

Rafael Basílio

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DE PAVIMENTOS DE
RODOVIAS ESTADUAIS DE GOIÁS – ESTUDO DE CASO**

**Florianópolis
2002**

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

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DE PAVIMENTOS DE
RODOVIAS ESTADUAIS DE GOIÁS – ESTUDO DE CASO**

Dissertação de Mestrado
apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Engenharia
Civil da Universidade Federal
de Santa Catarina como parte
dos requisitos necessários para
obtenção do título de Mestre
em Engenharia Civil

Rafael Basílio

Florianópolis, Maio de 2002

ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DE PAVIMENTOS DE RODOVIAS ESTADUAIS DE GOIÁS – ESTUDO DE CASO

Esta dissertação foi julgada para obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA, Especialidade ENGENHARIA CIVIL, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

Prof. Dr. Antônio Fortunato Marcon – UFSC
(Orientador)

Prof. Dr. Jucilei Cordini – UFSC
(Coordenador do PPGEC)

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Leto Momm – UFSC

Prof. Dr. Glicério Trichês – UFSC

Prof. Dr. Washington Peres Núñez – UFRGS

Prof^ª Dr^ª Glaci Trevisan Santos – UFSC

Este trabalho é integralmente dedicado à minha querida esposa, Patrícia V. Margon, por ter sido a pessoa que mais me incentivou a desenvolvê-lo. Por ter me apoiado e suportado os momentos mais difíceis e decisivos da minha vida e por tudo que vivemos juntos, a você, Patrícia, eu dedico todos os meus dias. Juntos conquistamos vitórias, superamos as dificuldades e buscamos uma vida feliz. Com você meu mundo fica completo..

**“Somente quando sonha é que o homem vai
ao céu, o resto é pelo chão”**

(Almir Satter)

AGRADECIMENTOS

- A Deus, por ter me cedido a possibilidade, o desejo e a capacidade de encarar este desafio;
- Aos meus pais, Antônio e Célia, pessoas merecedoras de minha mais profunda admiração. Sou muito grato por saber que posso confiar em vocês a qualquer tempo;
- Ao Júlio e Zilda Margon, pela inestimável ajuda prestada me faltam palavras para agradecer. Sou eternamente grato;
- Ao meu orientador, Prof. Antônio Fortunato Marcon, a quem eu considero um grande amigo, pela sinceridade, profissionalismo, compreensão, por tudo que aprendi neste período e, principalmente, pela confiança em mim creditada;
- Às professoras Glaci Trevisan Santos e Regina Davison Dias pela colaboração e prestatividade sem limites;
- Aos colegas de curso, Alexandre Oliveira e Walter Canalles pela ajuda dada nos momentos de dúvida;
- A AGETOP, integralmente em nome da engenheira Aparecida Donizeti Juliano Corado, pelos dados cedidos e ajuda em todos os momentos que foram necessários, e que não foram poucos!
- A Strata Engenharia, em nome dos engenheiros Marcelo Ribeiro e Paulo Romeu Assunção Gontijo, pelos dados cedidos e esclarecimentos prestados a toda hora;
- A Basitec Projetos e Construções pelo suporte dado neste período de trabalho;
- Aos Mestres Leandro Cardin e Ricardo Freire pelas lições de fé, companheirismo e encorajamento nos momentos de cansaço;
- Ao Horácio e ao Raul Seixas, fiéis companheiros;
- Ao meu nobre colega Rodrigo Fifi, por toda cultura inútil, e a útil também, a mim repassada em seus admiráveis e quase diários e-mails;
- Ao som do Duobá, em nome do Reicaduco Ricardo Aurélio, pelo embalo sonoro que tanto inspirou a realização deste trabalho;
- Aos meus irmãos Nando e Tuca e todos os meus amigos de Goiânia (Mico, Véio, Boi, Zé Léo, entre tantos...) que me fazem crer na relação de amizade, pois mesmo de longe sempre estiveram por perto;
- Ao CNPq pelo suporte financeiro;
- Swásthya!!!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	iv
LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE ABREVIACÕES.....	vii
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO	2
1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	3
CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1 SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS.....	4
2.1.1 <i>Objetivos</i>	5
2.1.2 <i>Benefícios</i>	6
2.1.3 <i>Características</i>	7
2.1.4 <i>Componentes do Sistema</i>	9
2.1.5 <i>Coleta de Dados</i>	10
2.1.6 <i>Banco de Dados</i>	11
2.1.7 <i>Modelos de Previsão de Desempenho</i>	12
2.1.8 <i>Valores de Restrições de Desempenho</i>	24
2.1.9 <i>Otimização e Priorização</i>	25
2.2 AVALIAÇÃO DO ESTADO DOS PAVIMENTOS.....	25
2.2.1 <i>Defeitos de Pavimento</i>	26
2.2.2 <i>Levantamento dos Defeitos</i>	27
2.2.3 <i>Avaliação Estrutural</i>	32
2.2.4 <i>Levantamento da Irregularidade</i>	37
2.2.5 <i>Número Estrutural Corrigido</i>	40
2.2.6 <i>Retroanálise</i>	41
2.3 PEDOLOGIA E GEOTECNIA.....	45
CAPÍTULO 3 - METODOLOGIAS DA PESQUISA.....	48
3.1 TENDÊNCIA DE DESEMPENHO DOS PAVIMENTOS	48
3.2 ESTUDOS PRELIMINARES	49
3.3 METODOLOGIA ADOTADA.....	50
3.4 PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO DAS INFORMAÇÕES.....	51
3.4.1 <i>Agrupamento e Apresentação dos Dados</i>	51
3.4.2 <i>Processo de Validação</i>	52
3.5 ANÁLISE DAS TENDÊNCIAS DE DESEMPENHO E COMPARAÇÕES COM MODELOS EXISTENTES	53
3.5.1 <i>Afundamento de Trilha de Roda</i>	53
3.5.2 <i>Irregularidade Longitudinal</i>	54
3.5.3 <i>Trincamento</i>	56
3.6 RETROANÁLISE	57
3.6.1 <i>Processo de Validação</i>	57
3.6.2 <i>Bacias Características</i>	58
3.6.3 <i>Rotina do ELSYM-5</i>	59
3.6.4 <i>Critério de Ajuste entre as Bacias de Deflexão Medidas e Calculadas</i>	61
3.7 PEDOLOGIA E GEOLOGIA.....	62
CAPÍTULO 4 - INFORMAÇÕES DISPONÍVEIS.....	63

4.1	CARACTERÍSTICAS DA REDE RODOVIÁRIA DE GOIÁS	63
4.1.1	Levantamento de 1996.....	65
4.1.2	Levantamento de 1998.....	67
4.1.3	Levantamento de 2000.....	67
4.1.4	Levantamento de 2001.....	68
4.2	SELEÇÃO DOS DADOS PARA ANÁLISE	68
4.2.1	Apresentação dos Dados dos Levantamentos.....	69
4.2.2	Avaliação do Tráfego	70
4.2.3	Fatores de Veículos	70
4.2.4	Cálculo do Número N.....	71
4.2.5	Número Estrutural Corrigido.....	72
4.2.6	Pedologia	72
4.2.7	Geologia.....	73
4.3	SÍNTESE DA CONDIÇÃO DA REDE.....	75
4.3.1	Subleito	76
4.3.2	Sub-Base.....	77
4.3.3	Base.....	78
4.3.4	Revestimento	79
4.3.5	Idade	80
4.3.6	Tráfego.....	81
4.3.7	Número Estrutural Corrigido (SNC).....	83
4.4	COMPARAÇÃO ENTRE OS LEVANTAMENTOS.....	84
CAPÍTULO 5 - ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DOS PAVIMENTOS.....		89
5.1	ANÁLISE DAS TENDÊNCIAS DE DESEMPENHO E COMPARAÇÕES COM MODELOS EXISTENTES	89
5.1.1	Afundamento de Trilha de Roda	90
5.1.2	Deflexão Média Máxima.....	94
5.1.3	Irregularidade Longitudinal.....	97
5.1.4	Trincamento.....	100
5.1.5	Valores de Alerta	103
5.2	RETROANÁLISE	103
5.2.1	Amostra Retroanalísada	104
5.2.2	Análise dos Resultados.....	104
CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....		113
6.1	CONCLUSÕES	113
6.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	115
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		116
ANEXO A.....		125
ANEXO B.....		169

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Inter-relacionamento entre os níveis e suas tarefas (HAAS et al, 1994)	8
Figura 2.2: Relação do banco de dados com o sistema (SHAHIN, 1994, HAAS et al, 1994)....	11
Figura 3.1: Fluxograma de determinação das Deflexões Características (VILELLA, 1999)	59
Figura 4.1: Distribuição do tráfego médio diário comercial.....	65
Figura 4.2: Extensões de trechos por faixas de CBR no subleito	77
Figura 4.3: Extensões de trechos por faixas de CBR da camada de sub-base.....	78
Figura 4.4: Extensões de trechos por faixas de CBR da camada de base.....	79
Figura 4.5: Extensões de trechos por idade e tipo de revestimento.....	81
Figura 4.6: Extensões por faixa de tráfego suportado até o ano de 2001 (DNER).....	82
Figura 4.7: Extensões por faixa de tráfego suportado até o ano de 2001 (AASHTO).....	82
Figura 4.8: Extensões por intervalo de tráfego médio diário comercial de 2001	83
Figura 4.9: Extensões de trechos por intervalo de SNC	84
Figura 5.1: Relação entre Afundamento de Trilha de Roda e Número N (AASHTO) –TSD.....	92
Figura 5.2: Relação entre Afundamento de Trilha de Roda e Número N (AASHTO) –CBUQ..	94
Figura 5.3: Relação entre Deflexão e Número N (AASHTO) –TSD.....	95
Figura 5.4: Relação entre Deflexão e Número N (AASHTO) –CBUQ.....	96
Figura 5.5: Relação entre quociente de irregularidade e Número N (AASHTO) –TSD	99
Figura 5.6: Relação entre a irregularidade longitudinal e Número N (AASHTO) –CBUQ	100
Figura 5.7: Relação entre área trincada e Número N (AASHTO) –CBUQ	102
Figura 5.8: Distribuição dos módulos elásticos obtidos com o <i>ELSYM-5</i> – Revestimento	106
Figura 5.9: Relação entre o módulo elástico e as deflexões da camada de base	107
Figura 5.10: Distribuição dos módulos elásticos obtidos com o <i>ELSYM-5</i> – Base.....	107
Figura 5.11: Distribuição dos módulos elásticos obtidos com o <i>ELSYM-5</i> – Sub-base	108
Figura 5.12: Distribuição dos módulos elásticos obtidos com o <i>ELSYM-5</i> – Subleito	109
Figura 5.13: Relação entre o módulo elástico do subleito, deflexão e unidade pedológica.....	110

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Valores de Coeficiente de Poisson.....	44
Tabela 3.1: Valores de z em relação ao número de observações (DNER, 1979a).....	58
Tabela 3.2: Valores de Coeficiente de Poisson admitidos na retroanálise com o ELSYM-5 (PINTO e PREUSSLER, 2001)	61
Tabela 3.3: Faixas de Módulos Sementes sugeridas (CARDOSO, 1995)	61
Tabela 3.4: Erro admissível às distâncias de aplicação de carga (FERNANDES, 2000)	62
Tabela 4.1: Distribuição da Rede Rodoviária do Estado de Goiás	63
Tabela 4.2: Revestimentos das Rodovias da Rede Rodoviária Estadual de Goiás	64
Tabela 4.3: Amostra selecionada para estudo por ano de levantamento	69
Tabela 4.4: Fatores de veículos adotados (DNER, 1988)	71
Tabela 4.5: Taxas de crescimento geométricas adotadas (AGETOP, 1996).....	71
Tabela 4.6: Classificação pedológica x Extensão da amostra adotada	74
Tabela 4.7: Classificação geológica x Extensão da amostra adotada.....	75
Tabela 4.8: Característica do subleito.....	76
Tabela 4.9: Características das sub-bases	78
Tabela 4.10: Características das bases.....	79
Tabela 4.11: Características dos revestimentos	80
Tabela 4.12: Idade dos pavimentos e períodos de implantação.....	80
Tabela 4.13: Tráfego suportado até o ano de 2001 (DNER).....	82
Tabela 4.14: Tráfego suportado até o ano de 2001 (AASHTO).....	82
Tabela 4.15: Distribuição do tráfego médio diário comercial de 2001	83
Tabela 4.16: Intervalos de distribuição do número estrutural corrigido (SNC)	84
Tabela 4.17: Número de trechos e extensão comparada por par de levantamentos	84
Tabela 4.18: Dados dos levantamentos de 1996 e 1998 – Trechos em TSD	85
Tabela 4.19: Dados dos levantamentos de 1996 e 2000– Trechos em TSD	85
Tabela 4.20: Dados dos levantamentos de 1996 e 2001– Trechos em TSD	85
Tabela 4.21: Dados dos levantamentos de 1996 e 1998 – Trechos em CBUQ.....	87
Tabela 4.22: Dados dos levantamentos de 1996 e 2000 – Trechos em CBUQ.....	87
Tabela 4.23: Dados dos levantamentos de 1996 e 2001 – Trechos em CBUQ.....	88
Tabela 5.1: Números de solicitações do eixo-padrão de 8,2 ton (AASHTO, 1993) para que os parâmetros analisados ultrapassem seus valores de condição de alerta.....	103
Tabela 5.2: Valores Modulares das Camadas de Pavimento Revestidas com TSD, em MPa..	105
Tabela 5.3: Valores Modulares das Camadas de Pavimento Revestidas com CBUQ, em MPa	105
Tabela 5.4: Resumo Estatístico dos módulos elásticos obtidos com o <i>ELSYM-5</i> – Revestimento	106
Tabela 5.5: Resumo Estatístico dos módulos elásticos obtidos com o <i>ELSYM-5</i> – Base.....	108
Tabela 5.6: Resumo Estatístico dos módulos elásticos obtidos com o <i>ELSYM-5</i> – Sub-base...	109
Tabela 5.7: Resumo Estatístico dos módulos elásticos obtidos com o <i>ELSYM-5</i> – Subleito	109
Tabela 5.8: Faixas de módulos obtidos com a retroanálise.....	111
Tabela 5.9: Comparação entre as faixas de módulos obtidos na pesquisa com os valores obtidos por CARDOSO (1995)	111
Tabela 5.10: Limites superior e inferior do módulo elástico retroanalisado para cada camada das estruturas analisadas	112

LISTA DE ABREVIACÕES

AASHTO – AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS

AGETOP – AGÊNCIA GOIANA DE TRANSPORTES E OBRAS PÚBLICAS

ATR - AFUNDAMENTO DE TRILHA DE RODA (mm)

CBR – CALIFORNIA BEARING RATIO (%)

CBUQ – CONCRETO BETUMINOSO USINADO A QUENTE

CV – COEFICIENTE DE VARIAÇÃO

D₂₅ – DEFLEXÃO A 25 CM DO PONTO DE CARGA (CENTÉSIMOS DE MILÍMETRO)

DEFM - DEFLEXÃO MÁXIMA MÉDIA (CENTÉSIMOS DE MILÍMETRO)

DER-GO – DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DE GOIÁS

DER-SC – DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DE SANTA CATARINA

DNER – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM

D₀ – DEFLEXÃO MÁXIMA (CENTÉSIMOS DE MILÍMETRO)

IPR - INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS

IRI – INTERNATIONAL ROUGHNESS INDEX (m/km)

LA - LAMA ASFÁLTICA

NA - NÚMERO EQUIVALENTE DE OPERAÇÕES DO EIXO PADRÃO DE 8,2 ton. CALCULADO PELO MÉTODO DA AASHTO

NU - NÚMERO EQUIVALENTE DE OPERAÇÕES DO EIXO PADRÃO DE 8,2 ton. CALCULADO PELO MÉTODO DO DNER/USACE

PCI - PAVEMENT CONDITION INDEX

PM - PRÉ-MISTURADO

QI - QUOCIENTE DE IRREGULARIDADE (contagens/quilometro)

R – RAIOS DE CURVATURA (m);

SN - NÚMERO ESTRUTURAL

SNC - NÚMERO ESTRUTURAL CORRIGIDO

SRE - SISTEMA RODOVIÁRIO ESTADUAL

TRI – TRINCAMENTO (%)

TSD – TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO

TMD – TRÁFEGO MÉDIO DIÁRIO

TSS - TRATAMENTO SUPERFICIAL SIMPLES

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

As intervenções em rodovias tornam-se muito importantes quando se referem à manutenção, pois esta atividade prolonga a vida útil da obra, mantendo um nível de serviço desejado. As atividades de manutenção e restauração dos pavimentos, quando bem executadas, asseguram uma maximização dos benefícios, através da manutenção da segurança e do conforto do usuário, da redução dos tempos de viagem e da redução dos custos operacionais dos veículos. Estes custos causam imensos prejuízos ao país, sendo perceptíveis na forma do aumento de consumo de combustíveis e lubrificantes e dos encargos de depreciação e de exploração dos veículos. Em contrapartida, a economia anual verificada nos custos operacionais decorrentes da boa conservação das rodovias assume valores tão expressivos que superam os valores de investimentos requeridos pelos serviços de manutenção e restauração (FERNANDES, 1996a).

Uma vez que os custos rodoviários são refletidos nos preços das mercadorias e serviços, toda economia nos custos totais da modalidade rodoviária que for conseguida mediante aumento da eficiência refletirá em redução dos custos para a sociedade e contribuirá para o aumento da competitividade do mercado em nível global.

Mesmo com a evidente necessidade da realização de serviços de manutenção e restauração da malha rodoviária, o montante de recursos exigidos para estas atividades é quase sempre superior ao disponível. Desta forma, os poucos recursos disponíveis devem ser utilizados da maneira mais racional e eficiente possível.

Esta situação tem levado os órgãos rodoviários e as instituições ligadas à pesquisa, ao estudo do real comportamento dos pavimentos e dos materiais constituintes da sua estrutura "in situ", afim de que possam ser desenvolvidas ações que permitam selecionar as medidas mais eficazes para o planejamento, projeto,

construção e manutenção dos pavimentos em condições aceitáveis de trafegabilidade, garantindo, deste modo, a preservação dos altos investimentos dispendidos na construção das rodovias, e possibilitando a priorização e a otimização da aplicação dos recursos para as atividades de manutenção da malha rodoviária.

1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

O Estado de Goiás possui uma rede rodoviária contando com um total de 23.285,00 km, sendo 10.722,00 km de rodovias pavimentadas, incluindo as rodovias estaduais, federais e estaduais transitórias (AGETOP, 2000). Para otimizar a administração deste patrimônio público, teve início no ano de 1996 a implantação de um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP), a partir de um levantamento de dados de toda a rede pavimentada e não-pavimentada e a demarcação do seu sistema rodoviário estadual (SRE).

No entanto, este levantamento serviu apenas de base para avaliar o estado em que se encontrava a rede. O desenvolvimento e a aplicação efetiva de um sistema de gerência de pavimentos não ocorreram.

