

Cadastro e Avaliação da Qualidade da Superfície de uma Rodovia Utilizando Sistema de Informação Geográfica

Prof. Ms.Sc. João Wilson Vieira Sperry ¹
Eng. Mec. Marcelo Moreira ²

¹ UFSC – Depto. de Engenharia Civil
88100 Florianópolis SC
✉ sperrymsw@brasilnet.net

² ITIS Informática Industrial Ltda
88100 Florianópolis SC
✉ mmoreira@itlis.com.br

Conteúdo	<ul style="list-style-type: none"> 1 Introdução 2 Contribuição do Cadastro Técnico 3 Área de Estudo 4 Metodologia <ul style="list-style-type: none"> 4.1 Considerações Gerais 4.2 Considerações Específicas para a determinação da Qualidade da Superfície do Pavimento <ul style="list-style-type: none"> 4.2.1 Verificação Complementar de Ocorrências na Superfície do Pavimento Asfáltico da BR101SC, no Trecho-piloto 4.3 Controle de Qualidade da Superfície do Pavimento <ul style="list-style-type: none"> 4.3.1 Itens de Verificação de Defeitos da Superfície do Pavimento para Descobrir serem ou não Causas Fundamentais de Acidentes, Desconforto ou Retardo no Deslocamento de Veículos <ul style="list-style-type: none"> 4.3.1.1 Cadastro de ocorrências de defeitos na superfície do pavimento 4.3.1.2 Registros na Folha de Dados de Ocorrências de Superfície do Pavimento 4.3.1.3 Determinação do Índice de Qualidade da Superfície do Pavimento 4.4 Mapas Temáticos <ul style="list-style-type: none"> 4.4.1 Método Para Obtenção De Mapas Temáticos Utilizando O Sistema Geographics <ul style="list-style-type: none"> 4.4.1.1 Para o desenvolvimento do SIG, devem ser realizadas as seguintes etapas: 5 Conclusões 6 Referências Bibliográficas
-----------------	--

Resumo: Este trabalho expressa uma metodologia desenvolvida que possibilita o cadastro e a avaliação de qualidades específicas de segmentos da rodovia, mediante a determinação de Níveis de Severidade e de Índices de Qualidade referentes à superfície do pavimento, cadastrados num banco de dados relacional para aplicação em Sistema de Informação Geográfica (GIS), utilizando-se o Sistema MicroStation Geographics. A metodologia foi desenvolvida utilizando-se ortofotos digitais de 2,3 km da BR-101, escala 1:2000, para formação da base cartográfica do Projeto de SIG 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 da Superfície do Pavimento.

Palavras chave: COBRAC, rodovia, qualidade, SIG.

Abstract: This paper herewith show one methodology developed that can be register and evaluate through mesurement of so called Severity Level and Quality Index (or Rate) both related to pavement's surface specification, registers in the database management which a specific relational database was structured to apply GIS, using MicroStation Geographics System. The methodology was developed using digital orthophotos to 2.3 km of BR 101 road, scaled 1: 2000, to modelling cartografic basis of the project GIS, that was structured in categories and features with specific identity related to the database entries using. That data output as a result of the application of such methodology are reports, forms, tables, and maps showing rates of Pavement Surface Quality.

Keywords: COBRAC, highway, quality, GIS.

1 Introdução

O presente trabalho enfoca as relações entre rodovias e os usuários, considerando-os como clientes. É um "report" de metodologia desenvolvida em dissertação de mestrado para que órgãos de governo e empresas consultoras e construtoras e outras, em qualquer tempo, analisem a rodovia sob a ótica do usuários que deseja segurança, conforto e mobilidade a custos de deslocamento menores.

O método permite a avaliação discretizada da via (segmento a segmento), restrita as condições físicas da superfície das faixas de tráfego e aos fatores intervenientes na qualidade delas, cadastrando os elementos, localizando-os geograficamente e posicionando os locais com problemas e o nível de severidade da ocorrência. É uma recurso tecnológico próprio para o gerenciamento da via, especialmente por possibilitar também o cadastramento dos elementos da geometria, sinalização viária e a presença de elementos exógenos perturbadores do tráfego.

