{ref}). Isto é, que confirmam segurança e ao mesmo tempo proporcionem menor deslocamento transversal do passageiro trafegando nos segmentos em curva.

Visando o estabelecimento de Parâmetros da Qualidade Geométrica foram definidos valores de referência contidos na Tabela 7.4.1.1.4.2, que foi estruturada a utilizando-se a expressão:

$$Q_s = 0,44 * V_p / e \quad \text{ou} \quad Q_s = 0,44 * R / V_p$$

Tab. 7.4.1.1.4.2. – Correlação entre “R” e “Vp” – Parâmetro de Qualidade (segurança)

| Pista Simples Sobre-elevação e (%) | e(ref) | VELOCIDADE DE PROJETO -Km/h | | | | | | |
|---------------------------------------|--------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| = < 2 | 2 | 8,8 | 11,0 | 13,2 | 15,4 | 17,6 | 19,8 | 22,0 |
| 2,1 =< e =< 4 | 4 | 4,4 | 5,5 | 6,6 | 7,7 | 8,8 | 9,9 | 11,0 |
| 4,1 =< e =< 6 | 6 | 2,9 | 3,7 | 4,4 | 5,1 | 5,9 | 6,6 | 7,3 |
| 6,1 =< e =< 8 | 8 | 2,2 | 2,8 | 3,3 | 3,9 | 4,4 | 5,0 | 5,5 |
| 8,1 =< e =< 10 | 10 | - | - | 2,6 | 3,1 | 3,5 | 4,0 | 4,4 |

Da Tabela 7.4.1.1.4.2 foram extraídos os Parâmetros da Qualidade Geométrico, com exigências aos raios de curvas horizontais para velocidade de projeto 100 km/h e sobre-elevação desejável: menor que 6%, 6 %, 8% e 10%, com o objetivo de definir um padrão de qualidade geométrica.

A tabela 7.4.1.1.4.3 contem os Parâmetros da Qualidade “Qs” e os correspondentes Níveis de Severidade da Geometria.

Tab. 7.4.1.1.4.3 – Níveis de Severidade da Geometria sob a Ótica da Segurança e de Conforto

| Parâmetro da Qualidade | Severidade |
|------------------------|-----------------|
| $Q_s > = 7,4$ | 1(baixa) |
| $7,3 > = Q_s > = 5,6$ | 2 (média-baixa) |
| $5,5 > = Q_s > = 4,5$ | 3 (média-alta) |
| $Q_s = < 4,4$ | 4 (alta) |

7.4.1.2. Definição de Parâmetro da Qualidade “Qc”

Estabelecer parâmetro da qualidade segundo a ótica de conforto associado a segurança, para curvas de rodovias em operação, mediante a análise de correlação entre raios consecutivos de curvas horizontais. A partir do gráfico 4.5.3. (p.32) da Revisão de Literatura foram definidos parâmetros de qualidade correspondendo a faixas específicas de raios, e por decorrência, os níveis de severidade variando de 4 (quatro) faixas, de 1 a 4, como consta na tabela 7.4.1.2.

Tab. 7.4.1.2 –Níveis de Severidade da Geometria sob a Ótica de Conforto e Segurança

| Parâmetro da Qualidade | Severidade | Area do Gráfico | Qc |
|---|-----------------|-----------------|----|
| Analisar caso a caso, Utilizando o gráfico de correlações entre curvas planimétricas | 1 (baixa) | Muito boa | |
| | 2 (média-baixa) | Boa | |
| | 3 (média-alta) | Aceitável | |
| | 4 (alta) | A evitar | |

7.4.1.3. ESTUDO DE CASO - Aplicação dos Parâmetros da Qualidade ao Trecho-piloto

O Trecho-piloto é formado, dentre outros elementos, por um conjunto de tangentes intermediárias e curvas horizontais as quais estão identificadas na Tabela 7.4.1.3 e consideradas de acordo com o levantamento indicado com (*).

Tab. 7.4.1.3. – Tabela de Curvas Horizontais Trecho Piloto BR101SC

| Curva | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Raio de Curvas – Projeto Restauração | | 629,07 | 599,14 | 118,81 | 290,53 | 603,14 | 607,14 |
| Raio de Curva - Levant. Topográfico em Perícia | | | | 122,82 | | | |
| Raio de Curva – Levant. P/Duplicação da Via (*) | 625,00 | 785,00 | 460,00 | 130,00 | 320,00 | 510,00 | 655,00 |

Nota: (*) Raios definidos no Plano Funcional da BR101SC para duplicação

7.4.1.3.1. Verificação de “Qs” e Níveis de Severidades

O valor da sobre-elevação necessária para cada curva é função do raio e determina o valor individual de “Qs” ao qual está associado um nível de severidade prefixado. A Tabela 7.4.1.3.1. exprime os níveis de severidade das curvas no Trecho-piloto.

Tab.7.4.1.3.1. - Severidade Geométrica sob a Ótica da Segurança associada a Conforto

| | | | | | | |
|---------------------------------|------|-----|------|-----|-----|------|
| Curva | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| Raio (m) | 785 | 460 | 130 | 320 | 510 | 655 |
| e (sobre-elevação) | 2,0 | 3,4 | 12,2 | 5,0 | 3,1 | 2,4 |
| " Qs " | 13,1 | 7,7 | 2,2 | 5,3 | 8,5 | 10,9 |
| Nível de Severidade à Segurança | 1 | 1 | 4 | 3 | 1 | 1 |

Correlacionando os dados da tabela 7.4.1.7 com os dados de curvas horizontais do trecho-piloto a tabela 7.4.1.10 expressa os níveis de severidade sob a ótica de segurança, para cada uma daquelas curvas.

7.4.1.3.2. Verificação de "Qc" e Níveis de Severidades

A análise da Severidade Geométrica para determinar a Qualidade da Rodovia quanto a Conforto associado a Segurança, é determinada pelo Gráfico 4.5.3. (p.32) de Correlação entre Raios de Curvas Sucessivas de Estradas. A Tabela 7.4.1.3.2 expressa em dados numéricos os valores limites de cada faixa naquele gráfico que exprime as áreas: muito boas, boas, aceitáveis e a evitar (esta última, considerado inaceitável).

Tab.7.4.1.3.2. - Severidade Geométrica sob a Ótica da Conforto associado à Segurança

| ESPECIFICAÇÃO Severidade | | | RAIOS DO PROJETO | | | | | |
|---------------------------|---|----------------------------------|------------------|------|------|------|------|------|
| Area de Correlação | | Número da Curva do Trecho-piloto | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| | | Raios do Trecho-piloto | 785 | 460 | 130 | 320 | 510 | 655 |
| Muito boa | 1 | Valor Maior | 1650 | 620 | 145 | 400 | 710 | 1100 |
| | 1 | Valor Menor | 550 | 360 | 125 | 260 | 400 | 470 |
| Boa | 2 | Valor Maior | 1800 | 800 | 175 | 460 | 920 | 1800 |
| | 2 | Valor Menor | 460 | 310 | 125 | 230 | 345 | 415 |
| Aceitável | 3 | Valor Maior | - | 1250 | 185 | 540 | 920 | - |
| | 3 | Valor Menor | 420 | 285 | 125 | 220 | 305 | 360 |
| Evitar | 4 | Valor Maior | | | | | | |
| | 4 | Valor Menor | <420 | <285 | <125 | <220 | <305 | <360 |
| Severidade da Cor Relação | | | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1 |

Esta Tabela, apresenta para cada curva o raio correspondente, e em cada coluna os valores limites de raios para curvas contíguas.

Analisando-se as correlações entre raios sucessivos das curva do Trecho-piloto, se obtém entre as curvas:

17 → 18, o raio da curva 17 com 785 metros, tem uma correlação boa com a curva 18, a qual tem raio de 460 metros, situando-se na faixa entre 460 e 1800 metros;

- 18 → 17, o raio da curva 18, com 460 metros, tem uma correlação boa com a curva 17, a qual tem raio de 785 metros, situando-se na faixa entre 310 e 800 metros;
- 18 → 19, o raio da curva 18 com 460 metros, tem uma correlação inaceitável (área a evitar do gráfico) com a curva 19, a qual tem raio de 130 metros, situando-se na faixa com raio inferior a 125 metros;
- 19 → 18, o raio da curva 19 com 130 metros, tem uma correlação inaceitável (área a evitar do gráfico) com a curva 18, a qual tem raio de 460 metros, situando-se na faixa onde o maior raio aceitável seria de 185 metros;
- 19 → 20, o raio da curva 19 com 130 metros, tem uma correlação inaceitável (área a evitar do gráfico) com a curva 20, a qual tem raio de 320 metros, situando-se na faixa onde o maior raio aceitável seria de 185 metros;
- 20 → 19, o raio da curva 20 com 320 metros, tem uma correlação inaceitável (área a evitar do gráfico) com a curva 19, a qual tem raio de 130 metros, situando-se na faixa onde o menor raio aceitável seria de 220 metros;
- 20 → 21, o raio da curva 20 com 320 metros, tem uma correlação aceitável com a curva 21, a qual tem raio de 510 metros, situando-se na faixa de raios entre 220 e 540 metros;
- 21 → 20, o raio da curva 21 com 510 metros, tem uma correlação aceitável com a curva 20, a qual tem raio de 320 metros, situando-se na faixa de raios entre 305 e 920 metros;
- 21 → 22, o raio da curva 21 com 510 metros, tem uma correlação muito boa com a curva 22, a qual tem raio de 655 metros, situando-se na faixa de raios entre 510 e 710 metros;
- 22 → 21, o raio da curva 22 com 655 metros, tem uma correlação muito boa com a curva 21, a qual tem raio de 510 metros, situando-se na faixa de raios entre 470 e 1100 metros;

7.4.1.3.3. Verificação da Severidade do Projeto Geométrico

Relacionando os dados da tabela 7.4.1.2 com os dados de curvas horizontais do trecho-piloto a tabela 7.4.1.3.2, o resultado expressa os níveis de severidade sob a ótica de conforto, para cada uma daquelas curvas. A inferência sobre a qualidade geométrica no Trecho-piloto, pode ser medida a partir do resultado verificado pela análise conjunta dos dois parâmetros “Qs” e “Qc” ou através das

severidades correspondentes. O valor do resultado a ser considerado é o valor médio que deverá ser aproximado, quando fracionário, para o nível de severidade imediatamente superior.

A tabela 7.4.1.3.3. apresenta os resultados da avaliação geométrica do Trecho-piloto.

Tab.7.4.1.3.3. - Síntese da Avaliação da Severidade Geométrica do Trecho-piloto
CURVAS DO TRECHO-PILOTO EM ESTUDO BR101SC MORRO DOS CAVALOS

| CURVA | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
|-------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Severidade quanto a Segurança | 1 | 1 | 4 | 3 | 1 | 1 |
| Severidade quanto a Contorto | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1 |
| Severidade Geométrica | 2 | 3 | 4 | 4 | 2 | 1 |

Obs.: Considerar sempre a condição de maior severidade, entre os dois fatores, aproximando para o valor superior, como ocorreu neste Trecho da rodovia

7.4.1.4. Bases para a Formação de Padrão de Qualidade do Projeto Geométrico

Os parâmetros de curvas horizontais aqui definidos são parte da formação do Modelo de Dados para avaliação da Qualidade do Projeto Geométrico. Partindo da descrição de parâmetros, seus códigos, e respectivos níveis de severidade, foi estruturada uma tabela que faz parte do Banco de Dados relacional BR101. Essa tabela nomeada “codocorrpista” está estruturada por campos onde são inseridas as informações de texto referentes aos parâmetros de avaliação de qualidade: geometria, superfície, sinalização e outros, conforme discriminado no ANEXO II, e exemplificada em parte na figura 7.4.1.4.

| codocorrP | elemento | descricao |
|-----------|------------|--|
| 5000 | geometria | |
| 5001 | curva | curva horizontal de raio c/ parametro de correlacao geométrica de raio em Area Muito Boa(conforto) e $Q_s \geq 7,4$ (segurança) |
| 5002 | curva | curva horizontal de raio c/ parametro de correlacao geométrica de raio em Area Boa(conforto) e $5,6 = < Q_s = < 7,3$ (segurança) |
| 5003 | curva | curva horizontal de raio c/ parametro de correlacao geométrica de raio em Area Aceitável(conforto) e $4,5 = < Q_s = < 5,5$ (segurança) |
| 5004 | curva | curva horizontal de raio c/ parametro de correlacao geométrica de raio em Area Boa(conforto) e $Q_s = < 4,4$ (segurança) |
| 5005 | reta | trecho reto com comprimento maior que o mínimo estabelecido entre curvas de raios maiores que $(6 * V_p)$ |
| 5006 | reta | trecho reto com comprimento maior que o mínimo entre curvas de raios menores que $(6 * V_p)$ |
| 5007 | reta | trecho reto com comprimento menor que o mínimo entre curvas de raios maiores que $(6 * V_p)$ |
| 5008 | reta | trecho reto com comprimento menor que o mínimo entre curvas de raios menores que $(6 * V_p)$ |
| 5009 | intersecao | intersecao ou acesso com greide $g < 3\%$ e em tangente horizontal, ou não existe |
| 5010 | intersecao | intersecao ou acesso com greide $3\% = < g = < 5\%$, e em tangente horizontal, ou com $g < 3\%$ em curva horizontal |
| 5011 | intersecao | intersecao ou acesso, ainda que secundario, com greide $g > 5\%$, e em tangente horizontal, sem curva horizontal |
| 5012 | intersecao | intersecao ou acesso em curva horizontal, com inclinacao de greide superior a 3% |

Fig. 7.4.1.4. – Exemplificação da Tabela “codocorrpista” com Itens de Verificação do Projeto Geométrico

7.4.1.5. – Tangentes Intermediárias Horizontais

As NPER/DNER p. 17, definem que as tangentes intermediárias “Ti”, entre duas curvas de mesmo sentido devam ter comprimento mínimo de 500 metros. Essa determinação não é flexível, e por isso mesmo não vem sendo respeitadas em projetos de estradas federais.

O DER/SC em suas diretrizes adota para $T_i = 6 \cdot V_p$, parâmetro este adotado nesta dissertação, como esboçado na figura 7.4.1.4. Esse parâmetro é de suma importância em razão da necessidade de percepção da curva seguinte e de sua conformação, uma vez que é requerido um certo comprimento para assegurar a frenagem no segmento da rodovia em tangente.

Também as interseções e acessos afetam a segurança da via e sua localização física, posição ao longo do eixo do projeto, impõe determinados critérios que assegurem a minimização de conflitos. A qualidade da interseção ou acesso em razão da visibilidade, velocidade do fluxo de veículos, e de outros fatores, sofre grande influência quando situadas em curva, em greides inclinados ou com eles combinados. Os parâmetros de referência à qualidade de interseções e acessos, foram estabelecidos de forma empírica a partir da consideração de a influência do greide e de curvas horizontais afetam as condições de visibilidade e de percepção de velocidade, por ilusão de perspectiva. A severidade potencial está contida especialmente pela associação de elementos planimétricos e altimétricos. A figura 7.4.1.5.1 ilustra parte da tabela “codocorpista” contendo o item de verificação detalhado com a vinculação à código de severidade.

| codocorpista : Tabela | | | |
|-----------------------|------|---|----------|
| codoc | elem | descricao | codsever |
| 5005 | reta | trecho reto com comprimento maior que o mínimo estabelecido entre curvas de raios maiores que $(6 \cdot V_p)$ | 1 |
| 5006 | reta | trecho reto com comprimento maior que o mínimo entre curvas de raios menores que $(6 \cdot V_p)$ | 2 |
| 5007 | reta | trecho reto com comprimento menor que o mínimo entre curvas de raios maiores que $(6 \cdot V_p)$ | 3 |
| 5008 | reta | trecho reto com comprimento menor que o mínimo entre curvas de raios menores que $(6 \cdot V_p)$ | 4 |

Fig. 7.4.1.5.1. – Item de Verificação de Trecho Reto da Rodovia, c/ Nível de Severidade a ele Vinculado

Também os acostamentos, são elementos planimétricos de interesse à segurança viária. Os parâmetros de referência à qualidade foram definidos da mesma forma, e estão detalhados na figura 7.4.1.5.2, que é parte da tabela “codocorpista” a qual contem: código do parâmetro, elemento, descrição e fator de severidade.

| codoc | elemento | descricao | co |
|-------|------------|--|----|
| 6000 | acostamerr | | |
| 6001 | acostamerr | existe e esta em bom estado de conservacao com sarjeta bem estruturada | 1 |
| 6002 | acostamerr | existe e esta em bom estado de conservacao porem existe apenas meio-fio ou leira | 2 |
| 6003 | acostamerr | existe e apresenta deformacoes, podendo ocorrer localizada desagregacao do asfalto | 3 |
| 6004 | acostamerr | não existe, ou existindo esta com grandes deformacoes ou há cizalhamento na superficie, ou ainda, mal-conservado | 4 |

Fig. 7.4.1.5.2. – Exemplificação do Item de Verificação – Acostamento

7.4.1.6. Tangentes Intermediárias Verticais

Os parâmetros para avaliação da qualidade altimétrica do projeto geométrico foram estabelecidos em função dos riscos de acidentes e de deformações longitudinais por trilha de roda no pavimento, crescente na razão direta do incremento de inclinação dos greides.

Os trechos em descida são favoráveis ao aumento de velocidade dos veículos ditos pesados (caminhões e ônibus), e em contraposição, nas subidas por trafegarem mais lentos podem produzir deformações no pavimento. Portanto, inclinações de rampas intermediárias (entre curvas verticais) muito acentuadas (superiores a 5%) são altamente restritivas à qualidade do pavimento, à segurança viária e à capacidade operacional das rodovias quando em pistas simples.

A capacidade operacional das rodovias como já referido na revisão de literatura ASSHTO, diminui acentuadamente quando as rampas são superiores a 5%.

A tabela 7.4.1.6.1, contém os itens de verificação da qualidade para os trechos retos verticais.

| codoc | elemento | descricao | co |
|-------|----------|--|----|
| 5101 | greide | greide reto ou curvo, com rampa $g \leq 3\%$, podendo ser(em) superposto(s) à curvas horizontais c/raios maiores que 6^*Vp | 1 |
| 5102 | greide | greide reto ou curvo, com rampa $3 < g \leq 5\%$, descendente, podendo ser(em) superposto(s) à curvas horizont. c/raios maiores que 6^*Vp | 2 |
| 5103 | greide | greide reto ou curvo, com rampa $3\% \leq g \leq 6\%$, ascendentes, superposto(s) ou não à curvas horizontais c/raios maiores que 6^*Vp | 2 |
| 5104 | greide | greide reto ou curvo, com rampa $3 < g \leq 6\%$, ascendente, podendo ser(em) superposto(s) à curvas horizont. c/raios menores que 6^*Vp | 3 |
| 5105 | greide | greide reto ou curvo, com rampa $3 < g \leq 5\%$, descendente, podendo ser(em) superposto(s) à curvas horizont. c/raios menores que 6^*Vp | 3 |
| 5106 | greide | greide reto ou curvo, com rampa $g > 5\%$ descendente, combinado ou não curvas horizontais. | 4 |
| 6000 | acostan | | |
| 6001 | acostan | existe e esta em bom estado de conservacao com sarjeta bem estruturada | 1 |
| 6002 | acostan | existe e esta em bom estado de conservacao porem existe apenas meio-fio ou leira | 2 |
| 6003 | acostan | existe e apresenta deformacoes, podendo ocorrer localizada desagregacao do asfalto | 3 |
| 6004 | acostan | não existe, ou existindo esta com grandes deformacoes ou há cizalhamento na superficie, ou ainda, mal-conservado | 4 |

Fig. 7.4.1.6.1. – Exemplificação da Tabela com o Item de Verificação da Qualidade para o Greide e Acostamento e dos Níveis de Severidade

O ANEXO II, tabela “codocorpista”, contém todos os Itens de Verificação da Qualidade e vinculações à severidade.

O Índice de Qualidade do Projeto Geométrico (IQgeom) é obtido pela

```

Indice de Qualidade Geometrico : Consulta...
INSERT INTO QualidadeGeometrico ([Numero
de Ocorrencias], Indice, [Segmento Inicial],
[Segmento Final])
SELECT Count(*) AS Expr1,
Sum([codocorrpista].[codsever])/Count(*) AS
Expr2, [inicio] AS Expr3, [fim] AS Expr4
FROM ocorrenciaGeometrico INNER JOIN
codocorrpista ON
ocorrenciaGeometrico.ocorrencia =
codocorrpista.codocorp
WHERE (((ocorrenciaGeometrico.faixa) Like
"*a*") AND
(((ocorrenciaGeometrico.segment)>=[inicio]
And (ocorrenciaGeometrico.segment)<=[fim]));

```

Fig. 7.4.1.6.2. – SQL para determinação do Índice de Qualidade do Projeto Geométrico

média aritmética das ocorrências geométricas em cada segmento considerado, 20 em 20, ou 100 em 100 metros. Essa operação é feita por *Querie* (consultas), utilizando a linguagem SQL do gerenciador de Banco de Dados ACCESS, como explicitado na figura 7.4.1.6.2.

O Índice de Qualidade do Projeto Geométrico foi determinado segmento a segmento, ou seja de 20 em 20 metros, porém pode-se adotar outros comprimentos de segmentos. A figura 7.4.1.6.3, ao lado, expressa os valores de IQgeom para segmentos de 100 metros, e foi calculado a partir da soma das severidade encontrados para os 7 itens considerados em cada segmento, e divido-a pelo número de níveis de severidade.

| Segmento Ini | Segmento Fin | Num | Indice | IQgeom |
|--------------|--------------|-----|--------|--------|
| 233100 | 233180 | 35 | 1,71 | 0,4286 |
| 233200 | 233280 | 35 | 1,71 | 0,4286 |
| 233300 | 233380 | 35 | 1,66 | 0,4143 |
| 233400 | 233480 | 35 | 1,49 | 0,3714 |
| 233500 | 233580 | 35 | 2,06 | 0,5143 |
| 233600 | 233680 | 35 | 2,63 | 0,6571 |
| 233700 | 233780 | 35 | 2,80 | 0,7000 |
| 233800 | 233880 | 35 | 2,63 | 0,6571 |
| 233900 | 233980 | 35 | 2,29 | 0,5714 |
| 234000 | 234080 | 35 | 2,29 | 0,5714 |
| 234100 | 234180 | 35 | 2,00 | 0,5000 |
| 234200 | 234280 | 35 | 2,03 | 0,5071 |
| 234300 | 234380 | 35 | 2,03 | 0,5071 |
| 234400 | 234480 | 35 | 2,09 | 0,5214 |
| 234500 | 234580 | 35 | 1,66 | 0,4143 |
| 234600 | 234680 | 35 | 1,49 | 0,3714 |
| 234700 | 234780 | 35 | 1,71 | 0,4286 |
| 234800 | 234880 | 35 | 1,80 | 0,4500 |
| 234900 | 234980 | 35 | 1,60 | 0,4000 |
| 235000 | 235080 | 35 | 1,43 | 0,3571 |
| 235100 | 235180 | 35 | 1,43 | 0,3571 |
| 235200 | 235280 | 35 | 1,26 | 0,3143 |

Fig.7.4.1.6.3 – Tabela de Dados de Índices de Qualidade Geométrica

O Padrão de Qualidade do Projeto Geométrico foi determinado, considerando-se as todas as ocorrências geométricas no Trecho-piloto, para segmentos de 20 em 20 metros, informações essas contidas na tabela IQ, parcialmente visualizada na figura 7.4.1.6.4.

Da Tabela 7.4.1.6.4, é parte da Tabela IQ do Banco de Dados do SIG. Foram utilizados os valores de IQgeom e gerado o Gráfico 7.4.1.6.5 da Qualidade do Projeto Geométrico. Analisado-o para um Desvio Padrão, foram fixados os limites superior e inferior da especificação geométrica:

- limite superior, 0,58 (indica ser Inaceitável todo índice que for acima desse);

- limite inferior, 0,37 (indica ser Desejável todo índice que for abaixo desse);

Neste intervalo a Qualidade é Aceitável e foi sub-dividida em faixas iguais, que correspondem a Qualidade Aceitável e Qualidade Aceitável com Restrições.

Esses são os valores de referência para o estabelecimento do **Padrão de Qualidade Geométrico**.

Padrão de Qualidade Geométrico, por Níveis:

Desejável,

→ $IQ_{geom} = < 0,37;$

Aceitável,

→ $0,37 < IQ_{geom} = < 0,48;$

Aceitável com Restrições,

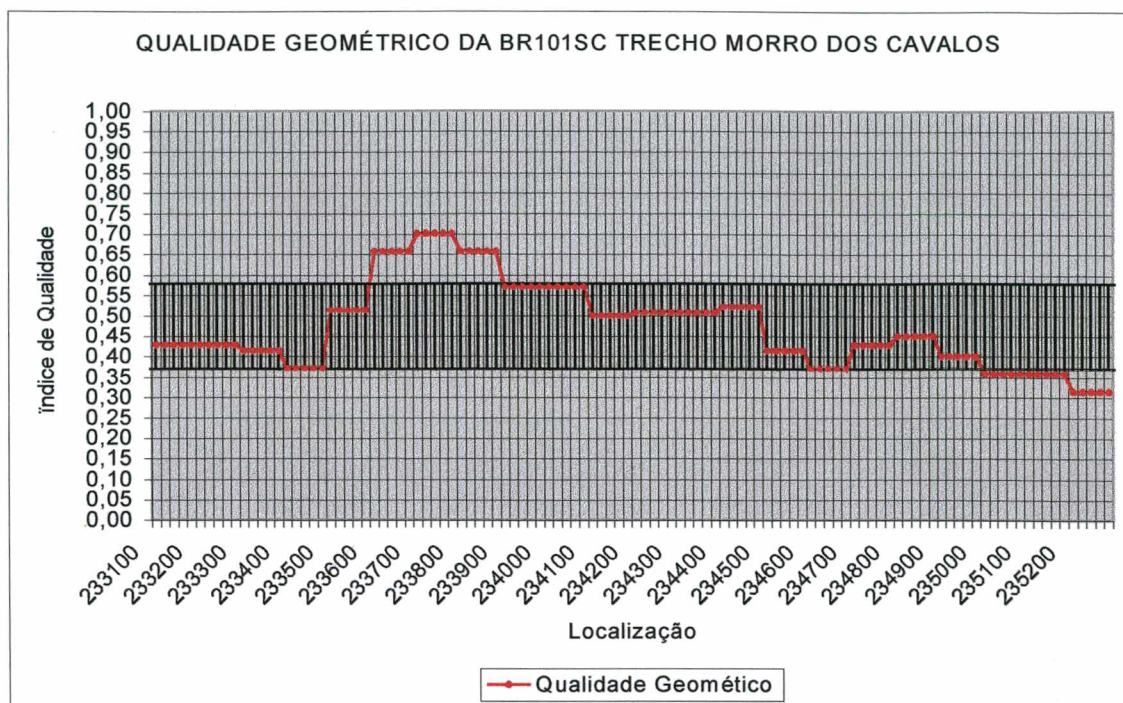
→ $0,48 < IQ_{geom} = < 0,58;$

Inaceitável,

→ $IQ_{geom} > 0,58;$

| mslnk | IQgeral | IQgeom | IQsinal | IQsuper |
|-------|---------|--------|---------|---------|
| 4 | 0,5039 | 0,4286 | 0,8333 | 0,3363 |
| 5 | 0,5039 | 0,4286 | 0,8333 | 0,3363 |
| 6 | 0,5039 | 0,4286 | 0,8333 | 0,3363 |
| 7 | 0,5039 | 0,4286 | 0,8333 | 0,3363 |
| 8 | 0,5091 | 0,4286 | 0,8333 | 0,3467 |
| 9 | 0,5091 | 0,4286 | 0,8333 | 0,3467 |
| 10 | 0,5098 | 0,4286 | 0,8333 | 0,3482 |
| 11 | 0,5150 | 0,4286 | 0,8333 | 0,3586 |
| 12 | 0,5039 | 0,4286 | 0,8333 | 0,3363 |
| 13 | 0,5091 | 0,4286 | 0,8333 | 0,3467 |
| 14 | 0,5107 | 0,4143 | 0,8333 | 0,3557 |
| 15 | 0,5330 | 0,4143 | 0,8333 | 0,4003 |
| 16 | 0,5218 | 0,4143 | 0,8333 | 0,3780 |
| 17 | 0,5270 | 0,4143 | 0,8333 | 0,3884 |
| 18 | 0,5159 | 0,4143 | 0,8333 | 0,3661 |
| 19 | 0,5073 | 0,3714 | 0,8333 | 0,3661 |
| 20 | 0,5073 | 0,3714 | 0,8333 | 0,3661 |
| 21 | 0,5408 | 0,3714 | 0,8333 | 0,4330 |
| 22 | 0,5356 | 0,3714 | 0,8333 | 0,4226 |
| 23 | 0,5125 | 0,3714 | 0,8333 | 0,3765 |
| 24 | 0,5463 | 0,5143 | 0,8333 | 0,3869 |
| 25 | 0,5411 | 0,5143 | 0,8333 | 0,3765 |

Fig. 7.4.1.6.4. – Exemplificação da Tabela de IQ

Gráfico 7.4.1.6.5. – Qualidade do Projeto Geométrico - Trecho-piloto

Analisando o Gráfico, constata-se que os segmentos que excederam ao limite superior compõem o segmento maior entre 233600 e 233900, e corresponde efetivamente um segmento com grande incidência de acidentes e de perda de conforto no Trecho-piloto.

A Qualidade do Projeto Geométrico é um atributo estabelecido para a rodovia discretizado por segmento, que é um elemento topológico identificado como feição, e é parte integrante do SIG. Utilizando o MSGG, após criado o Projeto e o Banco de Dados Tabular, foi criado o arquivo temático (thm) que contém os Níveis de Qualidade anteriormente identificados, através do qual se faz a ressimbolização temática, para posterior edição de Mapas.