Nos anos de 1998 e 2000 foram feitos outros levantamentos, em nível de projeto, de alguns trechos da rede rodoviária. Por fim, no ano de 2001 foi feito um novo levantamento de toda a rede a fim de retroalimentar o banco de dados do órgão.

A partir desta base de dados, esta pesquisa pretende atingir os seguintes objetivos:

- Estabelecer um diagnóstico das condições estruturais e funcionais dos pavimentos, confrontando os dados obtidos em levantamentos efetuados em épocas diferentes;
- Analisar o comportamento dos pavimentos que compõem a rede através da determinação de linhas de tendência de evolução dos defeitos em termos de Afundamento de Trilha de Roda, Deflexão, Irregularidade Longitudinal e Trincamento;
- Comparar as linhas de tendência obtidas nesta pesquisa com previsões de modelos de desempenho existentes na literatura;

- Determinar os módulos elásticos das camadas do pavimento e do subleito dos trechos analisados por meio da retroanálise das bacias de deflexão obtidas no levantamento de campo;
- Verificar a influência do conhecimento da pedologia no valor do módulo resiliente do subleito obtido por retroanálise.

1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Para que os objetivos desta pesquisa pudessem ser alcançados, este trabalho foi desenvolvido da seguinte forma:

- Capítulo 01 – Introdução ao tema;
- Capítulo 02 - Revisão bibliográfica referente aos assuntos enfocados: sistemas de gerência de pavimentos, avaliação do estado dos pavimentos, pedologia, geotecnia e retroanálise;
- Capítulo 03 - Metodologias adotadas para o desenvolvimento das propostas de pesquisa;
- Capítulo 04 - Apresentação dos dados disponíveis. Síntese da condição da rede desenvolvida a partir da organização, validação e análise dos dados obtidos em cada levantamento;
- Capítulo 05 - Análise do desempenho dos pavimentos da rede rodoviária estadual de Goiás, desenvolvida a partir da determinação das linhas de tendência de desempenho e da retroanálise das bacias de deflexão, com a finalidade de caracterizar os módulos elásticos das camadas do pavimento e do subleito;
- Capítulo 06 - Indicação das conclusões e recomendações para futuras pesquisas.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica enfoca os quatro temas mais importantes da pesquisa: sistemas de gerência de pavimentos, avaliação do estado dos pavimentos, retroanálise e pedologia e geotecnia.

2.1 SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS

A idéia geral de um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) é “aumentar a eficiência das decisões tomadas nas administradoras rodoviárias, expandir seu escopo, proporcionar uma retroalimentação das conseqüências destas decisões e assegurar a consistência das decisões tomadas em diferentes níveis, dentro da mesma organização” (HAAS et al, 1994). Um SGP consiste em um elenco de atividades coordenadas, relacionadas com o planejamento, projeto, construção, manutenção, avaliação e pesquisa de pavimentos, cujo objetivo principal é utilizar informações confiáveis e critérios de decisão para produzir um programa de construção, manutenção e reabilitação de pavimentos, de modo a obter a melhor utilização dos recursos disponíveis, no sentido de melhorar e operar as vias pavimentadas da rede analisada (SHAHIN, 1994; HAAS et al, 1994; DOMINGUES, 1993). E para atingir seu objetivo, um SGP deve ser capaz de comparar, priorizar e alocar os recursos de seu programa de construção, manutenção e reabilitação entre todos os segmentos da rede viária.

Uma importante função de um SGP é comunicar à administração superior o atual estado dos pavimentos, as atividades de manutenção e restauração necessárias e as conseqüências que diferentes níveis orçamentários podem causar na condição futura da rede. Desta forma, um SGP é projetado como uma ferramenta de planejamento estratégico para a administração superior e como uma ferramenta de

engenharia para os tomadores de decisões técnicas, coordenando as atividades necessárias para planejar, projetar, construir e manter os pavimentos, de forma que o público usuário seja servido de maneira segura, eficiente e econômica. Um SGP não fornece as decisões prontas e finalizadas, mas uma base de conhecimento das possíveis conseqüências dos métodos alternativos relacionados à preservação de uma rede de pavimentos (AASHTO, 1990; SHAHIN et al, 1998; BREGA et al, 1998).

O grau de detalhamento de um bom SGP depende do nível de serviços que se deseja atingir dentro da agência onde o mesmo será implantado, o que significa que não existe um modelo único de SGP, mas sim diferentes tipos dependendo da organização que se quer alcançar. O grau de complexidade e os resultados obtidos em cada SGP dependem de vários fatores inerentes ao ambiente em que o mesmo está implantado. Entre os quais destacam-se: recursos disponíveis, extensão da rede, equipe de trabalho responsável, equipamentos para levantamentos, dados disponíveis, etc. Os requisitos mínimos de um SGP incluem: adaptabilidade, operação sistemática, aplicação prática, tomada de decisão quantitativa e realimentação (HUDSON et al, 1979; FERNANDES, 1996a).

A partir da análise do exposto, pode-se dizer que um SGP é um conjunto de atividades cuja metodologia procura sintetizar as ações de planejamento, programação, dimensionamento, escolha de materiais, atividades de construção, manutenção e reabilitação, de forma a auxiliar os tomadores de decisão na procura da estratégia ótima, baseada em procedimentos racionais previamente estabelecidos que envolvem um tratamento coordenado de todas as atividades envolvidas, de forma a maximizar os benefícios de uma rodovia, a sua vida de serviço e a melhor utilização dos recursos disponíveis.

2.1.1 Objetivos

O estabelecimento dos objetivos a serem alcançados pelo SGP e os meios a utilizar para atingi-los devem ser estabelecidos pelo órgão responsável, porque é fundamental que o sistema seja adequado às condições técnicas e aos recursos disponíveis.

Resumidamente, os objetivos de um SGP podem ser os seguintes (HAAS et al, 1994; SHAHIN, 1994; CUNHA, 1989; MARCON, 1996; FERNANDES, 1996a):

- Facilitar a coordenação das atividades dentro do órgão administrador da rede;
- Planejar os melhoramentos da rede de acordo com o orçamento disponível;
- Determinar os efeitos, quanto aos custos dos usuários e do órgão responsável, quando a manutenção for protelada;
- Priorizar ações de manutenção e/ou reabilitação baseada na comparação dos custos e benefícios gerados por elas;
- Implementar e manter uma ampla e eficiente base de dados;
- Diagnosticar o estado dos pavimentos da rede e identificar os trechos que necessitam de intervenção;
- Selecionar métodos de manutenção que mais se adaptem às necessidades da rede;
- Desenvolver modelos de previsão de desempenho dos pavimentos da rede a partir do contínuo processo de coleta e análise de dados dos pavimentos que compõem a rede;
- Gerar critérios de decisão e priorização consistentes;
- Prever a condição futura dos pavimentos, com e sem manutenção, a partir do uso dos modelos de desempenho desenvolvidos para a rede;
- Proporcionar uma reavaliação das decisões a partir da análise de suas conseqüências;
- Determinar as conseqüências dos diferentes níveis de investimentos nas condições dos pavimentos;
- Fornecer elementos para decisões políticas.

2.1.2 Benefícios

Um SGP é capaz de trazer benefícios para rodovias, aeroportos e sistemas viários urbanos, em nível de rede ou em nível de projeto. Dentre os benefícios, um dos

principais é a seleção e implantação de alternativas cuja relação benefício/custo seja maior que 1 (um), o que significa alcançar a melhor possibilidade de uso do dinheiro público. Outros seriam o conhecimento do funcionamento da rede a partir dos modelos de tendência de desempenho desenvolvidos para ela e a possibilidade de elaboração de cronogramas de atividades, anual e plurianual, para a rede, baseados nos recursos disponíveis e nas intervenções necessárias.

2.1.3 Características

As características imprescindíveis de um SGP são:

- Banco de dados contendo tráfego, informações de construção, condição dos pavimentos;
- Capacidade de considerar estratégias alternativas;
- Capacidade de identificar alternativa ou estratégia ótima;
- Habilidade para priorizar e otimizar um conjunto de estratégias;
- Capacidade de basear decisões em procedimentos racionais com quantificação de atributos, critérios e obrigações;
- Capacidade de ter um feedback de informações considerando as conseqüências das decisões tomadas;
- Capacidade de melhorar os modelos de previsão de desempenho à medida que novos dados sejam coletados, armazenados e analisados.

Uma outra característica essencial de um SGP é que este tem que ser capaz de ser utilizado por inteiro ou em parte por vários níveis, técnico e administrativo, ao nível de projeto ou ao nível de rede. Todas as funções envolvidas são necessárias, mas nem todas precisam funcionar ao mesmo tempo. Desta forma, um SGP pode ser visto como um conjunto de módulos conectados.

O inter-relacionamento entre os níveis e tarefas de um SGP pode ser resumido na Figura 2.1 (HAAS et al, 94).

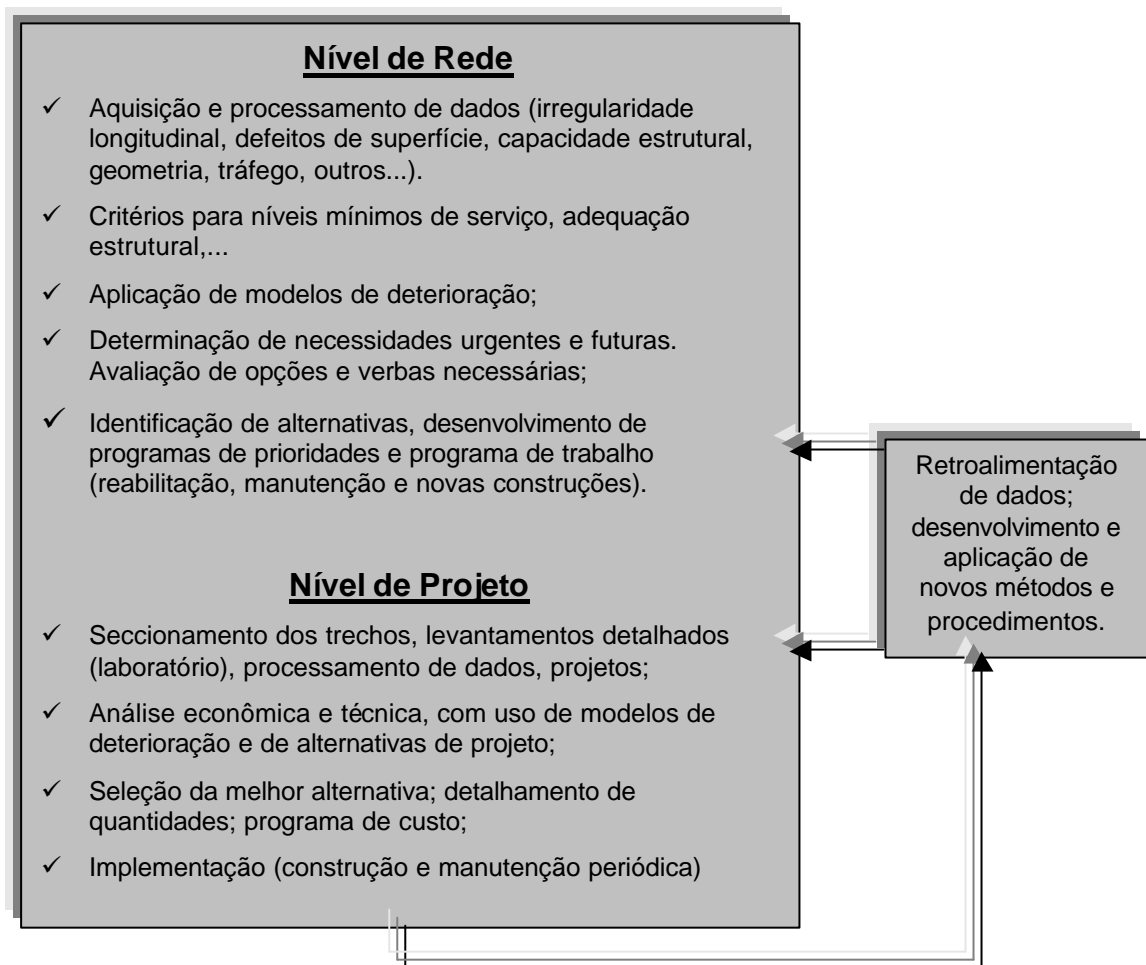


Figura 2.1: Inter-relacionamento entre os níveis e suas tarefas (HAAS et al, 1994)

- **Nível de Rede**

Em SGP em nível de rede as necessidades de manutenção e reabilitação dos pavimentos são ordenadas, hierarquizadas e priorizadas, de acordo com critérios técnico-econômicos e políticos, cuja proposta primária é o desenvolvimento de um programa prioritário de manutenção, reabilitação ou a construção de novos pavimentos, onde as decisões são tomadas para um grande número de projetos ou para uma rede inteira (HAAS et al, 1994). “Neste ambiente incluem-se os administradores, legisladores, políticos e o corpo técnico de engenharia da instituição onde o SGP está implantado” (VILLELA, 1999).

- **Nível de Projeto**

Em nível de projeto, um SGP deve ser capaz de gerar uma lista que prioriza as necessidades anuais do pavimento. Tal avaliação baseia-se nas condições dos pavimentos e facilita a coerência no planejamento, programação e alocação de recursos (GRIVAS et al. 1993). Neste enfoque, as considerações detalhadas são tomadas como alternativas de atividades de projeto, construção, manutenção ou reabilitação para um trecho de rodovia (AASHTO, 1993).

“O nível de projeto surge como conseqüência em um momento apropriado do programa e, essencialmente, envolve considerações técnicas e decisões políticas” (HAAS et al, 1994).

2.1.4 Componentes do Sistema

Para cada nível de um SGP, as decisões a serem tomadas requerem vários tipos e quantidades de informações. No entanto, a seqüência destas informações e ações tem um alto grau de similaridade.

AASHTO (1993) considera que um SGP consiste de três módulos principais: a base de dados, o método de análise e a reavaliação do processo.

HUDSON et al (1979) identificaram três subsistemas básicos: informação, análise e implantação. A concepção seria a seguinte: determinando as várias atividades e tomadas de decisão, informações pertinentes seriam coletadas e as conseqüências das escolhas viáveis analisadas à luz destas informações. Baseado nesta análise e em outras considerações não quantificáveis (políticas) e obrigações, a decisão seria tomada. A seguir a mesma seria implementada e os resultados arquivados em um banco de dados que ficaria disponível para outros níveis da administração.

“As vantagens de considerar a gerência de pavimentos sob esta ótica sistêmica incluem a obtenção de benefício máximo para o dinheiro disponível e um melhor entendimento do desempenho dos pavimentos, pois para a tomada da melhor decisão possível deve-se conhecer as inter-relações entre ações de manutenção e reabilitação, custos e desempenho” (FERNANDES, 1996b).

2.1.5 Coleta de Dados

“A coleta de dados é uma atividade fundamental em um sistema de gerência de pavimentos, pois representa o conjunto de informações disponíveis a respeito da malha” (AASHTO, 1990).

A coleta de dados é uma atividade prolongada, por se repetir periodicamente, e dispendiosa, por isso é aconselhável que, inicialmente, os dados levantados sejam somente os estritamente necessários. Além disso, é necessário analisar a importância dos dados existentes, obtidos em levantamentos rotineiros ou alheios ao SGP, e os equipamentos de propriedade do órgão ou disponíveis no mercado.

Um dos objetivos do SGP é coordenar as atividades necessárias para proporcionar estruturas de pavimento viáveis técnica e economicamente. Para isso, são necessários dados de várias fontes que servirão para diferentes setores do órgão rodoviário. Tanto em nível de rede como em nível de projeto as classes de dados necessários para alimentar o banco de dados do sistema incluem, basicamente, as seguintes (HAAS et al, 1994, SHAHIN, 1994, FERNANDES, 1996b):

- *Inventário*: contém informações pertinentes a cada pavimento, englobando características de caráter quase permanente, como: nome da rodovia, tipo de pavimento, espessuras e materiais constituintes das camadas, dados históricos referentes à construção, manutenção e restauração, posição no sistema de referenciamento, caso exista e informações referentes ao meio ambiente (temperatura, pluviometria, etc);
- *Condições do pavimento*: esta classe de dados refere-se a informações coletadas em cada pavimento sob o ponto de vista estrutural e funcional. A partir destes dados pode-se tecer um diagnóstico do estado do trecho analisado ou de toda a rede e desenvolver linhas de tendência de desempenho dos pavimentos. Os principais dados desta classe são os seguintes: irregularidade longitudinal, degradação física, segurança e capacidade estrutural;
- *Tráfego*: esta classe de dados se refere à contagem volumétrica e classificatória de veículos e pesagem de veículos de carga. Com estes dados, torna-se possível o conhecimento do tráfego usuário da rodovia, o volume médio diário (VMD), tráfego passado e taxa de crescimento da frota;

- *Custos*: relativos aos custos de construção, manutenção, reabilitação e custo de operação dos veículos.

Após a coleta dos dados, estes devem ser depurados e analisados estatisticamente, a fim de melhorar a representatividade e confiabilidade dos mesmos e, conseqüentemente, eliminar eventuais erros que possam interferir de maneira negativa nos resultados esperados.

2.1.6 Banco de Dados

O banco de dados é o conjunto de elementos e informações relativas à malha viária. O banco de dados é a parte central de um SGP, pois é a partir destes dados que a rede é avaliada e são definidas estratégias para a sua manutenção, programação de serviços e o acompanhamento dos resultados das intervenções realizadas na rede. Este banco de dados deve estar sempre sendo alimentado com dados novos e também retroalimentado com dados referentes às conseqüências das decisões tomadas. A ausência de informações ou de feedback impede a formação dos produtos da organização e daí a tendência à autodestruição do sistema, chamando-se entropia (MARCON, 2000).

Um banco de dados de longo prazo é necessário para o desenvolvimento de modelos de previsão de desempenho, ou para aperfeiçoar modelos existentes.

A figura 2.2 apresenta de modo ilustrativo a relação do banco de dados com o sistema.

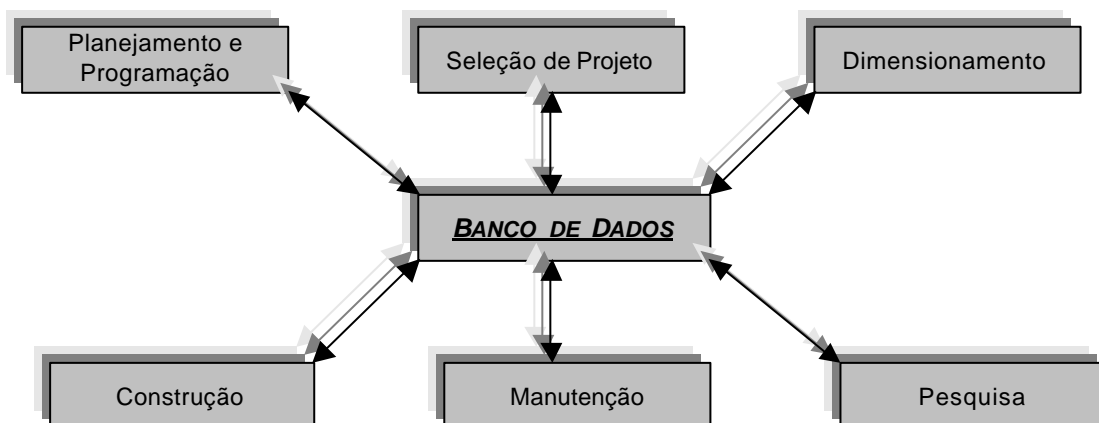


Figura 2.2: Relação do banco de dados com o sistema (SHAHIN, 1994, HAAS et al, 1994).