O desenvolvimento da metodologia implica em definir itens de verificação de elementos da superfície da pista de rolamento, com vistas à qualidade. 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. Observada a regulamentação existente por normas e especificações que orientam e disciplinam a realização de

serviços e obras rodoviária: Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos, DNER-PRO 07-78 e a Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos, DNER-PRO 08-78, como também os estudos realizados e editados no Manual para Identificação de Defeitos de Revestimentos Asfálticos de Pavimentos- MID (DOMINGUES,1993), no Guidelines for conducting and calibrating road roughness measurements (SAYERS, 1986), no Sistema AYMA (Development of a Rational Probabilistic Approach for Flexible Pavements Analysis, AYRES, 1998) e no Estudo dos Efeitos da Granulometria sobre Macrotextura Superficial do Concreto Asfáltico e seu Comportamento Mecânico (MOMM,1998), se vê a preocupação com a identificação, registro e avaliação do comprometimento da qualidade dos pavimentos das estradas brasileiras. Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), são recursos de grande valia para o gerenciamento de rodovias, e mediante atualização permanente, com rapidez e confiabilidade nos dados espaciais e tabulares, se pode ter agilidade na tomada de decisão, limitando a deterioração dos pavimentos rodoviários.

Portanto, este trabalho objetiva divulgar uma metodologia para: identificar, posicionar e avaliar os pontos potencialmente críticos de uma rodovia, causadores de efeitos indesejáveis relativos à segurança e ao conforto da rodovia, utilizando-se 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). É uma proposta de Cadastro Técnico Multifinalitário, aplicado à rodovias, que está estruturado para compor um Sistema de Informação Geográfica.

2 Contribuição do Cadastro Técnico

O Cadastro Técnico sendo uma área de conhecimento multidisciplinar possibilita a aplicação de conhecimentos voltados à ciências aplicadas a Cartografia e a Engenharia Civil e para aplicação específica na área rodoviária, pode-se destacar: Sistema de Informação Geográfica; Tráfego; Fotogrametria e Foto-interpretção; Topografia; Cadastro Físico-territorial; Cadastro geométrico; Estruturação de SIGs e Sistemas computacionais para desenvolvimento de SIGs.

A estruturação de um Sistema de Informação Geográfica, tem a finalidade de disponibilizar um adequado instrumento de planejamento e de gerenciamento de rodovias, capaz de permitir ações voltadas a conservação, recuperação e modernização de rodovias a partir de uma base cartográfica.

Há várias opções de mercado para utilização de gerenciadores de SIG. Foi utilizado o Sistema CAD MicroStation e o Geographics, um sistema integrado, porque:

2.1. Para o projeto de duplicação da BR-101 SC, foram disponibilizadas as ortofotos digitais na escala 1:2.000, permitindo a inclusão de informações vetoriais da geometria existente;

2.2. A Base de Dados tabulares, composta por muitas tabelas estruturadas para permitir relacionamentos, permite ressimbolizações temáticas.

2.3. O Sistema possui recursos de conectividade com o sistema de banco de dados ACCESS, utilizado por ser amigável e adequado à disponibilidade dos recursos de hardware da maioria dos órgãos, empresas e entidades no Brasil.

2.4. Há disponibilidade de suporte técnico e operacional em Florianópolis, dado por empresa que representa a Bentley(EUA).

3 Área de Estudo

Foi selecionado um trecho de 2,3 km da BR-101, no município de Paulo Lopes em Santa Catarina, Morro dos Cavalos, Figura 3.1, estaqueado de 20 em 20 metros. É um trecho montanhoso à plano, sinuoso e com diversas inclinações de rampas. Possui uma grande diversidade de informações também sobre defeitos na superfície de rolamento.



Fig. 3.1 : Paisagem do Rio Massiambú Grande, Paulo Lopes/SC
Fonte: ESTEIO

4 Metodologia

4.1 Considerações Gerais

A metodologia proposta teve sua aplicação em rodovias arteriais em operação, podendo com algumas adaptações ser aplicada em vias urbanas ou rurais com outras especificações técnicas.

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 conceito de melhoria contínua, visa a redução dos problemas em vias existentes e, que através de um eficaz gerenciamento, sejam adotadas soluções mitigadoras de acidentes de trânsito e do comprometimento da superfície de rolamento (pista). O desconforto provocado por deformações e buracos na pista ou interrupções e lentidão do fluxo, são resultados indesejáveis (problemas), agravados por vezes com acidentes de trânsito, e que necessitam ser minimizados ou eliminados.