A figura 7.4.1.6.6. contém a Ressimbolização Temática da Qualidade do Projeto Geométrico, referente a Prancha 14, e que corresponde ao Mapa Temático ilustrado na Folha 10 do ANEXO V desta Dissertação.

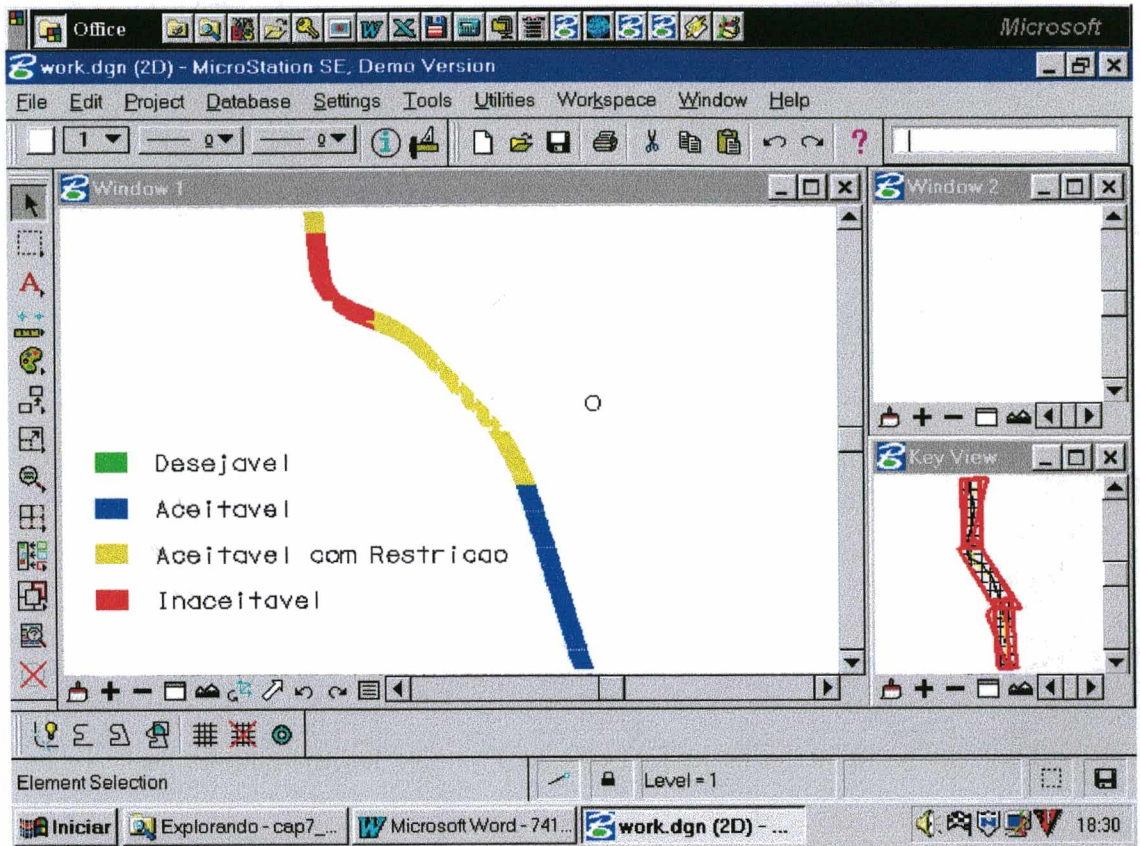


Fig. 7.4.1.6.6. – Detalhe da Ressimbolização Temática da Qualidade do Projeto Geométrico

7.4.2. – QUALIDADE DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO

Para o estabelecimento de referências e a determinação da qualidade da superfície do pavimento, neste trabalho, foram considerados:

- Da Norma do DNER-PRO 07-78 que fixa as condições exigíveis na avaliação da superfície de pavimentos com base no Valor da Serventia Atual, que é um método subjetivo de verificação de trechos com aproximadamente 600 metros com aspecto bastante uniforme e que possam ser avaliados em tempo de percurso num veículo em movimento, foram utilizados conceitos e a idéia geral de determinação do VSA. A forma de cálculo do Valor de Serventia Atual (VSA) e considerações de BALDO sobre o uso do VSA, constam da Revisão de Literatura.
- Da Norma do DNER-PRO 08-78 que define os procedimentos para avaliação objetiva da superfície de pavimentos, classifica defeitos do pavimento e define os critérios para avaliação das ocorrências, foram utilizados a nomenclatura de defeitos, a codificação e terminologia de ocorrências de defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos e a conceituação de deterioração do pavimento.
- A Norma DNER-TER 01-78 (Terminologia) define defeitos e os classifica, de modo a atender ao Anexo B da codificação das ocorrências de defeitos na superfície do pavimento, como consta da DNER-PRO 08-78.

Observação:

Remendo é classificado como defeito(DNER-PRO 08-78), porém a DNER-TER 01-78 não a relaciona como tal. O Autor desta dissertação define Remendo como:

“o resultado de uma ação de recuperação de regularidade da superfície do pavimento. Qualquer resultado indesejável decorrente de falhas na mistura, no manuseio e na compactação do concreto asfáltico, então deve ser considerado defeito”. Os defeitos aqui considerados são os enumerados, segundo o tipo, de 1 a 8, da Tabela 4.7.1.3, p.54, da Revisão de Literatura.

- o comprimento padrão do segmento com 20 metros, situados entre as estacas inteiras;
- os registros dos defeitos de superfície com o reconhecimento e a classificação deles individualizados em cada segmento por faixa de tráfego, mediante levantamento de campo feito a pé pelo Autor. Foi adotada a nomenclatura definida pelo DNER como referido anteriormente.

- os registros foram efetuados considerando todos os principais itens de ocorrência de defeitos mediante apontamentos feitos em planilha desenvolvida em Excel.

A metodologia aqui desenvolvida permite maior quantidade de informação por segmento para apuração da real das condições da superfície do pavimento, se comparado com os procedimentos previstos para a determinação do VSA e do IGG que alterna a coleta de informação sobre o pavimento para compor o inventário de defeitos. O critério de avaliação subjetiva para determinação do Índice Internacional de Irregularidade – IRI, padrão de medida proposto pelo Banco Mundial que permite avaliar conforto, é orientador à conceitos adotados, porém não foram utilizando os critérios e escala definida pela referida instituição.

Para a análise da qualidade da superfície de pavimento, foi considerado o Trecho-piloto, que é composto de 3 (três) faixas de tráfego, procedendo-se a análise de cada uma delas a cada 20 metros. O registro das ocorrências de defeitos é feito em planilha de dados ou formulário, por um profissional experiente, ou utilizando equipamento coletor para alimentação no Banco de Dados. Complementarmente, pode-se utilizar fotografias a curta distância ou aerofotos para complementar dados, ou dirimir dúvidas sobre uma determinada informação.

7.4.2.1. - Itens de Verificação de Defeitos da Superfície do Pavimento para Descobrir se são Causa Fundamental de Acidentes ou de Desconforto no Deslocamento de Veículos

Sob a ótica do usuário há qualidade da superfície de rolamento quando os defeitos por ventura existentes não o afetam. Assim, foi estabelecido que os defeitos (patologias) apresentam nível de severidade variável de acordo com a extensão e potencialidades de risco ao usuário. A exemplo da parametrização da qualidade geométrica, a qualidade das superfícies dos pavimentos pode ser avaliada por 4 (quatro) níveis de severidade, e que foram correlacionadas com as características dos defeitos:

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| - 1 (um) = Baixa; | - 3 (três) = Média-alta; |
| - 2 (dois) = Média-baixa; | - 4 (quatro) = Alta. |

As diferenciações entre os defeitos, implicam em atribuição de níveis de severidades diferentes. Pode-se avaliá-los de forma expedita, quando então se terá um conceito geral da qualidade, ou utilizando-se medições com precisão e se auferirá um conceito específico da qualidade.

Neste trabalho foram realizadas avaliações expeditas, embora o Banco de Dados esteja preparado para avaliação com maior nível de rigor utilizando medições locais. O conjunto de defeitos segundo Classificação do DNER-PRO 08-78, foram aqui associados a níveis de severidade (código de severidade) e são parte das ocorrências de pista relacionadas na tabela “codocorrpista” ANEXO II desta Dissertação. A figura 7.4.2.1.1. ilustra a estruturação e os itens considerados.

| codocorrP | elemento | descricao | codever |
|-----------|------------|--|---------|
| 1000 | patologias | deficiencias da superficie do pavimento p/deformacao ou fadiga, referencias DNER | |
| 1100 | trincas | ausentes ou incipientes na forma de fissuras ou ausentes | 1 |
| 1110 | trincasFC1 | isoladas, sem erosao acentuada nos bordos das trincas | 2 |
| 1111 | TRR | trincas isoladas devido a retracao termica da base ou revestimento | 2 |
| 1112 | TTC | trincas isoladas transversais curtas | 2 |
| 1113 | TTL | trincas isoladas transversais longas | 2 |
| 1114 | TLC | trincas isoladas longitudinais curtas | 2 |
| 1115 | TLL | trincas isoladas longitudinais longas | 2 |
| 1120 | trincasFC2 | interligadas, tipo jacare ou bloco, sem erosao acentuada nos bordos das trincas | 3 |
| 1121 | J | trincas interligadas, jacare, sem erosao acentuada nos bordos da trinca | 3 |
| 1122 | TB | trincas interligadas, bloco, sem erosao acentuada dos bordos das trincas | 3 |
| 1130 | trincasFC3 | interligadas, tipo jacare ou bloco, com erosao acentuada nos bordos das trincas | 4 |
| 1131 | JE | trincas interligadas, jacare, com erosao acentuada nos bordos das trincas | 4 |
| 1132 | TBE | trincas interligadas, bloco, com erosao acentuada nos bordos das trincas | 4 |

Fig. 7.4.2.1.1. – Defeitos de Superfície em Pavimentos (ilustração)

A tabela “codocorrpista” está estruturada para permitir cruzamentos com outras tabelas, das quais 9 (nove) são de ocorrências de superfície, e identificadas como “ocorre_____”, conforme consta na figura ao lado (fig. 7.4.2.1.2)

| Tabela | Ação |
|-----------------------|-----------|
| indices | Abrir |
| IQ | Estrutura |
| maps | Novo |
| mscatalog | Qualik |
| msforms | Qualik |
| numacidente | Qualik |
| ocorreAcost | Qualik |
| ocorreDeformCont | Qualik |
| ocorreDeformCorrug | Qualik |
| ocorreDeformLocal | Qualik |
| ocorreFatExogAgua | Qualik |
| ocorreFatExogOleo | Qualik |
| ocorreFatExogVeget | Qualik |
| ocorreGeomAcess | Qualik |
| ocorreGeomAlt | Qualik |
| ocorreGeomPlan | Qualik |
| ocorrenciaGeometrico | Qualik |
| ocorrenciaGeral | Qualik |
| ocorrenciaSinalizacao | Qualik |
| ocorrenciaSuperficie | Qualik |
| rodov | rodov |

Fig. 7.4.2.1.2. – Tabelas de Ocorrências de Superfície do Pavimento e Outras

7.4.2.2. - Registros de Dados de Ocorrências de Superfície do Pavimento

As ocorrências na superfície do pavimento, foram registradas em Folha de Dados de tabelas “ocorre ____”. A ilustração Figura 7.4.2.2.1. da tabela Ocorrência de Deformação Local, com destaque para o segmento 233480 (km233+480 metros), faixa da direita, com deformação ATC ou ALP e nível de severidade 2 (código 1202).

| segment | faixa | ocorrencia |
|---------|---------|------------|
| 233480 | Adicion | 1201 |
| 233480 | Direita | 1202 |
| 233480 | Esquer | 1202 |
| 233500 | Adicion | 1203 |
| 233500 | Direita | 1204 |
| 233500 | Esquer | 1205 |
| 233520 | Adicion | 1206 |
| 233520 | Direita | 1207 |
| 233520 | Esquer | 1208 |
| 233540 | Adicion | 1300 |
| 233540 | Direita | 1201 |
| 233540 | Esquer | 1201 |
| 233560 | Adicion | 1201 |
| 233560 | Direita | 1201 |
| 233560 | Esquer | 1201 |

| Código | Descrição |
|--------|-----------|
| 1202 | ATC e ALP |
| 1203 | ATC e ALP |
| 1204 | ATC e ALP |
| 1205 | ATP |
| 1206 | ATP |
| 1207 | ATP |
| 1208 | ATP |
| 1300 | O |

Fig. 7.4.2.2.1. – Folha de Dados da tabela de ocorrência de deformação local

A estruturação da tabela “ocorre ____” é a mesma para cada uma das ocorrências de deformação como é visualizado na Figura 7.4.2.1.2. A separação em várias tabelas foi necessária em virtude do grande número de códigos de ocorrências (vide tabela “codocorrpista”) necessários ao ordenamento das ocorrências que estão discretizadas de 20 em 20 metros e por faixa de tráfego. No Trecho-piloto, foram efetuados 2.638 registros de dados de ocorrências de superfície do pavimento.

O Formulário é um objeto do Banco de Dados que agiliza consultas ou

segmento

Segmento: 233480 Curva: Horizontal Vertical

Deformação: Fatores Exógenos Outros

Continua

Faixa: Adicional

Ocorrência: 1205

Registro: 1 de 3

Corrugada

Faixa: Adicional

Ocorrência: 1301

Registro: 1 de 3

Localizada

Faixa: Adicional

Ocorrência: 1201

Registro: 1 de 3

Registro: 1 de 115

inserção de dados. A Figura 7.4.2.2.2. exemplifica o Formulário Segmento. Nele é registrada a situação geométrica: em tangente ou em curva, e se essa tem superposição com curva vertical, referentes a 115 segmentos cadastrados, com 3 (três) registros de informação de ocorrências em cada um.

Fig. 7.4.2.2.2. – Formulário do Banco de Dados BR101

7.4.2.3. – Determinação do Índice de Qualidade da Superfície do Pavimento

É fundamental que estejam identificadas as estacas no terreno para o levantamento de dados (registros das ocorrências de superfície do pavimento), os quais serão efetuados percorrendo a pé ao longo dos bordos da pista e anotados em folha de dados ou formulário de dados utilizando computador portátil para processamento.

Para a determinação do Índice de Qualidade da Superfície do Pavimento, é feita a identificação do nível de severidade de cada ocorrência existente no segmento. A seguir calcular a média aritmética dessas severidades por segmento, dividido pelo número de ocorrências de severidade do segmento analisado. Os cálculos são efetuados a partir de *queries* (consultas), utilizando Structural Queries Language (SQL) que permitem realizar pesquisas de tabelas, entre *table join* (tabelas relacionadas) e ainda através de macros. As macros são recursos de consulta que permitem a racionalização de procedimentos, no caso, entre consultas. Nas Figuras 7.4.2.3.1. e 7.4.2.3.2., visualiza-se a Macro “Ocorrências de Superfície”, que tem a finalidade de obtenção do Índice de Qualidade da Superfície no Trecho-piloto.

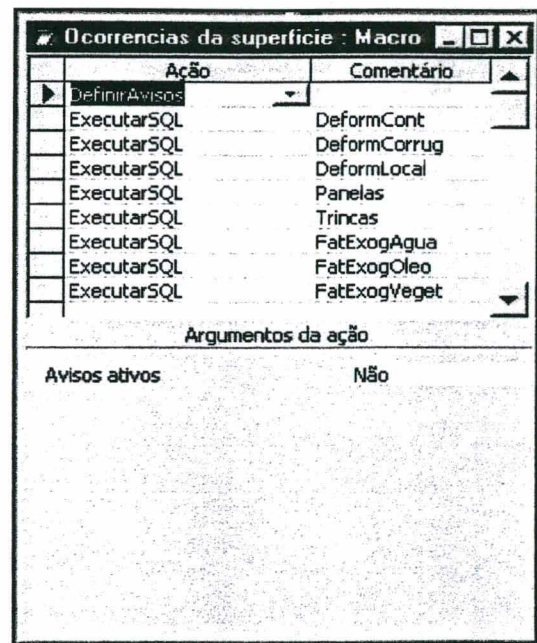


Fig. 7.4.2.3.1. – Macro

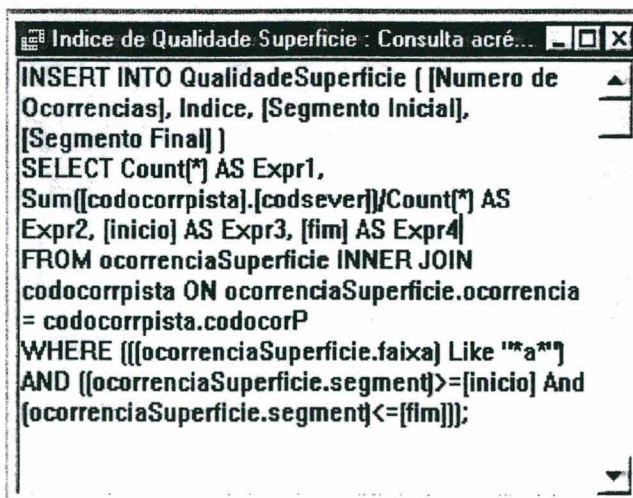


Fig. 7.4.2.3.2. – Ilustração de SQL

Com a Macro ativada são processados os cálculos de acordo com as SQLs construídas, como exemplificado ao lado. Foi determinado o Índice de Qualidade por Faixa de Tráfego a partir dos níveis de severidade das ocorrências.

O Índice de Qualidade da Superfície do Pavimento, pode ser calculado de 100 em 100 metros, porém há perda de informações localizadas, sendo recomendável que seja realizada de 20 em 20 metros e por faixa de tráfego, determinando-se então o Índice de Qualidade da Superfície por Faixa de Tráfego.

A Figura 7.4.2.3.3. contém partes de duas tabelas que fazem parte do Banco de Dados “br101”, Qualidade da Superfície por Faixas de Tráfego e Qualidade Geral da Superfície, discretizadas por segmentos com comprimentos de 20 e de 100 metros. Na primeira parte da figura estão os dados referenciados ao *mmlink* que é um contador, ordenador de dados básicos, necessário para o relacionamento com o Geographics. Ele expressa a ordem seqüencial dos segmentos do Trecho-piloto, dados esses que são associados a feição “segmento” da categoria “rodovia” do projeto “br101” criado naquele gerenciador de SIG. Nessa tabela os Índices de Qualidade (IQ) são calculados automaticamente, segmento a segmento, para cada uma das faixas: direita (IQd), esquerda (IQe) e adicional (IQa). Esses IQ são calculados pela média aritméticas das 8 (oito) ocorrências, conforme indicado na Figura 7.4.2.3.3, obtendo-se o índice que é dividido por 4 (quatro) que é o número de níveis de severidade.

| QualidadeFaixas - Tabela | | | | QualidadeSuperficie - Tabela | | | | |
|--------------------------|--------|--------|--------|------------------------------|--------------|--------|--------|---------|
| mmlink | IQe | IQd | IQa | Segmento Iní | Segmento Fin | Numero | Indice | IQsuper |
| 4 | 0,3214 | 0,3750 | 0,3125 | 233100 | 233180 | 115 | 1,36 | 0,3391 |
| 5 | 0,3214 | 0,3438 | 0,3438 | 233200 | 233280 | 115 | 1,39 | 0,3478 |
| 6 | 0,3214 | 0,3438 | 0,3438 | 233300 | 233380 | 115 | 1,52 | 0,3804 |
| 7 | 0,3214 | 0,3438 | 0,3438 | 233400 | 233480 | 115 | 1,58 | 0,3957 |
| 8 | 0,3214 | 0,3750 | 0,3438 | 233500 | 233580 | 115 | 1,56 | 0,3891 |
| 9 | 0,3214 | 0,3750 | 0,3438 | 233600 | 233680 | 115 | 1,88 | 0,4696 |
| 10 | 0,3571 | 0,3750 | 0,3125 | 233700 | 233780 | 115 | 1,81 | 0,4522 |
| 11 | 0,3571 | 0,4063 | 0,3125 | 233800 | 233880 | 115 | 1,59 | 0,3978 |
| 12 | 0,3214 | 0,3750 | 0,3125 | 233900 | 233980 | 115 | 1,43 | 0,3565 |
| 13 | 0,3214 | 0,4063 | 0,3125 | 234000 | 234080 | 115 | 1,59 | 0,3978 |
| 14 | 0,2857 | 0,4375 | 0,3438 | 234100 | 234180 | 115 | 1,37 | 0,3413 |
| 15 | 0,3571 | 0,5000 | 0,3438 | 234200 | 234280 | 115 | 1,54 | 0,3848 |
| 16 | 0,3214 | 0,4375 | 0,3750 | 234300 | 234380 | 115 | 1,61 | 0,4022 |
| 17 | 0,3214 | 0,4688 | 0,3750 | 234400 | 234480 | 115 | 1,63 | 0,4065 |
| 18 | 0,2857 | 0,4688 | 0,3438 | 234500 | 234580 | 115 | 1,48 | 0,3696 |
| 19 | 0,2857 | 0,4688 | 0,3438 | 234600 | 234680 | 115 | 1,45 | 0,3630 |
| 20 | 0,2857 | 0,4688 | 0,3438 | 234700 | 234780 | 115 | 1,47 | 0,3674 |
| 21 | 0,3929 | 0,4688 | 0,4375 | 234800 | 234880 | 115 | 1,41 | 0,3522 |
| 22 | 0,3929 | 0,4375 | 0,4375 | 234900 | 234980 | 115 | 1,59 | 0,3978 |
| 23 | 0,2857 | 0,4375 | 0,4063 | 235000 | 235080 | 115 | 1,44 | 0,3609 |
| 24 | 0,2857 | 0,4688 | 0,4063 | 235100 | 235180 | 115 | 1,30 | 0,3261 |
| 25 | 0,2857 | 0,4375 | 0,4063 | 235200 | 235280 | 115 | 1,49 | 0,3717 |

Fig. 7.4.2.3.3. Exemplificação da Folhas de Dados das Tabelas de Qualidade de Superfície

A segunda parte figura, contém o dados referenciados a um conjunto de 5 (cinco) segmentos, sendo necessário estruturá-la com segmento inicial e final para o reconhecimento quando do relacionamento entre tabelas.

A Qualidade da Superfície do Pavimento determinada através do Banco de Dados ACCESS estruturado para SIG, tem vinculação com as correspondentes feições do projeto “br101” permitindo a construção o Mapa Temático Qualidade da Superfície, como ilustrado no detalhe da figura 7.4.2.3.4.

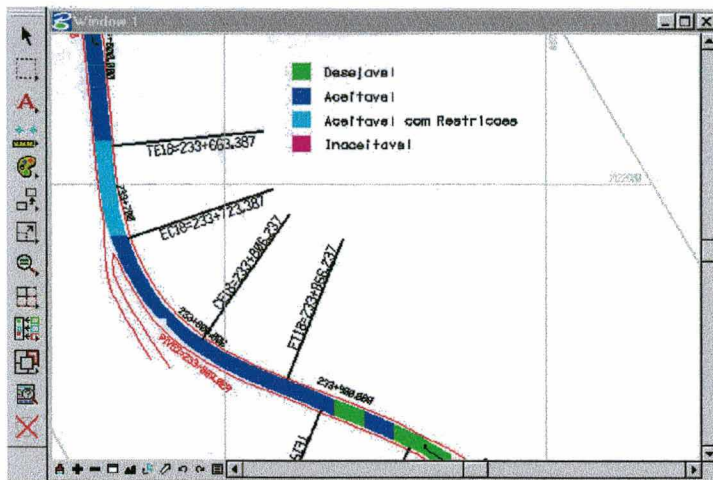


Fig. 7.4.2.3.4. – Detalhe do Mapa Temático Qualidade da Superfície

A Qualidade da Superfície por Faixa de Tráfego visualizada na figura 7.4.2.3.5. é resultante da ressimbolização temática, conforme detalhe ao lado, e mesmo sem a legenda visível pode-se interpretar os resultados visualizando a figura 7.4.2.3.4.

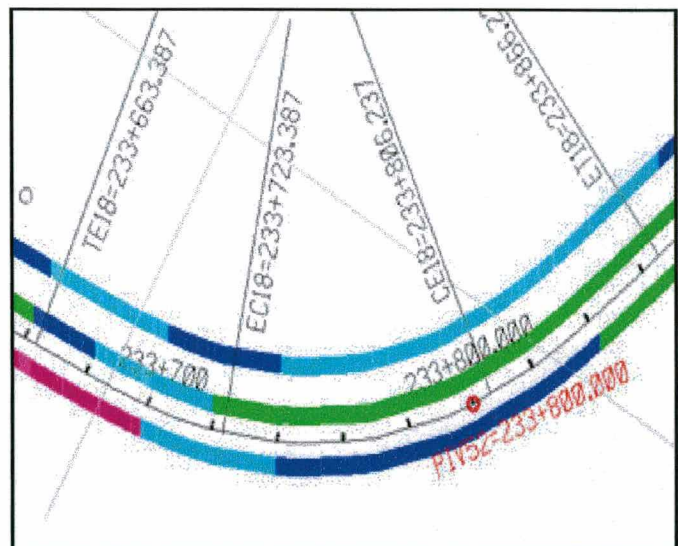


Fig.7.4.2.3.5. – Detalhe da Qualidade da Superfície por Faixa de Tráfego

Outros itens de verificação da superfície foram considerados no cálculo da qualidade da superfície do pavimento, são os fatores exógenos e que estão codificados na tabela “codocorrpista” e podem estar presentes em cada segmento da rodovia.

| codocorrpista | elemento | descricao |
|---------------|------------|---|
| 4000 | exogenos | agua, graxas, oleos, solos transportados |
| 4011 | agua | é canalizada para a sarjeta, meio-fio, ou para fora da plataforma, escoando sem transbordamento |
| 4012 | agua | é canalizada para a sarjeta, meio-fio, ou base da banqueta, por onde escoo c/transbordamento eventual sobre o acostamento |
| 4013 | agua | é canalizada para a sarjeta, meio-fio, ou base da banqueta, escoando pelo acostamento com repetitividade |
| 4014 | agua | é canalizada porem transborda escoando sobre a pista, atravessando-a ou alagando-a com repetitividade |
| 4021 | oleo/graxa | ausente ou incipiente |
| 4022 | oleo/graxa | perceptivel por análise expedita, ocorrendo na regio central da faixa faixa de tráfego ascendente, ou é indefinida na fx. descendente |
| 4023 | oleo/graxa | perceptivel por análise expedita, ocorrendo na regio central da faixa faixa de tráfego descendente |
| 4024 | oleo/graxa | perceptivel por análise expedita, ocorrendo tambem sobre a regio de trilhas de roda de qualquer faixa de trafego |
| 4031 | solos | ausente |
| 4032 | solos | presente apenas no acostamento para o lado externo das curvas horizontais |
| 4033 | solos | presente sobre a pista nas áreas de frenagem antes das curvas ou aproximacoes de pontes ou viadutos |
| 4034 | solos | presente em mais de 2 metros de extensao na faixa de trafego |
| 4041 | vegetacao | a vegetacao é cortada, havendo permanente servico de limpeza da faixa de dominio |
| 4042 | vegetacao | há vegetacao na faixa de dominio, mas não há perda de visibilidade de placas ou reducao da distancia de visibilidade de parada |
| 4043 | vegetacap | há vegetacao na faixa de dominio, c/perda parcial de visibilidade de placas e perceptivel reducao da distancia de visib. de parada |
| 4044 | vegetacao | há vegetacao na faixa de dominio, c/perda total de visibilidade de placas e acentuada reducao da distancia de visibilidade de parada |

Fig. 7.4.2.3.6. – Elementos Exógenos que podem afetar a superfície do pavimento

7.4.2.4. - Verificação de Ocorrências na Superfície do Pavimento Asfáltico da BR101SC, no Trecho-piloto

Exemplificando algumas ocorrências de pista, no que concerne a defeitos e presença de elementos exógenos indesejáveis, as quais estão cadastradas na tabela “codocorrpista”. As paisagens a seguir apresentam detalhes que são comentados, a partir da identificação de ocorrências localizadas na superfície do pavimento.

Figura 7.4.2.4.1. – Interpretação: próximo do início do trecho onde podem ser identificados, pequenos defeitos na pista, localizados, com o asfalto em processo inicial de desagregação para formação de panelas. Não há sarjeta ao longo do trecho, escoando a água sobre o acostamento, e no ponto onde há o guard-rail, há uma deformação crescente produzida por cisalhamento da plataforma, originada por processo de erosão por cavitação do talude em aterro. No acostamento há um anteparo construído com concreto asfáltico para impedir que a água escoe pelo local, desviando-a para o acostamento. As águas escoam por mais de 500 metros pelo escoamento, descendente, atravessando a pista em dois locais, conforme Laudo Pericial referido na bibliografia. Percebe-se pouca incidência de óleos e graxas na seqüência de segmentos.



Fig. 7.4.2.4.1. - Foto BR101SC (233140D)



Fig. 7.4.2.4.2. – FotoBR101SC (234600D)

Figura 7.4.2.4.2. – Interpretação: deformações localizadas de pequena expressão, porém a incidência de óleos e graxas é maior também na faixa da direita. Na faixa da esquerda visualiza-se trilhas de roda. Outras vistas permitem visualizar em detalhe as trilhas de roda e a importância dessa deformação no trecho. A separação das faixas de tráfego de sentidos opostos se faz por tachões a partir da 234540. Em ambas as fotos, percebe-se o porte da vegetação arbustiva indicando não existir conservação e limpeza. Não há placas de sinalização ao longo dessa paisagem.