2.1.7 Modelos de Previsão de Desempenho

“Desempenho de um pavimento é a capacidade deste de atender seus objetivos ao longo do tempo” (AASHTO, 1990). Os modelos de desempenho são estabelecidos para prever a velocidade de alteração dos valores dos parâmetros controladores das condições funcional e estrutural dos pavimentos em função do tempo ou das solicitações do tráfego. A previsão do desenvolvimento de defeitos nos pavimentos é útil para o estabelecimento de estratégias de manutenção (HAAS et al, 1994).

Para maximizar os efeitos da gerência de pavimentos, o uso de modelos de previsão de desempenho confiáveis é muito importante. “A seleção de estratégias ótimas de manutenção depende da viabilidade de uso de modelos que reflitam as condições locais” (NUÑEZ e SHAHIN, 1986).

Para o uso eficiente dos recursos de conservação, é necessário calcular as condições ou o nível de serventia futuros dos diferentes trechos do pavimento, em determinada rede rodoviária. Esta estimativa só é possível se o planejador ou o engenheiro de pavimentação tiver à disposição modelos de previsão de desempenho realistas. Além disso, estes modelos são instrumentos tecnológicos essenciais para a análise de estratégias alternativas de projetos de pavimentos (QUEIROZ, 1984).

Estes modelos devem refletir as condições às quais são aplicados, e devem ser desenvolvidos ou modificados com base em dados e experiências locais (QUEIROZ, 1982a). “Os melhores modelos de previsão de desempenho de pavimentos são aqueles desenvolvidos diretamente a partir de dados de campo sistematicamente coletados e analisados, sendo que estes dados de observação de pavimentos restringem o uso do modelo ao ambiente de avaliação” (PATERSON, 1987).

Estes modelos, além de prever a condição dos pavimentos mantidos com determinada atividade de manutenção, também podem ser úteis para comparar economicamente várias alternativas de manutenção, ajudando no prognóstico do desempenho do pavimento tratado com ações de manutenção e restauração que satisfaçam suas restrições de orçamento e desempenho.

QUEIROZ (1982a) desenvolveu modelos de previsão de deterioração, em termos de irregularidade, trincas e trilhas de rodas para pavimentos asfálticos em função da estrutura do pavimento, subleito e tráfego. Esta pesquisa foi feita utilizando

dados coletados de rodovias dos Estados de Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Distrito Federal. Estes modelos podem ser utilizados em outros locais, porém é necessário fazer uma calibração dos mesmos para as características de onde ele será utilizado e uma verificação dos resultados obtidos, através da coleta contínua de dados.

Um tipo mais geral de sistema de trabalho, que inclua outros itens de custo (por exemplo, drenagem e terraplenagem), é melhor representado pelo "Highway Design and Maintenance Standards Model" (HDM). Este modelo foi desenvolvido com base em uma extensa pesquisa realizada no Brasil, Quênia, Índia e Ilhas Caribenhas. Assim como outros modelos, este também necessita de calibração para ser utilizado com segurança. O SGP utilizado pela província de Gauteng na África do Sul, chamado GALTRANS, utiliza o HDM III calibrado para as suas condições, quando ao nível de rede (HENNING et al, 1998).

Uma pesquisa conduzida pelo *U.S Army Construction Engineering Research Laboratory* resultou no desenvolvimento do que é conhecido como Método Família (NUÑEZ e SHAHIN, 1986). Este método foi projetado para uso no sistema de gerência Micro PAVER para relacionar o índice PCI (*Pavement Condition Index*) com o tempo, aplicável quando se dispõe de pelo menos uma avaliação de cada um dos trechos.

Esta metodologia consiste em coletar e agrupar informações relevantes dos trechos de rodovia, organizando-os em famílias, sendo que cada família de pavimentos é definida como um grupo de trechos com características semelhantes, baseadas no tipo, uso, classificação funcional e grau de deterioração. Os fatores utilizados para classificar uma família de pavimentos dependem do usuário do sistema e das informações disponíveis. Em seguida, para cada família definida, um arquivo de dados é criado, contendo todas as características relevantes dos trechos que a compõem. Esta metodologia baseia-se no fato de que trechos com estruturas semelhantes, porém com diferentes idades, tráfego e índices de condição, representam a deterioração da condição de um trecho de determinada família ao longo do tempo (SHAHIN et al, 1987; BOLIVAR e ACHÚTEGUI, 1998). Deste modo, pode-se ter uma idéia do desempenho geral ou tendência ao longo do tempo, que se pode esperar para todos os trechos da família. O método apresentado fez uso do índice PCI para a avaliação dos pavimentos ao longo do tempo. No entanto, as variáveis para definição dos grupos podem ser diferentes da utilizada, de acordo com as condições locais (SHAHIN, 1994).

MARCHIONNA et al (1998) desenvolveram modelos de previsão de desempenho para o SGP utilizado em rodovias italianas baseado nesta teoria de agrupar trechos em famílias. Neste caso as famílias foram definidas a partir de parâmetros ligados a condições ambientais, tráfego, tipo de estrutura e história.

CHEM e RAZA (1998) avaliaram e desenvolveram modelos para as duas mais importantes rodovias do Paquistão, chamadas N5 e N55, considerando, primeiramente, o agrupamento dos trechos que compõem estas estradas em função do tráfego e do CBR do subleito. Em BOLIVAR e ACHÚTEGUI (1998) a segmentação das famílias se fez através das características dos materiais constituintes do pavimento e sua história, sendo os modelos obtidos pela correlação do tráfego e parâmetros de condição do pavimento.

HUDSON et al (1979) concluíram que “a condição atual de um pavimento é dependente da sua história, em termos de estrutura, carga suportada e fatores ambientais”. Desta forma, fica claro que a condição atual é resultante de decisões tomadas em anos anteriores e que decisões tomadas agora vão ter efeito nas condições futuras do pavimento. Assim sendo, todas as decisões devem ser tomadas à luz de seus efeitos imediatos e futuros, por meio do uso de modelos de desempenho que reflitam as condições reais da rede. Com o uso de tais modelos, poderão ser previstas as condições do pavimento para um horizonte determinado e verificados os resultados de ações desenvolvidas em termos de reabilitação e manutenção. Desta forma será possível, nos anos futuros, analisar as previsões outrora feitas e, assim, determinar no que o modelo pode melhorar. Mas para que isto seja possível, é necessário que exista uma retroalimentação contínua do banco de dados do sistema.

Os modelos de previsão de desempenho apresentam normalmente erros nas estimativas de tempo para execução de serviços de manutenção ou reabilitação. Estes erros costumam ser menores quando o pavimento se aproxima da vida final e maiores quando estão no início da vida útil. Desta forma, os modelos devem ser periodicamente atualizados, e as previsões devem restringir-se a períodos em que se tenha um razoável grau de confiabilidade (HAAS et al, 1994). A impossibilidade de incluir todas as variáveis significativas, como drenagem, qualidade de construção e condições climáticas, colabora, também, para a ocorrência de erros e incertezas nos modelos (WATANATADA et al, 1987, BOLIVAR e ACHÚTEGUI, 1998).

2.1.7.1 Tipos de Modelos de Previsão de Desempenho

Os modelos de previsão podem ser agrupados em quatro tipos básicos, sendo estes os seguintes (HAAS et al,1994):

- *Mecanísticos*: são baseados em parâmetros de resposta primária como tensão, deformação e deflexão;
- *Empírico-mecanísticos*: são utilizados parâmetros básicos de respostas relacionadas com a deterioração funcional ou estrutural por meio de equações de regressão;
- *Regressão*: este tipo de análise é utilizado para estabelecer uma relação empírica entre duas ou mais variáveis. Neste modelo, variáveis dependentes relativas à deterioração funcional ou estrutural, medidas ou observadas, são relacionadas a uma ou mais variáveis independentes, como capacidade de suporte do subleito, número de aplicações de carga, espessuras e propriedades das camadas (SHAHIN, 94).;
- *Subjetivos*: nestes modelos utiliza-se a experiência dos engenheiros de pavimentos, que é formalizada ou estruturada para desenvolver modelos de previsão.

2.1.7.2 Desenvolvimento de Modelos de Previsão

Os requisitos básicos para o desenvolvimento de um modelo de previsão de desempenho são:

- *Base de dados adequada*: é necessário que a base de dados seja confiável e representativa, ou seja, deve conter dados de pavimentos velhos e novos, faixas de volume de tráfego altas e baixas e resistências de pavimento variáveis. Quanto maior o número de trechos enquadrados na combinação entre as faixas de valores das variáveis, maiores serão a confiabilidade e acurácia dos modelos (WATANATADA et al, 1987).
- *Seleção das variáveis significativas*: as variáveis de um modelo de desempenho são todos os parâmetros avaliados no campo e capazes de influir ou caracterizar o comportamento dos pavimentos. A seleção destas

variáveis deve ser feita considerando critérios como grau de influência e caracterização do comportamento dos pavimentos e disponibilidade de recursos técnicos e financeiros.

- Seleção da forma funcional do modelo para representar a situação física e real;
- Critérios para determinar a precisão do modelo.

A consideração de características estruturais e de durabilidade permite detectar as causas mais prováveis das manifestações de ruína dos pavimentos e, conseqüentemente, definir a magnitude das operações necessárias para a sua restauração (VILLELA, 1999).

No estudo da Pesquisa de Inter-Relacionamento de Custos de Construção, Conservação e Utilização de Rodovias (PICR) foram utilizadas variáveis identificáveis em campo e capazes de influir na deterioração dos pavimentos, sendo estas as seguintes: resistência do subleito e variáveis estruturais das camadas do pavimento, deflexões com a viga Benkelman e com o Dynaflect, levando em consideração o índice de curvatura da superfície e da base (QUEIROZ, 1982).

2.1.7.3 Modelos de Previsão Existentes

A seguir são apresentadas algumas equações de previsão de desempenho existentes.

a) Equações obtidas por regressão

➤ QUEIROZ (1981)

Estas equações foram determinadas a partir do banco de dados da Pesquisa ICR (PICR) por regressão múltipla pelo método dos mínimos quadrados e análise da cumeira e são utilizadas no procedimento de projeto DNER-PRO 159/85 (DNER, 1985). Foram determinadas cinco equações para estimar a irregularidade dos pavimentos em função da idade, número N e variáveis estruturais. As equações relacionadas à irregularidade são:

$$\checkmark \text{ Log QI} = 1,478 - 0,1383 \text{ RH} + 0,000795 \text{ IDADE} + 0,0024 (\text{log NA/SNC})^2 \quad (2.1)$$

$r^2 = 0,26$; erro padrão = 0,13

✓ $QI = 21,8 - 7,52 RH + 5,16 ST + 0,515 IDADE + 7,22 \times 10^{-5} (D_{VB} \times \log NA)^2$ (2.2)

$r^2 = 0,48$; erro padrão = 10,58

✓ $\text{Log } QI = 1,391 - 0,1315RH + 0,0414P + 0,00751IDADE + 0,0248 D_D \times \log NA$ (2.3)

$r^2 = 0,32$; erro padrão = 0,13

✓ $QI = 12,63 - 5,16 RH + 3,31 ST + 0,393 IDADE + 8,66 (\log NA/SNC) + 7,17 \times 10^{-5} (D_{VB} \times \log NA)^2$ (2.4)

$r^2 = 0,52$; erro padrão = 10,22

✓ $\text{Log } QI = 1,299 - 0,1072 RH + 0,0415 P + 0,0623 IDADE + 0,0856 (\log NA/SNC) + 0,023 (D_D \times \log NA)$ (2.5)

$r^2 = 0,36$; erro padrão = 0,13

onde,

QI – quociente de irregularidade (contagens/km)

D_{VB} – Deflexão máxima medida com a Viga Benkelman (0,01mm).

D_D – Deflexão máxima medida com Dynaflect (0,001polegadas = 0,0254mm).

SNC – número estrutural corrigido

NA - número equivalente de operações do eixo padrão (AASHTO, 1993)

IDADE – número de anos desde a construção ou recapeamento

Log – logaritmo decimal

RH – variável indicadora do estado de conservação

RH = 0, como construído

RH = 1, como restaurado

ST – variável indicadora do tipo de revestimento

ST = 0 - concreto asfáltico

ST = 1 - tratamento superficial

P – porcentagem do pavimento que recebeu reparos de remendos profundos

QUEIROZ (1981) também determinou equações relacionadas ao trincamento. A primeira equação foi determinada para estimar o número de repetições do eixo padrão de 8,2 ton. para ocorrer o início do trincamento, que é caracterizado pelo aparecimento de trincas em 0,5% da área analisada. Esta equação é apresentada a seguir.

$$\checkmark \text{ Log NA} = 1,205 + 5,96 \text{ log SNC} \quad (2.6)$$

$$r^2 = 0,32; \text{ erro padrão} = 0,13$$

As outras equações determinam a evolução do trincamento, sendo que a ultima estima a idade em que o pavimento apresenta determinada área trincada.

$$\checkmark \text{ CR} = -18,53 + 0,0456 (D_{VB} \times \text{logNA}) + 0,00501 (D_{VB} \times \text{IDADE} \times \text{logNA}) \quad (2.7)$$

$$r^2 = 0,64; \text{ erro padrão} = 12,62$$

$$\checkmark \text{ CR} = -14,10 + 2,84 (D_D \times \text{logNA}) + 0,395 (D_D \times \text{IDADE} \times \text{logNA}) \quad (2.8)$$

$$r^2 = 0,44; \text{ erro padrão} = 15,84$$

$$\checkmark \text{ CR} = -57,7 + 53,5 (\text{log NA/SNC}) + 0,0313 (\text{IDADE} \times \text{logNA}) \quad (2.9)$$

$$r^2 = 0,34; \text{ erro padrão} = 17,12$$

$$\checkmark \text{ IDADE} = 11,46 - 0,0974 D_{VB} + 0,1454 \text{ CR} + 2,51 \times 10^5 [\text{CR}/(\text{RLA} \times D_{VB})] \quad 2.10)$$

$$r^2 = 0,42; \text{ erro padrão} = 3,75$$

onde, além das variáveis apresentadas anteriormente:

CR = porcentagem de área do pavimento com trincas tipo 2 e 3 e remendos.

RLA = taxa de aplicações de carga, isto é, o número médio de eixos equivalentes por ano

➤ **WATANATADA et al.(1987), e PATERSON (1987)**

As equações utilizadas no *Highway Design and Maintenance Standards Model* (HDM III) foram obtidas por regressão e basearam-se em dados experimentais coletados no Brasil (QUEIROZ, 1984). As equações inclusas no HDM III são muitas, mas neste trabalho só serão apresentadas aquelas possíveis de uso com os dados disponíveis.

A idade média do pavimento para início do trincamento, relativo a 0,5% da área do trecho analisado, é dada pela seguinte equação (PATERSON, 1987):

$$\checkmark \text{ TYCRA} = K_{ci} (F_c \times \text{RELIC} + \text{CRT}) \quad (2.11)$$

Sendo que,

$$\checkmark \text{ RELIC} = 4,21 \exp (0,14 \text{ SNC} - 17,1 \text{ YE}_4/\text{SNC}^2) \quad (2.12)$$

onde,

TYCRA – idade média esperada para início do trincamento estreito (1 a 3 mm)

K_{ci} – fator de deterioração para início do trincamento

F_c – fator de distribuição de ocorrência

CRT – tempo estimado de retardamento do início do trincamento provocado pela manutenção, anos.

YE_4 - número equivalente de operações do eixo padrão com expoente 4, em milhões por faixa (AASHTO, 1993)

SNC – número estrutural corrigido

Os fatores K_{ci} e F_c foram introduzidos no HDM III para possibilitar o seu uso em outros locais. Estes fatores foram obtidos experimentalmente através da análise por regressão de dados existentes que caracterizam uma série histórica

Após o início do trincamento, a velocidade de crescimento depende principalmente da área atingida pelo defeito e do tempo decorrido desde o início do trincamento. Para tanto, PATERSON (1987) definiu a seguinte equação, onde o incremento da área trincada é baseada no tempo ou no número equivalente de operações do eixo padrão de 8,2 ton. A seguir é apresentada a equação baseada no tempo.

$$\checkmark \Delta ACRA_D = K_{cp} \times CRP \times z [(z \times a \times b \times \Delta TCRA + SCRA_a^b)^{1/b} - SCR_4] \quad (2.13)$$

onde,

$\Delta ACRA_D$ – mudança prevista na área de trincamento, durante o ano de análise em % da área total do revestimento.

K_{cp} – fator de deterioração para progressão do trincamento

CRP – fator de retardamento da progressão do trincamento devido a tratamento preventivo, dado por:

$$CRP = 1 - 0,12 CRT$$

$z = 1$ se $SCRA_a < 50$; senão $z = -1$

a e b – coeficientes determinados por regressão

$\Delta TCRA$ – tempo de análise da mudança do trincamento, em anos

$SCRA_a$ – valor mínimo de ACRA e $100 - ACRA$

$ACRA_a$ = porcentagem da área do pavimento com Trincamento total antes do ano de análise, dada por:

$$ACRA_a = 0; \text{ se } \Delta ACRA = 0$$

$$ACRA_a = 0,5; \text{ se } 0 < \Delta ACRA < 1$$

$$ACRA_a = ACRA_a ; \text{ para outros casos}$$

Para que esta equação possa ser utilizada baseada no tráfego basta substituir $\Delta TCRA$ pelo número equivalente de operações do eixo padrão, em milhões por faixa (YE_4) (PATERSON, 1987)

No estudo de PATERSON (1987), foram definidos modelos de previsão mais simples, cuja utilização se torna facilitada. Estes modelos são denominados modelos agregados. Para a progressão da irregularidade foi selecionado o seguinte modelo.

$$\checkmark \quad RI = (RI_0 + 725 \times (1 + SNC)^{-4,99} \times YE_4) \times e^{0,0153 \times IDADE} \quad (2.14)$$

$$R^2 = 0,75$$

onde,

RI – índice de irregularidade do pavimento para determinada idade (m/km)

RI₀ – índice de irregularidade no início da análise do pavimento, tomado como 1,923 m/km, ou QI=25

SNC – número estrutural corrigido

IDADE – número de anos desde a construção ou recapeamento, em anos

YE₄ – número equivalente de operações do eixo padrão de 8,2 ton calculado pelo método da AASHTO com expoente 4, em milhões/faixa

Para a previsão do afundamento de trilha de roda foi obtida uma equação através de regressão, utilizando os dados coletados na Pesquisa sobre Inter-relacionamento de Custos de Construção, Conservação e Utilização de Rodovias (PICR) realizada no Brasil (PATERSON, 1987).

$$ATR = IDADE^{0,166} \times SNC^{-0,502} \times COMP^{-2,30} \times NA^{ERM} \quad (2.15)$$

$$R^2 = 0,42$$

onde,

$$ERM = 0,0902 + 0,0384 \times DEFM - 0,009 \times RH + 0,00158 \times MMP \times CRX$$

ATR = afundamento da trilha de roda, em mm;

DEFM – Deflexão máxima média, em mm;

SNC – número estrutural corrigido;

NA - número equivalente de operações do eixo padrão (AASHTO, 1993);

IDADE – número de anos desde a construção ou recapeamento;

COMP = índice de compactação definido como a compactação relativa média ponderada pela espessura da camada, em fração;

RH – variável indicadora do estado de conservação;

RH = 0, como construído

RH = 1, como restaurado

MMP = precipitação média mensal, em metros/mês;

CRX = trincamento indexado, em %. Este valor é obtido através de:

$$CRX = 0,62 ACRA + 0,39 ACRW$$

onde,

ACRA: % da área com trincamento estreito no início do ano de análise

ACRW: % da área com trincamento largo no início do ano de análise

b) Equações empírico-mecanísticas

➤ QUEIROZ (1981)

Neste estudo de QUEIROZ (1981) foram definidas duas equações classificadas como empírico-mecanísticas para previsão da irregularidade do pavimento, previsão de surgimento da primeira trinca e previsão da porcentagem de área trincada.