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

A atuação seletiva sobre esses efeitos, aqui considerados, problemas, somente terá bons resultados se forem detectadas as 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 atuar sobre os mais importantes problemas para solvê-los. O gerenciamento da qualidade orientado para a melhoria contínua, pode ser realizado utilizando o Ciclo PDCA com enfoque rodoviário. 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. Essa satisfação pode ser medida na razão direta da análise de reclamações e da incidência de falhas não reclamadas mas tecnicamente mensuráveis.

Seguindo o ciclo PDCA da qualidade, foi estruturado um banco de dados relacional, 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, utilizando-se o software Microstation versão SE.

O SIG criado 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.

4.2 Considerações Específicas para a determinação da Qualidade da Superfície do Pavimento

Para o estabelecimento de padrão da qualidade da superfície do pavimento, foram observados:

- Norma do DNER-PRO 07-78 que fixa as condições exigíveis na avaliação da superfície de pavimentos com base no Valor da Serventia Atual (VSA);
- 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;
- 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.
- o comprimento padrão do segmento, 20 metros, situado entre estacas inteiras;
- os registros dos defeitos de superfície com o reconhecimento e a classificação deles, individualizados em cada segmento, por faixa de tráfego, realizados por levantamento de campo feito a pé pelo Autor.

Essa metodologia permite maior quantidade de informação por segmento para apuração das reais 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. Não foi aqui utilizado o critério de avaliação subjetiva para determinação do Índice Internacional de Irregularidade – IRI, padrão de medida proposto pelo Banco Mundial que permite avaliar conforto, uma vez que a análise discretizada da qualidade da superfície de pavimento, como proposto, foi realizada para as 3 (três) faixas de tráfego, procedendo-se a análise de cada uma para segmentos contínuos de 20 metros. O registro das ocorrências de defeitos é feito em planilha de dados ou formulário, por um profissional experiente. Complementarmente, pode-se utilizar fotografias a curta distância ou aerofotos recentes para complementar dados ou dirimir dúvidas sobre uma específica informação.

4.2.1 Verificação Complementar 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 "codocorpista". As paisagens a seguir identificam ocorrências localizadas na superfície do pavimento.



Fig. 4.2.1.1. : Foto BR101SC-233140D

Na Figura 4.2.1.1., próximo do início do trecho, podem ser identificados pequenos defeitos na pista, com o asfalto em processo inicial de desagregação para formação de painéis, falta de sarjeta ao longo do trecho, com escoamento de água sobre o acostamento, deformação crescente produzida por cisalhamento da plataforma.

Na figura 4.2.1.2. as 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.



Fig. 4.2.1.2. : FotoBR101SC-234600D

Fig. 4.2.1.3.: Foto BR101SC-234040A

No detalhe, figura 4.2.1.3. há defeito importante do pavimento produzindo desconforto e riscos aos usuários pela desagregação de elementos do concreto asfáltico. Esse defeito é múltiplo, com a 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.

4.3 Controle de Qualidade da Superfície do Pavimento

O controle da qualidade da superfície do pavimento de uma estrada de rodagem, requer a instituição de parâmetros para avaliação. Com esse requerido, houve necessidade do estabelecimento de itens de verificação e de controle.

4.3.1 Itens de Verificação de Defeitos da Superfície do Pavimento para Descobrir serem ou não Causas Fundamentais de Acidentes , Desconforto ou Retardo no Deslocamento de Veículos

Foi estabelecido que os defeitos (patologias) apresentam características definidas por sua conformação física e extensão, ao que a esses foram hierarquizados níveis de severidade variáveis de acordo com o tamanho e potencialidades de risco ao usuário.

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

As diferenciações entre os defeitos, implicam em atribuição de níveis de severidades diferentes e 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.

4.3.1.1 Cadastro de ocorrências de defeitos na superfície do pavimento

O conjunto de defeitos segundo Classificação do DNER-PRO 08-78, foram aqui associados a níveis de severidade (código de severidade).

codocorpista : Tabela				
	codocorP	elemento	descricao	codsever
	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. 4.3.1.1. : Defeitos de Superfície em Pavimentos (ilustração)

A figura 4.3.1.1. ilustra a estruturação de dados e os itens considerados. A tabela "codocorpista" está estruturada para permitir cruzamentos com outras tabelas de ocorrências de superfície.