Figura 7.4.2.4.3. – No detalhe de defeito importante do pavimento produzindo desconforto e riscos aos usuários pela desagregação de elementos do concreto asfáltico. Esse defeito é múltiplo pela associação de ALC(afundamento de consolidação local), ALP(afundamento plástico local), E(escorregamento do revestimento betuminoso), D(desgaste), e P(panela). As trilhas de roda contribuem para que as águas sejam canalizadas para a área deteriorada do pavimento.

Fig. 7.4.2.4.4. – Detalhe de TLL(trinca longitudinal longa), com erosão inicial das bordas. As trilhas de roda contribuem para canalizar a água para as trincas.



Fig. 7.4.2.4.3. - Foto BR101SC (234040A)



Fig. 7.4.2.4.4. – FotoBR101SC (234220D)

7.4.3. – QUALIDADE DA SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO

Para o estabelecimento de referências da qualidade da sinalização de trânsito em rodovias, foram considerados:

- o Código de Trânsito Brasileiro (Cap.4 - p.40);
- o Manual de Sinalização de Trânsito/ DENATRAN (Cap.4 - p.42);
- o Manual de Conservação Rodoviária/DNER (Cap.4 – p.43).

A discriminação dos elementos de sinalização de trânsito estão de acordo com o Código de Trânsito Brasileiro, e constam do ANEXO III.

7.4.3.1. – Ítens de Verificação de Falhas de Sinalização de Trânsito para Descobrir se são Causa Fundamental de Acidentes

Considerando-se que a sinalização de trânsito tem por objetivos: disciplinar, alertar e orientar o motorista durante seu deslocamento em viagem, e que são elementos imprescindíveis nas rodovias visando garantir a segurança no tráfego de veículos, a sua existência ou não, bem como o estado de conservação estarão também referenciados à níveis de severidade de sinalização, os quais deverão ser analisados de acordo com a conformação geométrica e comparativamente ajustada aos níveis de severidade geométrico e complementarmente aos níveis de severidade da superfície do pavimento.

Certamente o elevado número de acidentes num segmento ou seqüência de segmentos, determina que um trecho seja analisado maior rigor. Deve-se analisar se elementos ou conjuntos deles referentes a geometria e superfície do pavimento tem influência sobre a sinalização de trânsito e impõem o seu redimensionamento. As alterações efetuadas na sinalização de trânsito rápida e de menor custo de implementação, se comparado com alterações geométricas e na pavimentação.

A exemplo da parametrização da qualidade geométrica e da superfície dos pavimentos, foram considerados 4 (quatro) níveis de severidade à sinalização:

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| - 1 (um) = Baixa; | - 3 (três) = Média-alta; |
| - 2 (dois) = Média-baixa; | - 4 (quatro) = Alta. |

Esses níveis de severidade, chamados códigos de severidade na tabela “codocorrpista”, estão vinculados a códigos de ocorrência de pista, com descrição da situação geral da sinalização conforme explicitado na fig. 7.4.3.1., a seguir:

| codocorrP | elemento | descricao |
|-----------|------------|--|
| 2001 | sinalizvia | completa e com refletividade dos elementos de sinalizacao (marcas horizontais, placas, etc), em todo o segmento |
| 2002 | sinalizvia | completa e com refletividade dos elementos de sinalizacao (marcas horizontais, placas, etc), pelo menos na faixa descendente |
| 2003 | sinalizvia | sinalizacao vertical incompleta, porerm há boa refletividade das marcas de sinalizacao horizontal de pista (eixo e bordos) |
| 2004 | sinalizvia | incompleta sinalizacao horizontal e vertical, e com baixa ou inexistente refletividade da sinalizacao horizontal de pista |

Fig. 7.4.3.1. - Sinalização Viária com Código de Ocorrência e Vinculação de Severidade

7.4.3.1.1. - Ítems de Verificação da Sinalização Vertical

Considerou-se que os ítems de verificação da sinalização vertical de interesse, para avaliação posterior do Trecho-piloto, necessitam:

1. Obedecer a uma hierarquização na implementação da sinalização vertical, atendendo à: exigibilidades (regulamentação) e orientações (advertência e indicação).
2. Atender com eficácia aos propósitos para os quais são instalados, especialmente relativos a:
 - localização;
 - visibilidade;
 - legibilidade;
 - conservação.
3. Atender à exigências de colocação de placas de Regulamentação, e no mínimo:
 - 3.1. - Placa R-7 (proibido ultrapassar) mesmo sendo opcional quando existir marcação de pista indicando a proibição de ultrapassagem devem ser colocadas, a cada 500 metros no sentido do tráfego em que o trecho é descendente.
 - 3.2. - Placa R-19 (velocidade máxima permitida) depende dos fatores intervenientes: zona de aplicação, características do pavimento, estado dos acostamentos, conformação geométrica do eixo da via, velocidade respeitada por até 85% dos condutores dos veículos, as condições específicas de segurança em curvas ou locais com perigo potencial, e o registro de acidentes.

A redução de velocidade deve ser indicada por sucessivas placas com decréscimo de 10km/h a cada 75 metros ou 20km/h a cada 150 metros. As distâncias entre placas que fixam uma mesma velocidade não devem exceder a 10 minutos na referida velocidade, entretanto, em trechos descendentes pode-se reduzi-la de acordo com o risco potencial de acidentes.

Um trecho regulamentado para 60 km/h deve permanecer assim no mínimo por 500 metros, e para 80 km/h esse mínimo é de 1000 metros.

- 3.3. - Placa R-27 (Veículos Lentos usem a Faixa da Direita) deve ser colocada quando existir faixa de tráfego adicional e posicionadas entre si a cada 500 metros respeitadas as limitações inicial (150 metros) e final (75 metros).
4. Atender à exigências de colocação de placas de Advertência, e no mínimo:
 - 4.1. - Placa A-1a (curva acentuada a esquerda), e não, A-2a (curva a esquerda), recomendável para as condições geométricas no Trecho-piloto.
 - 4.2. - Placa A-21c (estreitamento de pista a direita), advertindo para o término da faixa adicional.
 - 4.3. - Placa A-28 (pista escorregadia) é um aconselhável dispositivo para aumentar o estado de alerta do motorista, e deve ser implantada nos trechos onde por inspeção visual, foto ou aerofoto ficar caracterizado que existe: área extensa com óleo e graxas, exsudação do asfalto, trilhas de rodas com nível de severidade superior a 2 ou ainda transposição de água no pavimento ou nele haja o empoçamento.
 - 4.4. - Dispositivos delimitadores
 - 4.4.1. - Os dispositivos D-1(balizadores laterais de pista) tem dupla função: por serem refletivos orientam os motoristas quanto ao percurso e permitem determinar localizações com maior precisão.
 - 4.4.2. - Os dispositivos D-3 (tachas e tachões), tem dupla função: orientam o motorista em seu percurso e disciplinam a corrente de tráfego.
 - 4.4.3. – Os dispositivos D-5 (guard-rail e muros), necessários à segurança de veículos desgovernados, a fim de que permaneçam na plataforma.
5. Atender à orientação de colocação de placas de Indicação.

As placas de indicação melhoram o conforto porém não interferem na segurança viária, e embora sejam consideradas no Banco de Dados não serão aqui comentadas.

7.4.3.1.2. - Ítens de Verificação da Sinalização Horizontal

Considerou-se que os itens de verificação da sinalização horizontal de interesse, para avaliação posterior do Trecho-piloto, necessitam:

1. Atender à: exigências (regulamentação) e orientações (advertência e indicação).
2. Atender com eficácia aos propósitos para os quais são instalados, especialmente relativos a:
 - localização;
 - visibilidade;
 - legibilidade;
 - conservação.
3. Atender as recomendações do Manual de Sinalização Horizontal do DENATRAN especialmente quando se tratar de pintura de marcas longitudinais formando linhas de divisão ou linhas de bordo, as quais devem sempre apresentar boa refletividade.

Os níveis de severidade das marcas longitudinais (linhas) podem ser determinados por levantamento subjetivo (análise visual do desgaste, normalmente perceptível pelos tons da coloração) ou por levantamento objetivo calculando-se o desgaste do *drop on*, (micro-esferas de vidro), ou do pré-mix (tinta com micro-esferas de vidro). A qualidade da sinalização horizontal é medida especialmente pelas linhas de divisão de faixas de tráfego e de bordo.

7.4.3.2. - Registros de Dados de Ocorrências de Sinalização de Trânsito

As ocorrências de sinalização, podem ser contínuas (sinalização horizontal) ou descontínuas (sinalização vertical), entretanto para as últimas há necessidade de serem considerados os segmento de aproximação dos locais desse tipo de sinalização. A figura 7.4.3.2., “ocorreSinalizVia” e que faz parte do Banco de Dados BR101 desta dissertação, contém os dados primários sem o ajustamento dos dados aos segmentos de aproximação. A precedência, ou prioridade da informação nos

segmentos de aproximação, é dada pelas Placas de Regulamentação, seguidas das Placas de Advertência. Na Tabela 7.4.3.2. é visualizada a abertura da janela da tabela “codTransBras” a qual contém o cadastro de todas ocorrências regulamentadas pelo CONTRAN. O registro de dados em campo pode ser efetuado utilizando o formulário que está exemplificado na figura 7.4.2.2.2., anteriormente relatado.

Tab. 7.4.3.2. – Folha de Dados da tabela de ocorrência de sinalização (detalhe de registro da sinalização vertical por segmento e por faixa de tráfego situação atual e desejável)

| ocorreSinalizVia : Tabela | | | | | |
|---------------------------|-----------|-----------|--------------|--|--------------|
| segment | faixa | ocorrenca | SinVertExist | | SinVertDesej |
| 233620 | Adicional | 2004 | | | |
| 233620 | Direita | 2004 | | | |
| 233620 | Esquerda | 2003 | | | |
| 233640 | Adicional | 2004 | | | |
| 233640 | Direita | 2004 | | | |
| 233640 | Esquerda | 2003 | | | |
| 233660 | Adicional | 2004 | | | |
| 233660 | Direita | 2004 | A-5a | | A-1a |
| 233660 | Esquerda | 2003 | I-7 | | |
| 233680 | Adicional | 2004 | | | |
| 233680 | Direita | 2004 | I-10 | | |
| 233680 | Esquerda | 2003 | | | |
| 233700 | Adicional | 2004 | | | R-27 |
| 233700 | Direita | 2004 | | | R-27 |
| 233700 | Esquerda | 2003 | | | |
| 233720 | Adicional | 2004 | | | |
| 233720 | Direita | 2004 | | | |
| 233720 | Esquerda | 2003 | | | |
| 233740 | Adicional | 2004 | | | |
| 233740 | Direita | 2004 | | | |
| 233740 | Esquerda | 2004 | | | |
| 233760 | Adicional | 2004 | | | |
| 233760 | Direita | 2004 | | | |
| 233760 | Esquerda | 2004 | | | |

R-27
 R-27 veiculos lentos usem faixa da direita
 R-28 mao dupla
 R-29 proibido transito de pedestres
 R-30 pedestre ande pela esquerda
 R-31 pedestre ande pela direita
 R-32 circulacao exclusiva de onibus
 R-33 sentido circular obrigatorio
 R-34 circulacao exclusiva de bicicletas

7.4.3.3. - Determinação do Índice de Qualidade da Sinalização do Pavimento

Para a determinação do Índice de Qualidade da Sinalização verificar as severidades existentes num conjunto de segmentos, e em especial quando possam influir na segurança medida pelo número de acidentes ocorridos em 3 anos. A Qualidade da Sinalização é determinada considerando-se a média aritmética das ocorrências de sinalização horizontal e vertical, medidos através de seus níveis de severidade, em cada segmento. Como resultado são obtidos Índices de Qualidade da

Sinalização que são comparados com o Padrão de Qualidade Geométrico. A Tabela 7.4.3.3.1. foi estruturada com os códigos das ocorrências de sinalização horizontal e vertical existentes e desejável.

Tab. 7.4.3.3.1. – Exemplificação da tabela Ocorrência de Sinalização

| segment | faixa | ocorrenca | codsever | SinVertExist | SinHorizExist | SinVertDesej | SinHorizDesej |
|---------|----------|-----------|----------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| 233040 | Esquerda | 2003 | | | 2653 | | 2653 |
| 233040 | Direita | 2004 | | | 2657 | | 2657 |
| 233060 | Direita | 2004 | | | 2657 | | 2657 |
| 233060 | Esquerda | 2003 | | | 2653 | | 2653 |
| 233080 | Direita | 2004 | | | 2657 | | 2657 |
| 233080 | Esquerda | 2003 | | | 2653 | | 2653 |
| 233100 | Esquerda | 2003 | | | 2653 | | 2653 |
| 233100 | Direita | 2004 | | | 2657 | 2810 | 2657 |
| 233120 | Direita | 2004 | | | 2657 | | 2657 |
| 233120 | Esquerda | 2003 | | | 2653 | | 2653 |
| 233140 | Direita | 2004 | | | 2657 | | 2657 |
| 233140 | Esquerda | 2003 | | | 2653 | | 2653 |
| 233160 | Direita | 2004 | | | 2657 | | 2657 |
| 233180 | Esquerda | 2003 | | | 2653 | | 2653 |
| 233180 | Direita | 2004 | | | 2657 | | 2657 |
| 233180 | Esquerda | 2003 | | | 2653 | | 2653 |
| 233200 | Direita | 2004 | | | 2657 | | 2657 |
| 233200 | Esquerda | 2003 | | | 2653 | | 2653 |
| 233220 | Direita | 2004 | | | 2657 | 2711 | 2657 |
| 233220 | Esquerda | 2003 | | | 2653 | | 2653 |
| 233240 | Direita | 2004 | | | 2657 | | 2657 |
| 233240 | Esquerda | 2003 | | | 2653 | | 2653 |

7.4.3.4. – Verificação das Ocorrências de Sinalização no Trecho-piloto

Tab. 7.4.3.3.2. Exemplificação da Tabela de Qualidade de Sinalização

As ocorrências determinadas para cada segmento definem o índice de verificação da qualidade de sinalização o qual é referência para a obtenção do IQsinal (índice de qualidade da sinalização), como ilustrado na Tab. 7.4.3.3.2.

| Segmento Inicial | Segmento Final | Numero de Ocorrências | Índice | IQsinal |
|------------------|----------------|-----------------------|--------|---------|
| 233180 | 233180 | 15 | 3,33 | 0,8333 |
| 233200 | 233280 | 15 | 3,33 | 0,8333 |
| 233300 | 233380 | 15 | 3,33 | 0,8333 |
| 233400 | 233480 | 15 | 3,33 | 0,8333 |
| 233500 | 233580 | 15 | 3,33 | 0,8333 |
| 233600 | 233680 | 15 | 3,33 | 0,8333 |
| 233700 | 233780 | 15 | 3,73 | 0,9333 |
| 233800 | 233880 | 15 | 3,47 | 0,8667 |
| 233900 | 233980 | 15 | 3,33 | 0,8333 |
| 234000 | 234080 | 15 | 3,33 | 0,8333 |
| 234100 | 234180 | 15 | 3,33 | 0,8333 |
| 234200 | 234280 | 15 | 3,33 | 0,8333 |
| 234300 | 234380 | 15 | 3,33 | 0,8333 |
| 234400 | 234480 | 15 | 3,33 | 0,8333 |
| 234500 | 234580 | 15 | 3,07 | 0,7667 |
| 234600 | 234680 | 15 | 2,67 | 0,6667 |
| 234700 | 234780 | 15 | 2,67 | 0,6667 |
| 234800 | 234880 | 15 | 2,67 | 0,6667 |
| 234900 | 234980 | 15 | 2,67 | 0,6667 |
| 235000 | 235080 | 15 | 2,67 | 0,6667 |
| 235100 | 235180 | 15 | 2,67 | 0,6667 |
| 235200 | 235280 | 15 | 2,67 | 0,6667 |
| * | 0 | 0 | | 0,0000 |

7.4.3.4.1. – Sinalização Vertical

A sinalização vertical é precária no trecho, existem apenas uma placa de regulamentação, uma placa de advertência, 4 placas de indicação e 1 dispositivo de segurança:

1. A Placa de Regulamentação R-7 (proibido ultrapassar) está situada no sub-trecho entre as localizações 234540 e 235320, que tem a linha de divisão dos fluxos opostos dupla contínua (proibido ultrapassar) densificada por tachões. Essa placa não tem finalidade onde está situada.
2. A Placa de Advertência A-5a (curva em “s” a esquerda) adverte para uma sucessão de duas curvas de sentidos opostos. Essa placa não põe em alerta o motorista, sendo recomendável na aproximação da curva, que tem o raio de 130 metros, o uso da Placa A-1a (curva fechada a esquerda).
3. A Placa de Indicação I-7 (marcação placa quilométrica), tem duas uma no sentido Norte-Sul (km234) e outra sentido Sul/Norte (km233).
4. A Placa de Indicação I-10 (localização) indica o acesso a Vila Massiambú.
5. A Placa de Indicação I-12 (serviço telefônico) indica local de operação de telefonia, entrada da Praia do Sonho.
6. O Dispositivo de Segurança D-5 (muro de concreto), tem a finalidade de defesa. Há catadióptricos no muro porém não apresenta boa refletividade.
Não há outros elementos de Sinalização Vertical no trecho.

7.4.3.4.2 - Sinalização Horizontal

A sinalização horizontal existente no trecho é restrita a marcas longitudinais e a dispositivos delimitadores.

1. Dispositivos Delimitadores M-3(linhas de divisão de fluxos opostos dupla contínua); é contínua em toda a extensão do trecho, estando com diferentes graus de degradação e mais acentuados em sub-trechos onde não há tachões.
2. Dispositivos Delimitadores M-7 (linhas de bordo contínuas); estão desgastadas ou inexistem ao longo do trecho.
3. Dispositivos Delimitadores M-6 (linhas de divisão de fluxos de mesmo sentido seccionadas); inexistem e depreende-se de que não houve alargamento do

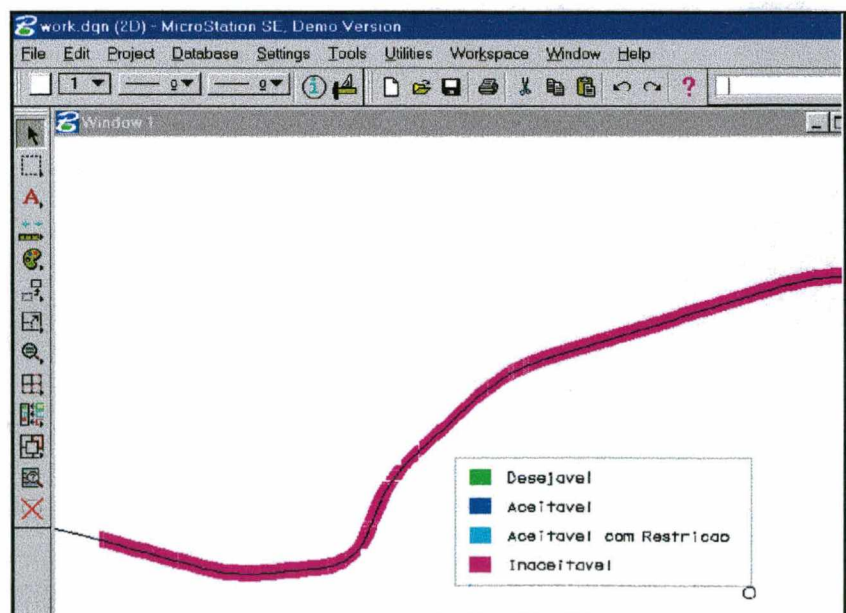
acostamento quando de sua transformação em faixa adicional, impossibilitando a identificação individualizada dessa faixa que possui largura menor que a recomendável para o Padrão da Rodovia.

4. Dispositivos Delimitadores D-3 (tachas e tachões); bem conservados e bem situados no trecho, tendo em vista que a ponte no final do Trecho-piloto possui a largura da pista, sendo um elemento importante para a canalização do fluxo. Ainda assim, no trecho onde há tachões se situa o principal ponto crítico de acidentes cujas motivações são adiante analisadas.

7.4.3.4.3. - Mapa Temático da Sinalização

O Mapa Temático resultante do cadastro de ocorrência de sinalização mostra que a qualidade da sinalização não atende as condições mínimas requeridas para o trecho rodoviário, como é observado no Mapa 14, Folha 11 do ANEXO V. e explicitado na Ressimbolização Temática, Figura 7.4.3.4.3, cuja legenda define a situação da sinalização no Trecho, de acordo com a Metodologia aqui desenvolvida.

Fig. 7.4.3.4.3. – Ressimbolização Temática da Sinalização



7.4.4. QUALIDADE GERAL

O Padrão de Qualidade Geral da Rodovia, pode ser estabelecido a partir das qualidades: do projeto geométrico, da superfície do pavimento e da sinalização viária. Entretanto, a variabilidade das três qualidades componentes, podem conduzir a resultados diversos da realidade existente. Por isso, foram realizados 4 (quatro) ensaios da Qualidade Geral objetivando, por comparação, selecionar aquela que mais se aproxima da realidade do Trecho-piloto.

7.4.4.1. As componentes tem igual participação na composição da Qualidade Geral

Ensaio 1

Essa hipótese considera que a geometria da via, a sinalização viária e as condições da superfície do pavimento influem igualmente quanto a segurança, conforto e mobilidade do tráfego, expressa pela equação:

$$IQ_g = (IQ_{geom} + IQ_{super} + IQ_{sinaliz})/3$$

Os resultados da Qualidade Geral da Rodovia no Trecho-piloto, obtidos por essa equação, estão contidos no Mapa Temático, Folha 14 do ANEXO V.

7.4.4.2. As componentes tem participação variável na formação da Qualidade Geral

Ensaio 2

Essa hipótese leva em consideração que a geometria afeta menos à segurança, o conforto e a mobilidade, por sua influência não ser variável ao longo da vida útil da rodovia, enquanto as condições da superfície e da sinalização podem determinar grandes mudanças ao que é considerado desejável sob a ótica do usuário. A geometria e a sinalização representam, em conjunto, 50 % da influência sobre a qualidade geral da rodovia, e são expressas pela equação:

$$IQ_g = 0,20*IQ_{geom} + 0,50*IQ_{super} + 0,30*IQ_{sinaliz}$$

O resultado da Qualidade Geral obtida para a Prancha 14 do Trecho-piloto, é visualizado no Mapa Temático, Folha 14 A do ANEXO V.

7.5. MÉTODO PARA OBTENÇÃO DE MAPAS TEMÁTICOS UTILIZANDO O SISTEMA GEOGRAPHICS

Sistema de Informação Geográfica pode ser entendido como uma coleção estruturada e organizada de dados tabulares e dados gráficos, relacionais e georeferenciados, utilizando *hardware* e *software* que permitem armazenar, manipular, analisar, capturar e atualizar informações que podem ser expressas através de relatórios, tabelas ou mapas.

Para a construção de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) há necessidade de que o equipamento tenha no mínimo processador Pentium II, 300 MHz, 32 Mb RAM e 600 Mb HD, porém é recomendável que tenha mais recursos de memórias, quando se trabalha com imagens, gráficos e fórmulas e ainda Banco de Dados Tabulares. Utilizou-se o Sistema MicroStation Geographics(MSGG) que é um CAD versátil com potente recurso para gerenciamento de SIG, dispondo de conectividade com diferentes bases de dados e com outros Sistemas CAD, sendo escolhido por ser uma tecnologia nova e atender aos interesses desta dissertação de trabalhar com elementos gráficos *vector* e *raster*.

7.5.1. Para o desenvolvimento do SIG, foram realizadas as seguintes etapas:

7.5.1.1. - Preparar a Base Cartográfica com a limpeza topológica, preparação necessária para eliminar ambiguidades. É uma preparação dos dados gráficos para posterior utilização no projeto a ser criado no MSGG.

7.5.1.2. - Criar um banco de dados vazio “br101” em ACCESS e adicionar a fonte “br101” através do Administrador ODBC do Microsoft ACCESS o qual faz a conexão entre o banco de dados e o projeto a ser criado no MSGG.

7.5.1.3 - Criar um diretório “br” fora da árvore de instalação do MSSE, no caso `c:\Bentley\geo\ustation.exe -wugeograph -wuodbc`. Depois de criado o projeto, pode ainda modificar essa trilha com a adição de “`c:\1br\br101\dgn\inicio.dgn`” o que possibilitará inicializar o MSGG já na tela de abertura do projeto em desenvolvimento, visto na figura 7.5.1.

7.5.1.4 – Criar o projeto a partir do menu *Project* Figura 7.5.1, opção *new*. Abre-se a janela do *Project Setup*, na qual é digitada a *Database Login* “br101” (nome da fonte

de dados criada no ODBC) e clicar *Create*, Figura 7.5.2.. Essa operação faz o MSGG adicionar automaticamente as tabelas do sistema ao arquivo br101 (fonte de dados) e também criar: a estrutura de diretórios do projeto, copia um arquivo na estrutura do diretório do projeto e faz cópias para a criação do *index.dgn* e do *vicinity.dgn*, dois arquivos gráficos de gerenciamento do projeto.

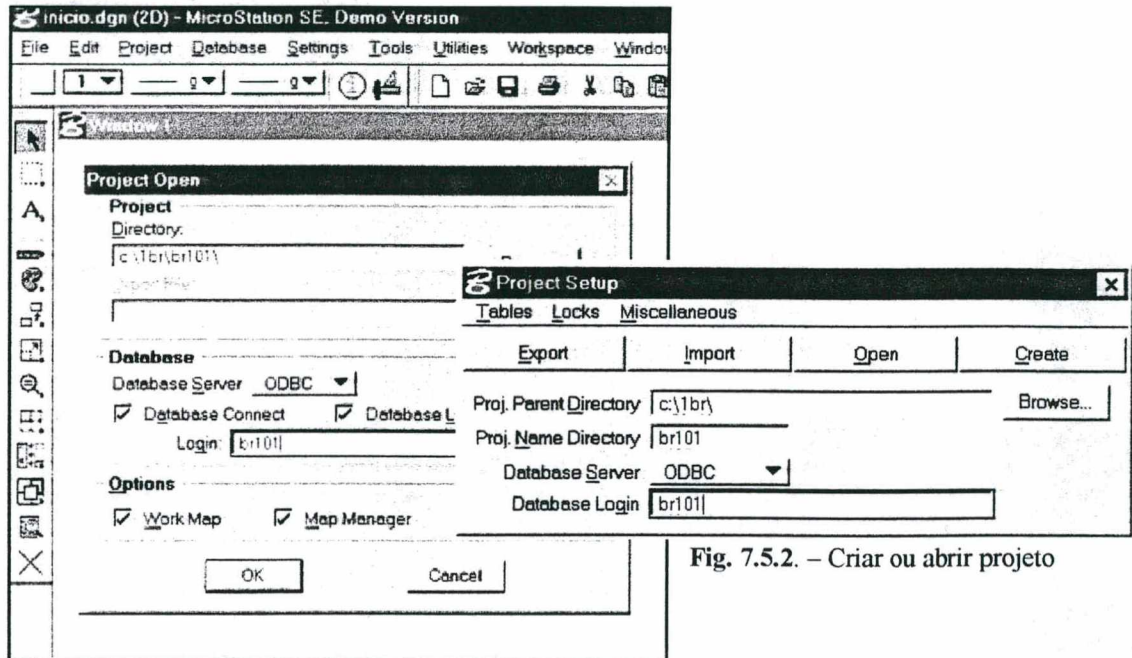


Fig. 7.5.2. – Criar ou abrir projeto

Fig. 7.5.1. – Janela Principal do MSGG com Caixa de Diálogo do Projeto

7.5.1.5 – Configurar as variáveis do Sistema

Unidades

Seguir a rotina seguinte:
settings > design file > working units; abre-se a janela *Design File Settings* na qual são selecionadas as unidades de trabalho, como definidos para este projeto, Figura 7.5.3

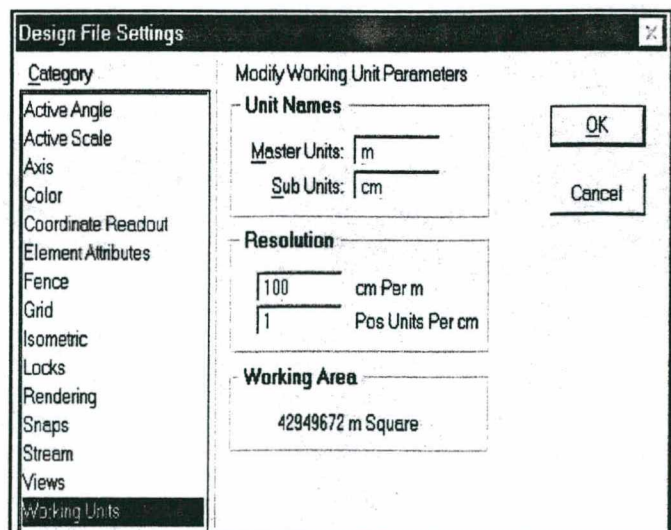


Fig. 7.5.3. – Unidades de trabalho

Variáveis do Projeto

As variáveis do projeto, são determinadas com a seguinte seqüência de procedimentos a partir do menu principal: *Workspace > Configuration > All (by level) > MS_GEOPROJDIR ou MS_GEOPROJNAME*, ver figura 7.5.4.