As equações para previsão da irregularidade são as seguintes:

$$\checkmark \text{ Log QI} = 1,426 + 0,01117 \text{ IDADE} - 0,1505 \text{ RH} + 0,001671 \text{ VSN3} \times \log \text{ NA} \quad (2.16)$$

$$r^2 = 0,25; \text{ erro padrão} = 0,14$$

$$\checkmark \text{ Log QI} = 1,297 + 9,22 \times 10^{-3} \times \text{ IDADE} + 9,08 \times 10^{-2} \times \text{ ST} - 7,03 \times 10^{-2} \times \text{ RH} + 5,57 \times 10^{-4} \times \text{ SEN1} \times \log \text{ NA} \quad (2.17)$$

$$r^2 = 0,51; \text{ erro padrão} = 0,11$$

onde,

QI – quociente de irregularidade (contagens/km)

NA - número equivalente de operações do eixo padrão (AASHTO, 1993)

IDADE – número de anos desde a construção ou recapeamento, em anos

Log – logaritmo decimal

RH – variável indicadora do estado de conservação

RH = 0, como construído

RH = 1, como restaurado

ST – variável indicadora do tipo de revestimento

ST = 0 - concreto asfáltico

ST = 1 - tratamento superficial

VSN3 – deformação específica de compressão vertical no topo do subleito (10^{-4})

SEN1 – energia de deformação na face inferior do revestimento (10^{-4} kgf.cm)

A equação para previsão de surgimento da primeira trinca é a seguinte:

$$\checkmark \text{ Log NA} = 6,87 - 1,97 \times \text{log VSN1} \quad (2.18)$$

$$r^2 = 0,31; \text{ erro padrão} = 0,59$$

onde,

VSN1 – deformação específica de compressão vertical na face inferior do revestimento (10^{-4})

A equação determinada para previsão da porcentagem de área trincada é a seguinte:

$$\checkmark \text{ CR} = -8,70 + 0,258 \times \text{HST1} - 1,006 \times 10^{-7} \times \text{HST1} \times \text{NA} \quad (2.19)$$

onde,

CR – porcentagem da área do pavimento com trincas tipos 2 a 4 e remendos. As trincas tipo 2 a 4 incluem todas as trincas excluindo as fissuras (trincas iniciais)

HST1 – tensão de tração horizontal na face inferior do revestimento (kgf/cm^2)

2.1.8 Valores de Restrições de Desempenho

“Valores de restrição de desempenho são limites estabelecidos para as medidas de comportamento, desempenho, deterioração ou características de operação que são comparados com valores reais do pavimento ou estimativas. Se a medida ou estimativa excede o limite fica configurada a necessidade da reabilitação ou da implementação de uma determinada atividade” (HAAS et al, 1994).

Os parâmetros mais utilizados para estabelecer os limites são:

- Irregularidade longitudinal;
- Deterioração de superfície;
- Deflexão, ou outro índice que reflita a capacidade estrutural do pavimento;
- Atrito;
- Atrasos em viagens devido a operações de manutenção; e
- Custos de operação de veículos.

A administradora do sistema deve estabelecer valores limites desejáveis para os parâmetros de controle; valores de alerta, para os quais os pavimentos merecem estudos especiais e mais detalhados; e valor gatilho, que significa a necessidade imediata de intervenção (HAAS et al, 1994; DER-SC, 1994).

É necessário, ainda, que haja uma seqüência ordenada para a comparação dos parâmetros para a determinação das intervenções necessárias.

2.1.9 Otimização e Priorização

A adoção de métodos de priorização e otimização se faz necessária quando a manutenção da rede em condições normais não é possível pela insuficiência de recursos.

A priorização caracteriza-se por ordenar os trechos que devem receber manutenção a partir do tráfego, condições do pavimento, e fatores econômicos.

A otimização fundamenta-se na intenção de maximizar os benefícios ou minimizar custos sob restrições. Considerando as necessidades da rede como um todo, são comparados os benefícios e os custos para as várias alternativas de manutenção possíveis de serem executadas, tornando possível a identificação da alternativa que terá menor custo ou maior benefício, em um determinado período de análise (HUDSON et al, 1979; SHAHIN, 1994).

A rotina de otimização utilizada pelo SGP sul africano GALTRANS considera várias estratégias de manutenção para cada trecho de rodovia a partir da análise econômica de cada alternativa. No entanto, o programa final de manutenção é formulado em estreita cooperação com os técnicos encarregados da manutenção e verificados em inspeção de campo (HENNING et al, 1998).

2.2 AVALIAÇÃO DO ESTADO DOS PAVIMENTOS

A avaliação dos pavimentos visa o conhecimento da capacidade de suporte das estruturas e da condição funcional dos pavimentos.

Estes levantamentos podem ser feitos a partir de procedimentos subjetivos e objetivos. O procedimento DNER-PRO 07/78 é um exemplo de procedimento subjetivo, uma vez que a sua avaliação é baseada na sensação de conforto ao rolamento. Já os procedimentos objetivos se baseiam em medições e caracterizações de parâmetros indicadores do estado dos pavimentos, como trincas, deflexão, irregularidade longitudinal e transversal e atrito.

2.2.1 Defeitos de Pavimento

Com o decorrer do período de vida útil os pavimentos sofrem interferência em sua estrutura e funcionamento por fatores como tráfego, clima, deficiências no processo construtivo e características dos materiais. A interação destes fatores resulta no surgimento de patologias de variadas gravidades (BALBO, 1997).

- **Classes de Defeitos**

DOMINGUES (1993) classificou os defeitos em duas classes:

- *Funcionais*: os defeitos desta classe são relacionados com as qualidades de conforto e segurança no rolamento;
- *Estruturais*: relacionados ao desempenho da estrutura do pavimento para suportar a carga de projeto.

“Pavimentos estruturalmente afetados por defeitos também apresentam defeitos funcionais, enquanto que os pavimentos funcionalmente defeituosos podem estar estruturalmente sadios” (DOMINGUES, 1993).

- **Tipos de Defeitos**

Os defeitos mais comuns encontrados nos pavimentos brasileiros são os seguintes (DOMINGUES, 1993; BALBO, 1997; DNER, 1998; PINTO e PREUSSLER, 2001):

- *Fissura*: classe funcional;
- *Trinca*: classe estrutural e/ou funcional;
- *Afundamento*: classe estrutural e/ou funcional;
- *Corrugação*: classe funcional;
- *Empolamento*: classe estrutural e/ou funcional;
- *Desgaste*: classe funcional;

- *Exsudação*: classe funcional;
- *Panela*: classe funcional;
- *Remendo*: classe funcional e estrutural;
- *Erosão de bordo*: classe funcional e estrutural;
- *Bombeamento de finos*: classe estrutural;

2.2.2 Levantamento dos Defeitos

A avaliação dos defeitos do pavimento é parte fundamental em qualquer SGP, pois a seleção de alternativas corretas de manutenção são feitas a partir destas informações (DOMINGUES, 1993). As metodologias para executar estes levantamentos são baseadas em medições e/ou verificações da presença de defeitos na superfície dos pavimentos.

As avaliações dos pavimentos têm a finalidade de (AASHTO, 1993; HAAS et al, 1994; BALBO, 1997):

- Determinar a condição atual de um pavimento ou de uma rede de pavimentos;
- Elaborar curvas de previsão de deterioração para um conjunto de dados de levantamentos de defeitos;
- Determinação da eficácia das alternativas de manutenção;
- Detecção de mudança de condições entre avaliações periódicas;
- Definição de trechos homogêneos para projeto e seleção de alternativa de manutenção.

A caracterização de um defeito é obtida por meio de três requisitos principais:

- *Tipo*: identificação do defeito e mecanismo causador;
- *Severidade*: anotação do grau de deterioração;

- *Densidade*: avaliação da extensão relativa de área do pavimento atingida por cada defeito e a respectiva severidade.

Os levantamentos dos estados de superfície podem ser realizados manualmente ou com o uso de equipamentos (SHAHIN, 1994).

a) Manual

Os levantamentos manuais são geralmente realizados por um avaliador que percorre o trecho a pé ou em veículo a baixa velocidade. Com o uso de uma planilha, eletrônica ou analógica, são registrados os tipos de defeitos observados, a área atingida e a severidade.

A ocorrência de erros de consideração de cada avaliador e a discrepância de resultados entre avaliadores é fato constatado em todas as aplicações dos métodos existentes. BALBO (1997) considera que até o sexo dos avaliadores tem certa influência nos resultados, uma vez que, segundo este autor, as mulheres são mais rígidas quando fazem o levantamento em relação aos homens. Para maior facilidade e de forma a homogeneizar a linguagem técnica, os defeitos ocorrentes no pavimento devem ser previamente identificados e agrupados em famílias genéticas e codificados através de notações simplificadas.

O levantamento da superfície pode ser realizada de forma contínua ou por amostragem. No caso de inventários da superfície obtidos através de procedimentos por amostragem, com levantamento visual apenas nas imediações de cada estaca, a frequência relativa de ocorrência (fr) de um defeito é determinada pela relação entre o número de estacas (frequência absoluta - fa) onde foi detectado o defeito - tanto faz se ocorrente uma ou várias vezes na mesma estaca - e o número total de estacas avaliadas. Este procedimento é utilizado quando o levantamento é realizado a pé.

No caso do levantamento contínuo, realizado através de um processo de varredura, a definição da frequência de ocorrência, que traduz a intensidade de manifestação de cada defeito, requer a aplicação de um procedimento que computa a ocorrência de cada defeito de metro em metro. Ao final é determinada a frequência de ocorrência do defeito por estaca avaliada. A ocorrência e levantamento de defeitos com extensões distintas, podendo acontecer várias vezes entre duas estacas ou até mesmo ao longo de uma seção transversal, torna a avaliação realizada por este processo mais exata e realista (GONTIJO et al, 1994). Este procedimento é utilizado quando o levantamento é realizado com o auxílio de um veículo.

A seguir são descritos dois equipamentos que auxiliam o levantamento manual:

a.1) PARAGON-HICS - Highway Inventory Computer System (GONTIJO et al, 1995)

O equipamento PARAGON-HICS é acoplado a um veículo-teste adequadamente preparado. É operado por um software especialmente desenvolvido para utilização em um micro computador de alto desempenho, capaz de computar e de armazenar todas as manifestações de ruína (pontuais e extensas) constatadas ao longo do trecho; este equipamento eletrônico permite processar, com segurança, o registro automático e contínuo das degradações ocorrentes na superfície do pavimento existente, a uma velocidade operacional da ordem dos 10 a 20 km/h.

Utilizando o veículo-teste, dois técnicos altamente qualificados e treinados, percorrem a rodovia observando o pavimento de cada faixa de tráfego e registrando, todos os defeitos superficiais visualizados. Nos levantamentos efetuados de acordo com a esta metodologia cada ocorrência do defeito é vinculada, automaticamente, a sua posição em relação ao estaqueamento do trecho. Esta identificação da distância percorrida com o estaqueamento é processada através de um sensor eletrônico digital de alta precisão - Nitestar-DMI (Distance Measurement Instrument) - capaz de gerar impulsos elétricos com o movimento do veículo e de operar com uma precisão da ordem de 1,0m por quilômetro (1/1000).

a.2) DESYROUTE (DER-SC, 1994)

O DESYROUTE é um sistema assistido por computador que é acoplado a um veículo tipo van a qual é equipada com um odômetro de precisão. Dentro do veículo um operador observa a rodovia e com o auxílio de teclas especiais anota os defeitos observados na pista na quilometragem de referenciamento da mesma. À medida que o veículo vai se deslocando a extensão linear de cada defeito é automaticamente registrada graças a um sensor colocado no cabo do velocímetro. O aparelho integra os dados em segmentos unitários de 200 m. Para cada nível de degradação o DESYROUTE calcula automaticamente para o segmento unitário considerado o seu percentual de extensão degradado.

Um guia de procedimentos para o operador do DESYROUTE fixa regras simples para a coleta de informações, evitando assim que haja subjetividade na observação de defeitos e também para que o levantamento não precise sempre ser feito pelo mesmo operador.

O sistema de gerência de pavimentos do Estado de Santa Catarina utiliza este equipamento (DER-SC, 1994).

b) Por Equipamento

São executados através de equipamentos de vídeo ou fotografia montados em veículos que trafegam sobre os pavimentos registrando todas as ocorrências observadas. Em escritório as fotos e vídeos são analisados em equipamentos projetados para este fim. Alguns exemplos destes equipamentos são (HAAS et al, 1994):

b.1) PASCO ROADRECON: este equipamento é uma camioneta equipada com duas máquinas fotográficas, trafegando a uma velocidade de 80 km/h onde, com o auxílio de luz artificial, uma câmara fotografa continuamente os defeitos de superfície e outra o afundamento de trilha de roda. Um programa de computador identifica os tipos de defeitos.

b.2) GERPHO'S: este equipamento é similar ao *PASCO ROADRECON*, com a diferença de não avaliar o afundamento de trilha de roda.

b.3) ROAD SURFACE TESTER: este equipamento é instalado em uma camioneta que utiliza sensores a laser para verificar a intensidade dos defeitos de superfície, irregularidade e macrotextura.

2.2.2.1 Métodos de Levantamentos

Os métodos de levantamentos possibilitam a quantificação do tipo, severidade e densidade de cada defeito no pavimento. A partir destes levantamentos é qualificado o estado da rodovia e o tipo de intervenção que se faz necessária.

Os procedimentos adotados para o levantamento devem ser simples, o que resulta num custo menor; os defeitos a serem levantados devem ser previamente determinados, assim como o uso que se pretende fazer deste levantamento.

A seguir são apresentadas as principais características dos métodos mais conhecidos de levantamento de defeitos de superfície.

a) Método DNER-PRO 08/94 (DNER, 1994)

Este método estabelece uma metodologia para a quantificação numérica dos

defeitos. Os resultados obtidos por meio de um inventário dos defeitos observados possibilitam o cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG), que indica ou correlaciona com a serventia do pavimento.

As características mais importantes deste método são as seguintes:

- A avaliação é feita a pé e por amostragem;
- A área avaliada corresponde a 15% da área total;
- Os tipos e severidade dos defeitos são registrados manualmente em planilha sem a avaliação da extensão;
- Levantamento das profundidades das trilhas de roda;
- O resultado é o cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG).

b) Método DNER-ES 128/83 (DNER, 1983)

Este método consiste na medição da área afetada pelos defeitos e foi elaborado para fins de gerência de pavimentos. Suas principais características são:

- Avaliação feita por amostragem;
- A área avaliada varia de 1,8% a 12% da área total;
- Os tipos, severidades e densidades dos defeitos são registrados em planilha;
- Levantamento feito a pé.

c) PARAGON (GONTIJO et al, 1994)

As principais características deste procedimento proposto são:

- Avaliação feita de forma contínua com veículo trafegando a uma velocidade de 10 a 20 km/h;
- A área avaliada corresponde a 100% da área total;
- Os tipos e severidades dos defeitos são registrados em planilha eletrônica;
- Os dados obtidos com este levantamento, em conjunto com os dados de

irregularidade e deflexão, permitem o cálculo do Índice de Degradação Superficial (ICDS), Índice de Deformação Permanente (ICDP) e o Índice de Deformação Elástica (ICDE). Com estes três índices é calculado o Índice de Serventia Paragon (ISP).

d) VIZIR (AUTRET e BROUSSE, 1991)

As principais características deste método são:

- Avaliação feita de forma contínua, manualmente ou com o equipamento trafegando a velocidade de 20 km/h;
- São registrados os tipos, severidades e densidades dos defeitos;
- São calculados os índices de fissuração (IF) e de deformação (ID) e com estes dois o Índice Global de Degradação (IS);
- Para fins de projeto o pavimento é seccionado em segmentos de 200 m e para gerência os segmentos são de 500 m.

2.2.3 Avaliação Estrutural

A análise estrutural possibilita a estimativa da capacidade de carga de uma estrutura de pavimento e a sua vida de serviço sob determinadas condições de tráfego. O principal parâmetro da avaliação estrutural é o conhecimento da deflexão do pavimento sob carregamento. Esta avaliação requer, também, o conhecimento das características dos materiais componentes do pavimento, e pode ser realizada por meio de ensaios destrutivos e não-destrutivos.

A deflexão de um pavimento representa a resposta das camadas estruturais e do subleito à aplicação do carregamento. Quando uma carga é aplicada em um ponto da superfície do pavimento todas as camadas fletem devido às tensões e às deformações geradas pelo carregamento. Os pavimentos mais saudáveis estruturalmente fletem menos do que outros pavimentos mais debilitados. A diferença na resposta entre os pavimentos saudáveis e debilitados indica os efeitos no desempenho estrutural. Assim sendo, pavimentos com deflexões mais baixas suportam um maior número de solicitações de tráfego (DNER, 1998).

Os métodos destrutivos são realizados a partir da coleta de uma amostra do

pavimento para ser ensaiada em laboratório, onde serão determinadas as espessuras das camadas, as condições dos materiais, as eventuais deformações das camadas, os módulos resilientes das diversas camadas constituintes do mesmo, etc. Como exemplo deste tipo de ensaio citam-se os ensaios triaxiais e de compressão diametral com cargas repetidas (MEDINA, 1997).