4.3.1.2 Registros na Folha 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 4.3.1.2. da tabela Ocorrência de Deformação Local, destaca para o segmento 233480 (km233+480 metros), faixa da direita, as deformações ATC ou ALP e o nível de severidade, 2 (código 1202).

ocorreDeformLocal : Tabela			
segment	faixa	ocorrenca	
233500	Adicional		1201
233500	Direita		1202
233500	Esquerda	1202	ATC e ALP afundamento de consolidacao local com/sem fluencia plastica
233520	Adicional	1203	ATC e ALP afundamento de consolidacao local com/sem fluencia plastica
233520	Direita	1204	ATC e ALP afundamento de consolidacao local com/sem fluencia plastica
233520	Esquerda	1205	ATP afundamento continuo em trilhas de roda, por fluencia plastica
233540	Adicional	1206	ATP afundamento continuo em trilhas de roda, por fluencia plastica
233540	Direita	1207	ATP afundamento continuo em trilhas de roda, por fluencia plastica
233540	Esquerda	1208	ATP afundamento continuo em trilhas de roda, por fluencia plastica
233560	Adicional	1300	O corrugacao
233560	Direita		1201
233560	Esquerda		1201

Fig. 4.3.1.2. : Folha de Dados da tabela de ocorrência de deformação local

No Trecho-piloto, foram efetuados 2.638 registros de dados de ocorrências de superfície do pavimento, que podem ser também feitos com a criação de formulários que são objetos do Banco de Dados e servem para agilizar consultas ou realizar inserções de dados.

4.3.1.3 Determinação do Índice de Qualidade da Superfície do Pavimento

Identificadas as estacas no terreno, e portanto os segmentos, para o levantamento de dados (registros das ocorrências de superfície do pavimento) serão feitas as observações e registros, a pé, ao longo dos bordos da pista e anotados em folha de dados ou formulário. A determinação do Índice de Qualidade da Superfície do Pavimento, é feita por identificação do nível de severidade de cada ocorrência existente no segmento. O índice é obtido pela média aritmética dessas severidades em cada segmento, por faixa de tráfego. 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. Os cálculos são efetuados a partir de *queries* (consultas), utilizando Structural Queries Language (SQL) e ainda através de macros.

A Figura 4.3.1.3. contém partes de duas tabelas do Banco de Dados "br101", Qualidade da Superfície por Faixas de Tráfego e Qualidade Geral da Superfície, discretizadas por segmentos. 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 4.3.1.3, obtendo-se o índice que é dividido por 4 (quatro) que é o número de níveis de severidade.

QualidadeFaixas : Tabela				QualidadeSuperficie : Tabela				
mslink	IQe	IQd	IQa	Segmento Inic	Segmento Fim	flumer	Indice	IOsupe
4	0,3214	0,3750	0,3125	233100	233180	115	1,36	391304
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. 4.3.1.3. : Exemplificação da Folhas de Dados das Tabelas de Qualidade de Superfície

4.4 Mapas Temáticos

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 4.4.1.