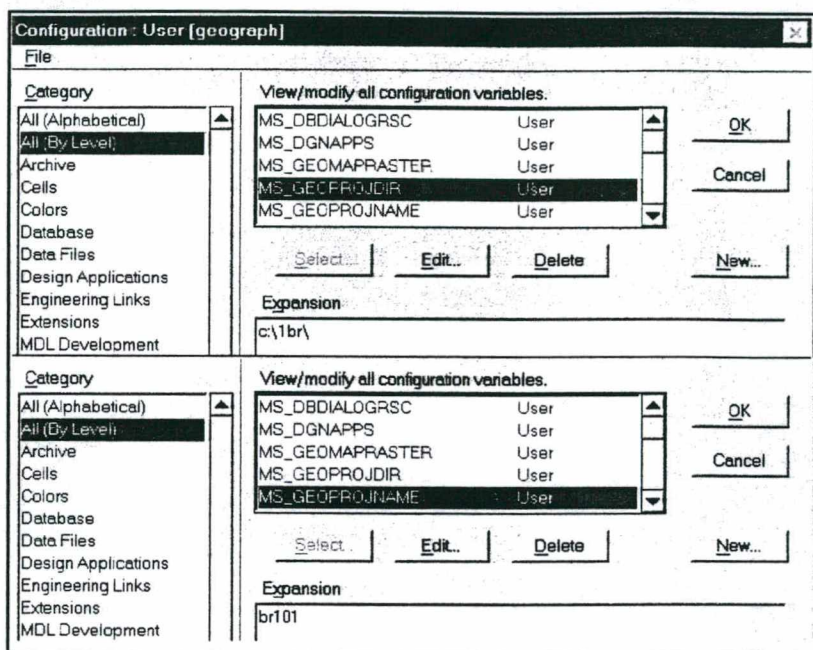


Fig. 7.5.4. – Configuração de variáveis do projeto

Utilizando o botão *edit* digitar o diretório em que estará o projeto e validar. A seguir para a variável seguinte, digitar o nome do projeto aceitar com *ok* duas vezes e a seguir *yes*, para aceitar as modificações.

Arquivo Semente

Há necessidade de utilização de um arquivo semente, que contém as configurações básicas para projetos. Ele é reproduzido no arquivo *work* toda vez que é aberto o projeto. Foi selecionado o arquivo *seed2d.dgn* para o projeto “br101” através da caixa de diálogo *Project seed file*.

Conexão com Banco de Dados

Verificar no banco de dados “br101” no ACCESS se a estrutura de arquivos da fonte de dados foi criada. Deverão aparecer as tabelas: *category*, *feature*, *maps*,

ms_catalog, *ms_forms*, e outras *ug_....* , como é parcialmente visto na figura 4.9.1..

Criação de Categorias e Feições

- 1 - Categorias (entidades formadas por conjunto de feições que têm a mesma gênese, morfologia ou compõe um objeto espacial);
- 2 - Feições (entidades que organizam e representam o objeto espacial através de sua topologia) devem ser criadas a partir da concepção do projeto (planejamento) atendendo algumas regras:
 - Uma feição pode pertencer a uma única categoria;
 - Os mapas temáticos contém feições de uma única categoria;
 - Os arquivos de desenho podem conter dados de mais de uma extensão de categoria;
 - Os dados de pelo menos uma tabela do banco de dados devem estar estruturados com *MSLINK*, que é único para cada registro e os vincula individualmente os atributos das feições, através do *MS_CATALOG*.

As categorias e as feições são criadas seguindo a rotina:

- a - Inicializando o MSGG, clicar Project > Setup, abrir-se-á a janela da figura 7.5.2., em seguida acionar *Open > Tables*;
- b - Abre-se a caixa de diálogo, figura 7.5.5., que onde se processa a criação das categorias e das feições.

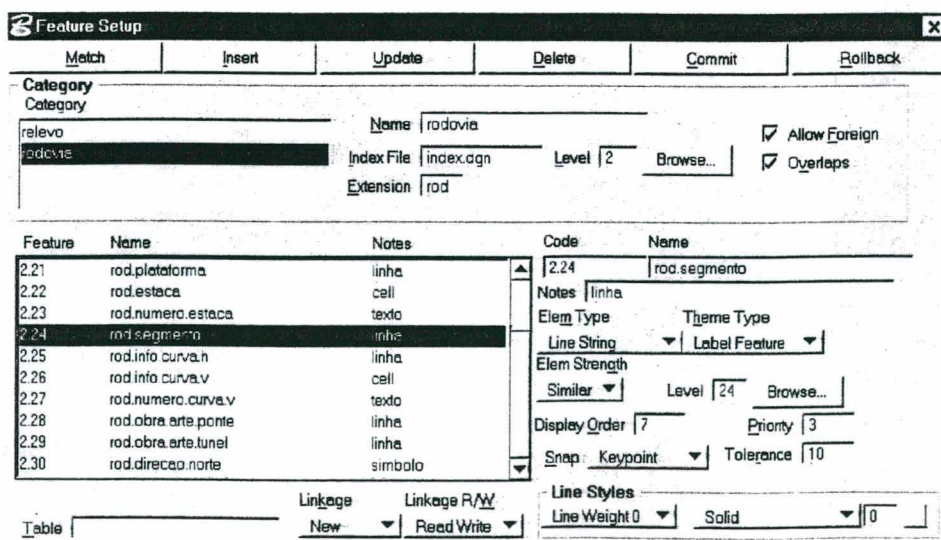


Fig. 7.5.5. - Caixa de Diálogo para Categorias e Feições

Na caixa de diálogo acima são criadas, atualizadas ou eliminadas categorias e feições, ou atributos dessas. Necessariamente fechar a caixa *Feature Setup*, para que o MSGG reconheça as diferentes categorias.

Registro de Mapas

- O mapa é um arquivo gráfico e tem a extensão “.dgn” que preparado (feita limpeza topológica) deve ser renomeado para a categoria da qual se deseja pertença. O arquivo 14.dgn foi renomeado para 14ebr101.rod, e assim deve-se proceder com todos os mapas de interesse, movendo-os para o sub-diretório “\dgn” no diretório do projeto “br101”.
- abrir um mapa com a nova extensão, como desenho ativo;
- abrir a caixa de diálogo *Project Setup*, figura 7.5.2., e acionar *Open* para permitir o registro de mapas;
- construir uma linha de contorno (índice de limite) envolvendo o mapa, e será compreendido pelo MSGG como área de identificação do mapa quando forem associados ao Gerenciador de Mapas (*Map Manager*). Para isso a partir da caixa *Project Setup* acionar *Miscellaneous > Create Map Shape*. Esse comando calcula os limites do desenho e coloca um *Shape* em torno deles.
- registrar o arquivo gráfico dentro das tabelas *Maps* e *UGMaps* selecionando *Miscellaneous > Register Map*. Para que essa operação se processe o projeto deve estar aberto, o mapa deve ser de categoria criada e nele existir um *shape*. Se o procedimento foi correto, na barra de *status* aparecerá a mensagem “*Database keyin processed*”.

Checagem do Mapa de Vizinhanças (*Vicinity*) – mapa chave

Certificar-se de que no mapa chave estão contidas todas as áreas dos mapas registrados do Projeto, e renomear o mapa índice para *vicinity.dgn* (vista 8), copiando-o para o sub-diretório “\idx”. Haverá a superposição do novo *vicinity* sobre o existente. Foi selecionado como novo *vicinity* o conjunto das pranchas 13.dgn, 14.dgn e 15.dgn, atachados e copiados. Na figura 7.5.6. é visualizado mapa *vicinity*.

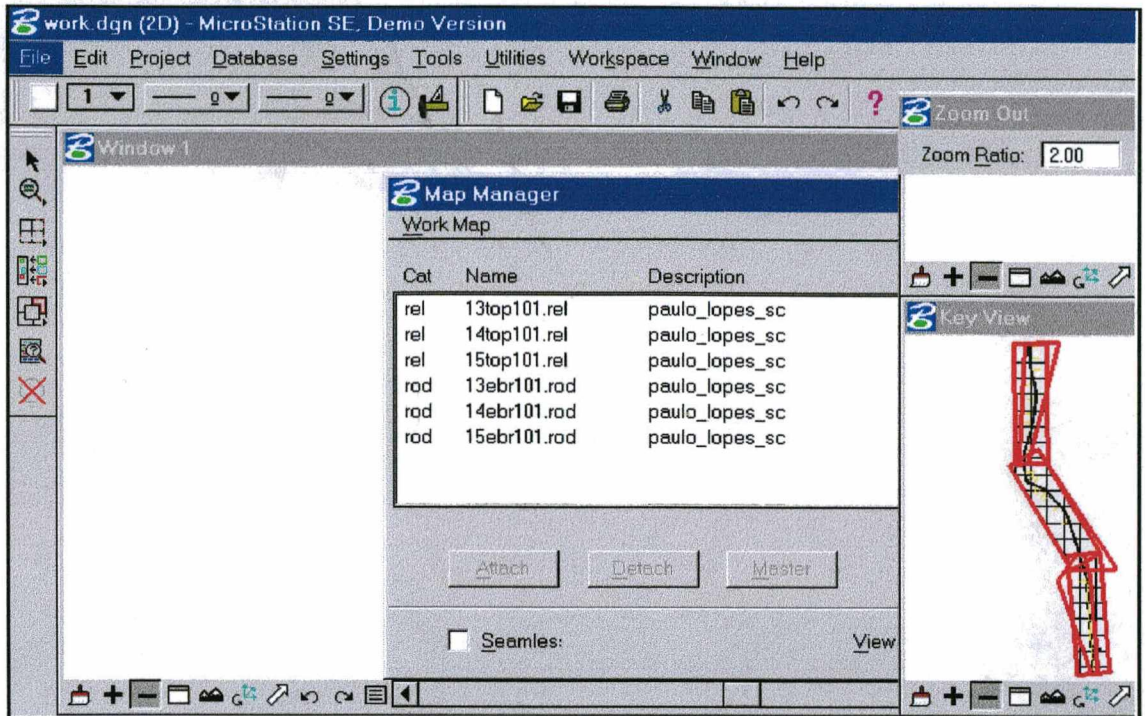


Fig. 7.5.6. – Vista 8 (Mapa Vicinity do Projeto “br101”) e Gerenciador de Mapas com a relação dos Mapas do Projeto

Manipulação e Análise

- a - Abrir o projeto *Project > Open* tendo o cuidado para que o arquivo ativo esteja como *Reference*, e não *Master*, no *Status* do *Map Manager*.
- b - Selecionar a categoria e a(s) feição(ões) a ser(em) utilizada(s) como base para a ressimbolização temática. No menu principal acionar *Utilities > Display Manager* e fazer a seleção. Conforme visualização na figura 7.5.7.
- c - A partir de *Database > Thematic Resymbolization*, abrindo a caixa de diálogo de mesmo nome, acionar *Auto* para escolher a tabela do banco de dados, conforme figuras 7.5.8., 7.5.9 e 7.5.10.

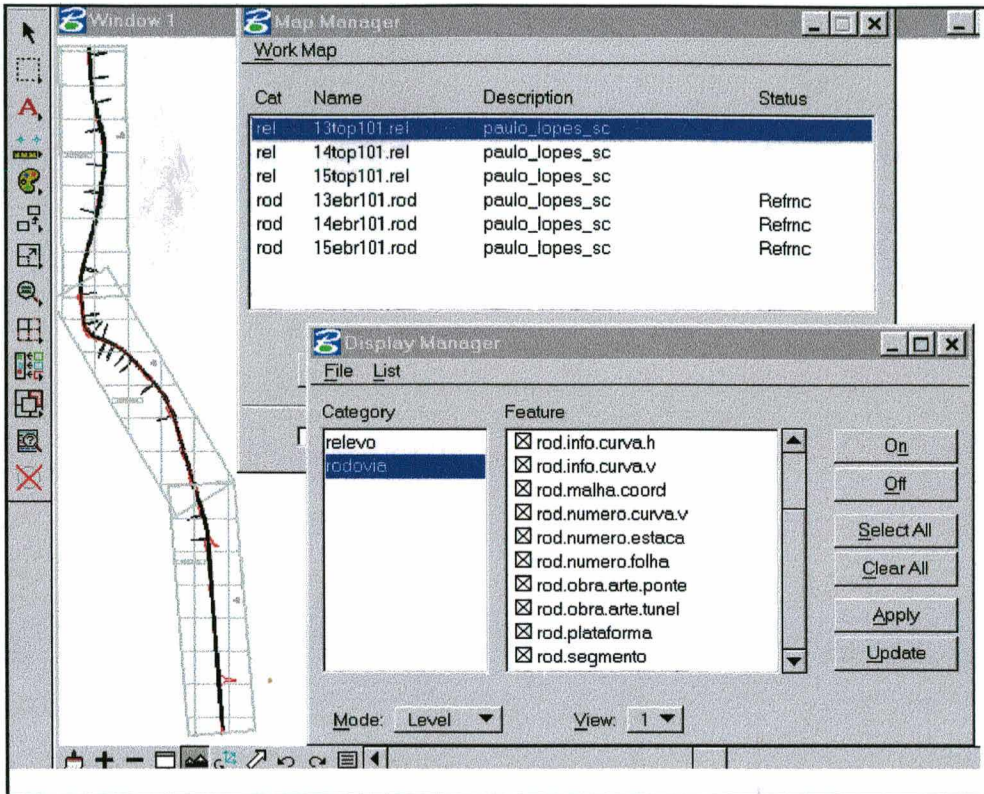


Fig. 7.5.7. – Seleção de Categoria e Feições para Ressimbolização Temática

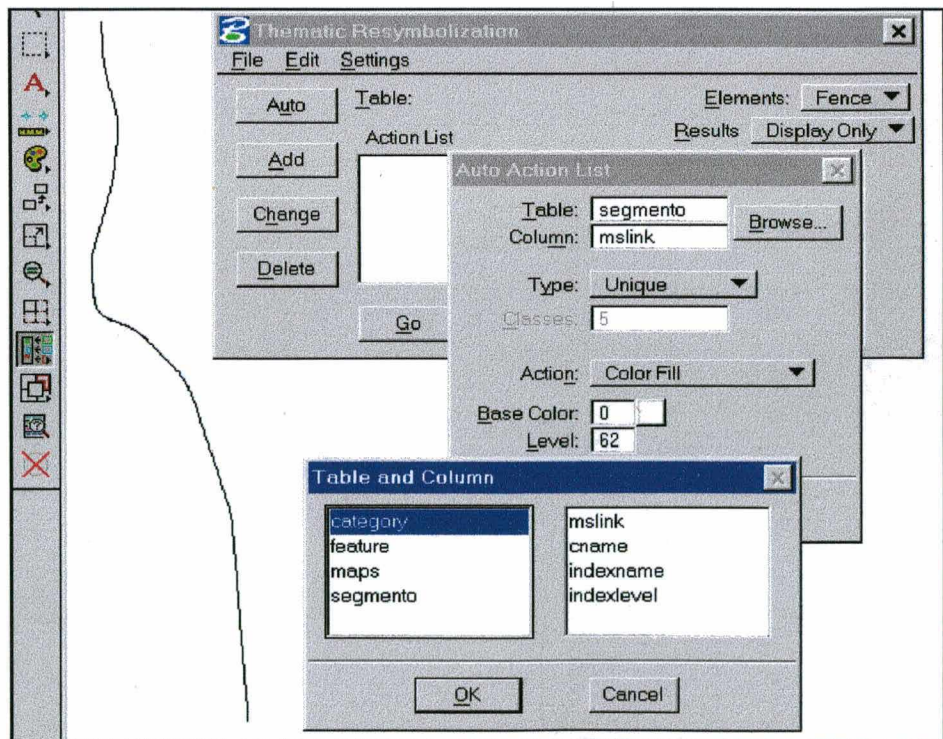


Fig. 7.5.8. Caixas de diálogo para selecionar a tabela do banco de dados

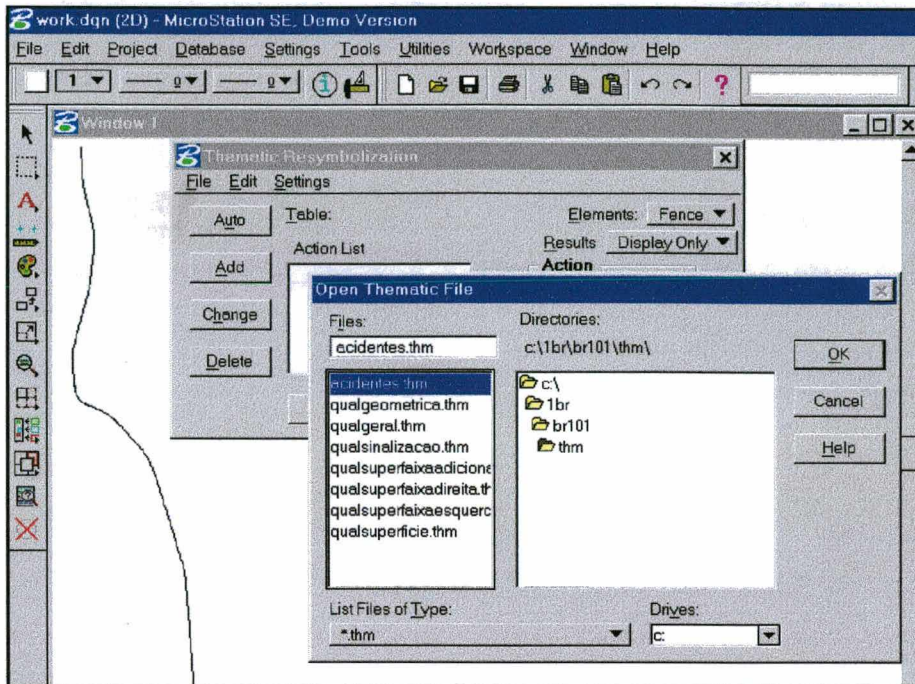


Fig. 7.5.9. Caixas de diálogo para ativar Arquivos Temáticos

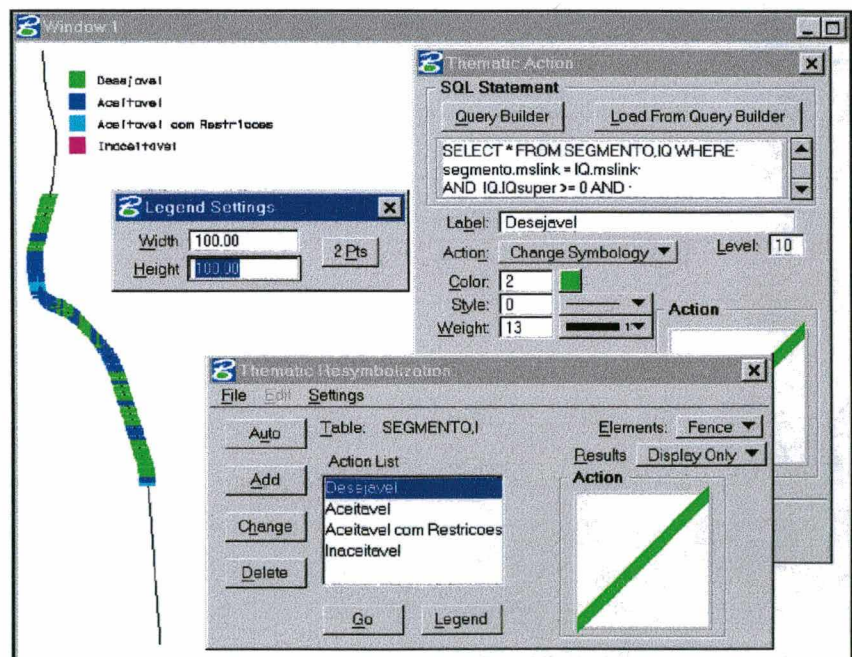


Fig. 7.5.10. Ressimbolização Temática da Qualidade da Superfície do Pavimento.

8. ANÁLISE DE RESULTADOS

A aplicação da metodologia ao Trecho-piloto foi analisada em 2 (dois) grupos, Base de Dados e Sistema Geográfico de Informações (SIG), com os seguintes resultados:

8.1. BASE DE DADOS

A grande quantidade de dados disponíveis sobre o Trecho para avaliação metodológica, permitiram a construção de um Banco de Dados relacional em Windows ACCESS, e através de consultas (*queries*) e consultas (*inner join*) foram obtidas respostas do interesse do usuário. Foram construídas para o Trecho: tabelas, consultas, formulários e macros, que visavam analisar questionamentos específicos, como exemplificado no final de cada tópico do Capítulo 7 desta dissertação. Os resultados obtidos foram também comparados em gráfico utilizando Windows EXCEL.

8.1.1. Acidentes

Os acidentes dependem das qualidades individualizadas de: motorista, veículo, geometria da via, superfície do pavimento e sinalização. Normalmente as causas de acidentes não são isoladas mas concorrentes num determinado tempo e lugar.

Foi considerado um período de 3 (três) anos de apuração de acidentes por se constituir numa série que apresenta uma determinada tendência, assim considerada na presunção da pequena variabilidade dos fatores intervenientes em tal período de tempo. Embora a conservação do trecho estudado da rodovia não apresente a continuidade desejável, ainda assim foi considerado válido adotar o referido intervalo de tempo.

No período considerado, entre 01 de janeiro de 1996 e 31 de dezembro de 1998, ocorreram 85 acidentes, dos quais 30 estavam concentrados em dois segmentos:

A) Em curva (233600 a 233680), com 11 acidentes.

Os acidentes na aproximação da curva nº 19, ocorrem no sentido descendente e tem motivação por causas concorrentes:

- sinalização deficiente;
- defeito da pista por afundamento local de consolidação na distância de 40 metros com acentuado desnível no final da tangente intermediária;

- água de chuva transpondo a pista no mesmo local do defeito; e
- presença de óleos e graxas atingindo as trilhas de roda depositados especialmente pela redução de velocidade e incidência da deformação.

Recomendações à Eliminação de Problemas:

Com Ação no Mesmo Exercício (Imediata):

- implantar nova sinalização vertical conforme recomendado no ANEXO IV e ainda balisadores;
- restaurar a sinalização horizontal;

Com Ação no Exercício Futuro:

- modificação na geometria da via, transformando as curvas 18 e 19 (valores dos raios citados na tabela 7.4.1.9) numa única curva, eliminando-se a tangente intermediária entre elas;
- simultaneamente eliminar o defeito existente na tangente intermediária entre as curvas 18 e 19, com alteração do greide;
- alternativamente, quando da duplicação da via, manter a geometria como está, porém direcionando o tráfego desta pista para o sentido Sul-Norte, ou seja, canalizar o tráfego no sentido de tráfego ascendente.

B) Em reta (234600 a 234680), com 19 acidentes.

Os acidentes ocorreram em reta, no sentido descendente, em sub-trecho onde existe dispositivo de separação de fluxo de sentidos opostos, e tem motivação também por causas concorrentes:

- não existe sinalização vertical a partir da curva nº 19 seguindo-se a partir daí uma sucessão de curvas com amplos raios e retas favorecendo o aumento de velocidade dos veículos;
- existem defeitos (BALDO 1997, p.32) do tipo corrugação, que forçam a frenagem devido ao desconforto e possibilidade de quebra de molas de caminhões e ônibus;
- existe escorregamento do revestimento, que é crescente no tempo, devido as frenagens dos veículos pesados;
- existe deposição maior de óleos e graxas devido a frenagem e a trepidação dos rodados dos veículos;

- existe a imprudência de motoristas que resultam em acidentes. Na foto 8.1.3.6. existem marcas de frenagem indicando que motoristas usam o acostamento para desviar de defeitos de maior gravidade.
- existem erros de registros nos BO's, haja vista a concentração de "causas relatadas": ultrapassagem forçada, colisão traseira e perda do controle do veículo. Considere-se que as causas efetivas são as mesmas: excesso de velocidade para o trecho.

Recomendações à Eliminação Imediata de Problemas:

- implantar nova sinalização vertical como recomendado no ANEXO IV e ainda balisadores;
- restaurar a sinalização horizontal;
- eliminar os defeitos existentes no pavimento.

Sendo os acidentes de trânsito um importante indicador de qualidade da via, ao se dispor de dados dessa natureza, analisá-los e interpretá-los, pode-se produzir melhorias constantes na via. Muitas vezes, o desconforto causado pela geometria mais angulosa e por defeitos na superfície do pavimento é indicativo também de localização potencial de risco de acidentes.

8.1.2. Geometria

A configuração geométrica do eixo de uma via em operação, pode ser analisada buscando-se compará-la com um padrão de qualidade segundo os pressupostos de: segurança, conforto e mobilidade.

A luz da realidade brasileira (veículos mais potentes e com maior capacidade de carga em contraposição à deterioração dos pavimentos por excesso de carga ou ainda falta de conservação) há necessidade de salvaguardar em primeiro lugar a segurança e o conforto do usuário.

Melhorias no traçado geométrico de rodovias em operação são onerosas e a execução afeta especialmente o usuário da via, e por isso geralmente são postergadas. Contudo, há necessidade de análise mais acurada para discernir se os custos de acidentes não justificam de imediato aquelas modificações. No Trecho-piloto há uma curva que deve ser modificada, como foi recomendado no item 8.1.1..

Outra constatação e o fato da rodovia ter sido projetada a mais de 30 anos, e o parâmetro de correlação entre raios de curvas não ser considerado. Todavia, esse parâmetro é de suma importância para a Qualidade do Projeto Geométrico das rodovias atuais, e no estudo de caso, o Trecho-piloto não apresenta correlação aceitável entre os raios das curvas 18 e 19, e 19 e 20, o que afeta localmente essa qualidade que requer melhoria contínua, a exemplo das demais que formam a Qualidade Geral da Via, no Trecho-piloto.

8.1.3. Superfície

A extensão em quilômetros da Malha Rodoviária Federal, em contraposição aos poucos recursos orçamentários disponibilizados anualmente, fazem com que as obras e serviços de conservação e limpeza ficam prejudicados concorrendo para a aceleração da degradação do pavimento e de outros elementos do corpo estradal, especialmente sinalização e drenagem, que afetam diretamente a segurança, o conforto em viagem e a mobilidade do tráfego. O ANEXO II, contem as principais ocorrências de pista entre as quais os defeitos já analisados no Capítulo 7.4.2.

Verifica-se que o estado de conservação da superfície da rodovia no Trecho-piloto por faixa de tráfego, revela que alguns segmentos já se encontram com elevado comprometimento apresentando mais de um tipo de defeito mas em extensões pequenas. Existem muitas trincas, que não afetam significativamente o conforto ou a segurança, contudo permitem a infiltração da água favorecendo a desagregação do pavimento e a instabilidade da plataforma. Destaque-se aqui, que a faixa direita, descendente, onde as velocidades são maiores que nas faixas contrárias (esquerda e adicional), apresenta maior comprometimento geral que as outras, e isso se deve ao fato da faixa direita estar em aterro em quase toda a extensão do Trecho-piloto, que se desenvolve predominantemente em meia encosta com seções mistas. A influência da água superficial, também infiltrada nos defeitos e por obstrução de bueiros de greide alteram a capacidade de suporte do sub-leito e de camadas do pavimento, é uma constatação feita ao longo do Trecho-piloto.

O conjunto de fotos a seguir dão mostra das observações feitas em campo, e que corroboram os índice de severidade da superfície, definidos no ANEXO II.



Fig. 8.1.3.1.-Detalhe Defeito na Superfície do Pavimento, c/Bombeamento de Finos



Fig.8.1.3.2.-Defeitos:Desagregação, Corrugação, Escorregamento do Revestimento, Trilhas de Roda, Exsudação do Asfalto



Fig. 8.1.3.3.-Defeitos:Corrugação e Afundamento Plástico Local



Fig. 8.1.3.4.-Vista da Aproximação da Curva nº19 Defeito: Afundamento Plástico Local; Deformação da pista e do acostamento, lado direito; Escoamento d'água pelo acostamento..



Fig.8.1.3.5.-Defeito:Trinca Longitudinal Longa, c/ outras secundárias, indicando cisalhamento da plataforma, na porção de aterro



Fig.8.1.3.6.- Defeito: Afundamento Plástico Local c/ escorregamento do Asfalto. As marcas de frenagem no acostamento e pista indicam risco.



Fig. 8.1.3.7. Difeitos: Afundamento Plástico de Trilha de Roda c/Escurregamento do Revestimento



Fig. 8.1.3.8. Difeitos: Desgaste do Pavimento e Afundamento Plástico de Trilha de Roda



Fig.8.1.3.9. Elementos Exógenos Indesejáveis na Rodagem: Solo, Vegetação e Óleo.



Fig.8.1.3.10. Difeito: Trincas Couro de Jacaré com Erosão

8.1.4. Sinalização

A sinalização de trânsito é definida em projeto a partir do projeto geométrico da rodovia, e implantada quando da construção e complementada através de reestudo na fase de restauração da via. Com as limitações de recursos orçamentários especialmente a sinalização vertical é a mais vulnerável ao vandalismo e ao intemperismo. Por via de conseqüência a depauperação sendo mais rápida influi a curto prazo na incidência de acidentes. A sinalização vertical no Trecho-piloto pode-se dizer inexistir, enquanto a sinalização horizontal está parcialmente conservada, existindo sub-trechos em que não há linha separadora de fluxos e linhas de borda.

O ANEXO IV, é uma tabela de dados do Trecho-piloto que contem as informações sobre sinalização horizontal e vertical atual e a sinalização horizontal e vertical desejável.

8.2. SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

A partir do Banco de Dados Tabulares “BR101” estruturado no Windows ACCESS e do Banco de Dados Gráficos estruturado a partir da criação do Projeto “br101” no Sistema MicroStation GEOGRAPHICS, foram realizados os relacionamentos entre os dois bancos de dados através da criação de arquivos temáticos. Esses arquivos possuem a extensão “thm” e contem os índices de qualidade definidos experimentalmente, como relatado anteriormente a partir do padrão de qualidade geométrico. Mediante uma seqüência de procedimentos foram realizadas as ressimbolizações temáticas gerando-se 24 (vinte e quatro) folhas temáticas, de 8 (oito) mapas temáticos desenvolvidos a partir dos mapas base: 13br101sc, 14br101sc e 15br101sc.