Os métodos não-destrutivos são realizados a partir da determinação da deflexão recuperável dos pavimentos e permitem inferir as condições estruturais sem danificar o pavimento. A determinação da deflexão por métodos não-destrutivos é diretamente influenciada pelo teor de umidade existente nas camadas do pavimento e no subleito, provocado por chuvas e condições de drenagem e, em segundo lugar, pela temperatura, que diminui o módulo resiliente da camada asfáltica (MEDINA, 1997).

Os equipamentos de medida de deflexão geralmente utilizados são divididos em três grupos (HAAS et al, 1994).

a) Estáticos: a deformação é medida sob uma carga estática ou em deslocamento a velocidade muito baixa.

a.1) Viga Benkelman: este equipamento é o dispositivo mais simples e difundido para o levantamento das deflexões do pavimento. É possível obter a bacia de deflexão com diferentes afastamentos da carga (DNER, 1998). A viga Benkelman é um instrumento barato e de fácil utilização, porém de baixa produção. Seu uso é aconselhável para pequenas redes de rodovias e onde há poucos recursos disponíveis para levantamentos. No Brasil seu uso é normalizado através dos métodos de ensaios DNER-ME 24/78 e DNER-ME 61/79 (DNER, 1978b; DNER, 1979b).

a.2) Viga Automatizada: estes equipamentos operam nos mesmos princípios da viga Benkelman, porém com maior rendimento e precisão. No Brasil, a empresa SOLOTEST S.A. desenvolveu o *DEFLECTÓGRAFO DIGITAL* (SOLOTEST, 2002), que apresenta algumas vantagens em relação à viga tradicional, como:

- maior sensibilidade das medidas efetuadas (98% de precisão), uma vez que o Deflectógrafo Digital não trabalha com braço móvel e utiliza sensor (tipo LVDT), cuja resolução é de 0,001mm;
- medição automática da linha de influência longitudinal da bacia de deslocamentos;

- medição da temperatura da superfície do pavimento automaticamente;
- medição da linha de influência da bacia de deflexão (com +/- 60 pontos, um a cada 5 cm), sendo realizada, em média, com menos de 1 minuto;
- visualização instantânea da medição realizada, no Notebook que pode acompanhar o equipamento, permitindo que qualquer anormalidade seja detectada de imediato.

a.3) Deflectômetro La Croix: este dispositivo é largamente utilizado na Europa e consiste em um veículo carregado com uma carga pré estabelecida que se move a uma velocidade constante de 3 km/h, quando as deflexões são medidas por vigas móveis. A operação é totalmente automatizada e as medidas de deflexão são gravadas numa fita magnética para análise posterior (HAAS et al, 1994; DNER, 1998).

a.4) Ensaio de Placa: este ensaio foi um dos primeiros a ser criado com a finalidade de medir a variação das deformações recuperáveis ou elásticas dos maciços de terra em função da variação das cargas aplicadas. Consiste na aplicação de cargas sucessivas sobre uma placa circular de raio conhecido e na medição das respectivas deformações recuperáveis do pavimento.

b) Vibratórios: medem a deformação sob uma carga vibratória ou cíclica.

b.1) Dynaflect: consiste de um gerador de cargas cíclicas que utiliza um trailer, uma unidade de controle, um sensor e uma unidade de calibração do sensor (geofone). O sistema proporciona medições em cinco pontos da superfície do pavimento utilizando uma força cíclica de magnitude e frequência conhecidas que são aplicadas no pavimento por duas rodas de aço (DNER, 1998). No Brasil, o uso deste equipamento é normalizado pelo método de ensaio DNER-ME 39/78 (DNER, 1978c).

c) Impulsos: estes equipamentos medem a deformação causada pela queda de um peso padronizado. Permitem a medida e o registro das bacias de deflexões geradas por diferentes níveis de cargas, temperaturas do ar e da superfície do pavimento em cada estação de ensaio e, ainda, as distâncias percorridas. São conhecidos como *Falling Weight Deflectometer* (FWD). Dentre os fabricantes os mais conhecidos são:

c.1) Dynatest: este equipamento é tipo reboque e conta com medidor de temperatura do ar e do pavimento e barra de geofone mais longas para avaliação de pavimentos rígidos (HAAS et al, 1994).

c.2) Kuab: este equipamento de origem sueca mede as deflexões por meio de sismômetros. A carga é aplicada por um sistema de duas massas, que permite uma maior duração do tempo de aplicação, representando melhor o tempo de aplicação de carga de um caminhão. A placa de aplicação da carga é segmentada para melhorar o contato com a superfície do pavimento (HAAS et al, 1994).

Comparação entre Equipamentos de Medição de Deflexão

Dos equipamentos caracterizados até aqui, o mais difundido e utilizado em todo mundo tem sido a Viga Benkelman, devido ao seu baixo custo de aquisição e manutenção. No entanto, o FWD tem ganhado destaque devido a sua elevada produtividade e acurácia no levantamento dos dados.

A maior deficiência da Viga Benkelman é a falta de repetibilidade entre as leituras, que podem ser afetadas por (MOTTA, 1999; ROCHA e RODRIGUES, 1998a-b):

- Fatores operacionais: dependentes da experiência dos operadores e condições mecânicas do veículo de carga;
- Fatores ambientais: temperatura e umidade;
- Irregularidade na superfície das camadas;
- Condições de aplicação do carregamento.

As leituras levantadas com a viga em pontos próximos à aplicação da carga são bastante confiáveis, variando entre 4 e 10% (MOTTA, 1999). No entanto, para leituras efetuadas a uma distância superior a 1m apresentam incerteza para o valor da deflexão entre 20 e 50% (ROCHA e RODRIGUES, 1998a-b).

Para que as determinações de deflexão feitas com uso do FWD possam ser correlacionadas com as determinações realizadas com a Viga Benkelman muitos pesquisadores vêm tentando obter correlações entre as medidas obtidas por estes equipamentos. Para tanto, são apresentadas as equações 2.20, 2.21 e 2.22 (DNER, 1998):

- Para deflexões $D_{FWD} \leq 19 \times 10^{-2}$ mm

$$D_{VBK} = D_{FWD} \quad (2.20)$$

- Para deflexões $19 \times 10^{-2} \text{ mm} < D_{FWD} < 85 \times 10^{-2} \text{ mm}$

$$D_{VBK} = 20,645 * (D_{FWD} - 19)^{0,351} \quad (2.21)$$

- Para deflexões $D_{FWD} > 85 \times 10^{-2} \text{ mm}$

$$D_{VBK} = 8,964 * (D_{FWD} - 60)^{0,715} \quad (2.22)$$

Vale ressaltar que não há indicação alguma se estas equações são válidas para pavimentos revestidos com Tratamento Superficial Duplo.

2.2.3.1 Raio de Curvatura

O Raio de Curvatura (R) é o raio do círculo que melhor se ajusta à curvatura da bacia de deflexão no ponto de maior deflexão. A forma assumida pela bacia de deformação indica a maior ou menor capacidade do pavimento em assimilar e distribuir as cargas para as camadas que constituem a estrutura do pavimento (SUZUKI et al, 1998). Desta forma este parâmetro pode ser utilizado para verificar a capacidade de destruição das cargas dos pavimentos.

O Raio de Curvatura da bacia de deformação pode ser utilizado para analisar o comportamento da bacia como um todo. A vantagem deste processo é a necessidade da obtenção apenas das deformações no ponto de aplicação da carga e na carga situada a 25 cm da ponta de prova, sendo o seu valor calculado a partir da seguinte expressão (DNER, 1998):

$$R = \frac{6250}{2 * (D_0 - D_{25})} \quad (2.23)$$

onde,

R – raio de curvatura (m);

D_0 – deflexão máxima, em centésimos de milímetros;

D_{25} – deflexão a 25 cm do ponto de carga, em centésimos de milímetros.

A partir do conhecimento e da análise dos valores apresentados pelo pavimento do Raio de Curvatura e da Deflexão Máxima Reversível é possível conhecer a resposta do pavimento às solicitações de carga, já que estruturas que apresentam Deflexão Reversível baixa e Raio de Curvatura elevado revelam a capacidade de distribuição dos esforços nas camadas do pavimento, sendo estas consideradas estruturalmente sadias, enquanto que o oposto ocorre para estruturas debilitadas estruturalmente. Um baixo raio de curvatura é normalmente um indicativo de que os módulos elásticos das camadas superiores do pavimento apresentam valores abaixo dos desejáveis (PINTO e PREUSSLER, 2001).

2.2.4 Levantamento da Irregularidade

A irregularidade longitudinal de uma rodovia é o resultado de deformações na superfície do pavimento devidas a deficiências estruturais ou às degradações nele existentes. Sua origem pode ser decorrente de processos construtivos, assim como resultar de problemas ocorridos após a construção, devido à ação do tráfego, clima e outros fatores.

Os movimentos e esforços indesejáveis decorrentes da irregularidade longitudinal afetam a dinâmica dos veículos, a qualidade de rolamento, a dinâmica das cargas e a drenagem, conduzindo a uma condição de rolamento desconfortável, insegura e antieconômica. A determinação deste parâmetro pode ser considerada como uma medida indireta da serventia do pavimento (GILLESPIE, 1992; HAAS et al, 1994; DNER, 1998; PINTO e PREUSSLER, 2001).

Através de uma pesquisa realizada no Brasil pelo Banco Mundial foi definido o IRI (*International Roughness Index*), que é um índice resumo estatístico definido a partir do perfil longitudinal da trilha de roda de um revestimento percorrido (SAYERS et al, 1986).

Os valores da escala de IRI estabelecem os seguintes padrões gerais (PATERSON, 1987):

- IRI = 0 - superfície perfeitamente plana;
- IRI = 6 - rodovias pavimentadas com irregularidade média;
- IRI = 12 - rodovias pavimentadas muito irregulares, com painelas e

remendos;

- IRI = 20 - rodovias não pavimentadas muito irregulares.

A correlação entre o IRI e as unidades de medida dos equipamentos tipo resposta, QI (contagens/km), é dada por:

$$IRI = QI/13 \quad (2.24)$$

Este parâmetro pode ser determinado por dois grupos de equipamentos (HAAS et al, 1994):

a) Medidores de Perfil: estes equipamentos medem o perfil da superfície do pavimento, retratando as distorções que afetam a dinâmica dos veículos.

a.1) Régua: possibilitam a visualização e a medição das distorções de perfil transversal e longitudinal. Este equipamento só é adequado para avaliações de pequenas áreas, uma vez que, apesar do baixo custo operacional, sua produtividade é baixa (WOODSTROM, 1990 apud MARCON, 1996). No entanto, pode ser utilizado para levantamentos de bases de calibração para calibrar equipamentos tipo resposta.

a.2) Perfilógrafos: este equipamento consiste de uma viga com sistema de rodas que serve de referência para avaliar desvios de superfície. As medidas do perfil da superfície do pavimento são obtidas através de vários grupos de três rodas. As vantagens deste tipo de equipamento são o baixo custo inicial, operação simples e boa repetibilidade. Sua desvantagem é a baixa velocidade de operação, cerca de 4,8 km/h (HAAS et al, 1994).

a.3) Perfilógrafos a Laser: O equipamento é composto de 3 unidades "lasers" e de um sistema transdutor de distância de altíssima precisão, um rack controlador das atividades das unidades laser, aquisição, conversão e filtragem dos dados, e também de um notebook responsável pelo controle do sistema como um todo. Como exemplo cita-se o "**Three Laser Profiler System**", um perfilógrafo a laser capaz de coletar simultaneamente os dados relativos à irregularidade longitudinal e transversal a uma velocidade entre 30 e 110 km/h. O sistema emprega dois acelerômetros de precisão e um número variável entre 3 e 7 sensores laser infravermelhos para medir a distância entre a régua, fixada ao pára-choque dianteiro do veículo, e a superfície do pavimento. Um computador armazena todas as informações e calcula os perfis da superfície do pavimento, os índices de irregularidade (QI e IRI) e a profundidade das trilhas de roda.

As vantagens deste equipamento são: operação do equipamento independe das características de suspensão do veículo; velocidade do levantamento determinada tão somente pelas condições de tráfego da rodovia, podendo sofrer variações ao longo do deslocamento sem causar prejuízo à aquisição dos dados; alta produtividade de coleta de dados; o sistema é auto-calibrável, ao contrário dos sistemas tipo-resposta que precisam de constante calibração (GONTIJO et al, 1995).

b) Medidores Tipo Resposta: são equipamentos que medem a resposta do veículo às distorções do pavimento. Os medidores tipo resposta consistem de um aparelho que é instalado em um veículo de passeio que trafega a velocidade constante. A irregularidade é medida através dos deslocamentos entre o eixo e a carroceria do veículo (HAAS et al, 1994). Estes equipamentos necessitam de constante calibração.

b.1) Maysmeter: este equipamento opera com velocidades elevadas e as medidas são realizadas através dos deslocamentos entre o eixo e a carroceria do veículo tipo reboque onde o mesmo é instalado (HAAS et al, 1994).

b.2) STRATA-QIMED Roughness Data Collection System: equipamento constituído por um sistema controlado por microprocessador, que utiliza os recursos de um microcomputador para automatizar a coleta dos dados. A irregularidade e os sinais provenientes do sensor de distância são automaticamente acumulados e armazenados no computador acoplado. O cálculo das distâncias é efetuado pelo microcomputador, condição que permite ajustar a extensão da estação de avaliação, moldando-a às necessidades do trabalho em questão. O software é capaz de calcular e mostrar, em tempo-real, a distância acumulada, a velocidade e a irregularidade, traduzida pelo Quociente de Irregularidade (QI) e/ou pelo International Roughness Index (IRI) (STRATA, 2002).

b.3) IPR/USP: este equipamento foi desenvolvido pela Universidade de São Paulo (USP), em conjunto com o Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR). Consiste de um equipamento montado em um veículo de passeio que trafega em velocidade padronizada, geralmente 50 ou 80 km/h. O integrador fornece o somatório dos valores absolutos dos deslocamentos verticais entre o diferencial e a carroceria do veículo. Os resultados são expressos em contagens/km (QUEIROZ e DOMINGUES, 1985).

O levantamento da Irregularidade Transversal, caracterizada pelo Afundamento nas Trilhas de Roda (ATR), pode ser realizado com o uso da Trelça de alumínio. Este equipamento tem 1,20m de comprimento de base e é dotado de uma régua móvel

instalada no seu ponto médio, permitindo a medida das flechas nas trilhas de roda, em milímetros. Esta medida deve ser processada no ponto de máxima depressão, o qual é definido a partir do deslocamento contínuo da treliça transversalmente à trilha (GONTIJO et al, 1995). Outras alternativas para o levantamento deste tipo de defeito são os equipamentos que utilizam sensores a laser e os que utilizam fotografias digitais para a quantificação do afundamento nas trilhas de roda. A seleção do equipamento depende da quantidade de dados a serem levantados, a acurácia necessária, o nível de detalhamento requerido e os recursos disponíveis. (HAJEK et al, 1998).

2.2.5 Número Estrutural Corrigido

O Número Estrutural é definido pela AASHTO (1993) como “um número teórico que expressa a resistência estrutural necessária para dadas combinações de suporte do solo, tráfego total, serventia terminal e clima”. O número estrutural considera somente a combinação linear dos coeficientes estruturais (a_i) e espessuras (H_i) das camadas que compõe o pavimento.

O número estrutural corrigido, SNC, é definido como uma combinação linear de coeficientes estruturais (a_i) e espessuras (H_i) das camadas sobre o subleito e da contribuição do subleito (AASHTO, 1993; DNER, 1998). Este parâmetro foi julgado, através de pesquisa experimental, ser a medida estatisticamente mais significativa da resistência dos pavimentos, quando usado em modelos de previsão de desempenho (WATANATADA et al, 1987).

Além de expressar a resistência estrutural do pavimento, o conhecimento do número estrutural corrigido se faz necessário para a utilização de diversas equações de previsão de desempenho existentes (QUEIROZ, 1981; WATANATADA et al, 1987; PATERSON, 1987).

O cálculo do número estrutural corrigido é feito utilizando-se a expressão 2.25 (QUEIROZ, 1981; DNER, 1998):

$$SNC = \sum a_i \times H_i + 3,51 \log CBR_{SL} - 0,85(\log CBR_{SL})^2 - 1,43 \quad (2.25)$$

onde,

a_i = coeficiente estrutural da camada i

H_i = espessura da camada i (cm)

CBR_{SL} = índice de suporte do subleito

Os coeficientes estruturais das camadas do pavimento são determinados pelas seguintes expressões (DNER, 1985):

a) Revestimento

$$a_i = 0,181 [1 - \exp(-0,000084 \times MR)] \quad (2.26)$$

MR = módulo de resiliência do revestimento em kgf/cm^2 .

b) Bases Granulares

$$a_2 = (11,47 CBR_2 - 0,07783 CBR_2^2 + 1,772 \times 10^{-4} CBR_2^3) \times 10^{-4} \quad (2.27)$$

CBR_2 = índice de suporte da base granular

c) Sub-bases Granulares

$$a_3 = 0,00394 + 0,02559 \log CBR_3 \quad (2.28)$$

CBR_3 = índice de suporte da sub-base granular

2.2.6 Retroanálise

A retroanálise é um procedimento para estimar os módulos de elasticidade “*in situ*” das camadas do pavimento e do subleito, a partir da forma e da intensidade da deformação recuperável causadas por um carregamento externo (PITTA, 1998; VILLELA, 1999; FERNANDES, 2000).

A partir dos dados dos pavimentos referentes às deformações elásticas medidas em campo sob determinado carregamento, espessuras e propriedades das camadas, faz-se a análise elástica de um sistema de módulos para as diversas camadas constituintes da estrutura. Este processo se desenvolve a partir do cálculo e comparação de uma superfície deformada, obtida pelo modelo com a obtida em campo. Os módulos obtidos pelo processo iterativo são os módulos elásticos das camadas nas condições em que o pavimento se encontra em campo.

Os módulos retroanalizados podem ser descritos como sendo os módulos

elásticos de resposta ao carregamento em sistemas estruturados, pois a deformação total da estrutura é composta basicamente pelas deformações particulares de cada material constituinte da estrutura, relacionada às características de rigidez dos mesmos (PITTA, 1998).

A obtenção dos módulos de elasticidade das camadas do pavimento e do subleito a partir de modelagens matemáticas serve de subsídio para o projeto estrutural, de modo que o sistema pavimento-subleito trabalhe em índices compatíveis de tensão e deformação com relação à resistência característica de cada material constituinte do sistema. Os deslocamentos calculados pelos programas de análise mecânica são utilizados para a previsão da deflexão na superfície de cada camada do pavimento e do subleito, auxiliando no controle dos serviços de pavimentação.

A retroanálise utiliza os conceitos gerais da Teoria da Elasticidade, baseada na teoria de Boussinesq de 1885 para meios semi-infinitos, homogêneos, isotrópicos e linearmente elásticos, permitindo a avaliação do pavimento pela elasticidade linear, não-linear e visco-elasticidade (PITTA, 1998).

A utilização da retroanálise é justificada pelos seguintes motivos (MOTTA, 1999):

- Necessidade de se estimar os módulos elásticos dos materiais nas condições de campo;
- Eliminar ou minimizar a necessidade de ensaios de laboratório após a coleta de amostras na pista;
- Estimar a condição estrutural de cada camada e do subleito.