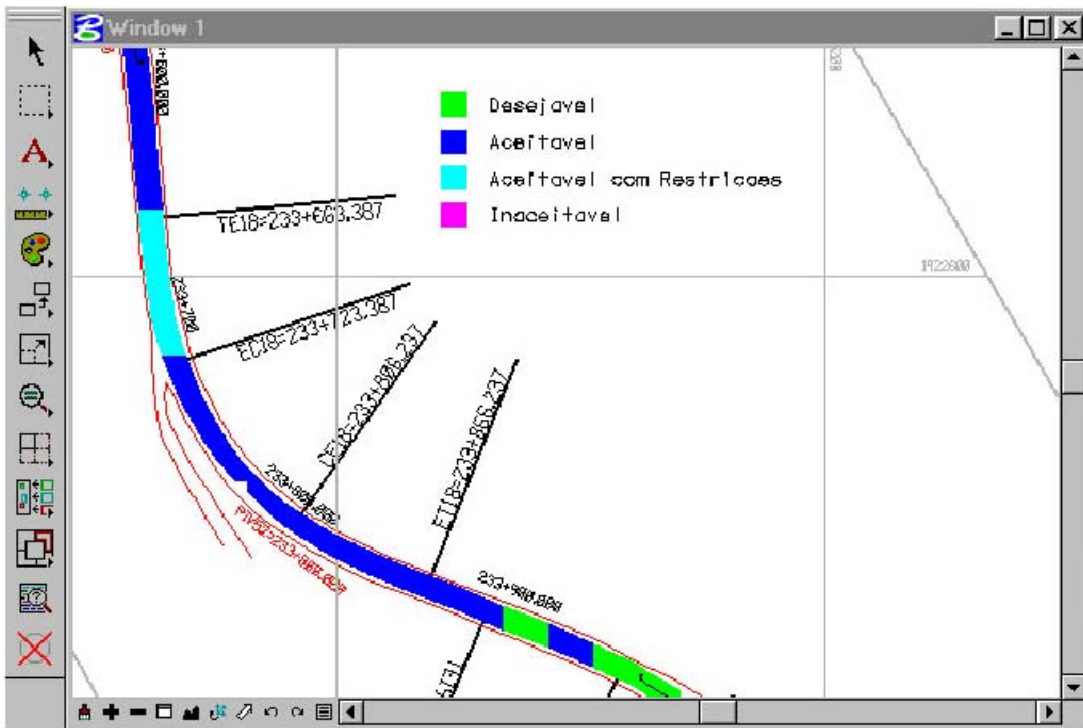


Fig. 4.4.1. : Detalhe do Mapa Temático Qualidade da Superfície

A Qualidade da Superfície por Faixa de Tráfego visualizada na figura 4.4.2. é resultante da ressimbolização temática e mesmo sem a legenda visível pode-se interpretar os resultados utilizando-se a legenda da figura 4.4.1



Fig. 4.4.2. : 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.

4.4.1 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 1Gb HD, devido a necessidades para processar imagens e Banco de Dados Tabulares. Utilizou-se o Sistema MicroStation Geographics(MSGG) que é um CAD versátil com potente recurso para gerenciamento de SIG, dispendo de conectividade com diferentes bases de dados e com outros Sistemas CAD, sendo escolhido por atender aos interesses de trabalhar dados tabulares e associá-los com elementos gráficos *vector* e *raster*.

4.4.1.1 Para o desenvolvimento do SIG, devem ser realizadas as seguintes etapas:

- a - Preparar a Base Cartográfica com a limpeza topológica para eliminar ambiguidades, e imprescindível na preparação dos dados gráficos para o projeto a ser criado no MSGG;
- b - Criar um banco de dados vazio "br101" em ACCESS e adicionar a fonte "br101" através do Administrador ODBC do Microsoft ACCESS;
- c - Criar um diretório "br" fora da árvore de instalação do MSSE, no caso c:\Bentley\geolustation.exe -wugeograph -wuodbc;
- d - Criar o projeto a partir do menu Project;
- e - Configurar as variáveis do Sistema e do Projeto;
- f - Criar Categorias e Feições (figura 4.4.1.1.):
 - f.1. - Categorias (entidades formadas por conjunto de feições que têm a mesma gênese, morfologia ou compõe um objeto espacial);
 - f.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:

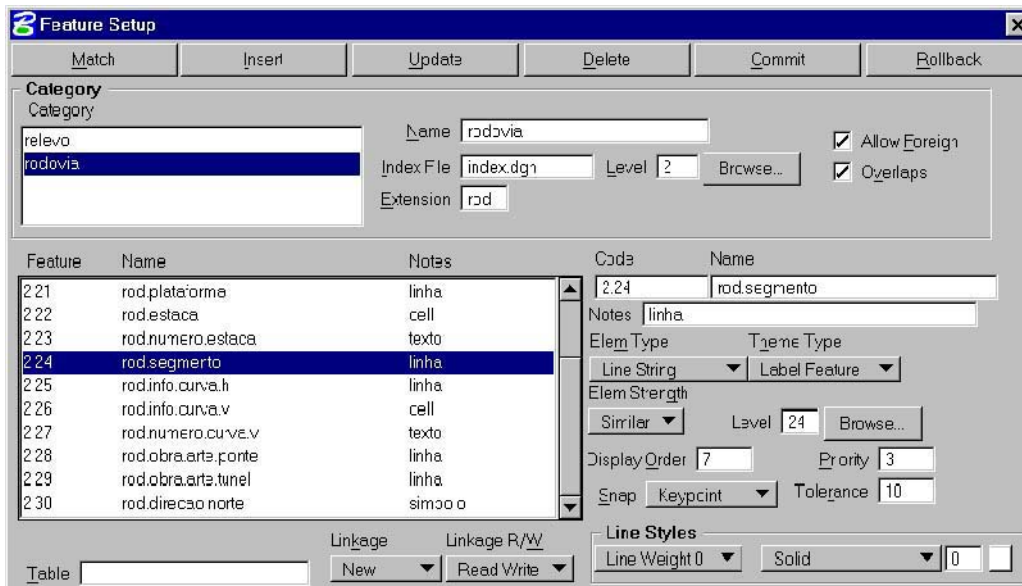


Fig. 4.4.1.1. : Caixa de Diálogo para Categorias e Feições

g - 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.

h - 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 (figura 4.4.1.2.), copiando-o para o sub-diretório "idx".