Os arquivos temáticos de Qualidade, criados, possibilitaram a visualização detalhada por segmento, das qualidades individualizadas por segmento, de acordo com os temas:

- Acidentes;
- Geometria da rodovia;
- Sinalização da rodovia;
- Superfície do pavimento;
- Superfície do pavimento na faixa adicional;
- Superfície do pavimento na faixa direita;
- Superfície do pavimento na faixa esquerda;
- Ensaios da Qualidade Geral.

Foram impressos os Mapas Temáticos referentes a prancha 14br101sc, em formato A3 e compõem o ANEXO IV desta dissertação.

Como se conclui, o SIG é um excelente recurso para o gerenciamento de rodovias e através de Mapas Temáticos é possível identificar onde se encontram os segmentos que requerem atuação imediata ou de médio prazo. Na figura 8.2.1 é

visualizada a Qualidade Geométrica de parte do Trecho-piloto, que foi obtida por ressimbolização temática.

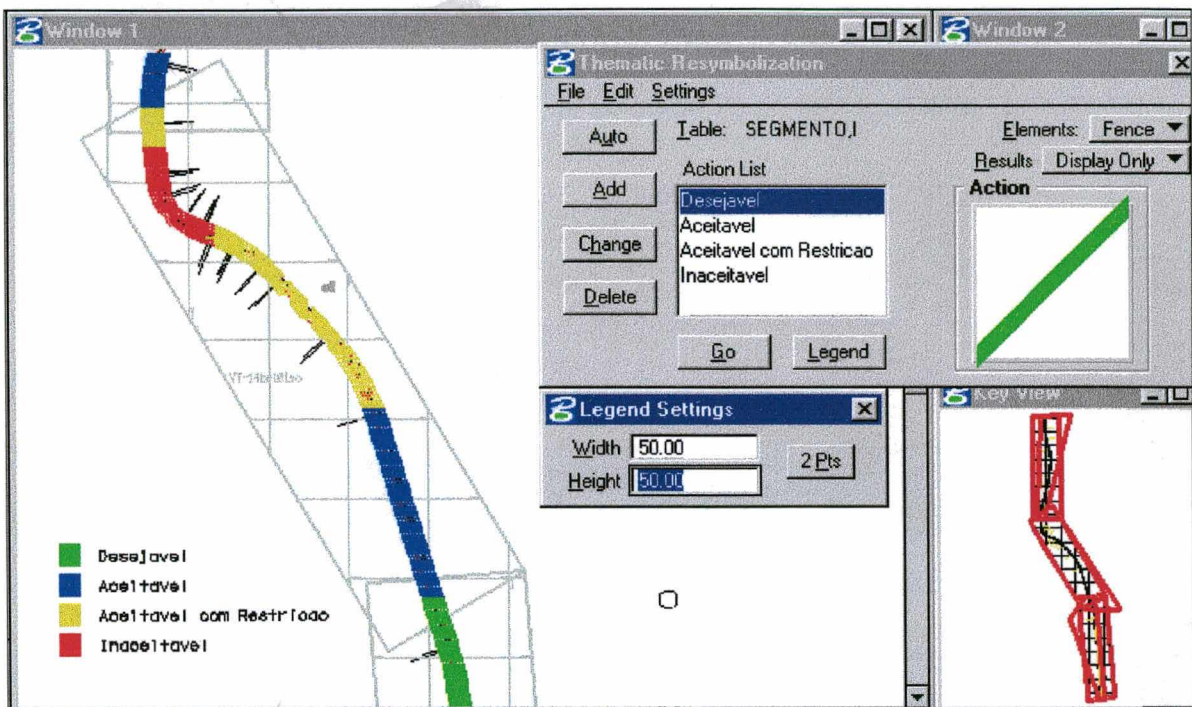


Fig. 8.2.1. – Ressimbolização Temática da Qualidade Geométrica do Trecho-piloto

A interpretação dos dados ressimbolizados possibilita ação racionalizada sendo um meio pelo qual pode-se exercer o controle da qualidade visando melhorias na rodovia, de forma permanente e contínua, ao serem visualizados em um determinado tema quais são os locais geo-referenciados onde existem índices de qualidade indesejável ou aceitável com restrições.

Foram produzidos os mapas temáticos referentes as pranchas que compõem o projeto de dissertação, porém foram impressos unicamente os originários da prancha 14br101sc, e compõem o ANEXO V.

São assim identificados:

FOLHA 08 - MAPA TEMÁTICO DE ACIDENTES

Expressa a distribuição estatística de acidentes no segmento contido na Folha. O cadastro de acidentes é feito por segmentos de 100 metros como consta nos BO's. No Trecho-piloto há dois segmentos críticos onde ocorrem mais de 10 acidentes em 3 anos, sendo: um na aproximação da curva nº 19 e o outro numa reta. Essa verificação orienta aos engenheiros responsáveis pelo trecho onde fazer uma análise detalhada das prováveis causas dos acidentes em tais segmentos e área de influência.

FOLHA 09 - MAPA CARTOGRÁFICO

É o mapa base do projeto e contém as referências cartográficas, as informações sobre o relevo e a rodovia e outros elementos da toponímia de mapas. É a base cartográfica para a criação e estruturação do SIG.

FOLHA 10 - MAPA TEMÁTICO DA QUALIDADE GEOMÉTRICA

É baseado no Eixo da Rodovia e deve conter as informações plani-altimétricas da via. A avaliação do Trecho-piloto revela que há um segmento situado na aproximação da curva nº 19, localizada na Folha 14, que tem qualidade indesejável, segundo os critérios aqui estabelecidos.

FOLHA 11 - MAPA TEMÁTICO DA QUALIDADE DA SINALIZAÇÃO

A importância deste Mapa está em que avaliando as condições gerais da sinalização pode-se estudar a baixo custo melhorias importantes sob a ótica de segurança no trânsito de veículos e de pessoas. Esse Mapa expõe uma situação geral da sinalização classificada como indesejável, mesmo que em alguns sub-trechos exista sinalização horizontal cujo estado de conservação isoladamente não esteja comprometida.

FOLHA 12 - MAPA TEMÁTICO DA QUALIDADE DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO

Este Mapa é o mais detalhado e oferece informações gerais da qualidade da superfície do pavimento.

FOLHA 13 – MAPA TEMÁTICO DA QUALIDADE DA SUPERFÍCIE POR FAIXA DE TRÁFEGO

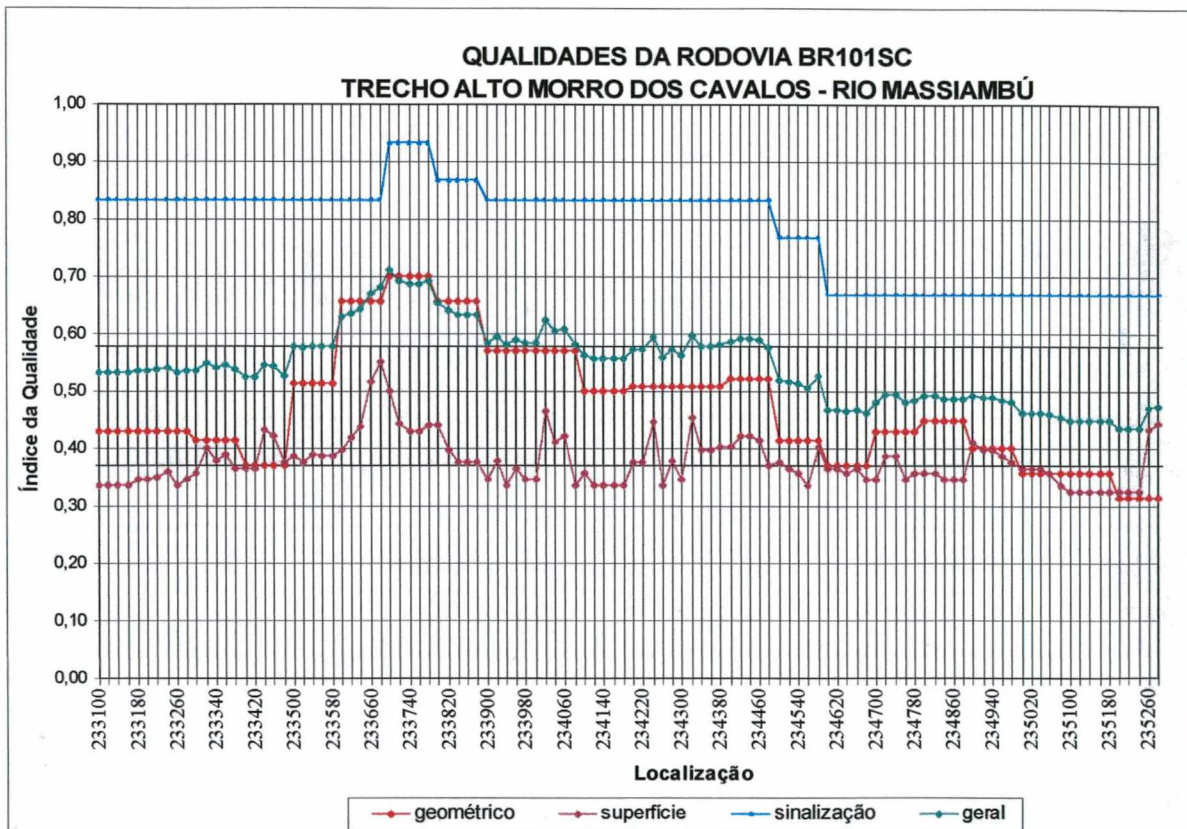
O Mapa da Qualidade da Superfície por Faixa de Tráfego, identifica todas as principais ocorrências de defeitos ou de outros elementos prejudiciais a segurança viária. Para cada prancha foi gerado um mapa contendo a ressimbolização desdobrada para cada faixa de tráfego. Os problemas existentes na superfície são visualizados por segmento e por faixa de tráfego e localizados geométrica ou cartograficamente. É um cadastro que pode ser de grande valia ao gerenciamento de pavimentos, visto que a estruturação do Banco de Dados permite atualização em qualquer instante seja para adicionar novas informações ou modificar as existentes sempre que alterações no campo tenham ocorrido.

FOLHA 14 - MAPA TEMÁTICO DA QUALIDADE GERAL DA RODOVIA (ENSAIO)

Esse mapa permite inferir a qualidade geral da rodovia, e pode ser útil na busca da melhoria contínua, de um trecho ou de toda a rodovia. O Mapa Temático da Qualidade Geral visualizado na Folha 14 é de resultado de um ensaio no qual foi considerado que a geometria, a sinalização e a superfície do pavimento tem igual influência sobre a qualidade na rodovia. Neste ensaio feito para o Trecho-piloto, a qualidade geral da rodovia é prejudicada pela qualidade da sinalização, como é

constatado no Gráfico 8.2.2. Uma vez executado um novo projeto de sinalização, a qualidade geral do Trecho-piloto melhora, como é visualizado no Gráfico 8.2.3.

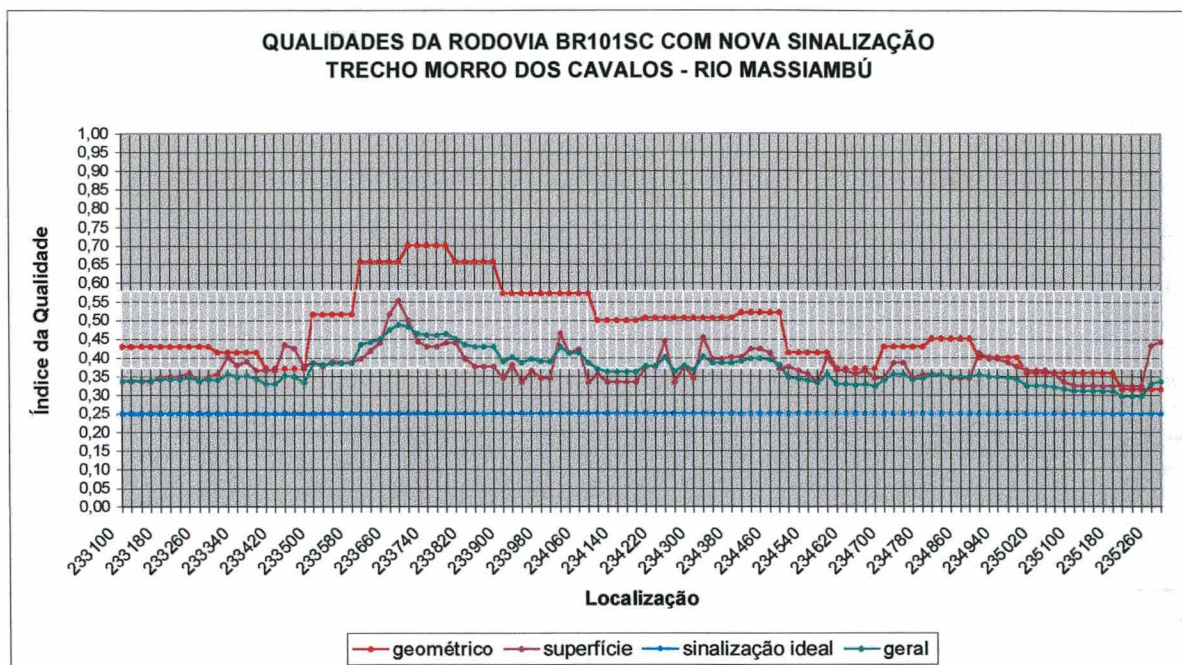
Gráfico 8.2.2. - Qualidades considera a condição da Sinalização Atual. Ensaio da Qualidade Geral pela Média dos IQs específicos



FOLHA 14A - MAPA TEMÁTICO DA QUALIDADE GERAL (ENSAIOS)

O Mapa Temático que consta da Folha 14A é uma composição de 3 (três) ressimbolizações temáticas onde são consideradas as influências de geometria, sinalização e superfície do pavimento, com proporcionalidades diferenciadas, já justificadas anteriormente.

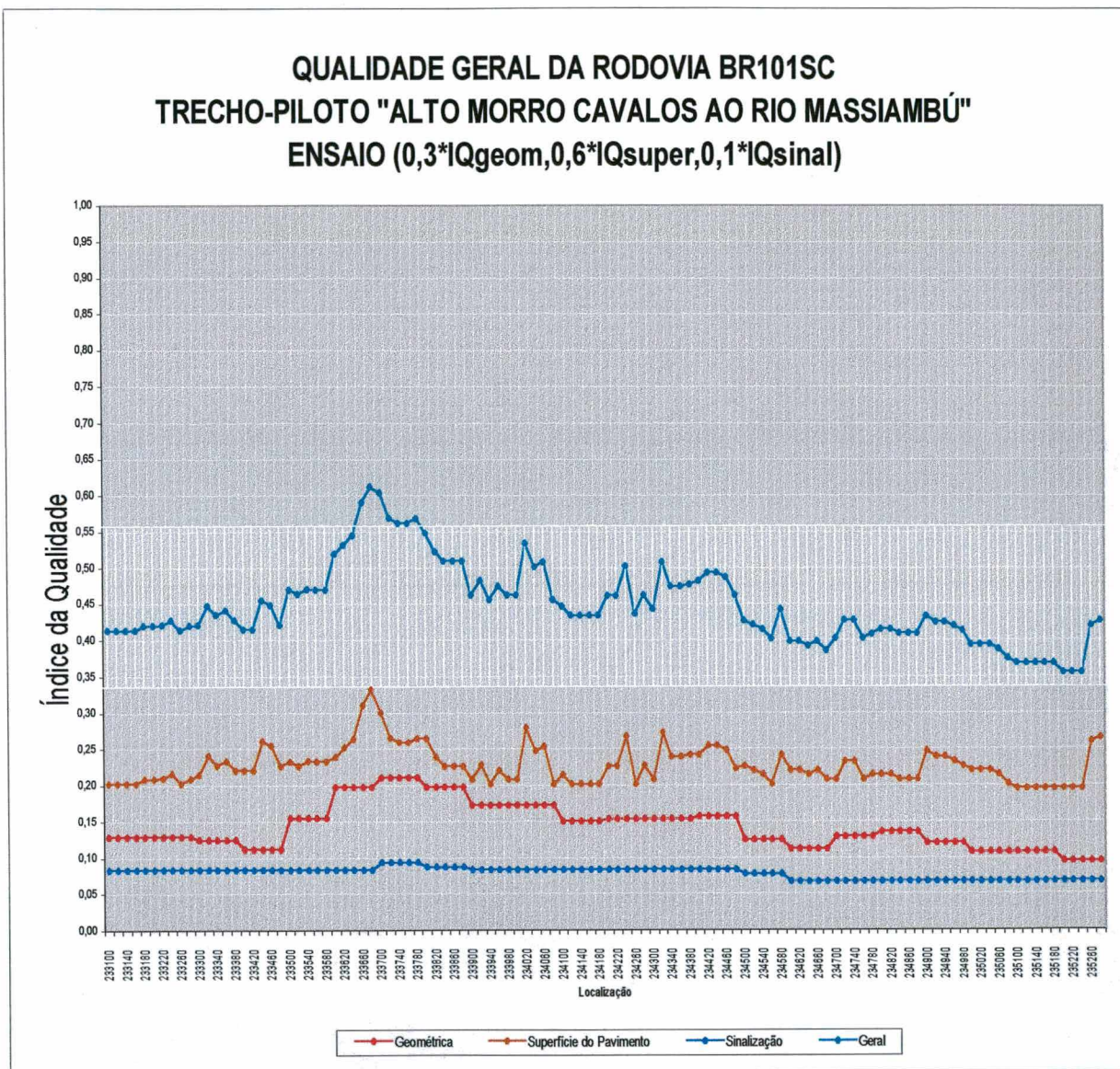
Gráfico 8.2.3. - Qualidades considera a condição da Sinalização Desejável. Ensaio da Qualidade Geral com participações diferenciadas dos Ítens de Verificação



O ensaio sobre a Qualidade Geral da Rodovia no Trecho-piloto, que mais se aproximou da realidade do trecho está detalhada no Gráfico 8.2.4.

O resultado deste ensaio, com dois desvios padrão, situa segmentos do Trecho-piloto, na região da curva nº 19, com qualidade inaceitável e o restante dos segmentos do trecho aceitáveis com restrições.

Gráfico 8.2.4. – Ensaio da Qualidade Geral da Rodovia com Desvio Padrão



9. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

9.1. CONCLUSÕES

Os objetivos foram alcançados de estruturar um Sistema de Informação Geográfico – SIG, orientado à rodovias, desenvolvido com o Sistema MicroStation Geographics. Ele permite a análise discretizada considerando um número significativo de itens de verificação e grande quantidade de informações e revela um potencial de utilização diversificado e orientado a interesses específicos. Dentre outros, podem ser extraídas conclusões:

9.1.1. Quanto a acidentes de trânsito

São problemas existentes nas rodovias, que precisam ser eliminados. A análise detalhada dos fatores intervenientes deve resultar em decisões imediatas dos Órgãos responsáveis, especialmente quando ocorrem repetidamente no mesmo segmento da via (pontos críticos). A análise feita e relatada nesta dissertação permite concluir que:

a) Os acidentes são resultados indesejáveis do processo e que necessitam ser analisadas as causas de repetitividade.

b) Os acidentes na maioria das vezes são ocasionados pela concorrência de mais de um fator de risco.

c) A análise da distribuição estatística de acidentes, permite determinar os segmentos críticos, normalmente com a extensão de 100 metros de rodovia, o que permite a análise da influência da geometria, da superfície do pavimento e da sinalização e de elementos exógenos medidos por níveis de severidade, ou de interferência causal, sobre a incidência dos mesmos.

d) A interpretação dos dados contidos nos Boletins de Acidentes permite inferir sobre as causas motivadas pelo condutor do veículo nas ocorrências de acidentes, em segmentos críticos da rodovia, e com isso modificar a sinalização viária ou atuar com policiamento ostensivo.

e) Através de consultas efetuadas no Banco de Dados do SIG, é possível avaliar os acidentes pelas influências de: geometria, elevado VMDA, pista molhada, noite, condutor, condutor de veículos tipo “ônibus e caminhões”, mediante a análise isolada ou conjunta de fatores.

9.1.2. Quanto a causas que podem afetar segurança, o conforto e a mobilidade de pessoas e de veículos, com origem no projeto da rodovia e na superfície do pavimento

a) O traçado geométrico pode ser causa de resultado indesejável na rodovia e não necessariamente expresso por acidentes, mas pelo desconforto em viagem, especialmente em ônibus e veículos leves.

b) A superfície do pavimento pode ser causa de resultado indesejável na rodovia e não necessariamente expresso por acidentes, mas pelo retardamento e desconforto de viagem para todo tipo de veículo e de risco de dano mecânico.

c) A sinalização de trânsito pode ser causa de resultado indesejável na rodovia sendo influente na incidência de acidentes em pontos críticos.

d) O Volume de Tráfego Médio Anual (VMDA), é uma unidade de medida do tráfego na rodovia que é útil para avaliar o Nível de Serviço da rodovia e a influência sobre a mobilidade e a incidência de acidentes.

e) A velocidade efetiva de tráfego, em determinados trechos de rodovias são maiores do que as velocidades de projeto, resultando em aumento do risco de acidentes, especialmente em rodovias com longo tempo de operação, sem restauração. O defeitos na superfície do pavimento, o desgaste dos agregados na superfície do pavimento e nela havendo a incorporação de óleos e graxas, e ainda a ocasionalmente água, combinam fatores de risco não considerados no dimensionamento do projeto. Com aderência pneu/pavimento menor o risco de acidentes é maior, e se os fatores forem concorrentes o resultado à segurança pode ser indesejável.

9.1.3. Quanto a determinação das qualidades da rodovia

a) A qualidade da rodovia, analisada sob a ótica do usuário, pressupõe: segurança, mobilidade, conforto e baixo custo de deslocamento.

b) A qualidade geométrica medida a partir da determinação de índices de controle da qualidade do projeto geométrico permite:

- atuar corretivamente na sinalização de trânsito;
- atuar na melhoria do traçado.

O Mapa Temático Qualidade Geométrica localiza os segmentos de acordo com as restrições que possam existir, orientando o processo decisório no gerenciamento da qualidade da rodovia.

c) A qualidade da superfície medida a partir da determinação de índices da qualidade da superfície permite o gerenciamento do controle da qualidade de um pavimento atuando corretivamente na recuperação da rodagem. O Mapa Temático da Qualidade da Superfície auxilia:

- na localização exata dos segmentos que apresentam necessidade de recuperação;
- na análise para decisão do momento mais racional para execução de restauração do pavimento;
- na decisão sobre alterações na sinalização tendo em vista as condições localizadas e gerais da superfície do pavimento.

d) A qualidade da sinalização medida a partir da determinação de índices da qualidade da sinalização permite o gerenciamento do controle da qualidade, atuando no redimensionando da sinalização existente. O Mapa Temático da Qualidade da Sinalização expressa a situação da sinalização existente e indica necessidades de alteração.

e) A qualidade geral da rodovia pode ser medida a partir das qualidades específicas (geometria, sinalização e superfície). A análise realizada não permitiu concluir sobre um Padrão de Qualidade Geral da Rodovia. Essa definição é obtida a partir das qualidades específicas que são interdependentes e podem assumir importância diferenciada em cada trecho. Para o Trecho-piloto foram realizados 4 ensaios que são ilustrados pelas Folhas 14 e 14 A, comparados com os dados de campo, e resultou como melhor expressão da realidade o Mapa Temático da Qualidade Geral que corresponde a equação de proporcionalidade:

$$IQ_g = 0,30 \cdot IQ_{geom} + 0,60 \cdot IQ_{super} + 0,10 \cdot IQ_{sinal}$$

9.1.4. Quanto ao Cadastro Técnico

a) A qualidade da base cartográfica é de fundamental importância para que haja confiabilidade da localização e topologia dos objetos e das feições necessárias ao projeto de SIG criado no Sistema MSGG.

b) A base de dados tabular deve ser estruturada de forma que os campos e registros possam ser relacionados, através de tabelas, consultas e macros. E ainda, entre essa e a base de dados gráficos do SIG.

c) A base de dados tabular foi estruturada de forma a assegurar confiabilidade, mediante mecanismos “amigáveis” de atualização, realizadas por Consultas e Formulários.

d) A multifinalidade da base de dados tabular é primordial para que se possa obter consultas mais amplas e permitir a obtenção de Mapas Temáticos com informações qualitativas confiáveis.

e) A expressão gráfica do Cadastro Técnico Multifinalitário orientado à rodovias é feita por Mapa Temático, um documento de grande valia para o gerenciamento da qualidade de elementos estradais específicos.

9.1.5. Quanto ao Uso do Sistema MSGG para SIG

a) O Sistema de Informação Geográfica se mostra um instrumento de ação para administração e gerenciamento com grande potencial de uso. O MSGG é um potente sistema computacional recente e pouco difundido no País. Algumas empresas prestadoras de serviços públicos e prefeituras já o estão utilizando no Brasil. É um sistema que possui conectividade com diversos Bancos de Dados: Oracle, Access, e outros corporativos, relatados na revisão de literatura.

b) O MSGG, por ser concebido para tratar imagens “vector” atendeu plenamente as expectativas, com a consecução dos resultados apresentados nesta dissertação.

9.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

9.2.1. Quanto ao Uso da Metodologia do SIG desenvolvido nesta Dissertação

a- A metodologia foi desenvolvida com objetivo de disponibilizar um instrumento de controle da qualidade de elementos de rodovias arteriais e de atividades de engenharia rodoviária. Os resultados alcançados demonstram a viabilidade no uso desta metodologia e sua aplicação pode ser dissociada para itens de verificação individualizados referidos a geometria, sinalização e superfície do pavimento;

b - Especificamente sobre o Trecho-piloto selecionado, os resultados da avaliação experimental das qualidades específicas corresponde a situação real existente, com a presença de segmentos críticos que são expressos por referência de qualidade indesejável. Os segmentos de qualidade aceitável com restrições, indicam a necessidade de melhorias para cada elemento de verificação considerado;

c - Quanto a Qualidade Geral da Rodovia no Trecho-piloto, analisada através de 4 (quatro) ensaios experimentais, não permite definir um Padrão de Qualidade Geral que tenha validade para toda a rodovia. Para estender a validação dos índices de qualidade à toda a rodovia quanto a avaliação da Qualidade Geral da Rodovia seria necessário fazer a verificação amostral em outros trechos, o que permitirá a determinação de uma equação com validação geral. Sugere-se que novos estudos em Dissertação de Mestrado sobre a Qualidade Geral da Rodovia possam ser realizados contribuindo para a melhoria das estradas brasileiras;

d - Esta metodologia pode ter aplicação de interesse de DNER e DER's ao definir itens e índices de verificação de qualidade de elementos da rodovia, com vistas a fiscalizar os serviços prestados por empresas que atuam em rodovias terceirizadas.

9.2.2. Quanto aos Resultados Encontrados no Trecho-piloto

a - Recomenda-se alterar o segmento que abrange as curvas 18 e 19 e a inter-tangente entre elas, conformando-as numa única curva com raio maior combinado por arcos clotóides de comprimentos assimétricos;

b - Implantar nova sinalização vertical, de acordo como foi sugerido no ANEXO IV;

c- Realizar estudo comportamental dos condutores e, se necessário, implementar fiscalização ostensiva no trecho;

d - Em caso de impossibilidade das alterações sugeridas no item "a", no projeto de duplicação da via estabelecer que a pista atual tenha o sentido Sul-Norte, reduzindo os riscos potenciais existentes no trecho, para o tráfego descendente.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO-American Association of State Highway and Transportation Officials. A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO, Washington D.C., 1994.
- ANTUNES, L.; LOCH, C. Cadastro técnico e serviços de infra-estrutura. In: XVI Congresso Brasileiro de Cartografia - Anais, p.600-609, Rio de Janeiro/RJ, 1993.
- AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY, Manual of Photogrammetry, Falls Church, 1984.
- ARONOFF, S. Geographical Information Systems: A Management Perspective. Ottawa. WDI Publications, 1989.
- AYRES M. Um enfoque para a garantia da qualidade na construção de pavimentos. In: 31ª Reunião Anual de Pavimentação, São Paulo, 1998.
- BAGINSKI, L. Sistema de Cadastro e Análise de Acidentes de Trânsito. Dissertação de Mestrado. COPPE/RJ, 1995.
- BÄHR, H. "Procesamiento digital de imágenes aplicaciones en fotogrametria y teledetección", p. 16-53 e 259-379; GTZ -Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH.; Alemanha, 1991.
- _____ Elementos Básicos do Cadastro Territorial, p. 48, 1982.
- BALBO, J., Pavimentos asfálticos patologias e manutenção. Plêiade, São Paulo, 1997.
- BENTLEY Systems Inc. Microstation'95-manual básico 2D, versão 5.5, ITIS, 1995.
- _____ Microstation SE-Tutorial, ITIS, Fpolis, 1998.
- _____ Geographics-Tutorial, ITIS, Fpolis, 1998.
- BLACHUT, T. J. Cadastre for developing countries based on orthophotos techniques. The Canadian Surveyor, 1985
- BURROUGH, P.A. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford, England, 1994.
- CARDOSO, G. Utilização de um SIG visando o gerenciamento da segurança viária no Município de São José/SC. Dissertação de Mestrado/UFSC (1999).
- CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO, Fisco e Contribuinte, 1997.