Em relação às desvantagens pode-se dizer que (PITTA, 1998; MOTTA, 1999):

- Os levantamentos das bacias de deflexão medidas em campo devem apresentar o maior grau de exatidão possível;
- A confiabilidade dos equipamentos de medição e os procedimentos operacionais devem ser continuamente verificados;
- Os módulos retroanalizados apresentam módulos equivalentes, dependentes de fatores *“in situ”*, como a qualidade dos materiais, homogeneidade, umidade, grau de compactação, rigidez relativa entre as

camadas e temperatura;

- Possibilidade de existência de mais de um resultado admissível em relação ao conjunto e valores de módulo do pavimento analisado.

2.2.6.1 Programas de Retroanálise

Existe uma grande quantidade de programas computacionais para análise de estruturas de pavimentos, sendo praticamente todos baseados na Teoria da Elasticidade. Os módulos retroanalizados são obtidos admitindo-se um comportamento elástico linear ou não-linear para a estrutura do pavimento. Dentre os pontos mais importantes dos programas de retroanálise, podem ser citados a busca por valores modulares iniciais para o processo iterativo, o critério de erro admissível, o cálculo de novos valores modulares para novas iterações, e a imposição ou não de valores limites para cada material (PITTA, 1998).

As principais características físicas dos materiais consideradas nos programas são o módulo de elasticidade e o coeficiente de Poisson.

Módulo de Elasticidade

O módulo de elasticidade é definido pela relação entre a tensão e a deformação do material para um dado número de aplicações de carga, podendo ser estimado de duas maneiras (MEDINA, 1997; ALBERNAZ, 1997):

- Por ensaios triaxiais dinâmicos, para solos, ou de compressão diametral, para misturas asfálticas ou materiais cimentados;
- Por programas de retroanálise.

Coeficiente de Poisson

O coeficiente de Poisson estabelece a relação entre as deformações específica radial e a deformação axial recuperável gerada (MEDINA, 1997).

Autores como MEDINA (1997), GONTIJO e GUIMARÃES (1996) e PINTO e PREUSSLER (2001) apresentam valores de coeficiente de Poisson para diferentes materiais, sendo estes valores apresentados na tabela 2.1.

Tabela 2.1: Valores de Coeficiente de Poisson

Camada	PINTO e PREUSSLER (2001)	GONTIJO e GUIMARÃES (1996)	MEDINA (1997)
Revestimento (CBUQ)	0,25 - 0,30	0,30 – 0,35	0,25
Base e sub-base (material granular)	0,30 - 0,40	0,35	0,35
Subleito (argiloso / siltoso)	0,40 - 0,45	0,45	0,45

Os valores de módulos iniciais podem ser adotados pelo operador a partir de valores obtidos em pesquisas com materiais semelhantes, ou por meio de regressões efetuadas pelo próprio programa tendo por base as deformações elásticas medidas em campo. Como critério de erros admissíveis podem ser utilizadas várias técnicas matemáticas, que vão desde a soma dos quadrados das diferenças entre as deformações medidas e as calculadas, até a soma das diferenças absolutas entre os mesmos valores. Além destes critérios, podem ser admitidos percentuais máximos de diferença entre as deflexões medidas e as calculadas.

Além das características físicas dos materiais constituintes da estrutura do pavimento, também são requeridas nestes programas as cargas que atuam no pavimento e a sua geometria de contato.

Os resultados obtidos com os programas de retroanálise são somente parte da avaliação estrutural do pavimento. Esta atividade necessita, ainda, da experiência do profissional envolvido nesta tarefa, conhecimento da mecânica dos pavimentos e do comportamento dinâmico dos materiais (ALBERNAZ et al, 1995).

O programa ELSYM-5 (*Elastic Layered Symmetrical*) é baseado na solução de BURMISTER, ampliada para cinco camadas, e considera as camadas do pavimento como sendo homogêneas, isotrópicas e horizontalmente finitas, sendo o subleito um meio semi-infinito (MEDINA, 1997; FHWA, 1986).

Este programa relaciona vários componentes (tensão, deformação e deflexão) nas posições de análise no pavimento especificadas pelo usuário. O número de pontos observados chega a cem e o número de cargas a dez. Essas características tornam o seu uso simples não só para o caso de eixos rodoviários simples, mas também duplos e triplos, assim como para trens de pouso de aeronaves (FHWA, 1986; MEDINA, 1997).

O programa calcula as tensões, deformações e deslocamentos para um sistema de camadas elásticas, tridimensional, podendo aceitar um total de 5 camadas e até 10

cargas circulares normais.

Os dados de entrada requeridos pelo programa são divididos em três categorias:

- 1. Propriedades das camadas:** as propriedades requeridas para cada camada são: espessura, coeficiente de Poisson e o módulo de elasticidade. A espessura da camada inferior é deixada em branco e o programa considera uma espessura semi-infinita para a mesma. As espessuras são representadas em centímetros. Os módulos de elasticidade são considerados uniformes para a camada.
- 2. Carregamento:** podem ser simuladas até dez cargas circulares uniformes aplicadas à superfície do pavimento. As cargas são definidas por qualquer uma das categorias a seguir: carga, pressão da carga ou raio da superfície de contato. A posição da carga é definida pelas coordenadas X e Y da superfície do pavimento.
- 3. Coordenadas avaliadas:** o programa avalia as componentes onde são verificadas todas as combinações das coordenadas XY e profundidades Z determinadas pelo usuário.

As principais limitações deste programa com relação aos dados de entrada são (FHWA, 1986):

- O coeficiente de Poisson não deve exceder o valor de um;
- O número de camadas analisadas é de no máximo cinco;
- O número de cargas analisadas é de no máximo dez;
- O número de pontos observados não pode ultrapassar a cem.

2.3 PEDOLOGIA E GEOTECNIA

Na engenharia, a aplicação de um mapeamento geotécnico é vasta, pois busca definir áreas homogêneas quanto à pedogênese, determinando, em geral, comportamentos semelhantes dos solos, em vista de problemas relacionados à implantação de obras, como expansividade, estabilização, contração, recalques, jazidas de materiais, etc.

A utilização de dados pedológicos pode otimizar o número de prospecções e ensaios de subleito à medida que se conhecem as áreas homogêneas de incidência de um determinado tipo de solo. Um número maior de prospecções seria reservado nas zonas de transição entre unidades homogêneas (YODER e WITCZAK, 1975).

O sistema de classificação ideal de solos é aquele que leva em consideração o material de origem do solo, a topografia local, além dos ensaios nas amostras. Assim, a geologia e a pedologia devem ser utilizadas em conjunto com os resultados de ensaios para produzir análises mais consistentes (YODER e WITCZAK, 1975).

A análise de levantamentos geológicos, pedológicos e geomorfológicos existentes é importante para orientar, numa fase preliminar, a escolha de traçados rodoviários, de maneira que estes tenham um menor risco quanto a problemas geotécnicos, como a expansão dos solos, a estabilidade de encostas, a escolha de jazidas de solos e rochas, etc. Estes dados, em grande parte do território nacional encontram-se disponíveis, como é o caso do Projeto RADAMBRASIL, sendo, porém, sub-utilizados (SANTOS et al, 2001).

O mapeamento geotécnico é usado como subsídio para a localização de materiais utilizados na pavimentação, em metodologias apropriadas com a utilização da pedologia em solos tropicais visando obras rodoviárias. A divisão de regiões em unidades geotécnicas, além de facilitar e otimizar a realização de prospecções é apropriada ao entendimento do comportamento dos solos, particularmente os tropicais que, por vezes, sob os ensaios clássicos do meio rodoviário, não refletem sua real condição de utilização (ABITANTE, 1997).

A divisão de regiões em unidades geotécnicas, além do exposto acima, otimiza o processo de busca de materiais necessários à pavimentação como pedreiras e solos para as camadas de base e sub-base.

A geologia, através da litologia, forneceria as características da rocha de origem, conseqüentemente, das camadas mais profundas e a pedologia elucidaria sobre as propriedades das camadas menos profundas que, geralmente, nem mesmo guardam as características da rocha matriz.

A pedologia apresenta os seguintes horizontes (OLIVEIRA e JACOMINE, 1992):

A: Horizonte mineral superficial, onde recaem as atenções quanto ao preparo

para o cultivo. É a porção mais viva, de mais intensa ação da flora e fauna macro e micro, responsáveis pela produção de matéria orgânica no próprio solo e pelas ações transformadoras que nele se processam por via biológica. Sua espessura é variada podendo chegar até 1,00m, porém ficando em 0,50m na maioria dos solos brasileiros;

B: Horizonte mineral, sub-superficial, originado por transformações relativamente acentuadas do material originário de constituintes minerais ou orgânicos migrados de horizontes suprajacentes. Apresenta relevantes mudanças (feição, organização e constituintes) em relação ao material de origem. É um horizonte dotado de propriedades pedogenéticas mais estáveis, pela posição mais protegida em relação à superfície, incluindo-se aí as modificações ou danos causados pela ação humana. É o horizonte mais importante para efeito de classificação pedológica;

C: Horizonte relativamente pouco afetado pelos processos pedogenéticos, guardando grande parte das características da rocha de origem. É também considerado como a capa de produtos detríticos de alteração inicial das rochas de origem – saprólito e rochas semiconsolidadas;

RA: Camada mineral de material semiconsolidado. É a rocha de origem já apresentando um grau primário de decomposição, seja pelo fraturamento ou pela modificação de estrutura de alguns minerais que a constituem.

R: Camada mineral de material consolidado. É a rocha sã, cuja natureza é dependente da formação geológica local.

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIAS DA PESQUISA

As metodologias adotadas nas diversas fases desta pesquisa são apresentadas a seguir.

3.1 TENDÊNCIA DE DESEMPENHO DOS PAVIMENTOS

A análise do comportamento dos pavimentos é realizada por meio de parâmetros que permitem determinar as suas condições estruturais e funcionais. O tipo, a quantidade de valores coletados e a confiabilidade das medições dos parâmetros são os principais fatores determinantes da qualidade da avaliação (SHAHIN, 1994; MARCON e CARDOSO, 1996).

A coleta periódica destes dados permite determinar a evolução dos valores dos parâmetros adotados para a análise, traduzida pelos modelos de previsão de desempenho.

Para este estudo, a análise do comportamento dos pavimentos foi realizada com base nos procedimentos apresentados por NUÑEZ e SHAHIN (1986) e SHAHIN et al (1987). Esta metodologia também foi utilizada por MARCON (1996) para a determinação de linhas de tendência de desempenho para a rede rodoviária do Estado de Santa Catarina. Outros exemplos de aplicação desta metodologia podem ser comprovados em MARCHIONNA et al (1998), BOLIVAR e ACHÚTEGUI (1998) e CHEM e RAZA (1998).

O objetivo a ser alcançado com esta metodologia é verificar a tendência de desenvolvimento de defeitos e condições do pavimento, para uso em sistema de gerência de pavimentos.

3.2 ESTUDOS PRELIMINARES

Os estudos preliminares envolveram a síntese de condição da rede. Nesta etapa são apresentadas as principais características dos pavimentos da rede rodoviária estudada com relação à estrutura, condições funcionais e estruturais, materiais componentes do pavimento, tráfego atuante e idade, de modo a auxiliar na análise do comportamento destes pavimentos.

A síntese da condição desta amostra da rede rodoviária de Goiás foi feita a partir dos dados do levantamento de 1996. Os resultados são apresentados em forma de gráficos e tabelas, por extensão e número de trechos estudados. Os intervalos de valores apresentados nos gráficos e tabelas foram definidos estatisticamente segundo metodologia apresentada por NETO (1977).

Para a definição do tamanho de cada intervalo, primeiramente deve ser definido o número de classes, sendo este determinado a partir do número de dados disponíveis na amostra, através da seguinte equação:

$$K = 1 + 1,33 \times \log n$$

Onde,:

K = número de classes

n = número de dados

Em seguida é determinado o campo de variação do parâmetro analisado, sendo este dado pela diferença entre o maior e o menor valor observados na amostra.

O tamanho de cada intervalo é dado, então, pelo quociente do campo de variação pelo número de classes.

Com o tamanho do intervalo definido para cada parâmetro, foram elaborados gráficos e tabelas para os diversos parâmetros analisados, sendo estes apresentados no Capítulo 4, item 4.2- Síntese da Condição da Rede.

3.3 METODOLOGIA ADOTADA

Os dados disponíveis para o presente estudo resultaram de quatro levantamentos, sendo dois ao nível de rede, realizados em 1996 e 2001, e dois ao nível de projeto, realizados em 1998 e 2000. Os levantamentos de 1998 e 2000 contemplaram apenas uma pequena parte da rede rodoviária, com a finalidade de dar subsídios para a elaboração de projetos de restauração para determinados trechos.

Em trabalho publicado por NUÑEZ e SHAHIN (1986) foi apresentada uma alternativa de análise do desempenho de pavimentos, aplicável quando se dispõe de pelo menos uma avaliação de cada um dos trechos. Esta metodologia resultou de prolongados estudos, visando à obtenção de modelos de desempenho para utilização no sistema de gerência de pavimentos PAVER (SHAHIN et al, 1987).

Esta metodologia consiste em:

- a) Coletar e agrupar informações relevantes dos trechos de rodovia, organizando-os em famílias;
- b) Uma família de pavimentos é definida como um grupo de trechos com características semelhantes, baseadas no tipo, uso, classificação funcional e grau de deterioração. Os fatores utilizados para classificar uma família de pavimentos dependem do usuário do sistema e das informações disponíveis (SHAHIN, 1994);
- c) Para cada família definida, um arquivo de dados é criado, contendo todas as características dos trechos que a compõem;
- d) O banco de dados criado é passado por um processo de validação, onde os valores considerados espúrios são excluídos da análise;
- e) Trechos com diferentes idades e índices de condição representam a deterioração da condição de um trecho de determinada família ao longo do tempo (NUÑEZ e SHAHIN, 1994). Deste modo, coletando o tráfego suportado pelo trecho e a sua condição, plotando-os em um gráfico e ajustando uma curva entre os pontos, pode-se ter uma idéia do desempenho geral ou tendência ao longo do tempo, que se pode esperar para todos os trechos da família.

O método apresentado fez uso do índice PCI (*Pavement Condition Index*) para a avaliação dos pavimentos ao longo do tempo. No entanto, as variáveis para definição dos grupos podem ser diferentes da utilizada, variando de acordo com as condições locais (SHAHIN, 1994).

Para o presente estudo foram adotados os princípios básicos da metodologia. No entanto, os parâmetros utilizados foram os seguintes:

- Deflexão máxima média (DEFM);
- Quociente de irregularidade (QI);
- Afundamento de Trilha de Roda (ATR);
- Trincamento (TRI);
- Número equivalente de operações do eixo padrão, calculado pelo método da AASHTO (NA).

3.4 PROCEDIMENTOS DE AVALIAÇÃO DAS INFORMAÇÕES

O agrupamento, o modo de apresentação e o processo de validação são apresentados nos itens seguintes.

3.4.1 Agrupamento e Apresentação dos Dados

Os trechos selecionados para este estudo não sofreram reforço estrutural desde a sua construção e foram classificados em duas famílias, de acordo com o material de revestimento utilizado, sendo estas as seguintes:

- Família 01: Revestimento em Tratamento Superficial Duplo (TSD);
- Família 02: Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ).

A apresentação dos dados através de gráficos obedeceu às seguintes orientações:

- Eixo das abcissas
 - NA: logaritmo decimal do número equivalente de operações do eixo padrão de 8,2 ton, calculado pelo método da AASHTO (AASHTO, 1993).
- Eixo das ordenadas
 - QI: quociente de irregularidade, em contagens/km;
 - DEFM: deflexão máxima média, em centésimos de milímetros;
 - ATR: afundamento nas trilhas de roda interna e externa, em milímetros.
 - TRI: área trincada, em %.

As variáveis utilizadas nos eixos das abcissas e das ordenadas foram combinadas entre si e assim elaborados gráficos separadamente para cada uma das famílias previamente definidas.

3.4.2 Processo de Validação

A partir do momento em que foram definidos os trechos que comporiam o banco de dados da pesquisa, foi realizado um processo de validação com a finalidade de excluir da análise os valores que poderiam confundir as conclusões a respeito das tendências de desempenho.

A validação dos dados foi feita excluindo os trechos cujos valores dos parâmetros analisados se encontravam muito fora da tendência dos demais. Para estes trechos foi verificado junto ao órgão responsável pela rede rodoviária de Goiás, AGETOP, a presença de alguma ocorrência anormal que justificasse os valores apresentados, como aumento inesperado do volume de tráfego ou problemas construtivos.

Os valores apresentados para cada trecho correspondem à média de cada parâmetro analisado, sendo que estes valores foram obtidos diretamente do banco de dados do órgão responsável pela rede rodoviária de Goiás.

3.5 ANÁLISE DAS TENDÊNCIAS DE DESEMPENHO E COMPARAÇÕES COM MODELOS EXISTENTES

A análise das tendências de desempenho e as comparações com modelos existentes foram feitas através de gráficos elaborados, segundo metodologia exposta anteriormente.

Os gráficos utilizados relacionam o número equivalente de operações do eixo padrão de 8,2 ton, calculado pelo método da AASHTO (AASHTO, 1993), aos parâmetros irregularidade longitudinal, deflexões máximas médias, profundidade de trilha de roda e trincamento. A decisão de utilizar o número N calculado pelo método da AASHTO foi tomada porque os modelos de previsão de desempenho existentes relacionam os defeitos a este parâmetro.

Para os parâmetros irregularidade longitudinal, trincamento e afundamento de trilha de roda existem equações de desempenho desenvolvidas em outras pesquisas. Nestes casos, foi traçada a curva de desempenho a partir dos resultados obtidos com o uso de tais equações, permitindo, desta forma, a comparação desta curva de desempenho com a linha de tendência observada pelos dados da amostra analisada.

Foram testados cinco tipos de equação: linear, logarítmica, polinomial, exponencial e potencial. Para cada par de variáveis foi indicada a equação que apresentava o melhor coeficiente de determinação (r^2).

3.5.1 Afundamento de Trilha de Roda

Para cada trecho foi utilizada a média do afundamento de trilha de roda. Estes pontos foram comparados os valores obtidos com o uso de uma equação definida por PATERSON (1987).

Esta equação de previsão foi adotada por ela ter sido elaborada com os dados coletados na Pesquisa sobre Inter-relacionamento de Custos de Construção, Conservação e Utilização de Rodovias (PICR) realizada no Brasil (PATERSON, 1987).

$$ATR = IDADE^{0,166} \times SNC^{-0,502} \times COMP^{-2,30} \times NA^{ERM} \quad (2.15)$$

$$R^2 = 0,42$$

onde,

$$ERM = 0,0902 + 0,0384 \times DEFM - 0,009 \times RH + 0,00158 \times MMP \times CRX$$

ATR = afundamento da trilha de roda, em mm;

DEFM – Deflexão máxima média, em mm;

SNC – número estrutural corrigido;

NA - número equivalente de operações do eixo padrão (AASHTO, 1993);

IDADE – número de anos desde a construção ou recapeamento;

COMP = índice de compactação definido como a compactação relativa média ponderada pela espessura da camada, em fração;

RH – variável indicadora do estado de conservação;

RH = 0, como construído

RH = 1, como restaurado

MMP = precipitação média mensal, em metros/mês;

CRX = trincamento indexado, em %.