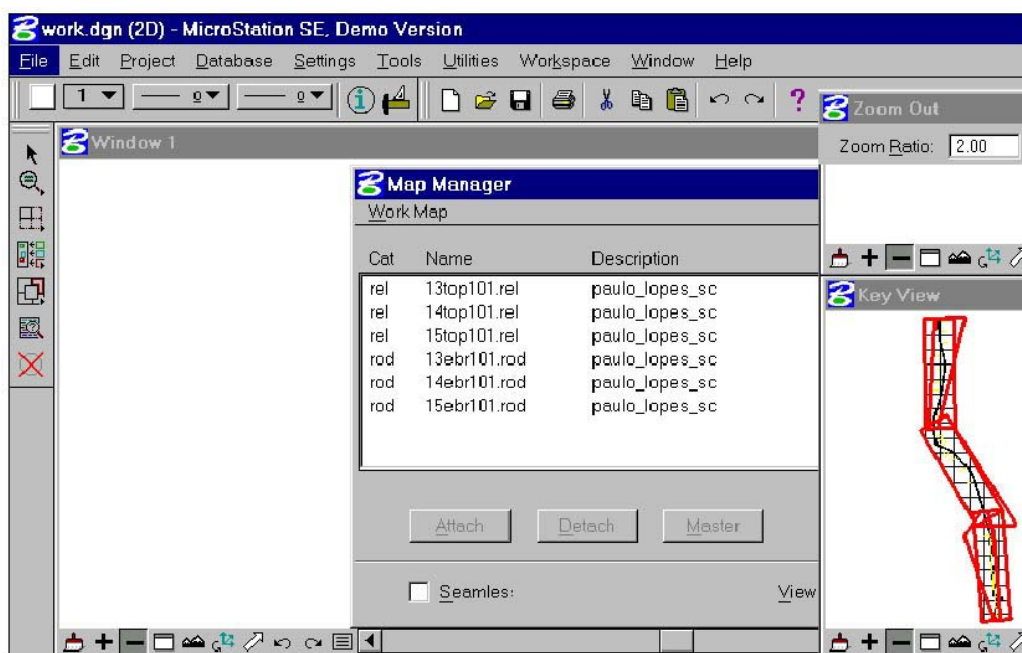


Fig. 4.4.1.2. : Mapa Vicinity do Projeto "br101" e Gerenciador de Mapas com a relação dos Mapas do Projeto

i - Manipulação e Análise

i.1. - Abrir o projeto Project > Open ;

i.2. - Selecionar a categoria e a(s) feição(ões) a ser(em) utilizada(s) como base para a ressimbolização temática. (figura 4.4.1.3.)