- COMPANHIA DE ENGENHARIA DE TRÁFEGO Boletim Nº 2, São Paulo/SP, 1977.
- CROSBY, P. Quality is Free. McGraw-Hill, New York, 1979.
- CURRAN, P. Principles of remote sensing, p.01-55. Longman, New York D.C.,1985.
- DECRETO nº 89.817, Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional, Art. 8º. e 9º. Diário Oficial da União, 24.06.1984.
- DER/SC. Diretrizes para projetos rodoviários. DER/SC, Florianópolis/SC, 1994.
- DENATRAN - DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO
- _____ Manual de sinalização de trânsito. Denatran, Rio de Janeiro/RJ, 1982.
- _____ Manual de identificação análise e tratamento de pontos negros, Brasília/DF, 1987.
- DNER Manual de serviços de consultoria para estudos e projetos rodoviários. IPT, Rio de Janeiro/RJ, 1978.
- _____ Norma do DNER – NPER (Norma para Projeto Geométrico de Estradas, Rio de Janeiro/RJ, 1975.
- _____ Norma do DNER - PRO-07/78, Procedimentos, Avaliação Subjetiva da Superfície de Pavimentos, Rio de Janeiro/RJ.
- _____ Norma do DNER - PRO-08/78, Procedimentos, Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos, Rio de Janeiro/RJ.
- _____ Norma do DNER - TER-01-78, Terminologia, Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos, Rio de Janeiro/RJ.
- _____ Manual de Conservação Rodoviária. DNER, Rio de Janeiro/RJ, 1974.
- DOMINGUES, F. Manual para identificação de defeitos de revestimentos Asfálticos de Pavimentos- MID. F.A .A . Domingues, São Paulo, 1993.
- _____ et OLIVEIRA M. Índices individuais de defeitos *in* ANAIS-31^a Reunião Anual de Pavimentação , São Paulo, 1998.
- _____ et JU, L. Programas de Computador para a estimativa da vida remanescente de serviço dos pavimentos *in* ANAIS-31^a Reunião Anual de Pavimentação , São Paulo, 1998.
- ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos S/A “Ortofotos Digitais”, Curitiba, 1998.

- FALCONI C. V. Controle da qualidade total - TQC. QFCO, Belo Horizonte/MG, 1992.
- FERNANDES, E. "Uso de Sistema de Informações Geográficas (SIG), na Integração de Mapas Temáticos do Município de São Francisco do Sul-SC". Dissertação de Mestrado, ECV/UFSC, 1999.
- FIGUEIREDO, L. F. G. "Sistema de Cadastro Ambiental. Estudo de caso: Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Santa Catarina". Dissertação de Mestrado, ECV/UFSC, 1995.
- GALO, M.; CAMARGO, P. O. Utilização do GPS no controle de qualidade de cartas, 1994. In: 1º. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário - COBRAC - Anais, Fpolis/SC, p.45, 1994.
- GÖRAN, N. "Traffic Records In Sweden". Road Hazards Conference. Wollongong. Australia, 1990.
- IBGE Especificações e normas gerais para levantamentos GPS, Rio de Janeiro/RJ, 1992.
- IDOETA, Irineu, et al. "Implantação de uma rede de referência cadastral urbana e rural", p. 285-316. VII Congresso Nacional de Engenharia de Agrimensura, Salvador/BA, 1996.
- IGUATEMI – Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda. Plano Funcional da Duplicação da Rodovia BR101, Trecho BR-282 ao Rio da Madre, Fpolis, 1999.
- IME – Instituto Militar de Engenharia. Estudo de Crescimento Anual de Tráfego, 1998.
- LEI 9.503/97. Código de Trânsito Brasileiro. Fisco e Contribuinte, São Paulo/SP, 1997.
- LIMA, D. "Custo de Acidentes no Brasil/UNB" Publicação Jornal Diário Catarinense, edição de 22.03.98.
- LOCH, C. "Cadastro técnico rural multifinalitário como base à organização espacial do uso da terra a nível de propriedade rural". Tese apresentada para Professor Titular/UFSC, 1993.
- _____ et KIRCNER, F. F. Sensoriamento aplicado ao planejamento regional. UFPR, Curitiba/PR, 1989.
- _____ Cadastro Técnico Multifinalitário Rural e Urbano, UFSC, 1989⁽²⁾.

- _____ et LOCH, R., Noções Básicas de Geoprocessamento, UFSC, Fpolis, 1992.
- LOCH, R. E. N. Ortofocarta: produção e aplicações. XIII Congresso Brasileiro de Cartografia, 1987.
- _____ Algumas considerações sobre a base cartográfica. In: 1º. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário - COBRAC – Anais: p.15-21. Fpolis/SC, 1994.
- LOPES, L. H. A.; HOCHHEIM, N. Sistema de informações geográficas utilizado no estudo dos efeitos das ocupações em áreas de solo criado. In: 2º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico, *Anais*: (III 89-101), COBRAC, Florianópolis, 1996.
- MARTINELLI, M. Curso de cartografia temática. Contexto, São Paulo, 1991.
- MICROSOFT ACCESS 97, Passo a Passo. Makron Books, São Paulo, 1997.
- MOMM, L. “Estudo dos efeitos da granulometria sobre a macrotextura superficial do concreto asfáltico e seu comportamento mecânico” Tese de Doutorado/USP, 1998.
- NOVO, E. M. Sensoriamento remoto princípios e aplicações. Edgard Blücher, 1993.
- OLIVEIRA, M.; MACEDO, F. “Metodologia para geração de mapas de isolinhas objetivando a otimização do planejamento de tráfego: Estudo de Caso 2º. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico, Fpolis, 1996.
- PITTA, D. et BALBO, J. Estudo de caso de retroanálise de superfícies deformadas em pavimentos asfálticos da Região Sul do Brasil *in* ANAIS-31ª Reunião Anual de Pavimentação, São Paulo, 1998.
- RAIA JUNIOR, a; SILVA, a; LIMA, R. “Utilizando um SIG para avaliar níveis de acessibilidade de uma cidade média 2º. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico, Fpolis, 1996.
- RAISZ, E. Cartografia Geral. Científica, Rio de Janeiro, 1969.
- RECH, J.; LOCH, C. “Base Cartográfica Comum para Concessionárias de Serviços Públicos” e Prefeituras Municipais, utilizando SIG 2º. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico, Fpolis, 1996.
- ROSA, R. Introdução ao Sensoriamento Remoto, Edufu, Uberaba, 1992.

- ROSS, P. Aplicações das Técnicas Taguchi na Engenharia de Qualidade, Makron Books do Brasil Editora Ltda, 1991.
- RUTKOWSKI, E. Cadastro técnico rural, situação e expectativa. In: Seminário Nacional de Cadastro Técnico Rural e Urbano, Curitiba, 1997.
- SAYERS, M. *et al.* Guidelines for conducting and calibration road roughness measurements, World Bank technical paper nº 46. Washington.D.C. 1986.
- SETTI, J. R.; WIDMER, J. A . Tecnologia de transportes. Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 1993.
- SILVA JUNIOR, G.; DIAS, D. Estudo de Estradas de Determinada Região do Município de São José dos Campos, utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto 2º. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico, Fpolis, 1996.
- SOUZA PINTO, N. *et al.* Hidrologia de superfície. Edgard Blücher, São Paulo/SP, 1973.
- SPERRY, J.. Laudo Pericial de Ação de Reparação de Danos Nº 191/91, 1994, Poder Judiciário/SC.
- STAR, J.; ESTES, J. Geographic information systems. Prentice-Hall, New Jersey, 1990.
- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, Highway Capacity Manual. Washington D.C., 1994.
- VIEIRA, C .; SILVA, A. Uma proposta para o Cadastro Técnico Municipal de Pequenas Cidades *in* 2º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico, 1996.
- VIVIANI, E.; SILVA A .; SÓRIA, M. Dados básicos para um SIG aplicado à gerência de vias rurais não pavimentadas *in* 2º. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico, Fpolis, 1996.
- WOLF, P. Elements of photogrammetry. Macgraw-Hill, Wisconsin, 1983.

ANEXO I

BOLETIM DE OCORRÊNCIA DE ACIDENTES MODELO EM USO PELA POLÍCIA RODOVIÁRIA FEDERAL

- A1 - FICHA DE AVALIAÇÃO DA PISTA E CONDIÇÕES AMBIENTAIS
- A2 - FICHA DE AVALIAÇÃO DO VEÍCULO SINISTRADO E DAS CONDIÇÕES DE CONDUÇÃO DO MOTORISTA
- A-3- FICHA DE VIOLAÇÕES REGULAMENTADAS

- B1- BOLETIM DE OCORRÊNCIA DE ACIDENTE – IDENTIFICAÇÃO, DADOS GERAIS E CROQUIS DO ACIDENTE

- B2 - BOLETIM DE OCORRÊNCIA DE ACIDENTES - INFORMAÇÕES DETALHADAS DOS VEÍCULOS SINISTRADOS E DE PESSOAS ENVOLVIDAS

| | | | |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--|
| Nº DO VEÍCULO | | | |
| CATEGORIA | | | |
| 1-PARTICULAR | 3-ALUGUEL | 5-OFFICIAL | 7-APRENDIZAGEM 9-OUTROS |
| PNEUS DIANTEIROS | | | |
| 2-BONS | | 4-GASTOS | |
| PNEUS TRASEIROS | | | |
| 1-BONS | | 3-GASTOS | |
| FREIOS | | | |
| 2-NÃO FUNCIONAM | | 4-FUNCIONAM | |
| LANTERNAS DE FREIOS | | | |
| 1-NÃO FUNCIONAM | | 3-FUNCIONAM | |
| FARÓIS E LANTERNAS DIANTEIRAS | | | |
| 2-NÃO FUNCIONAM | 4-SÓ FARÓIS FUNCIONAM | 6-SÓ LANTERNAS FUNCIONAM | 8-AMBOS FUNCIONAM |
| LANTERNAS TRASEIRAS | | | |
| 1-NÃO FUNCIONAM | | 3-FUNCIONAM | |
| SETAS INDICATIVAS DE DIREÇÃO | | | |
| 2-NÃO FUNCIONAM | | 4-FUNCIONAM | |
| LIMPADORES DE PÁRA-BRISA | | | |
| 1-NÃO FUNCIONAM | | 3-FUNCIONAM | |
| SITUAÇÃO DO VEÍCULO | | | |
| 02-INDO À FRENTE | 04-EM MARCHA À RÉ | 06-MANOBRANDO NA PISTA | 08-CRUZANDO A PISTA |
| 10-PARADO NA PISTA | 12-PARADO NO ACCSTAMENTO | 14-ENTRANDO NA PISTA | 16-SAINDO DA PISTA 18-OUTROS |
| COLISÃO COM OBJETO FIXO | | | |
| 01-NÃO | 03-OUTRO VEÍCULO | 05-ÁRVORE | 07-DEFENSA 09-GUARDA-CORPO 11-SINALIZAÇÃO 13-POSTE 15-OUTROS |
| COLISÃO COM OBJETO MÓVEL | | | |
| 02-NÃO | 04-OUTRO VEÍCULO | 06-CICLISTA | 08-ANIMAL SOLTO 10-ANIMAL MONTADO 12-PEDESTRE 14-OUTROS |
| INCÊNDIO | | | |
| 1-NÃO | | 3-SIM | |
| DERRAPAGEM | | | |
| 2-NÃO | | 4-SIM | |
| MARCAS DE FRENAGEM | | | |
| 01-NÃO EXISTE | 03-≤ 16 m | 05-DE 17 a 36 m | 07-DE 37 a 64 m 09-DE 65 a 100 m 11-≥ 101 m |
| SAÍDA DA PISTA | | | |
| 2-NÃO | | 4-SIM | |
| TOMBAMENTO OU CAPOTAGEM | | | |
| 1-NÃO | | 3-TOMBAMENTO 5-CAPOTAGEM | |

| | | | |
|--|---|--|--|
| FE FC FD DF DC DT TD TC TE ET EC EF TT | ÁREAS E SETORES DANIFICADOS E NÍVEIS DE EXTENSÃO | | FE FC FD DF DC DT TD TC TE ET EC EF TT |
| | | | |

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------|---------------------|---|
| DORMINDO | | | |
| 2-NÃO | | 4-SIM | |
| INGESTÃO DE ALCÓOL | | | |
| 1-NÃO EXISTEM VESTÍGIOS | | 3-EXISTEM VESTÍGIOS | |
| km PERCORRIDOS | | | |
| 02-ATÉ 10 km | 04-DE 11 a 50 km | 06-DE 51 a 200 km | 08-DE 201 a 500 km 10-DE 501 a 800 km 12-MAIS DE 800 km |
| HORAS DIRIGINDO | | | |
| 01-ATÉ 15 min | 03-DE 16 min a 1 h | 05-DE 1:01 a 3 h | 07-DE 3:01 a 6 h 09-DE 6:01 a 10 h 11-MAIS DE 10:00h |
| CARREGAMENTO | | | |
| 2-VAZIO | 4-SEMICARREGADO | 6-CARREGADO | 8-SOBRECARREGADO |
| TOMBAMENTO DA CARGA | | | |
| 1-NÃO | | 3-SIM | |
| EXTENSÃO DOS DANOS À CARGA | | | |
| 02-ILESA | 04-< 1/4 | 06-DE 1/4 a 1/2 | 08-DE 1/2 a 3/4 10-> 3/4 |

TIPO DA CARGA

VALOR DA NOTA FISCAL

TIPO DA CARGA

VALOR DA NOTA FISCAL

N.º DO VEÍCULO

VIOLAÇÕES SEGUNDO O REGULAMENTO DO CÓDIGO NACIONAL DE TRÂNSITO

- 01 Excesso de velocidade
- 02 Contra - mão
- 03 Condução indevida do veículo
- 04 Farol alto ao cruzar c/outro veículo
- 05 Sob efeito de álcool
- 06 Sob efeito de substância tóxica
- 07 Invasão da faixa de pedestre
- 08 Ultrapassagem a cortejos
- 09 Ultrapassagem em curva
- 10 Ultrapassagem forçada
- 11 Ultrapassagem em lombada
- 12 Ultrapassagem em ponte, túnel ou viaduto
- 13 Ultrapassagem em cruzamento
- 14 Mudança de direção indevida
- 15 Sinalização indevida
- 16 Desobediência á polícia
- 17 Desobediência à sinalização
- 18 Não guardar distância de segurança entre veículos
- 19 Não oferecer segurança no embarque e desembarque
- 20 Não permitir ultrapassagem pela esquerda quando solicitada
- 21 Desobediência à obrigatoriedade de parada
- 22 Não estar o motorista habilitado
- 23 Falta de iluminação externa do veículo
- 24 Conduzir passageiros que possam provocar danos ao condutor e ao veículo
- 25 Mau estado de conservação do veículo
- 26 Excesso de carga e/ou fora das dimensões
- 27 Falta de capacete na condução de motos
- 28 Transitar em marcha à ré
- 29 Condução dos veículos em paralelo
- 30 Velocidade abaixo do mínimo permitido
- 31 Dirigindo em posição indevida
- 32 Dirigindo calçado inadequadamente
- 33 Veículo transitando com equipamentos deficientes
- 34 Condução de pessoas, animais ou carga nas partes externas do veículo
- 35 Reboque irregular
- 36 Retirar veículo acidentado sem autorização
- 37 Estacionamento indevido na pista
- 38 Falta de sinalização de emergência
- 39 Abandono de sinalização de emergência
- 40 Circulação à esquerda sem faixa especial exigida
- 41 Ultrapassagem de outro veículo em movimento pela direita, sem sinalização exigida
- 42 Desobedecer à preferencial
- 43 Não condução, pela direita da pista, junto à guia da calçada ou acostamento, de veículos de propulsão humana, de tração animal e motos
- 44 Posicionamento indevido do veículo antes de cruzar a rodovia ou efetuar manobras de retorno
- 45 Outras não especificadas

| | | | |
|---|--|------------------|--|
| PISTA DE ROLAMENTO | PISTA 1- SIMPLES 3- DUPLA 5- MÚLTIPLA | CANTEIRO CENTRAL | VERTICAL 1- NÃO EXISTE 3- EXISTE |
| | Nº DE FAIXAS 2- UMA 4- DUAS 6- TRÊS 8- MAIS DE TRÊS | | HORIZONTAL 2- NÃO EXISTE 4- EXISTE |
| | TRAÇADO 1- TANGENTE 3- CURVA C/RAIO < 600m 5- CURVA C/RAIO ≥ 600m | | LUMINOSA 1- NÃO EXISTE 3- EXISTE FUNCIONANDO 5- EXISTE NÃO FUNCIONANDO |
| | SUPERELEVÇÃO 2- NÃO 4- SIM | | MANUAL 2- NÃO EXISTE 4- EXISTE |
| | SUPERLARGURA 1- NÃO 3- SIM | | EXISTÊNCIA 1- NÃO EXISTE 3- EXISTE |
| | PERFIL 2- EM NÍVEL 4- RAMPA < 3% 6- RAMPA ≥ 3% | | NÍVEL 02- EM T 04- EM Y 06- EM X 08- EM Z 10- EM GIRO 12- PASSAGEM DE NÍVEL 14- OUTRAS |
| | CURVA VERTICAL 1- NÃO 3- LOMBADA 5- DEPRESSÃO | | CANALIZAÇÃO 1- NENHUMA 3- ILHAS 5- MARCAS DIRECIONAIS 7- AMBOS |
| | LARGURA 02- < 3,00m 04- DE 3,01 a 6,50m 06- DE 6,51 a 7,20m 08- DE 7,21 a 10,80m 10- ≥ 10,81m | | EM NÍVEIS DIFERENTES 02- DIAMANTE 04- TROMBETA 06- TREVO PARCIAL 8- TREVO COMPLETO 10- OUTROS |
| | ESTREITAMENTO 1- NÃO 3- SIM PERMANENTE 5- SIM PROVISÓRIO | | OBRAS DE ARTE 1- NENHUMA 3- VIADUTO 5- TÚNEL 7- PONTE 9- OUTRAS |
| | REVESTIMENTO 02- NÃO EXISTE 04- CONCRETO 06- ASFALTO 08- PARALELEPÍEDOS 10- REV. PRIMÁRIO 12- OUTROS | | DEFENSA 2- NÃO EXISTE 4- EXISTE |
| | ESTADO DE CONSERVAÇÃO 1- BOM 3- RUIM | | MEIO FIO 1- NÃO EXISTE 3- EXISTE |
| | OBRAS 2- NÃO EXISTE 4- EXISTE NÃO SINALIZADA 6- EXISTE SINALIZADA | | SARJETA 2- NÃO EXISTE 4- EXISTE |
| | CONDIÇÕES DA SUPERFÍCIE 1- SECA 3- MOLHADA | | FASE DO DIA 1- AMANHECER 3- PLENO DIA 5- ANOITECER 7- NOITE |
| | CONDIÇÕES ESPECIAIS 02- NÃO 04- LAMACENTA 06- C/ÓLEO 08- C/MATERIAL GRANULADO 10- COM GELO 12- OUTRAS | | CONDICÕES METEOROLÓGICAS 02- NORMAL 04- NUBLADO 06- NEVOEIRO 08- CHUVA 10- OUTRAS |
| | EXISTÊNCIA 1- NÃO EXISTE 3- EXISTE | | CAUSAS DE RESTRIÇÕES À VISIBILIDADE 01- NÃO HÁ 03- VEGETAÇÃO 05- CONFIGURAÇÃO DO TERRENO 07- VEÍC. ESTACIONADO 09- OFUSCAMENTO 11- CARTAZES 13- POEIRA OU FUMAÇA 15- OUTRAS |
| | LARGURA 2- < 12m 4- ≥ 12m | | USO DO SOLO 2- URBANO 4- RURAL |
| | INCLINAÇÃO 1- PLANO 3- DEPRESSÃO 5- ELEVÇÃO | | TIPO DE LOCALIDADE 01- ESCOLAR 03- INDUSTRIAL 05- COMERCIAL 07- RESIDENCIAL 9- NÃO EDIFICADA 11- OUTRAS |
| | OBSTÁCULO AO CRUZAMENTO 02- NÃO EXISTE 04- CERCA VEGETAL 06- DEFENSA 08- MURO 10- TELA ANTIOFUSCANTE 12- MEIO FIO 14- OUTROS | | FESTIVIDADE 02- NÃO HÁ 04- FERIADO 06- DIA FESTIVO 08- ANTERIOR AO FERIADO OU DIA FESTIVO 10- POSTERIOR AO FERIADO OU DIA FESTIVO |
| | EXISTÊNCIA 1- NÃO EXISTE 3- EXISTE | | IDENTIFICAÇÃO |
| | LARGURA 2- < 1,80m 4- ≥ 1,80m | | CONGESTIONAMENTO 1- NÃO 3- PARCIAL 5- TOTAL |
| REVESTIMENTO 1- NÃO EXISTE 3- EXISTE | Nº DE FAIXAS IMPEDIDAS 02- NENHUMA 04- UMA 06- DUAS 08- TRÊS 10- MAIS DE TRÊS | | |
| OBRAS 2- NÃO EXISTE 4- EXISTE NÃO SINALIZADA 6- EXISTE SINALIZADA | HORA DE LIBERAÇÃO DA PISTA | | |



MJ
DPRF
BOLETIM DE OCORRÊNCIA / B 2

ACIDENTE Nº _____

Fl. _____ DE _____

SUP. _____

DELEGACIA _____

| | | | | | | |
|----------|---|--|--|--|--|--|
| VEÍCULO | Nº ANO MARCA E MODELO | | OCUPANTES | | VITIMADOS | |
| | ESPECIE PASSAGEIRO CARGA MISTO TRACÇÃO OUTROS 1 2 3 4 5 | | MUNICÍPIO | | | |
| | PLACA | | U.F. NOME DO PROPRIETÁRIO | | | |
| | ENDEREÇO DO PROPRIETÁRIO (Rua, Nº, Apto., Município e U.F.) | | | | | |
| | C.R.L.V. | | SEGURO | | CÓDIGO DATA DA EMISSÃO Nº DO BILHETE | |
| ORIGEM | | | DESTINO | | | |
| CONDUTOR | NOME | | | | OCUPAÇÃO PRINCIPAL | |
| | ENDEREÇO (Rua, Nº, Apto, Município e U.F.) | | | | CATEGORIA NÃO HABIL. AMADOR PROFISSIONAL 1 2 3 | |
| | IDADE SEXO MASC. FEM. 1 2 | | ESTADO CIVIL CASADO SOLTEIRO OUTROS 1 2 3 | | ESTADO FÍSICO ILESO LES LEVES LES GRAVES MORTO 1 2 3 4 | |
| | IDENTIDADE (Nº e Órgão Emissor) | | USO DO CINTO SIM NÃO 1 2 | | GRAU DE INSTRUÇÃO ANALFABETO PRIMÁRIO GINASIAL COLEGIAL SUPERIOR 1 2 3 4 5 | |
| | U.F. | | DATA DO EXAME | | | |
| VEÍCULO | Nº ANO MARCA E MODELO | | OCUPANTES | | VITIMADOS | |
| | ESPECIE PASSAGEIRO CARGA MISTO TRACÇÃO OUTROS 1 2 3 4 5 | | MUNICÍPIO | | | |
| | PLACA | | U.F. NOME DO PROPRIETÁRIO | | | |
| | ENDEREÇO DO PROPRIETÁRIO (Rua, Nº, Apto., Município e U.F.) | | | | | |
| | C.R.L.V. | | SEGURO | | CÓDIGO DATA DA EMISSÃO Nº DO BILHETE | |
| ORIGEM | | | DESTINO | | | |
| CONDUTOR | NOME | | | | OCUPAÇÃO PRINCIPAL | |
| | ENDEREÇO (Rua, Nº, Apto, Município e U.F.) | | | | CATEGORIA NÃO HABIL. AMADOR PROFISSIONAL 1 2 3 | |
| | IDADE SEXO MASC. FEM. 1 2 | | ESTADO CIVIL CASADO SOLTEIRO OUTROS 1 2 3 | | ESTADO FÍSICO ILESO LES LEVES LES GRAVES MORTO 1 2 3 4 | |
| | IDENTIDADE (Nº e Órgão Emissor) | | USO DO CINTO SIM NÃO 1 2 | | GRAU DE INSTRUÇÃO ANALFABETO PRIMÁRIO GINASIAL COLEGIAL SUPERIOR 1 2 3 4 5 | |
| | U.F. | | DATA DO EXAME | | | |
| CONDUTOR | VEÍCULO | | NOME | | IDADE SEXO MASC. FEM. 1 2 | |
| | 2 Passageiro | | ENDEREÇO (Rua, Nº, Apto, Município e U.F.) | | | |
| | 3 Pedestre | | ESTADO CIVIL CASADO SOLTEIRO OUTROS 1 2 3 | | ESTADO FÍSICO ILESO LES LEVES LES GRAVES MORTO 1 2 3 4 | |
| | 4 Cavaleiro | | GRAU DE INSTRUÇÃO ANALFABETO PRIMÁRIO GINASIAL COLEGIAL SUPERIOR 1 2 3 4 5 | | IDENTIDADE (Nº e Órgão Emissor) | |
| | 5 Outros | | OCUPAÇÃO PRINCIPAL | | | |
| CONDUTOR | VEÍCULO | | NOME | | IDADE SEXO MASC. FEM. 1 2 | |
| | 2 Passageiro | | ENDEREÇO (Rua, Nº, Apto, Município e U.F.) | | | |
| | 3 Pedestre | | ESTADO CIVIL CASADO SOLTEIRO OUTROS 1 2 3 | | ESTADO FÍSICO ILESO LES LEVES LES GRAVES MORTO 1 2 3 4 | |
| | 4 Cavaleiro | | GRAU DE INSTRUÇÃO ANALFABETO PRIMÁRIO GINASIAL COLEGIAL SUPERIOR 1 2 3 4 5 | | IDENTIDADE (Nº e Órgão Emissor) | |
| | 5 Outros | | OCUPAÇÃO PRINCIPAL | | | |
| CONDUTOR | VEÍCULO | | NOME | | IDADE SEXO MASC. FEM. 1 2 | |
| | 2 Passageiro | | ENDEREÇO (Rua, Nº, Apto, Município e U.F.) | | | |
| | 3 Pedestre | | ESTADO CIVIL CASADO SOLTEIRO OUTROS 1 2 3 | | ESTADO FÍSICO ILESO LES LEVES LES GRAVES MORTO 1 2 3 4 | |
| | 4 Cavaleiro | | GRAU DE INSTRUÇÃO ANALFABETO PRIMÁRIO GINASIAL COLEGIAL SUPERIOR 1 2 3 4 5 | | IDENTIDADE (Nº e Órgão Emissor) | |
| | 5 Outros | | OCUPAÇÃO PRINCIPAL | | | |



MJ
DPRF
BOLETIM DE OCORRÊNCIA / B 1

ACIDENTE Nº FI. 01 DE
SUP. DELEGACIA

| | | | |
|----------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| RODOVIA | TRECHO | QUILÔMETRO | |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| MUNICÍPIO | DATA | HORA DO ACIDENTE | |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| VALORES GLOBAIS | Nº DE VEÍCULOS IDENTIFICADOS | Nº DE VEÍCULOS NÃO IDENTIFICADOS | Nº DE OCUPANTES |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| | | | Nº DE VITIMADOS |
| | | | <input type="text"/> |
| | | | Nº DE FOLHAS |
| | | | B 1 0 1 B 2 8 3 |

| | | |
|-----------------------|--|---------------------------------|
| NOME E Nº DO POLICIAL | | ASSINATURA |
| <input type="text"/> | | <input type="text"/> |
| SISTEMA 1 | NOME | OCUPAÇÃO PRINCIPAL |
| | ENDEREÇO (Rua, Nº, Apto, Município e UF) | IDENTIDADE (Nº e Órgão Emissor) |
| SISTEMA 2 | NOME | OCUPAÇÃO PRINCIPAL |
| | ENDEREÇO (Rua, Nº, Apto, Município e UF) | IDENTIDADE (Nº e Órgão Emissor) |

DANOS A PROPRIEDADES DE TERCEIROS

DANOS A PROPRIEDADES DO DNER

SIM 1 NÃO 2

| | | |
|---------|--|---|
| CROQUIS | | <p>SIMBOLOGIA</p> <ul style="list-style-type: none"> AUTOMÓVEL ÔNIBUS OU CAMINHÃO TREM VEÍCULO DE 2 RODAS MARCHA À FRENTE MARCHA À RÉ PATINAGEM OU DERRAPAGEM CAPOTAGEM PEDESTRE ANIMAL OBJETO FIXO INCÊNDIO ANTES DA COLISÃO LOCAL DA COLISÃO DEPOIS DA COLISÃO |
|---------|--|---|

NARRATIVA

| | | |
|---------------------------------|----------------------|----------------------|
| REMOVIDO | Nº VÍTIMAS | REMOVIDO (S) PARA |
| | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| OBSERVAÇÃO | Nº VÍTIMAS | REMOVIDO (S) PARA |
| | <input type="text"/> | <input type="text"/> |
| DELEGACIA DE ENTREGA DO BOLETIM | ASSINATURA | DATA |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> |

ANEXO II

TABELA DAS PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS DE PISTA

PARA RODOVIAS ARTERIAIS FEDERAIS

“codocorrpista”