3.5.2 Irregularidade Longitudinal

Para cada trecho foi utilizada a média da sua irregularidade longitudinal. Estes valores foram comparados com os obtidos com o uso de duas equações de previsão conhecidas.

A primeira equação foi estabelecida por QUEIROZ (1981), determinada por regressão com base nos dados coletados durante a Pesquisa sobre Inter-relacionamento de Custos de Construção, Conservação e Utilização de Rodovias (PICR), realizada no Brasil. Esta equação foi escolhida por ter sido elaborada com dados coletados no Brasil e por ser utilizada no método de projeto de restauração DNER PRO 159/85. A equação é a seguinte:

$$\checkmark \quad QI = 12,63 - 5,16 RH + 3,31 ST + 0,393 IDADE + 8,66 (\log NA/SNC) + 7,17 \times 10^{-5} (D_{VB} \times \log NA)^2 \quad (2.4)$$

$$r^2 = 0,52;$$

onde,

QI – quociente de irregularidade (contagens/km)

D_{VB} – Deflexão máxima média medida com a Viga Benkelman (0,01mm).

SNC – número estrutural corrigido

NA - número equivalente de operações do eixo padrão (AASHTO, 1993)

IDADE – número de anos desde a construção ou recapeamento

Log – logaritmo decimal

RH – variável indicadora do estado de conservação

RH = 0, como construído

RH = 1, como restaurado

ST – variável indicadora do tipo de revestimento

ST = 0 - concreto asfáltico

ST = 1 - tratamento superficial

A segunda equação foi estabelecida por PATERSON (1987), através de análise de regressão não-linear dos dados coletados na PICR. Esta equação foi escolhida por ter sido elaborada com dados coletados no Brasil. A equação é a seguinte:

$$\checkmark \quad RI = (RI_0 + 725 \times (1 + SNC)^{-4,99} \times YE_4) \times e^{0,0153 \times IDADE} \quad (2.14)$$

$$R^2 = 0,75$$

onde,

RI – índice de irregularidade do pavimento para determinada idade (m/km)

RI_0 – índice de irregularidade no início da análise do pavimento, tomado como 1,923 m/km, ou QI=25 contagens/quilometro

SNC – número estrutural corrigido

IDADE – número de anos desde a construção ou recapeamento, em anos

YE₄ – número equivalente de operações do eixo padrão de 8,2 ton calculado pelo método da AASHTO com expoente 4, em milhões/faixa

3.5.3 Trincamento

Para cada trecho foi utilizado o trincamento total (área trincada + área de remendos), em porcentagem de área atingida. Estes valores foram comparados com duas equações de previsão conhecidas.

A primeira equação foi determinada para estimar o número de repetições do eixo padrão de 8,2 ton. necessário para o aparecimento da primeira trinca (QUEIROZ, 1981). Esta equação é apresentada a seguir.

$$\checkmark \text{ Log NA} = 1,205 + 5,96 \text{ log SNC} \quad (2.6)$$

$$R^2 = 0,32;$$

onde,

SNC – número estrutural corrigido

NA - número equivalente de operações do eixo padrão (AASHTO, 1993)

A segunda equação determina a evolução do trincamento.

$$\checkmark \text{ CR} = -18,53 + 0,0456 (D_{VB} \times \text{logNA}) + 0,00501 (D_{VB} \times \text{IDADE} \times \text{logNA}) \quad (2.7)$$

$$R^2 = 0,64;$$

onde, além das variáveis apresentadas anteriormente:

CR = porcentagem de área do pavimento com trincas tipo 2 e 3 e remendos.

D_{VB} – Deflexão máxima média medida com a Viga Benkelman (0,01mm).

IDADE – número de anos desde a construção ou recapeamento, em anos.

3.6 RETROANÁLISE

A retroanálise foi realizada com o auxílio do programa ELSYM-5 (*Elastic Layered Symmetrical*) a partir das bacias de deflexão de um grupo de trechos obtidos com os dados do levantamento de 2001.

Os valores de entrada do módulo elástico requeridos pelo Programa ELSYM-5, denominados “módulos sementes”, das camadas de CBUQ, base, sub-base e subleito foram os sugeridos por CARDOSO (1995).

3.6.1 Processo de Validação

A validação dos dados foi feita tomando como referência os critérios preconizados pelo procedimento DNER-PRO 11/79 (DNER, 1979a) para a obtenção dos parâmetros característicos. Seguindo este procedimento foram determinadas as bacias de deflexão características de cada trecho para serem retroanalisadas.

Segundo DNER (1979a), primeiramente os parâmetros medidos devem se enquadrar nos limites de controle, segundo as equações 3.1 e 3.2:

- Limite Superior de Controle (LSC):

$$LSC = P_{0m} + z\sigma \quad (3.1)$$

- Limite Inferior de Controle (LIC):

$$LSC = P_{0m} - z\sigma \quad (3.2)$$

onde,

P_{0m} – valor médio do parâmetro analisado;

σ - desvio-padrão

z – coeficiente de confiança, estimado em função do número de medições do parâmetro (n)

A tabela 3.1 apresenta os valores de z relacionados ao número n .

Tabela 3.1: Valores de z em relação ao número de observações (DNER, 1979a)

n	z	Confiabilidade
3	1,0	68,3%
4	1,5	86,6%
5-6	2,0	95,4%
7-19	2,5	98,7%
>20	3,0	99,7%

Quando o valor medido não se enquadrava dentro dos limites de controle este era eliminado do banco de dados e o processo se repetia até o momento em que todos os valores se enquadrassem dentro dos limites de controle.

3.6.2 Bacias Características

Excluindo os valores espúrios que não se enquadravam dentro dos valores limites, determinou-se os valores das deflexões características pela equação 3.3.

$$D_{xc} = D_x + \sigma_x \quad (3.3)$$

onde:

D_{xc} – deflexão característica;

D_x – deflexão média

σ_x - desvio-padrão

Os valores característicos das deflexões medidas a 20, 30, 45, 65, 90 e 150 cm do ponto de aplicação da carga foram calculados seguindo a mesma metodologia apresentada anteriormente.

Para cada trecho foi calculado o seu coeficiente de variação (CV). Esta operação destinou-se a retratar a relatividade da dispersão em relação à deflexão máxima. Em função deste valor pode-se verificar se o mesmo apresentava comportamento homogêneo ou não. Para o procedimento de retroanálise só foram admitidos os trechos que apresentaram bom comportamento homogêneo.

Foram admitidos os seguintes valores limites para a análise do coeficiente de variação de cada trecho, sendo estes adaptados a partir dos valores sugeridos por VILLELA (1999):

- CV ≤ 15%: trecho com bom comportamento homogêneo;
- 15% < CV ≤ 25%: trecho com comportamento homogêneo satisfatório;
- CV > 25%: trecho com comportamento homogêneo inadequado.

Uma vez com as deflexões características definidas, foram determinadas as bacias de deflexão características de cada trecho. A Figura 3.1 apresenta o fluxograma que ilustra a determinação das bacias características dos trechos analisados.

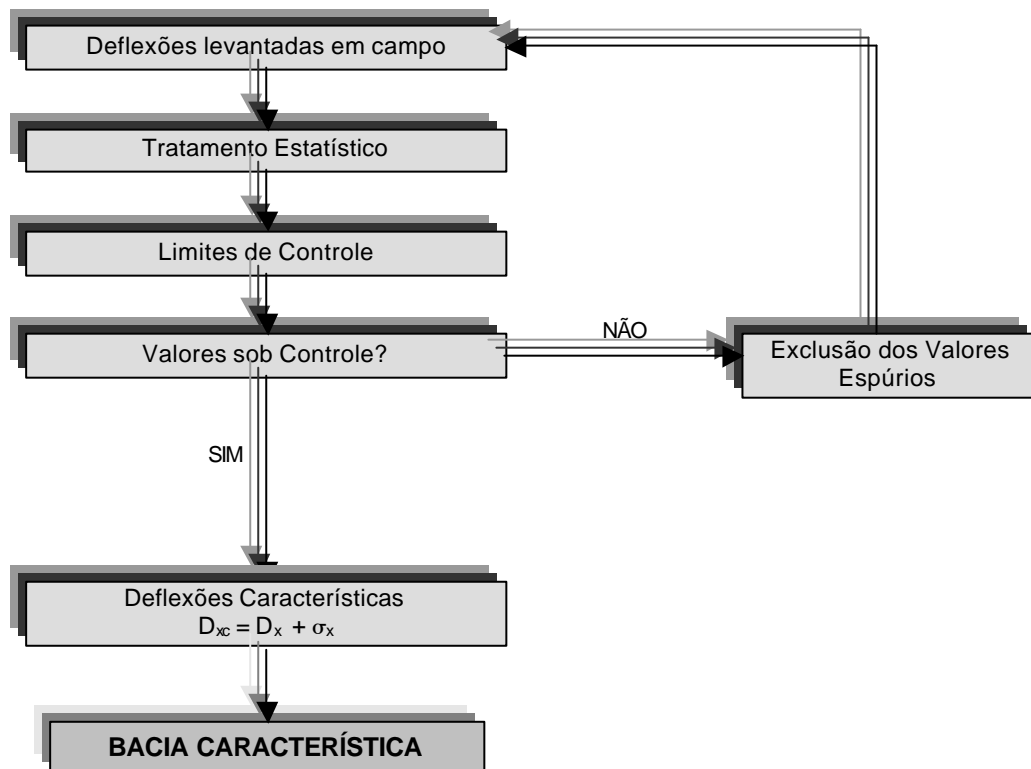


Figura 3.1: Fluxograma de determinação das Deflexões Características (VILELLA, 1999)

3.6.3 Rotina do *ELSYM-5*

O uso do programa *ELSYM-5* seguiu a seguinte sistemática para cada trecho retroanalisado:

- 1) As camadas foram numeradas de cima para baixo;
- 2) Cada uma das camadas foi caracterizada por sua espessura (cm), módulo de elasticidade (kgf/cm^2) e coeficiente de Poisson;
- 3) A espessura da camada mais inferior (subleito) foi deixada em branco e o programa considera uma espessura semi-infinita para a mesma;
- 4) Foram admitidos os valores de coeficiente de Poisson baseados em PINTO e PREUSSLER (2001), que estão apresentados na tabela 3.2. Foram consideradas as médias, nas faixas de valores estabelecidas por estes autores, tanto para revestimento em CBUQ como para base de material granular. Para a camada de sub-base o valor do coeficiente de Poisson adotado foi o mesmo da camada de base, por se tratar de uma camada também de material granular;
- 5) Os valores dos módulos de elasticidade foram considerados constantes para a camada, sendo utilizados como “módulos sementes” os sugeridos por CARDOSO (1995), apresentados na tabela 3.3;
- 6) As cargas foram caracterizadas por duas destas três entradas: carga em kgf , pressão do pneu em kgf/cm^2 , raio da superfície de contato em cm ;
- 7) Foram adotados sete pontos para análise da bacia de deformação, sendo estes os seguintes: 0, 20, 30, 45, 60, 90 e 150 cm ;
- 8) Os valores de deformação obtidos com o *ELSYM-5* eram lançados em um gráfico, obtendo assim a bacia de deformação retroanalisada do trecho;
- 9) Os dados de campo foram submetidos à metodologia apresentada na figura 3.1 para a determinação da bacia característica, sendo esta também plotada em gráfico;
- 10) As bacias obtidas em campo e as resultantes da retroanálise eram finalmente comparadas. Quando a conformação da bacia obtida com o *ELSYM-5* não se ajustava à conformação de campo, voltava-se ao programa e os valores de módulo das camadas de base, sub-base e subleito eram alterados. Esta sistemática se repetia até o momento em que os valores obtidos em campo e os calculados se enquadrassem nos limites

de controle apresentados na tabela 3.4. Neste ponto estavam, então, os módulos destas camadas determinados.

Tabela 3.2: Valores de Coeficiente de Poisson admitidos na retroanálise com o ELSYM-5 (PINTO e PREUSSLER, 2001)

Camada	Coeficiente de Poisson (μ)	μ admitido
Revestimento (CBUQ)	0,25 - 0,30	0,25
Base e sub-base (material granular)	0,30 - 0,40	0,35
Subleito	0,40 - 0,45	0,40

Tabela 3.3: Faixas de Módulos Sementes sugeridas (CARDOSO, 1995)

Camada	Média (MPa)	Mínimo (MPa)	Máximo (MPa)
Revestimento (CBUQ)	2900	1130	5820
Base (exceto bases cimentadas)	270	100	730
Sub-base	150	70	300
Reforço de Subleito	120	30	300
Subleito	150	80	270

3.6.4 Critério de Ajuste entre as Bacias de Deflexão Medidas e Calculadas

Uma vez que a retroanálise se caracteriza pelo melhor ajuste entre a bacia medida em campo e a calculada, foi adotada a checagem dos erros relativos a partir da equação 3.4:

$$e = \frac{d_m - d_c}{d_m} \times 100 \quad (3.4)$$

onde,

e – erro relativo

d_m – deflexão medida em campo

d_c – deflexão calculada

Os valores de erro admissível para cada ponto de aplicação de carga, foram adotados de acordo com os valores sugeridos por FERNANDES (2000), apresentados na tabela 3.4. Se a diferença entre o valor calculado e o medido em campo excedia o limite expresso pelo erro admissível, voltava-se ao ELSYM-5, onde os valores modulares das camadas eram alterados e novos valores de deformação eram

calculados. Esta sistemática se repetia até o momento em que a diferença entre os valores calculados e os medidos não excedia os valores de erro admissível.

Tabela 3.4: Erro admissível às distâncias de aplicação de carga (FERNANDES, 2000)

Distância do ponto de aplicação da carga (cm)	Erro admissível (%)
0	10
20	10
30	10
45	10
65	20
90	20
150	50

3.7 PEDOLOGIA E GEOLOGIA

O mapeamento geotécnico realizado neste trabalho foi apenas de caráter preliminar, uma vez que foram apenas selecionadas as unidades pedológicas e geológicas ocorrentes na amostra em estudo e as suas características e não foi criado o mapa pedológico. Para transformá-lo em definitivo seria necessário estudos complementares, englobando desde a adoção de escala conveniente, pesquisas sobre o relevo e demais mapas geológicos e pedológicos publicados, os resultados de ensaios existentes, realização de ensaios complementares, enfim, uma gama de serviços que não estão no escopo deste trabalho.

A caracterização geológica e pedológica do Estado de Goiás foi realizada com base nas informações constantes dos relatórios e mapas do Projeto RADAMBRASIL (1981; 1982; 1983) desenvolvidos para a região de estudo.

Para cada trecho de rodovia previamente definido para este estudo foi buscada nos mapas a sua unidade geológica e pedológica predominantes. As principais características dos materiais constituintes destas unidades foram coletadas a fim de verificar a influência que causam no comportamento do pavimento, em termos de deflexão e módulo elástico.

CAPÍTULO 4 - INFORMAÇÕES DISPONÍVEIS

As informações disponíveis constituem o conjunto de dados coletados que influencia o desempenho dos pavimentos e a operacionalização do sistema de gerência de pavimentos.

Os dados disponibilizados para esta pesquisa provêm de quatro levantamentos realizados na rede rodoviária de Goiás, nos anos de 1996, 1998, 2000 e 2001 (DERGO, 1996; AGETOP, 1998; AGETOP, 2000).

4.1 CARACTERÍSTICAS DA REDE RODOVIÁRIA DE GOIÁS

De acordo com dados referentes ao ano de 2000 obtidos junto ao órgão responsável pela rede rodoviária, a Agência Goiana de Transportes e Obras Públicas (AGETOP, 2000), o Estado de Goiás possui uma rede rodoviária contando com um total de 23.285,00 km, sendo 10.722,00 km de rodovias pavimentadas. Neste total estão incluídas as rodovias estaduais, federais e estaduais transitórias, conforme apresentado na tabela 4.1.

Tabela 4.1: Distribuição da Rede Rodoviária do Estado de Goiás

SITUAÇÃO	NÃO PAVIMENTADA			EOP	PAVIMENTADA				TOTAL
	LEN	IMP	Total (a)		(b)	PAV	EO	DUP	
REDE									
FEDERAL	444	67	511	133	2.925	0	144	3.069	3.713
ESTADUAL TRANSITÓRIA	234	46	280	159	1.442	0	0	1.442	1.881
ESTADUAL	8.500	1.411	9.911	1.569	6.102	76	33	6.211	17.691
TOTAL	9.178	1.524	10.702	1.861	10.469	76	177	10.722	23.285

Onde: LEN: leito natural; IMP: implantada; EOP: em obras de pavimentação; PAV: pavimentada; EO: em obras de duplicação; DUP: duplicada

As rodovias pavimentadas apresentam predominantemente revestimento em tratamento superficial duplo (TSD). Outros tipos de revestimento ocorrem em menor escala, como concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ), pré-misturado (PM), lama asfáltica (LA) e tratamento simples (TSS), conforme apresenta a tabela 4.2.

Tabela 4.2: Revestimentos das Rodovias da Rede Rodoviária Estadual de Goiás

TIPO DE REVESTIMENTO	%
Tratamento Superficial Duplo (TSD)	77,2
Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)	11,4
Pré-Misturado (PM)	0,8
Lama Asfáltica (LA)	10,1
Tratamento Superficial Simples (TSS)	0,5

As camadas de base e de sub-base são geralmente compostas por cascalho laterítico, material amplamente distribuído pelo território goiano e que apresenta boa capacidade de suporte, com valores de CBR variando, mais freqüentemente, de 40 a 70%. Alguns poucos trechos de rodovias foram feitos utilizando para estas camadas seixo rolado.

A seção transversal típica das rodovias estaduais é de 7,0 m de largura de pista de rolamento e largura de acostamento variando de 0,80 m a 2,60 m. As espessuras das camadas de pavimento também contam com certa homogeneidade, ficando geralmente a base com 17 cm, a sub-base com 18 cm e o revestimento com 2,5 cm.

Aproximadamente 73% do tráfego usuário destas rodovias é composto por veículos de passeio. Em relação ao tráfego médio diário (TMD) comercial, 70% das rodovias desta rede comportam menos de 400 veículos por dia. A Figura 4.1 apresenta a distribuição do TMD comercial para toda a rede.