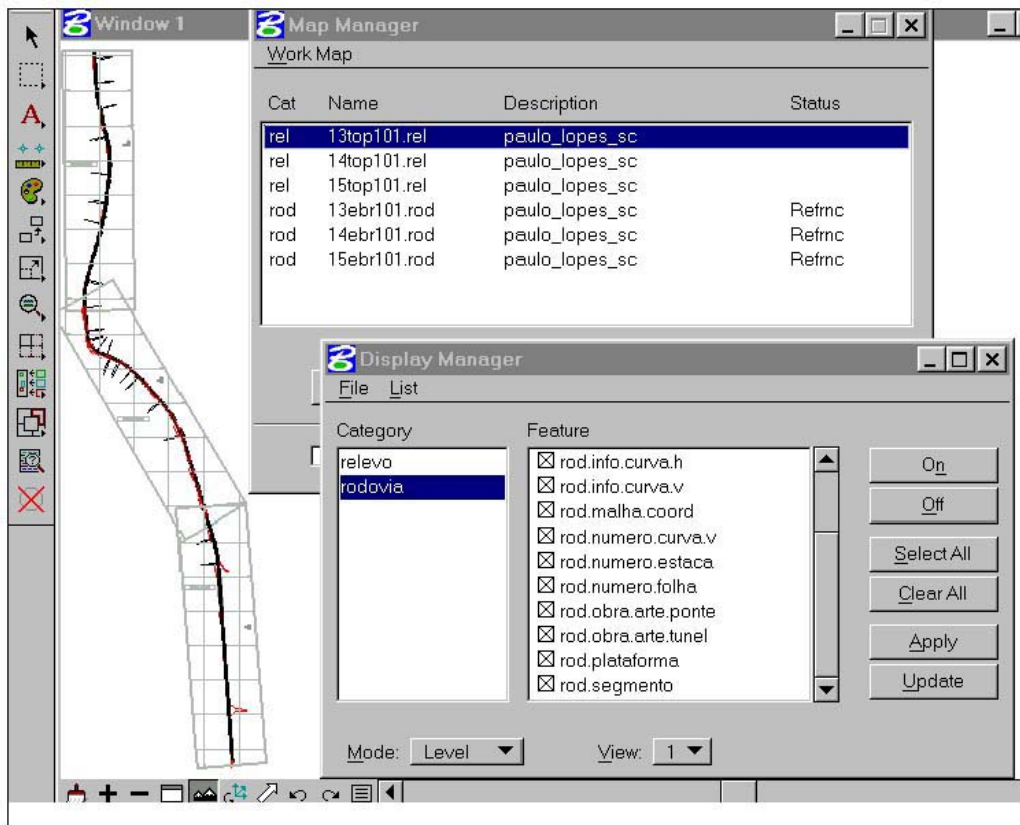


Fig. 4.4.1.3. : Seleção de Categoria e Feições para Ressimbolização Temática

i.3. - Selecionar a tabela do banco de dados, do interesse em ressimbolizar (figura 4.4.1.4.).