TABELA DAS PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS DE PISTA

| codocorP | elemento | descricao | codsever |
|----------|------------|--|----------|
| 1000 | defeitos | deficiencias da superficie do pavimento p/deformacao ou fadiga, referencias DNER | |
| 1100 | trincas | ausentes ou incipientes na forma de fissuras ou ausentes | 1 |
| 1110 | trincasFC1 | isoladas, sem erosao acentuada nos bordos das trincas | 2 |
| 1111 | TRR | trincas isoladas devido a retracao termica da base ou revestimento | 2 |
| 1112 | TTC | trincas isoladas transversais curtas | 2 |
| 1113 | TTL | trincas isoladas transversais longas | 2 |
| 1114 | TLC | trincas isoladas longitudinais curtas | 2 |
| 1115 | TLL | trincas isoladas longitudinais longas | 2 |
| 1120 | trincasFC2 | interligadas, tipo jacare ou bloco, sem erosao acentuada nos bordos das trincas | 3 |
| 1121 | J | trincas interligadas, jacare, sem erosao acentuada nos bordos da trinca | 3 |
| 1122 | TB | trincas interligadas, bloco, sem erosao acentuada dos bordos das trincas | 3 |
| 1130 | trincasFC3 | interligadas, tipo jacare ou bloco, com erosao acentuada nos bordos das trincas | 4 |
| 1131 | JE | trincas interligadas, jacare, com erosao acentuada nos bordos das trincas | 4 |
| 1132 | TBE | trincas interligadas, bloco, com erosao acentuada nos bordos das trincas | 4 |
| 1200 | AC | afundamento de consolidacao (adensamento) medidos respectivamente com barra-padrao de 1200 mm ou com metodo volumetrico | |
| 1201 | ALC e ALP | afundamento de consolidacao local com/sem fluencia plastica (a < 10 mm), ou em trilhas de rodas (f < 7 mm) | 1 |
| 1202 | ATC e ALP | afundamento de consolidacao local com/sem fluencia plastica (10 mm =< a =< 25 mm) ou em trilhas de roda (7 mm =< f =< 12 mm) | 2 |
| 1203 | ATC e ALP | afundamento de consolidacao local com/sem fluencia plastica (26 mm =< a =< 50 mm) ou em trilhas de roda (13 mm =< f =< 25 mm) | 3 |
| 1204 | ATC e ALP | afundamento de consolidacao local com/sem fluencia plastica (a > 51mm) ou em trilhas de roda (f > 26 mm) | 4 |
| 1205 | ATP | afundamento continuo em trilhas de roda, por fluencia plastica de camada do pavimento, f < 7mm | 1 |
| 1206 | ATP | afundamento continuo em trilhas de roda, por fluencia plastica de camada do pavimento, 7 mm =< f =< 12 mm | 2 |
| 1207 | ATP | afundamento continuo em trilhas de roda, por fluencia plastica da camada do pavimento, 13 mm =< f =< 25 mm | 3 |
| 1208 | ATP | afundamento continuo em trilhas de roda, por fluencia plastica de camada do pavimento, f > 26 mm | 4 |
| 1300 | O | corrugacao | |
| 1301 | O | corrugacao, ondulaacao ausente ou incipiente sem causar desconforto ao usuario da via | 1 |
| 1302 | O | corrugacao, ondulaacoes na faixa de trafego, causando algum desconforto aos usuarios | 2 |
| 1303 | O | corrugacao, ondulaacoes na faixa de trafego, causando trepidacao e impondo reducao de velocidade dos veiculos | 3 |
| 1304 | O | corrugacao, ondulaacoes na faixa de trafego, causando trepidacao e induzindo a frenagem brusca ou ainda desvio de trajetoria de veiculos | 4 |
| 1400 | E | escorregamento | |
| 1401 | E | escorregamento ausente ou incipiente | 1 |
| 1402 | E | escorregamento c/deformacao plastica localizada ou continua, podendo causar algum desconforto ao usuario | 2 |
| 1403 | E | escorregamento c/notavel deformacao, provocando desconforto notadamente aos veiculos com feixes de molas | 3 |
| 1404 | E | escorregamento c/acentuada deformacao, produzindo grandes ressalto, motivando frenagem e/ou desvio de trajetoria de veiculos | 4 |
| 1500 | P | buracos ou panelas situadas no segmento, por faixa de trafego | |

TABELA DAS PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS DE PISTA

| codocorP | elemento | descricao | codsever |
|----------|------------|--|----------|
| 1501 | P | panelas ausentes ou em inicio de formacao | 1 |
| 1502 | P | panelas localizadas, no máximo 2 (duas), c/profundidade (f < 25 mm) c/maximo 0,28 m2 de área/unidade | 2 |
| 1503 | P | panelas localizadas, no máximo 5 (cinco), c/profundidade (f < 50 mm) c/maximo 0,28 m2 de área/unidade | 3 |
| 1504 | P | panelas localizadas ou propagadas, superiores a 5 (cinco) c/tamanhos diversos e disseminados pela faixa de tráfego | 4 |
| 1600 | R | recuperacao do pavimento nos locais de panelas ou cizalhamentos, por faixa de trafego e por segmento = remendos | |
| 1601 | R | remendos ausentes | 1 |
| 1602 | R | remendos isolados, limitados a dois, sem imperfeicoes ou deterioracoes aparentes | 2 |
| 1603 | R | remendos isolados, limitados a 5 (cinco), apresentando deformacoes sensiveis perceptíveis pelo usuarios ou inspecao visual | 3 |
| 1604 | R | remendos densificados no segmento, produzindo desconforto por deslocamentos transversais e longitudinais dos usuarios | 4 |
| 2001 | sinlzvia | completa e com refletividade dos elementos de sinalizacao (marcas horizontais, placas, etc), em todo o segmento | 1 |
| 2002 | sinlzvia | completa e com refletividade dos elementos de sinalizacao (marcas horizontais, placas, etc), pelo menos na faixa descendente | 2 |
| 2003 | sinlzvia | sinalizacao vertical incompleta, porerm há boa refletividade das marcas de sinalizacao horizontal de pista (eixo e bordos) | 2 |
| 2004 | sinlzvia | incompleta sinalizacao horizontal e vertical, e com baixa ou inexistente refletividade da sinalizacao horizontal de pista | 4 |
| 3000 | drensuperf | drenagem superficial | |
| 3001 | valeta | não compromete a estabilidade dos taludes | 1 |
| 3002 | valeta | por inexistir ou estar mal conservada, contribui para a erosao dos taludes | 2 |
| 3003 | valeta | por inexistir, estar danificada ou mal conservada, contribui para a instabilidade dos taludes | 3 |
| 3004 | valeta | contribui para a danificacao da plataforma ou do pavimento | 4 |
| 3011 | dissipador | não compromete a estabilidade dos taludes | 1 |
| 3012 | dissipador | por inexistir ou estar mal conservado, contribui para a erosao dos taludes | 2 |
| 3013 | dissipador | por inexistir, estar danificado ou mal conservado, contribui para a instabilidade dos taludes | 3 |
| 3014 | dissipador | contribui para a danificacao da plataforma ou do pavimento | 4 |
| 3021 | sarjeta | bem dimensionada, não há transbordamento de agua | 1 |
| 3022 | sarjeta | há transbordamento eventual de agua | 2 |
| 3023 | sarjeta | há escoamento pelo acostamento com repetitividade e pode influir na estabilidade da plataforma e seguranca viaria | 3 |
| 3024 | sarjeta | há escoamento pelo acostamento com repetitividade e em distancia superior a 100 metros, podendo ou não transpor a pista | 4 |
| 4000 | exogenos | agua, graxas, oleos, solos transportados | |
| 4011 | agua | é canalizada para a sarjeta, meio-fio, ou para fora da plataforma, escoando sem transbordamento | 1 |
| 4012 | agua | é canalizada para a sarjeta, meio-fio, ou base da banquetta, por onde escoo c/transbordamento eventual sobre o acostamento | 2 |
| 4013 | agua | é canalizada para a sarjeta, meio-fio, ou base da banquetta, escoando pelo acostamento com repetitividade | 3 |
| 4014 | agua | é canalizada porem transborda escoando sobre a pista, atravessando-a ou atingindo-a com repetitividade | 4 |
| 4021 | oleo/graxa | ausente ou incipiente | 1 |
| 4022 | oleo/graxa | perceptível por análise expedita, ocorrendo na regioao central da faixa faixa de tráfego ascendente, ou é indefinida na fx descendente | 2 |
| 4023 | oleo/graxa | perceptível por análise expedita, ocorrendo na regioao central da faixa faixa de tráfego descendente | 3 |

TABELA DAS PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS DE PISTA

| codocorP | elemento | descricao | codsever |
|----------|-------------|---|----------|
| 4024 | oleo/graxa | perceptível por análise expedita, ocorrendo também sobre a região de trilhas de roda de qualquer faixa de trafego | 4 |
| 4031 | solos | ausente | 1 |
| 4032 | solos | presente apenas no acostamento para o lado externo das curvas horizontais | 2 |
| 4033 | solos | presente sobre a pista nas áreas de frenagem antes das curvas ou aproximacoes de pontes ou viadutos | 3 |
| 4034 | solos | presente em mais de 2 metros de extensao na faixa de trafego | 4 |
| 4041 | vegetacao | a vegetacao é cortada, havendo permanente servico de limpeza da faixa de dominio | 1 |
| 4042 | vegetacao | há vegetacao na faixa de dominio, mas não há perda de visibilidade de placas ou reducao da distancia de visibilidade de parada | 2 |
| 4043 | vegetacáp | há vegetacao na faixa de dominio, c/perda parcial de visibilidade de placas e perceptível reducao da distancia de visib. de parada | 3 |
| 4044 | vegetacao | há vegetacao na faixa de dominio, c/perda total de visibilidade de placas e acentuada reducao da distancia de visibilidade de parada | 4 |
| 5000 | geometria | | |
| 5001 | curva | curva horizontal de raio c/ parametro de correlacao geométrica de raio em Area Muito Boa(conforto) e $Q_s > = 7,4$ (segurança) | 1 |
| 5002 | curva | curva horizontal de raio c/ parametro de correlacao geométrica de raio em Area Boa(conforto) e $5,6 = < Q_s = < 7,3$ (segurança) | 2 |
| 5003 | curva | curva horizontal de raio c/ parametro de correlacao geométrica de raio em Area Aceitável(conforto) e $4,5 = < Q_s = < 5,5$ (segurança) | 3 |
| 5004 | curva | curva horizontal de raio c/ parametro de correlacao geométrica de raio em Area Boa(conforto) e $Q_s = < 4,4$ (segurança) | 4 |
| 5005 | reta | trecho reto com comprimento maior que o mínimo estabelecido entre curvas de raios maiores que (6 * Vp) | 1 |
| 5006 | reta | trecho reto com comprimento maior que o mínimo entre curvas de raios menores que (6 * Vp) | 2 |
| 5007 | reta | trecho reto com comprimento menor que o mínimo entre curvas de raios maiores que (6 * Vp) | 3 |
| 5008 | reta | trecho reto com comprimento menor que o mínimo entre curvas de raios menores que (6 * Vp) | 4 |
| 5009 | intersecao | intersecao ou acesso com greide g < 3% e em tangente horizontal, ou não existe | 1 |
| 5010 | intersecao | intersecao ou acesso com greide 3% = < g = < 5% , e em tangente horizontal, ou com g < 3% em curva horizontal | 2 |
| 5011 | intersecao | intersecao ou acesso, ainda que secundario, com greide g > 5 % , e em tangente horizontal, sem curva horizontal | 3 |
| 5012 | intersecao | intersecao ou acesso em curva horizontal, com inclinação de greide superior a 3% | 4 |
| 5101 | greide | greide reto ou curvo, com rampa g < 3% , podendo ser(erm) superposto(s) à curvas horizontais c/ raios maiores que 6* Vp | 1 |
| 5102 | greide | greide reto ou curvo, com rampa 3 = < g = < 5% , descendente, podendo ser(erm) superposto(s) à curvas horizont. c/ raios maiores que 6*Vp | 2 |
| 5103 | greide | greide reto ou curvo, com rampa 3 = < g = < 6% , ascendentes, superposto(s) ou não à curvas horizontais c/ raios maiores que 6* Vp | 2 |
| 5104 | greide | greide reto ou curvo, com rampa 3 = < g = < 6% , ascendente, podendo ser(erm) superposto(s) à curvas horizont. c/ raios menores que 6*Vp | 3 |
| 5105 | greide | greide reto ou curvo, com rampa 3 = < g = < 5% , descendente, podendo ser(erm) superposto(s) à curvas horizont. c/ raios menores que 6*Vp | 3 |
| 5106 | greide | greide reto ou curvo, com rampa g > 5% descendente, combinado ou não curvas horizontais. | 4 |
| 6000 | acostamento | | |
| 6001 | acostamento | existe e esta em bom estado de conservacao com sarjeta bem estruturada | 1 |
| 6002 | acostamento | existe e esta em bom estado de conservacao porem existe apenas meio-fio ou leira | 2 |
| 6003 | acostamento | existe e apresenta deformacoes, podendo ocorrer localizada desagregacao do asfalto | 3 |
| 6004 | acostamento | não existe, ou existindo esta com grandes deformacoes ou há cizalhamento na superficie, ou ainda, mal-conservado | 4 |

ANEXO II – A

TABELA DOS DADOS PRIMÁRIOS DE OCORRÊNCIAS DE PISTA

BR101SC

TRECHO – ALTO DO MORRO DOS CAVALOS AO RIO MASSIAMBÚ

INFORMAÇÕES DO TRECHO MORRO DOS CAVALOS - BR101

| LOCALIZAÇÃO | | GEOMETRIA | | | | VISIBILIDADE | | | | SINALIZVERT/HORIZ | | | | FATORES EXOG.DE INTERF. | | | | | | | | DEFORMAÇÕES DA RODAGEM | | | | | |
|-------------|---------|-------------|--------|-----------|---------|--------------|-------|------|------|-------------------|--------|---------|-------------|-------------------------|-------------|---|---|---|---|--|--|------------------------|--|--|--|--|--|
| ESTACA | PROJETO | PLANIMETRIA | ALTIM. | LONGITUD. | LATERAL | EXIST | DESEJ | OLEO | SOLO | AGUA | VEGET. | TRINCAS | TRILHA RODA | AFUND/RESSALT-LOCAL | RECUP. PAV. | | | | | | | | | | | | |
| KM | PISTA | RET | CURV | ACES | RAMP | D | E | D | E | D | E | D | E | D | E | D | E | A | | | | | | | | | |
| 232+340 | 825 | 233 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 826 | | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 827 | | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 232+400 | 828 | | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 829 | | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 830 | | 120 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 831 | | 140 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 832 | | 160 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 232+500 | 833 | | 180 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 834 | | 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 835 | | 220 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 836 | | 240 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 837 | | 260 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 232+600 | 838 | | 280 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 839 | | 300 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 840 | | 320 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 841 | | 340 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 842 | | 360 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 232+700 | 843 | | 380 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 844 | | 400 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 845 | | 420 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 846 | | 440 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 847 | | 460 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 232+800 | 848 | | 480 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 849 | | 500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 850 | | 520 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 851 | | 540 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 852 | | 560 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 232+900 | 853 | | 580 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 854 | | 600 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 855 | | 620 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 856 | | 640 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 857 | | 660 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 233 | 858 | | 680 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 859 | | 700 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 860 | | 720 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 861 | | 740 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 862 | | 760 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 233+100 | 863 | | 780 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 864 | | 800 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 865 | | 820 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 866 | | 840 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 867 | | 860 | 3 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 233+200 | 868 | | 880 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 869 | | 900 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 870 | | 920 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 871 | | 940 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 872 | | 960 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 233+300 | 873 | | 980 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 874 | 234 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 875 | | 20 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 876 | | 40 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 877 | | 60 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| 233+400 | 878 | | 80 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 879 | | 100 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 880 | | 120 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 881 | | 140 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |
| | 882 | | 160 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | |

| LOCALIZAÇÃO | | GEOMETRIA | | | | VISIBILIDADE | | | | SINALIZVERT/HORIZ | | | | FATORES EXOG.DE INTERFERENCIA | | | | | | | | DEFORMAÇÕES DA RODAGEM | | | | | |
|-------------|---------|-------------|--------|-----------|----------|--------------|-------|------|------|-------------------|--------|---------|-------------|-------------------------------|----------|---|---|---|--|--|--|------------------------|--|--|--|--|--|
| ESTACA | PROJETO | PLANIMETRIA | ALTIM. | LONGITUD. | LATERAL | EXIST | DESEJ | OLEO | SOLO | AGUA | VEGET. | TRINCAS | TRILHA RODA | OUTROS AFUND | REMENDOS | | | | | | | | | | | | |
| KM | PISTA | RET | CURV | ACES | RAMP+H28 | D | E | D | E | D | E | D | E | D | E | D | E | A | | | | | | | | | |
| 233+500 | 883 | | 180 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| | 884 | | 200 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| | 885 | | 220 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| | 886 | | 240 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| | 887 | | 260 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| 233+600 | 888 | | 280 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| | 889 | | 300 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| | 890 | | 320 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| | 891 | | 340 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| | 892 | | 360 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| 233+700 | 893 | | 380 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| | 894 | | 400 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| | 895 | | 420 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| | 896 | | 440 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| | 897 | | 460 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| 233+800 | 898 | | 480 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| | 899 | | 500 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| | 900 | | 520 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| | 901 | | 540 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| | 902 | | 560 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | | | | |
| 233+900 | 903 | | 580 | 0</ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ANEXO III

TABELA DE CÓDIGOS E DESCRIÇÕES DA SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO

CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO

“codTransBras”

CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO

| Codigo | codTransBras | descricao |
|--------|--------------|---|
| 2501 | A-1a | curva acentuada a esquerda |
| 2502 | A-1b | curva acentuada a direita |
| 2503 | A-2a | curva a esquerda |
| 2504 | A-2b | curva a direita |
| 2505 | A-3a | pista sinuosa a direita |
| 2506 | A-3b | pista sinuosa a esquerda |
| 2507 | A-4a | curva acentuada "s" a esquerda |
| 2508 | A-4b | curva acentuada "s" a direita |
| 2509 | A-5a | curva em "s" a esquerda |
| 2510 | A-5b | curva em "s" a direita |
| 2511 | A-6a | cruzamento de vias |
| 2512 | A-7a | via lateral a direita |
| 2513 | A-7b | via lateral a esquerda |
| 2514 | A-8 | bifurcacao em "T" |
| 2515 | A-9 | bifurcacao em "Y" |
| 2516 | A-10a | entroncamento obliquo a esquerda |
| 2517 | A-10b | entroncamento obliquo a direita |
| 2518 | A-11a | juncoes sucessivas contrarias primeira a direita |
| 2519 | A-11b | juncoes sucessivas contrarias primeira a esquerda |
| 2520 | A-12 | intersecao em circulo |
| 2521 | A-13a | confluencia a direita |
| 2522 | A-13b | confluencia a esquerda |
| 2523 | A-14 | semaforo a frente |
| 2524 | A-15 | parada obrigatoria a frente |
| 2525 | A-16 | bonde |
| 2526 | A-17 | pista irregular |
| 2527 | A-18 | saliencia ou lombada |
| 2528 | A-19 | depressao |
| 2529 | A-20a | declive acentuado |
| 2530 | A-20b | acive acentuado |
| 2531 | A-21a | estreitamento de pista ao centro |
| 2532 | A-21b | estreitamento de pista a esquerda |
| 2533 | A-21c | estreitamento de pista a direita |
| 2534 | A-22 | ponte estreita |
| 2535 | A-23 | ponte movel |
| 2536 | A-24 | obras |
| 2537 | A-25 | mao dupla adiante |
| 2538 | A-26a | sentido único |
| 2539 | A-26b | sentido duplo |
| 2540 | A-27 | area de desmoronamento |
| 2541 | A-28 | pista escorregadia |
| 2542 | A-29 | protecao de cascalho |
| 2543 | A-30 | ciclistas |
| 2544 | A-31 | maquinaria agricola |
| 2545 | A-32a | passagem de pedestre |
| 2546 | A-32b | passagem sinalizada de pedestres |
| 2547 | A-33a | area escolar |
| 2548 | A-33b | passagem sinalizada de escolares |
| 2549 | A-34 | criancas |
| 2550 | A-35 | cuidado animais |
| 2551 | A-36 | animais selvagens |
| 2552 | A-37 | altura maxima |
| 2553 | A-38 | largura limitada |
| 2554 | A-39 | passagem de nivel sem barreira |

CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO

| Codigo | codTransBras | descricao |
|--------|--------------|---|
| 2555 | A-40 | passagem de nivel com barreira |
| 2556 | A-41 | cruz de santo andre |
| 2557 | A-42a | inicio de pista dupla |
| 2558 | A-42b | fim de pista dupla |
| 2559 | A-42c | pista dividida |
| 2560 | A-43 | aeroporto |
| 2561 | A-44 | vento lateral |
| 2562 | A-45 | rua sem saida |
| 2601 | D-1 | dispositivos delimitadores_ balizadores laterais de pista |
| 2602 | D-2 | dispositivos delimitadores_ balizadores de pontes e viad |
| 2603 | D-3 | dispositivos delimitadores_ tachas e tachoes |
| 2604 | D-4 | dispositivos canalizadores e de seguranc_ prisma de c |
| 2605 | D-5 | dispositivos canalizadores e de seguranc_ guard-rail |
| 2606 | D-6 | dispositivos e sinalizacao de alerta_ marcacao de obsta |
| 2607 | D-7 | dispositivos e sinalizacao de alerta_ marcadores de peri |
| 2608 | D-8 | dispositivos e sinalizacao de alerta_ marcadores de alinh |
| 2609 | D-9 | dispositivos e sinalizacao de alerta_ marcadores de obst |
| 2610 | D-10 | dispositivos e sinalizacao de alerta_ marcadores de peri |
| 2611 | D-11 | dispositivos e sinalizacao de alerta_ marcadores transve |
| 2612 | D-12 | dispositivos e sinalizacao de alerta_ temporarios: cones, |
| 2651 | M-1 | marcas iongitudinais_ linhas de divisao de fluxos oposto |
| 2652 | M-2 | marcas longitudinais_ linhas de divisao de fluxos oposto |
| 2653 | M-3 | marcas longitudinais_ linhas de divisao de fluxos oposto |
| 2654 | M-4 | marcas longitudinais_ linhas de divisao de fluxos oposto |
| 2655 | M-5 | marcas longitudinais_ linhas de divisao de fluxos de mes |
| 2656 | M-6 | marcas longitudinais_ linhas de divisao de fluxos de mes |
| 2657 | M-7 | marcas longitudinais_ linhas de bordo continuas |
| 2658 | M-8 | marcas longitudinais_ linhas de bordo seccionadas |
| 2659 | M-9 | marcas longitudinais_ linhas de continuidade tracejada |
| 2660 | M-10 | marcas transversais_ linhas de retencao |
| 2661 | M-11 | marcas transversais_ linhas de estimula a reducao de ve |
| 2662 | M-12 | marcas transversais_ faixas de travessia de pedestres |
| 2663 | M-13 | marcas transversais_ marcacao de cruzamentos rodoci |
| 2664 | M-14 | marcas de canalizacao |
| 2665 | M-15 | marcas de delimitacao e controle de estacionamento e/o |
| 2666 | M-16 | |
| 2667 | M-17 | |
| 2668 | M-18 | |
| 2671 | X-1 | inscricoes no pavimento_ setas direcionais |
| 2672 | X-2 | inscricoes no pavimento_ simbolos |
| 2673 | X-3 | inscricoes no pavimento_ legendas |
| 2701 | I-1 | rodovia panamericana |
| 2702 | I-2 | |
| 2703 | I-3 | rodovia nacional |
| 2704 | I-4 | indicacao de saida para via secundaria |
| 2705 | I-5 | |
| 2706 | I-6 | |
| 2707 | I-7 | marcacao placa quilometrica |
| 2708 | I-8 | via interrompida |
| 2709 | I-9a | sentido de circulacao a esquerda ou direita |
| 2710 | I-9b | duplo sentido de circulacao |
| 2711 | I-10 | localizacao |
| 2712 | I-11 | area de estacionamento |
| 2713 | I-12 | servico telefonico |

CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO

| Codigo | codTransBras | descricao |
|--------|--------------|--|
| 2714 | I-13 | servico mecanico |
| 2715 | I-14 | abastecimento |
| 2716 | I-15 | pronto socorro |
| 2717 | I-16 | servico sanitario |
| 2718 | I-17 | restaurante |
| 2719 | I-18 | hotel |
| 2720 | I-19 | area de campismo |
| 2721 | I-20 | aeroporto |
| 2722 | I-21 | transporte sobre a agua |
| 2723 | I-22 | estacionamento de trafego |
| 2724 | I-23 | ponto de parada |
| 2725 | I-24 | passagem protegida de pedestres |
| 2801 | R-1 | pare |
| 2802 | R-2 | de a preferencia |
| 2803 | R-3 | sentido proibido |
| 2804 | R-4a | proibido virar a esquerda |
| 2805 | R-4b | proibido virar a direita |
| 2806 | R-5 | proibido retornar |
| 2807 | R-6a | proibido estacionar |
| 2808 | R-6b | estacionamento regulamentado |
| 2809 | R-6c | proibido parar e estacionar |
| 2810 | R-7 | proibido ultrapassar |
| 2811 | R-8 | proibido mudar de faixa de transito |
| 2812 | R-9 | proibido transito de veiculos de carga |
| 2813 | R-10 | proibido transito de de veiculos automotores |
| 2814 | R-11 | proibido transito de veiculos de tracao animal |
| 2815 | R-12 | proibido transito de bicichetas |
| 2816 | R-13 | proibido transito de maquinas agricolas |
| 2817 | R-14 | carga maxima permitida |
| 2818 | R-15 | altura maxima permitida |
| 2819 | R-16 | largura maxima permitida |
| 2820 | R-17 | peso maximo permitido por eixo |
| 2821 | R-18 | comprimento maximo permitido |
| 2822 | R-19 | velocidade maxima permitida |
| 2823 | R-20 | proibido acionar buzina ou sinal sonoro |
| 2824 | R-21 | alfandega |
| 2825 | R-22 | uso obrigatorio de corrente |
| 2826 | R-23 | conserve a direita |
| 2827 | R-24a | sentido obrigatorio |
| 2828 | R-24b | passagem obrigatoria |
| 2829 | R-25a | vire a esquerda |
| 2830 | R-25b | vire a direita |
| 2831 | R-25c | siga em frente ou a esquerda |
| 2832 | R-25d | siga em frente ou a direita |
| 2833 | R-26 | siga em frente |
| 2834 | R-27 | veiculos lentos usem faixa da direita |
| 2835 | R-28 | mao dupla |
| 2836 | R-29 | proibido transito de pedestres |
| 2837 | R-30 | pedestre ande pela esquerda |
| 2838 | R-31 | pedestre ande pela direita |
| 2839 | R-32 | circulacao exclusiva de onibus |
| 2840 | R-33 | sentido circular obrigatorio |
| 2841 | R-34 | circulacao exclusiva de bicicletas |

ANEXO IV

TABELA DA SINALIZAÇÃO DE TRÂNSITO

PARA O TRECHO-PILOTO NA BR101SC

“MORRO DOS CAVALOS AO RIO MASSIAMBÚ”

“ocorreSinalizVia”

CONFORME CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO

SINALIZAÇÃO NO TRECHO-PILOTO DA BR101SC

| segment | faixa | ocorrecia | SinVertExist | SinHorizExist | SinVertDesej | SinHorizDesej |
|---------|-----------|-----------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| 233040 | Adicional | 2004 | | M-14 | | M-7 |
| 233040 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233040 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233060 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233060 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233060 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233080 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233080 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233080 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233100 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233100 | Direita | 2004 | | M-7 | R-7 | M-7 |
| 233100 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233120 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233120 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233120 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233140 | Adicional | 2004 | | M-7 | A-21c | M-7 |
| 233140 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233140 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233160 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233160 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233160 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233180 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233180 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233180 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233200 | Adicional | 2004 | | M-7 | R-27 | M-7 |
| 233200 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233200 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233220 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233220 | Direita | 2004 | | M-7 | I-10 | M-7 |
| 233220 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233240 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233240 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233240 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233260 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233260 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233260 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233280 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233280 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233280 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233300 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233300 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233300 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233320 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233320 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233320 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233340 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233340 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233340 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233360 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233360 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233360 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233380 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |

SINALIZAÇÃO NO TRECHO-PILOTO DA BR101SC

| segment | faixa | ocorrecia | SinVertExist | SinHorizExist | SinVertDesej | SinHorizDesej |
|---------|-----------|-----------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| 233380 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233380 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233400 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233400 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233400 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233420 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233420 | Direita | 2004 | | M-7 | A-28 | M-7 |
| 233420 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233440 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233440 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233440 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233460 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233460 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233460 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233480 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233480 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233480 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233500 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233500 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233500 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233520 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233520 | Direita | 2004 | | M-7 | A-7a | M-7 |
| 233520 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233540 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233540 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233540 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233560 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233560 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233560 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233580 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233580 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233580 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233600 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233600 | Direita | 2004 | | M-7 | R-7 | M-7 |
| 233600 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233620 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233620 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233620 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233640 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233640 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233640 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233660 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233660 | Direita | 2004 | A-5a | M-7 | A-1a | M-7 |
| 233660 | Esquerda | 2003 | I-7 | M-3 | | M-3 |
| 233680 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233680 | Direita | 2004 | I-10 | M-7 | | M-7 |
| 233680 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233700 | Adicional | 2004 | | M-7 | R-27 | M-7 |
| 233700 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233700 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233720 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233720 | Direita | 2004 | | M-7 | | D-2 |

SINALIZAÇÃO NO TRECHO-PILOTO DA BR101SC

| segment | faixa | ocorrencia | SinVertExist | SinHorizExist | SinVertDesej | SinHorizDesej |
|---------|-----------|------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| 233720 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233740 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233740 | Direita | 2004 | | M-7 | | D-2 |
| 233740 | Esquerda | 2004 | | M-3 | | M-3 |
| 233760 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233760 | Direita | 2004 | | M-7 | | D-2 |
| 233760 | Esquerda | 2004 | | M-3 | | M-3 |
| 233780 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233780 | Direita | 2004 | | M-7 | | D-2 |
| 233780 | Esquerda | 2004 | | M-3 | | M-3 |
| 233800 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233800 | Direita | 2004 | | M-7 | | D-2 |
| 233800 | Esquerda | 2004 | | M-3 | | M-3 |
| 233820 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233820 | Direita | 2004 | | M-7 | | D-2 |
| 233820 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233840 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233840 | Direita | 2004 | | M-7 | | D-2 |
| 233840 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233860 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233860 | Direita | 2004 | | M-7 | | D-2 |
| 233860 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233880 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233880 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233880 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233900 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233900 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233900 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233920 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233920 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233920 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233940 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233940 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233940 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233960 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233960 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233960 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 233980 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233980 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 233980 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234000 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234000 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234000 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234020 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234020 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234020 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234040 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234040 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234040 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234060 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234060 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234060 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |

SINALIZAÇÃO NO TRECHO-PILOTO DA BR101SC

| segment | faixa | ocorrencia | SinVertExist | SinHorizExist | SinVertDesej | SinHorizDesej |
|---------|-----------|------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| 234080 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234080 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234080 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234100 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234100 | Direita | 2004 | | M-7 | R-7 | M-7 |
| 234100 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234120 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234120 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234120 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234140 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234140 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234140 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234160 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234160 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234160 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234180 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234180 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234180 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234200 | Adicional | 2004 | | M-7 | R-27 | M-7 |
| 234200 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234200 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234220 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234220 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234220 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234240 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234240 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234240 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234260 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234260 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234260 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234280 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234280 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234280 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234300 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234300 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234300 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234320 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234320 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234320 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234340 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234340 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234340 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234360 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234360 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234360 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234380 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234380 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234380 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234400 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234400 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234400 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234420 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |

SINALIZAÇÃO NO TRECHO-PILOTO DA BR101SC

| segment | faixa | ocorrencia | SinVertExist | SinHorizExist | SinVertDesej | SinHorizDesej |
|---------|-----------|------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| 234420 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234420 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234440 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234440 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234440 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234460 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234460 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234460 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234480 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234480 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234480 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234500 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234500 | Direita | 2004 | | M-7 | R-7 | M-7 |
| 234500 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234520 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234520 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234520 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234540 | Adicional | 2004 | | D-3 | | D-3 |
| 234540 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 234540 | Esquerda | 2003 | | M-3 | | M-3 |
| 234560 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234560 | Direita | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234560 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 234580 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234580 | Direita | 2003 | | M-7 | A-17 | M-7 |
| 234580 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 234600 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234600 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 234600 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 234620 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234620 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 234620 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 234640 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234640 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 234640 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 234660 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234660 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 234660 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 234680 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234680 | Direita | 2003 | I-7 | M-7 | | M-7 |
| 234680 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 234700 | Adicional | 2004 | | M-7 | R-27 | M-7 |
| 234700 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 234700 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 234720 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234720 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 234720 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 234740 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234740 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 234740 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 234760 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234760 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |

SINALIZAÇÃO NO TRECHO-PILOTO DA BR101SC

| segment | faixa | ocorrencia | SinVertExist | SinHorizExist | SinVertDesej | SinHorizDesej |
|---------|-----------|------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| 234760 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 234780 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234780 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 234780 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 234800 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234800 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 234800 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 234820 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234820 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 234820 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 234840 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234840 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 234840 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 234860 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234860 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 234860 | Esquerda | 2003 | | D-3 | | D-3 |
| 234880 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234880 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 234880 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 234900 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234900 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 234900 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 234920 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234920 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 234920 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 234940 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234940 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 234940 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 234960 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234960 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 234960 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 234980 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 234980 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 234980 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 235000 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 235000 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 235000 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 235020 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 235020 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 235020 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 235040 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 235040 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 235040 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 235060 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 235060 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 235060 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 235080 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 235080 | Direita | 2003 | I-12 | M-7 | I-12 | M-7 |
| 235080 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 235100 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 235100 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 235100 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |

SINALIZAÇÃO NO TRECHO-PILOTO DA BR101SC

| segment | faixa | ocorrencia | SinVertExist | SinHorizExist | SinVertDesej | SinHorizDesej |
|---------|-----------|------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| 235120 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 235120 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 235120 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 235140 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 235140 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 235140 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 235160 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 235160 | Direita | 2003 | R-7 | M-7 | | M-7 |
| 235160 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 235180 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 235180 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 235180 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 235200 | Adicional | 2004 | | M-7 | R-27 | M-7 |
| 235200 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 235200 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 235220 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 235220 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 235220 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 235240 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 235240 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 235240 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 235260 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 235260 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 235260 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 235280 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 235280 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 235280 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 235300 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 235300 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 235300 | Esquerda | 2002 | | D-3 | | D-3 |
| 235320 | Adicional | 2004 | | M-7 | | M-7 |
| 235320 | Direita | 2003 | | M-7 | | M-7 |
| 235320 | Esquerda | 2004 | | M-3 | | M-3 |

ANEXO V

PRANCHA 14BR101SC

TRECHO-PILOTO

MAPA CARTOGRÁFICO

Folha: 09 (pág. 188);

MAPAS TEMÁTICOS

Folha: 08 – Acidentes (pág. 189);

MAPAS TEMÁTICOS DE QUALIDADE

Folha: 10 – Geométrico (pág. 190);

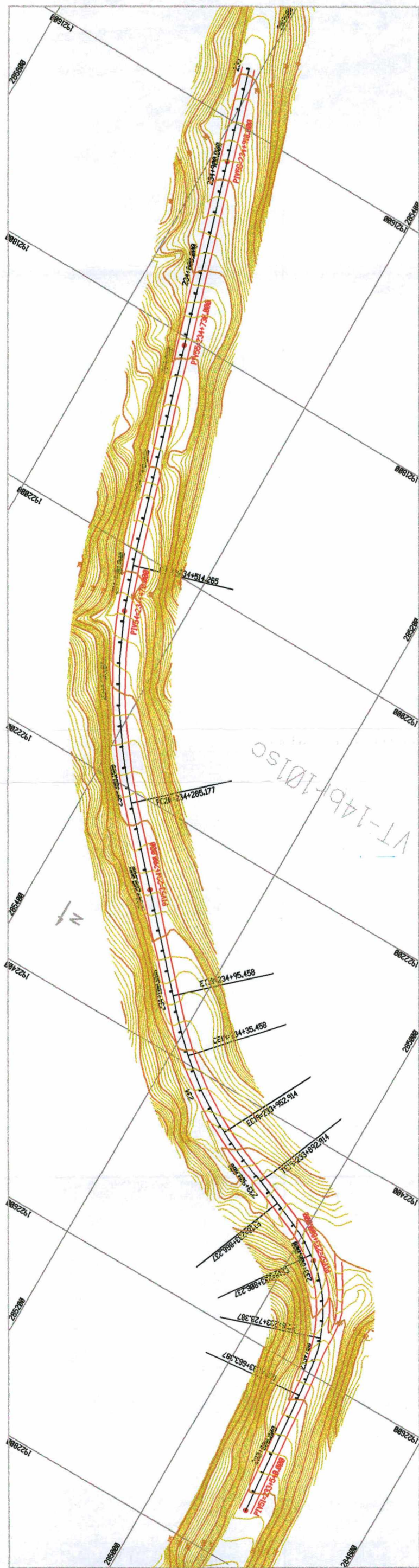
Folha: 11 – Sinalização (pág. 191);

Folha: 12 – Superfície do Pavimento (pág. 192);

Folha: 13 – Superfície das Faixas do Pavimento (pág. 193);

Folha: 14 – Qualidade Geral/Ensaio (pág. 194);

Folha: 14 A – Qualidade Geral/Ensaio (pág. 195).



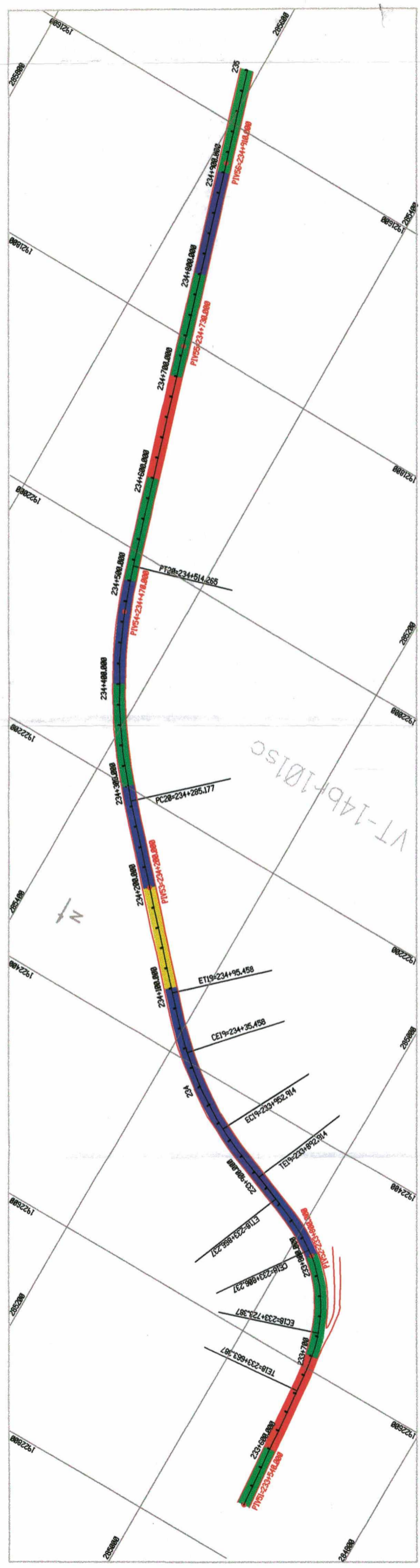
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
 CURSO DE POS-GRADUACAO EM ENGENHARIA CIVIL
 RODOVIA : BR105C
 TRECHO : ALTO DO MORRO DOS CAVALOS - RIO MASSAMBO GRANDE
 DISSERTACAO DE MESTRADO - CADASTRO TECNICO
 JOAO WILSON VIEIRA SPERRY

ESCALAS GRAFICAS
 I: 4000
 HORIZONTAL
 0 20 40 60 80 100 200m

ARTICULACAO
 MAPA 13 MAPA 14 MAPA 15

Legenda
 Curva de Nivel
 Mestra
 Intermediaria
 Linha D'Agua

BASE CARTOGRAFICA
 ORTOFOTOCARTA DIGITAL
 SISTEMA DE PROJECAO: LOCAL TRANSVERSA DE MERCATOR (LTM)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
 CURSO DE POS-GRADUACAO EM ENGENHARIA CIVIL
 RODOVIA : BR015C
 TRECHO : ALTO DO MORRO DOS CAVALOS - RIO MASSIAMBO GRANDE
 DISSERTACAO DE MESTRADO - CADASTRO TECNICO
 JOAO WILSON VIEIRA SPERRY

ESCALAS GRAFICAS

1:4000



ARTICULACAO

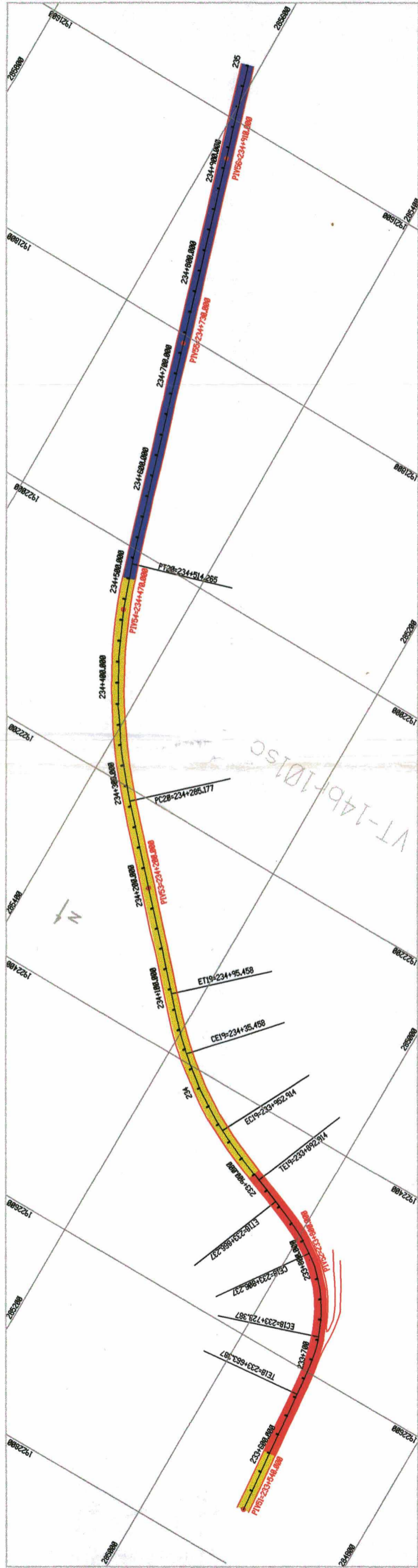


Legenda

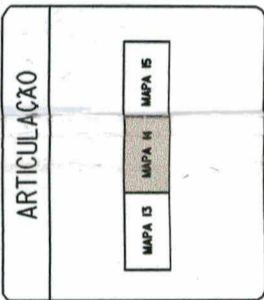
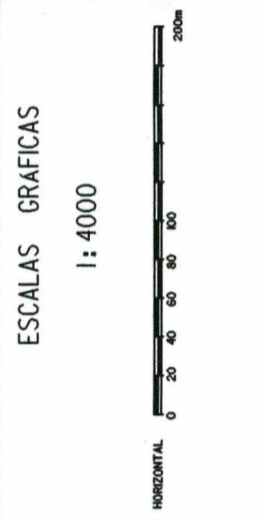
- 0 a 2 acidentes
- 3 a 5 acidentes
- 6 a 10 acidentes
- maior que 10 acidentes

Mapa Temático

Acidentes no período 1996 a 1998



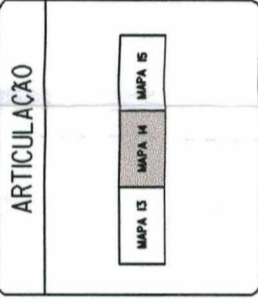
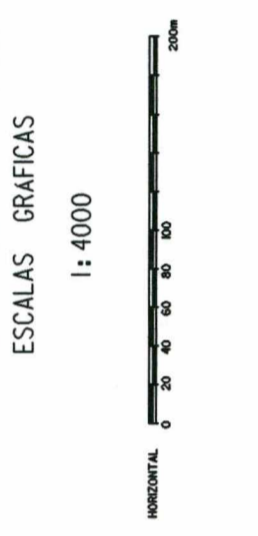
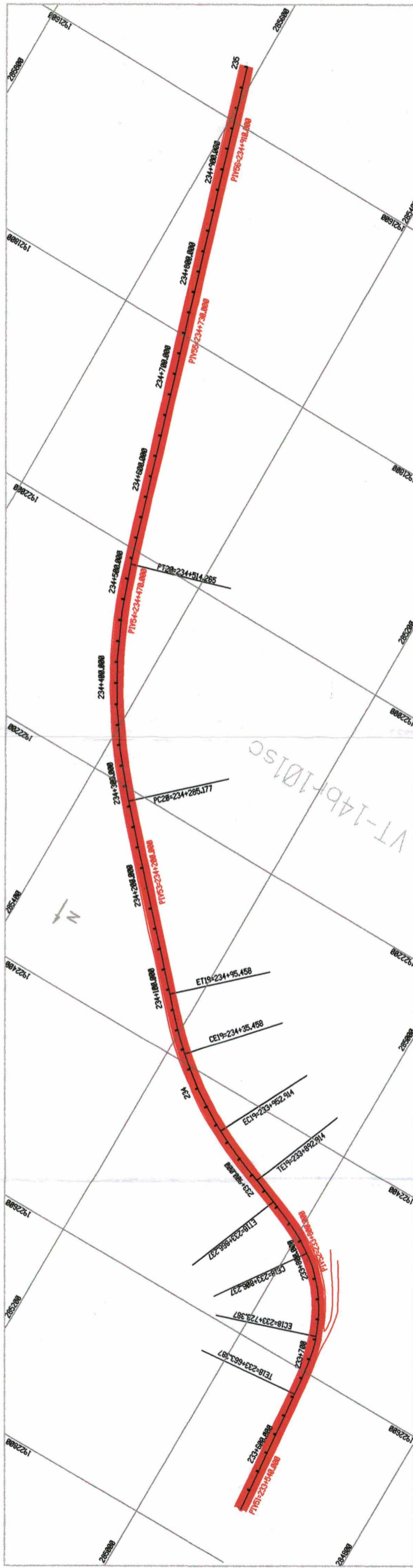
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
 CURSO DE POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
 RODOVIA : BR105C
 TRECHO : ALTO DO MORRO DOS CAVALOS - RIO MASSAMBU GRANDE
 DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - CADASTRO TECNICO
 JOÃO WILSON VIEIRA SPERRY



Legenda

| | |
|---------------------------------------|--------------------------|
| █ | Desejável |
| █ | Aceitável |
| █ | Aceitável com Restrições |
| █ | Inaceitável |

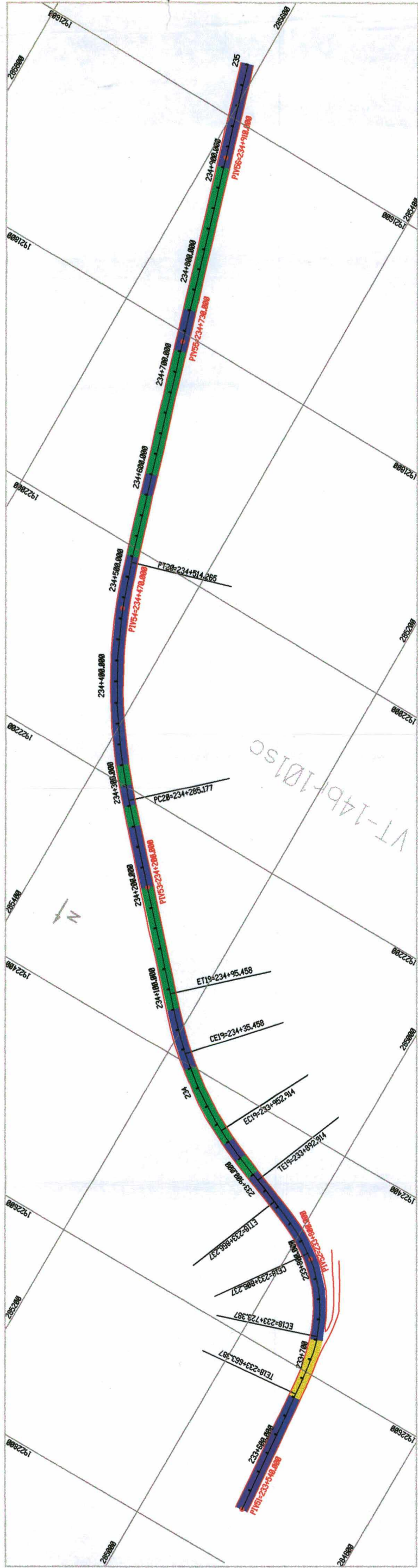
MAPA TEMÁTICO
 Qualidade do Projeto Geométrico



Legenda

| | |
|---------------------------------------|--------------------------|
| █ | Desejável |
| █ | Aceitável |
| █ | Aceitável com Restrições |
| █ | Inaceitável |

MAPA TEMÁTICO
 Qualidade de Sinalização da Rodovia



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
 CURSO DE POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
 RODOVIA : BR103C
 TRECHO : ALTO DO MORRO DOS CAVALOS - RIO MASSAMBU GRANDE
 DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - CADASTRO TÉCNICO
 JOÃO WILSON VIEIRA SPERRY

ESCALAS GRÁFICAS
 I: 4000



ARTICULAÇÃO

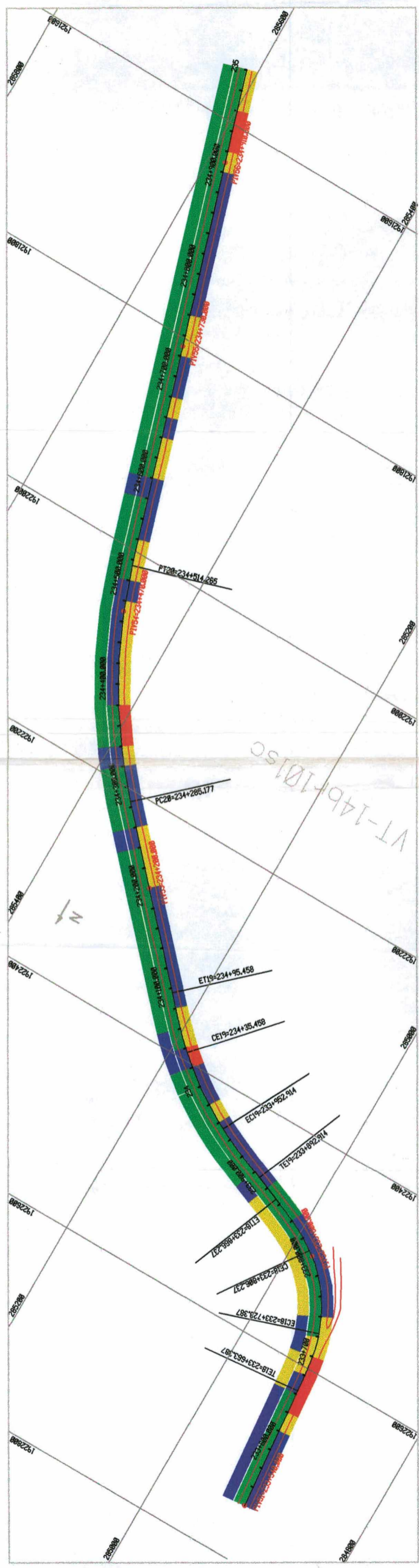


Legenda

- █ Desajável
- █ Aceitável
- █ Aceitável com Restrições
- █ Inaceitável

MAPA TEMÁTICO

Qualidade de Superfície do Pavimento



MAPA TEMÁTICO

Qualidade de Superfície do Pavimento
Por Faixa de Tráfego

Legenda

- Desejável
- Aceitável
- Aceitável com Restrições
- Inaceitável

ARTICULAÇÃO

MAPA I5 MAPA I4 MAPA I3

ESCALAS GRAFICAS

I: 4000

HORIZONTAL

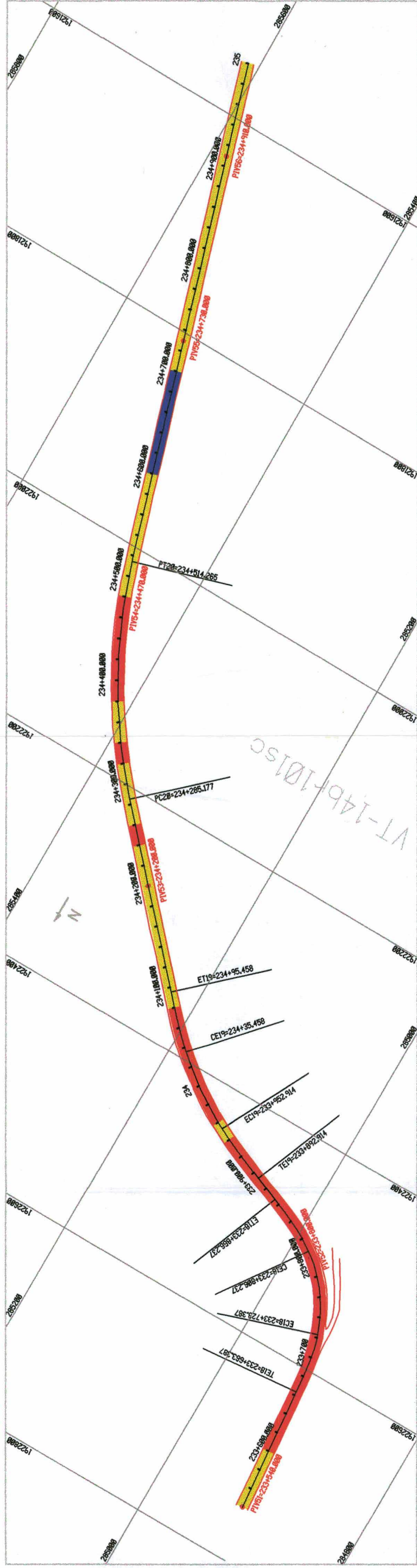
0 20 40 60 80 100 200m

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
CURSO DE POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

RODOVIA : BR05C
TRECHO : ALTO DO MORRO DOS CAVALOS - RIO MASSAMBU GRANDE

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - CADASTRO TÉCNICO
JOÃO WILSON VEIRA SPERRY

FOLHA
13



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
 CURSO DE POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

RODOVIA : BR105C
 TRECHO : ALTO DO MORRO DOS CAVALOS - RIO MASSAMBOI GRANDE

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO - CADASTRO TÉCNICO
 JOÃO WILSON VIEIRA SPERRY

FOLHA 14

ESCALAS GRÁFICAS

1:4000



ARTICULAÇÃO



Legenda

- Desejável
- Aceitável
- Aceitável com Restrições
- Inaceitável

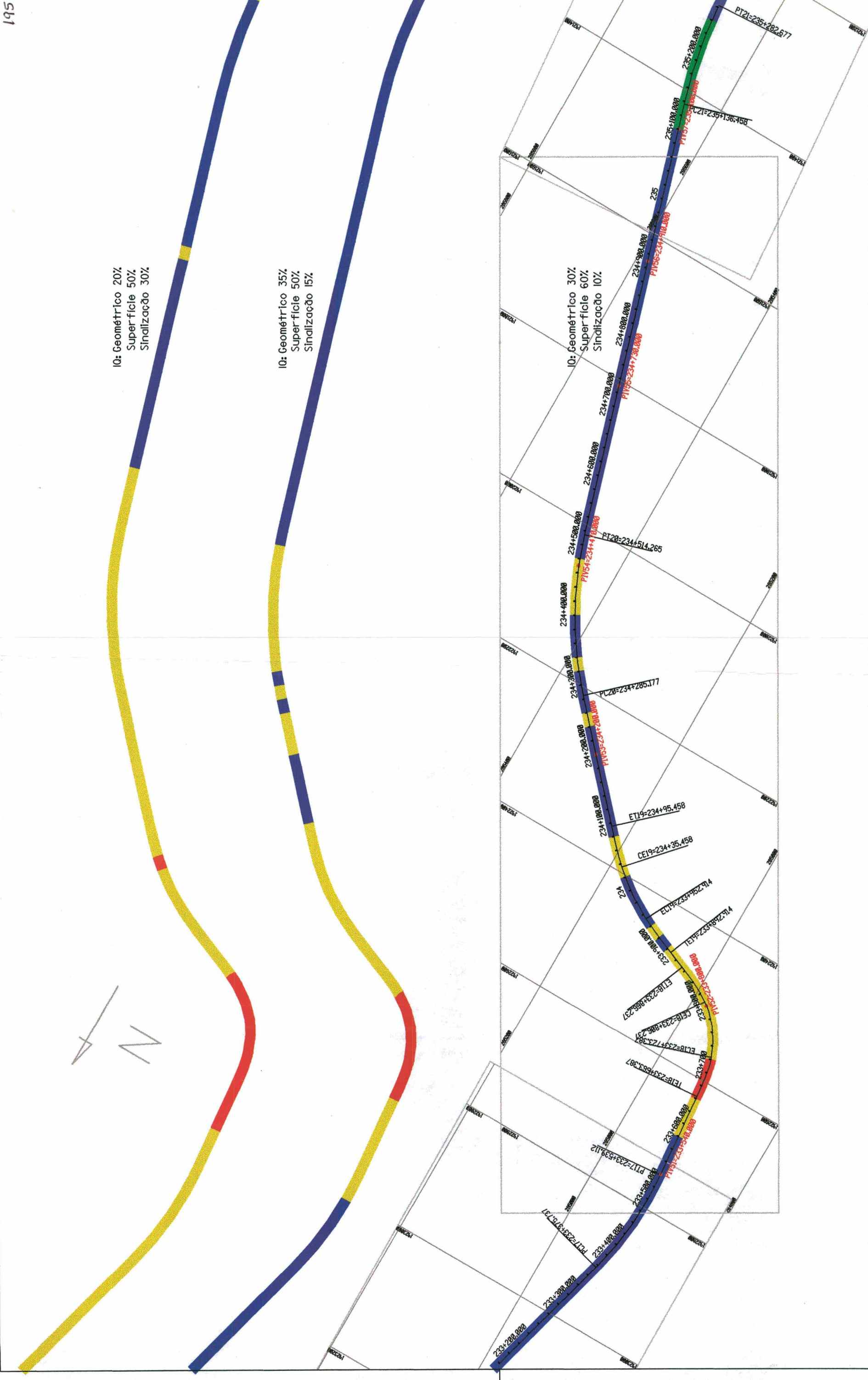
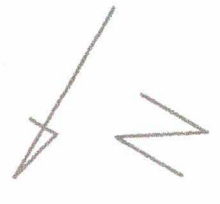
MAPA TEMÁTICO

Qualidade Geral da Rodovia - Ensaio
 IQgeral= (IQgeom+IQsinal+IQsuper)/3

10: Geométrico 20%
Superfície 50%
Sinalização 30%

10: Geométrico 35%
Superfície 50%
Sinalização 15%

10: Geométrico 30%
Superfície 60%
Sinalização 10%



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
CURSO DE POS-GRADUACAO EM ENGENHARIA CIVIL

RODOVIA : BR103C
TRECHO : ALTO DO MORRO DOS CAVALOS - RIO MASSAMBU GRANDE

DISSERTACAO DE MESTRADO - CADASTRO TECNICO
JOAO WILSON VIEIRA SPERRY

FOLHA
14A

ESCALAS GRAFICAS

1: 5000

HORIZONTAL

ARTICULACAO

Legenda

- Desajustado
- Aceitavel
- Aceitavel com Restricoes
- Inaceitavel

MAPA TEMATICO

Qualidade Geral da Rodovia no Trecho-piloto - Ensaio
Influências Percentuais de Índices de Qualidade