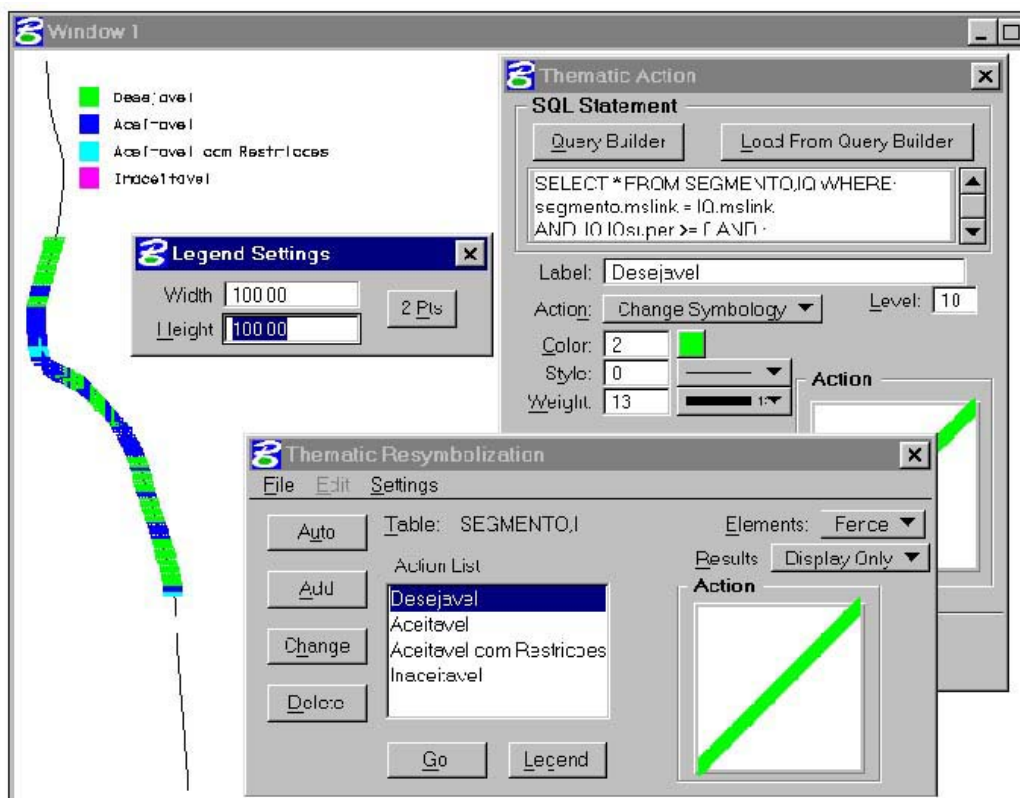


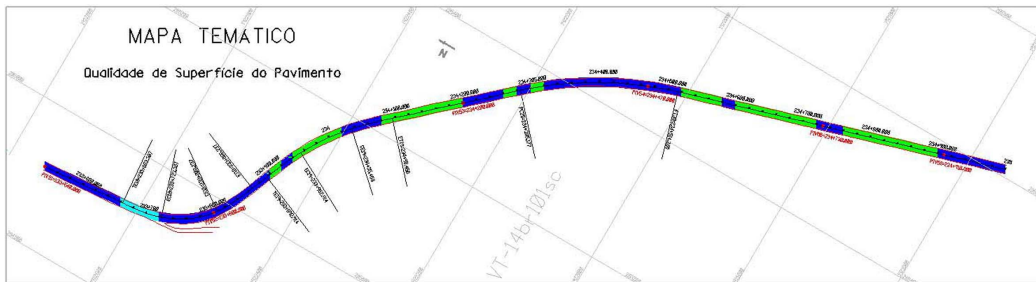
Fig. 5.1.7.4. : Ressimbolização Temática da Qualidade da Superfície do Pavimento.

Mediante uma seqüência de procedimentos foram realizadas as ressimbolizações temáticas gerando-se, folhas temáticas, mapas

temáticos desenvolvidos a partir dos mapas base: 13br101sc, 14br101sc e 15br101sc.

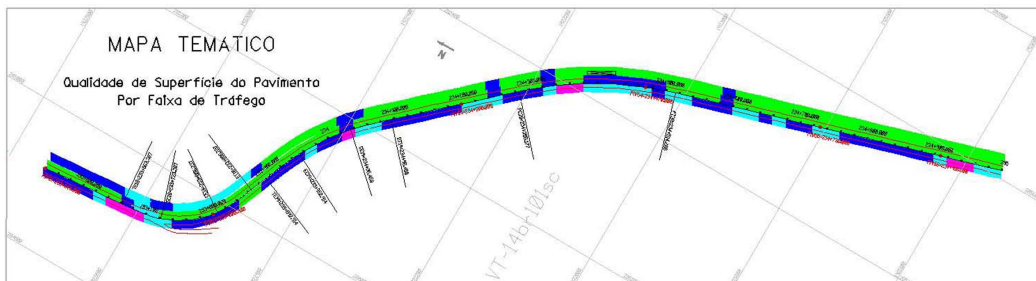
Os arquivos temáticos de Qualidade criados, possibilitaram a visualização detalhada, de cada segmento, das qualidades individualizadas para os temas: Superfície do pavimento; Superfície do pavimento na faixa adicional; Superfície do pavimento na faixa direita; Superfície do pavimento na faixa esquerda.

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. 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.



Mapa 1 : Mapa Temático Da Qualidade Da Superfície Do Pavimento

Este Mapa é o mais detalhado e oferece informações gerais da qualidade da superfície do pavimento.



Mapa 2 : 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.

5 Conclusões

A metodologia desenvolvida permitiu estruturar um Sistema de Informação Geográfico – SIG, orientado à rodovias, desenvolvido com o Sistema MicroStation Geographics e a análise discretizada de segmentos da rodovia, considerando um número significativo de itens de verificação e grande quantidade de informações, sendo um instrumento de grande potencial de utilização, diversificado e orientado, donde se destaca que:

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. É um sistema que possui conectividade com diversos Bancos de Dados: Oracle, Access, e outros corporativos, relatados na revisão de literatura.

-Os Mapas Temáticos da Qualidade da Superfície auxiliam:

- 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.

6 Referências Bibliográficas

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.

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.

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.

BURROUGH, P.A. Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Oxford, England, 1994.

CURRAN, P. Principles of remote sensing, p.01-55. Longman, New York D.C., 1985.

DNER Manual de serviços de consultoria para estudos e projetos rodoviários. IPT, Rio de Janeiro/RJ, 1978.

_____ 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.

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.

IGUATEMI – Consultoria e Serviços de Engenharia Ltda. Plano Funcional da Duplicação da Rodovia BR101, Trecho BR-282 ao Rio da Madre, Fpolis, 1999.

LOCH, C, 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.

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.

PITTA, D. et BALBO, J. Estudo de caso de retroanálise de superfícies deformadas em pavimentos asfálticos da Região Sul do Brasil *in* ANAIS-31^a 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.

SETTI, J. R.; WIDMER, J. A . Tecnologia de transportes. Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 1993.

SPERRY, J.. "Metologia para avaliação da qualidade de elementos de rodovias utilizando Sistema de Informação Geográfica" .Dissertação de Mestrado, ECV/UFSC, 1999.

_____ 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.

WOLF, P. Elements of photogrammetry. Macgraw-Hill, Wisconsin, 1983.