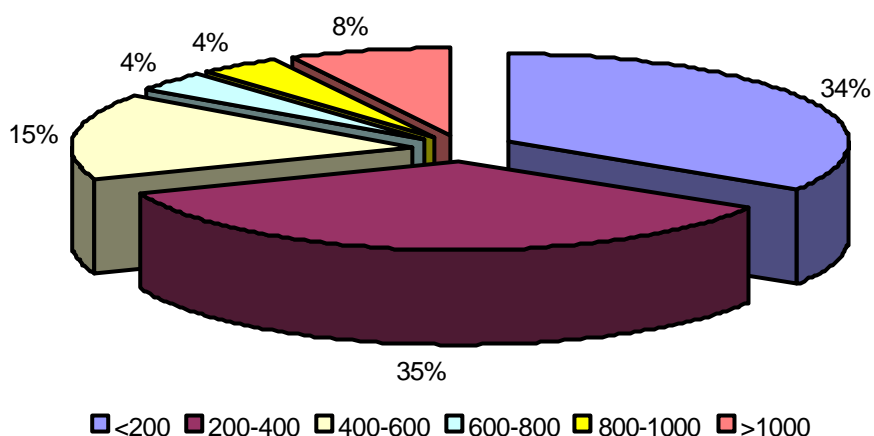


Figura 4.1: Distribuição do tráfego médio diário comercial

4.1.1 Levantamento de 1996

Este levantamento foi realizado entre os meses de maio a setembro de 1996 em toda a rede rodoviária do Estado de Goiás (DER-GO, 1996). Sua finalidade foi avaliar o estado dos pavimentos da rede e iniciar o processo de implantação de um Sistema de Gerência de Pavimentos.

Este levantamento abrangeu 5.838,60 km de rodovias pavimentadas, que foram divididas em 325 trechos unitários. A metodologia aplicada ao levantamento dos dados de campo consistiu em dividir a malha rodoviária em trechos ligando pontos notáveis de uma rodovia, representada por uma codificação alfanumérica de dez dígitos, onde os três primeiros significam a sigla da rodovia, o quarto, se a mesma é federal ou estadual, o quinto e sexto, a unidade da federação e o restante o código do trecho.

Exemplo: 060EGO0010

Os critérios adotados pelo órgão para a divisão de uma rodovia em trechos foram:

- a) Os trechos são segmentos unindo cidades ou entroncamento com outras rodovias;
- b) Os trechos devem apresentar o mesmo tráfego e a mesma estrutura de pavimento. Caso contrário, são divididos em subtrechos.

Neste levantamento foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- Demarcação e cadastro do Sistema Rodoviário Estadual (SRE);
- Registro de todas as características históricas, físicas e estruturais da rodovia desde a época da sua construção e posteriores intervenções. Estas informações foram obtidas com os projetos dos trechos e observações da divisão de conserva do órgão;
- As características estruturais, como valores de CBR das camadas de base, sub-base e do subleito e espessuras das camadas foram coletas diretamente dos projetos originais de cada trecho;
- Medição do quociente de irregularidade do pavimento, em contagens/km, utilizando-se o equipamento Mays-Rider Meter (RoughRider Computer). As medidas eram feitas a cada segmento de 320m;
- Medição das deflexões com a utilização do *Falling Weight Deflectometer* (FWD) *Dynatest*, sendo as medidas realizadas a cada 500m;
- Medição das trilhas de rodas internas e externas utilizando a Trelença Metálica. As medidas foram feitas a cada 500m;
- Avaliação do estado de superfície por um processo de varredura contínua metro a metro, utilizando-se o equipamento PARAGON-HICS - *Highway Inventory Computer System*;
- Cadastramento de pontos notáveis, tais como início e final de pontes, interseções, acessos laterais, paradas de ônibus, quebra-molas, etc;
- Pesquisa da pluviometria e altitude, conforme dados inseridos no Anuário Estatístico do Estado de Goiás (GOIÁS, 1996) e também de projetos existentes;
- Contagem Volumétrica e Classificatória tanto das rodovias pavimentadas quanto das não pavimentadas para a composição do TMD (Tráfego Médio Diário).

Ao final dos levantamentos os dados relativos a cada trecho eram formatados em escritório para a determinação dos valores médios de cada parâmetro.

4.1.2 Levantamento de 1998

Este levantamento foi realizado em nível de projeto entre os meses de junho e agosto do ano de 1998 em aproximadamente 507 Km de rodovias, divididos em 34 trechos, com a finalidade de levantar dados para a elaboração de projetos de reabilitação nestes trechos (AGETOP, 1998).

Este levantamento levou em consideração os seguintes critérios:

- Levantamento da Irregularidade Longitudinal, em contagens/km, utilizando o equipamento Mays-Rider Meter (RoughRider Computer). Este levantamento foi realizado a cada 320 m em ambas as pistas de rolamento;
- Levantamento da Deflexão utilizando a Viga Benkelman. As medidas foram realizadas a cada 80 m em lados alternados;
- Levantamento da Profundidade das Trilhas de Roda com o uso da Treliça Metálica, sendo as medidas feitas a cada 80 m em lados alternados.
- Avaliação do estado de superfície por um processo de varredura contínua metro a metro, utilizando o equipamento PARAGON-HICS - *Highway Inventory Computer System*;
- Contagem Volumétrica e Classificatória dos veículos comerciais e de passeio.

4.1.3 Levantamento de 2000

Este levantamento foi realizado em nível de projeto entre os meses de junho a agosto do ano de 2000 em aproximadamente 680 Km de rodovias, divididos em 39 trechos, com a finalidade de levantar dados para a elaboração de projetos de reabilitação nestes trechos (AGETOP, 2000).

Este levantamento levou em consideração os mesmos critérios e equipamentos utilizados no levantamento de 1998.

4.1.4 Levantamento de 2001

Este levantamento foi realizado entre os meses de junho a outubro do ano de 2001 em toda a rede rodoviária, com a finalidade de alimentar o banco de dados do sistema de gerência da AGETOP. Os dados deste levantamento foram obtidos diretamente com a empresa contratada para a execução dos levantamentos, no caso a STRATA ENGENHARIA, uma vez que os relatórios de apresentação ainda estavam sendo editados.

Este levantamento levou em consideração os seguintes critérios:

- Levantamento da Irregularidade Longitudinal e Transversal utilizando o equipamento *Three Laser Profiler System*. As medidas foram registradas para segmentos de 100m de extensão;
- Levantamento da Deflexão utilizando o equipamento *Falling Weight Deflectometer (FWD)* da marca *Dynatest*. As medidas foram realizadas a cada 200m em lados alternados;
- Avaliação do estado de superfície por um processo de varredura contínua metro a metro, utilizando o equipamento PARAGON-HICS - *Highway Inventory Computer System*;
- Contagem Volumétrica e Classificatória dos veículos comerciais e de passeio.

4.2 SELEÇÃO DOS DADOS PARA ANÁLISE

Primeiramente foram analisados todos os trechos levantados nos anos de 1996, 1998, 2000 e 2001. No entanto, após pesquisa junto ao órgão responsável pela rede rodoviária, constatou-se que muitos trechos não tinham seus dados históricos corretamente catalogados. Estes dados históricos se referem principalmente à idade, intervenções e tipo de material constituinte do pavimento. Desta forma, foi feita uma seleção dos trechos que seriam utilizados neste trabalho, excluindo, então, aqueles que não continham todos os dados necessários e confiáveis.

Além desta seleção, foi feita, também, a exclusão dos trechos que apresentavam algum valor considerado espúrio e que poderia influenciar

erroneamente nos resultados objetivados com a pesquisa. A determinação destes valores foi feita segundo metodologia apresentada no item 3.4.2.

Também não estão fazendo parte deste trabalho os trechos cujo pavimento sofreu algum tipo de intervenção diferente da conservação rotineira.

Assim sendo, foram selecionados 156 trechos de rodovias com revestimento original constituído por CBUQ e TSD, totalizando 2.668,60 km. Esta amostra é apresentada na tabela A.1 e nas figuras do Anexo A. Na tabela A.1 são apresentados os trechos selecionados, suas extensões, ano de construção, pedologia, pluviometria, altitude média, tipo, espessura e características estruturais das camadas de revestimento, base e sub-base e do subleito, e número da figura na qual o mesmo está ilustrado. As figuras apresentam o mapa rodoviário do Estado de Goiás com os trechos selecionados para análise.

Após esta depuração, o levantamento de 1998 ficou restrito a 14 trechos, totalizando 214,23 km e o levantamento de 2000 a 17 trechos, totalizando 291,14 km. O levantamento realizado no ano de 2001 compreendeu toda a rede rodoviária pavimentada de Goiás. No entanto, foram selecionados e disponibilizados para esta pesquisa 849,02 km de rodovias, compreendidos em 49 trechos, uma vez que o relatório definitivo ainda está sendo editado pela empresa STRATA ENGENHARIA, responsável pelos levantamentos.

A síntese da amostra em estudo, relativa aos levantamentos de 1996, 1998, 2000 e 2001 é apresentada na tabela 4.3.

Tabela 4.3: Amostra selecionada para estudo por ano de levantamento

Levantamento	Revestimento em TSD		Revestimento em CBUQ	
	Nº de trechos	Extensão (km)	Nº de trechos	Extensão (km)
1996	129	2.180	27	443
1998	08	105	06	109
2000	10	207	07	83
2001	41	718	08	131

4.2.1 Apresentação dos Dados dos Levantamentos

Os dados obtidos em relação à Irregularidade Longitudinal, Deflexão e Afundamento de Trilha de Roda para os trechos com revestimento em CBUQ e TSD, e Trincamento para os trechos revestidos com CBUQ, estão apresentados na tabela A.2 do Anexo A, para o levantamento de 1996, na tabela A.3 para o levantamento de

1998, na tabela A.4 para o levantamento de 2000 e na tabela A.5 para o levantamento de 2001. Vale frisar que os dados apresentados foram obtidos diretamente do banco de dados da Diretoria de Estudos e Projetos da AGETOP e se referem à média apresentada pelo trecho.

4.2.2 Avaliação do Tráfego

A avaliação do tráfego foi feita a partir dos dados levantados na contagem volumétrica e classificatória de veículos de cada trecho. Sua finalidade foi conhecer os tipos, os volumes médios diários e a porcentagem de participação de veículos comerciais relativos a cada um dos trechos previamente estabelecidos.

O tráfego foi classificado em veículos de passeio, ônibus, caminhões médios, caminhões pesados e reboques.

As tabelas A.6, A.7, A.8 e A.9, do Anexo A, apresentam estes dados para as amostras de 1996, 1998, 2000 e 2001, respectivamente.

4.2.3 Fatores de Veículos

“Os fatores de veículos são determinados a partir de avaliações das cargas por eixo dos veículos que trafegam nas rodovias, e têm por finalidade estimar o dano provocado ao pavimento comparado ao de uma carga padrão” (DNER, 1998). São determinados somando-se os efeitos destrutivos de cada eixo que compõem o veículo, sendo este variável de acordo com o peso do mesmo.

No Estado de Goiás os dados relativos a pesagens de carga por eixo dos veículos que transitam nas rodovias estaduais são muito restritos, de modo que não foi possível determinar os fatores de veículos característicos do tráfego existente.

Desta forma, os fatores de veículos adotados para este estudo foram os constantes na publicação “Tabela de Fatores de Veículos” (DNER, 1988), contendo fatores de veículos determinados a partir de pesos de cargas por eixo, avaliados com balanças dinâmicas e estáticas, localizadas ao longo da malha rodoviária federal de todo o Brasil. Os valores adotados são apresentados na tabela 4.4.

Tabela 4.4: Fatores de veículos adotados (DNER, 1988)

	Ônibus (2C)	Caminhão Médio (2C)	Caminhão Pesado (3C)	Reboques (2S3)
AASHTO	0,68	0,68	1,07	3,34
DNER	0,79	0,79	5,62	11,53

4.2.4 Cálculo do Número N

O cálculo do número de repetições do eixo-padrão de 8,2 ton suportado pelo pavimento desde o ano de abertura ao tráfego até o ano do levantamento, inclusive, foi realizado utilizando os métodos do DNER (SOUZA, 1979) e da AASHTO (AASHTO, 1993).

Os volumes médios diários para cada um dos anos anteriores desde a abertura ao tráfego até o ano do levantamento (1996, 1998, 2000 e 2001) foram estimados em função do tráfego do ano da coleta e das taxas de crescimento geométricas adotadas e fornecidas pela Diretoria de Estudos e Projetos da AGETOP, que são as apresentadas na tabela 4.5.

Tabela 4.5: Taxas de crescimento geométricas adotadas (AGETOP, 1996)

Classes de Veículos	Ônibus (2C)	Caminhão Médio (2C)	Caminhão Pesado (3C)	Reboques (2S3)
Taxa de Crescimento	3,0 %	3,0 %	3,0 %	3,0 %

O cálculo do valor do tráfego suportado até o ano de 1996 foi realizado a partir da regressão dos valores obtidos com a contagem volumétrica realizada neste ano para cada trecho.

Em 1998, o tráfego suportado foi calculado para este ano a partir dos volumes levantados até o ano de 1996, acrescido do volume passado nos anos seguintes, calculado com base na contagem de 1998 e nas taxas de crescimento adotadas para a pesquisa (tabela 4.5).

A mesma sistemática foi desenvolvida para os dados relativos aos levantamentos de 2000 e 2001.

O número de operações do eixo-padrão (N) para cada ano foi calculado pela seguinte expressão:

$$N_i = 365 \times \sum V_{m_i} \times FV_i \quad (4.1)$$

onde:

N_i : número de operações do eixo-padrão por ano;

Vm_i : volume médio diário por categoria de veículo comercial, por ano, obtido por regressão através das taxas de crescimento adotadas;

FV: fator de veículo por categoria de veículo.

O número de operações do eixo-padrão (N) para todo o período de operação de cada trecho foi feito através do somatório dos números N de cada ano até o ano de coleta, inclusive.

Os valores de N suportado desde o início da operação da rodovia e o do ano de coleta, para cada trecho, obtidos pelas metodologias do DNER e da AASHTO são apresentados nas tabelas A.6, A.7, A.8 e A.9, do Anexo A, para as amostras de 1996, 1998, 2000 e 2001, respectivamente.

4.2.5 Número Estrutural Corrigido

O cálculo do Número Estrutural (SN) e do Número Estrutural Corrigido (SNC) foi realizado utilizando as equações 2.25 a 2.29. Para o cálculo dos coeficientes estruturais das camadas de base e sub-base foram utilizados os valores de CBR constantes do banco de dados, e apresentados na tabela A.1 do Anexo A. Para a camada de revestimento em CBUQ foi adotado o valor do Módulo de Resiliência igual a $M_R = 3000$ MPa, valor recomendado pela norma DNER-PRO 159/85.

Os valores dos coeficientes estruturais, do Número Estrutural (SN) e do Número Estrutural Corrigido (SNC) obtidos para cada trecho estão apresentados no Anexo A, tabela A.10.

O valor do Número Estrutural Corrigido (SNC) calculado para cada trecho foi utilizado nas equações de previsão de desempenho existentes e adotadas para esta pesquisa, e que foram apresentadas no Capítulo 03.

4.2.6 Pedologia

A caracterização pedológica do Estado de Goiás foi realizada com base nas

informações obtidas com os relatórios e mapas do Projeto RADAMBRASIL (RADAMBRASIL, 1981; 1982; 1983) desenvolvidos para a região de estudo. Para cada trecho foi determinada a sua unidade pedológica predominante.

A pedologia encontrada para cada trecho da amostra selecionada é apresentada no Anexo A, tabela A.1.

Na tabela 4.6, são apresentados os principais grupos de solos encontrados para os trechos da amostra em estudo. Segundo classificação apresentada por OLIVEIRA e JACOMINE, 1992), estes solos apresentam argila de atividade baixa, ou seja, são solos não expansivos, com exceção dos Cambissolos Álicos e Cambissolos Eutróficos que podem apresentar também argila de atividade alta. Outra característica apresentada por estes solos indica que os mesmos não são hidromórficos, indicando que o lençol freático encontra-se no horizonte C ou em maior profundidade. Estas duas características indicam, previamente, que estes materiais apresentam boas condições para o seu uso em pavimentação. Nesta tabela também são apresentados os materiais de origem destes solos e a extensão de trechos, dentro da amostra analisada, que contém determinada unidade pedológica predominante (RADAMBRASIL, 1981; 1982; 1983).

4.2.7 Geologia

A caracterização geológica do Estado de Goiás é apresentada através de suas unidades geológicas predominantes, ou de interesse para este trabalho. Como base das informações seguintes foram utilizados os relatórios do Projeto RADAMBRASIL (RADAMBRASIL 1981; 1982; 1983) desenvolvidos para a região de estudo. Para cada trecho foi determinada a sua unidade geológica predominante.

As principais unidades geológicas, seus materiais de origem e as extensões de rodovias que tem como substrato estas unidades são apresentados na tabela 4.7.

Tabela 4.6: Classificação pedológica x Extensão da amostra adotada

Pedologia	Atividade da Argila	Material de Origem	Extensão (km)
Latossolo Vermelho Escuro Distrófico	Baixa	sedimentos de materiais: arenitos / gnaisses / areno-argilosos / micaxistos	801,03
Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico	Baixa	sedimentos de materiais: arenitos / gnaisses / granitos / micaxistos / quartzitos / calcários	455,58
Cambissolo Distrófico	Baixa	meteorização de micaxistos / quartzitos	292,75
Latossolo Roxo Distrófico	Baixa	basalto	233,10
Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico	Baixa	sedimentos de materiais: arenitos / micaxistos / quartzitos / siltitos / folhetos	198,81
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	Baixa	sedimentos de materiais: arenitos / gnaisses / areno-argilosos / micaxistos	180,47
Cambissolo Álico	Baixa/Alta	meteorização de micaxistos / quartzitos / granitos / gnaisses / siltitos	163,14
Solos Litólicos Álicos	Baixa	meteorização de micaxistos	65,88
Solos Concrecionários Distrófios	Baixa	sedimentos argilosos	38,91
Terra Roxa Estruturada Eutrófica	Baixa	basalto	34,55
Terra Roxa Estruturada Similar Distrófica	Baixa	basalto / rochas intrusivas e vulcânicas / rochas não básicas	25,81
Terra Roxa Estruturada Eutrófica Latossólica	Baixa	basalto	24,19
Solos Litólicos Distrófios	Baixa	meteorização de arenitos e siltitos	18,77
Areias Quartzosas Distróficas	Baixa	meteorização de arenitos / materiais arenosos / quartzosos	16,29
Latossolo Vermelho-Amarelo Álico	Baixa	sedimentos de materiais: arenitos / argilosos / granitos / gnaisses / areno-argilosos	12,42
Cambissolo Eutrófico	Baixa/Alta	colúvio de gnaisses e leptinitos / calcários	9,76

Tabela 4.7: Classificação geológica x Extensão da amostra adotada

Geologia	Material de Origem	Extensão (km)
Complexo Goiano	gnaiesses, migmatitos, anatexitos, granulitos, tonalitos, anfibolitos, rochas granitóides em geral, metaultramáficos, rochas calcossilicáticas e rochas cataclásticas	1029,42
Grupo Araxá	gnaiesses	480,39
Complexo Boquira	calcários, dolomitos, siltitos, folhetos, argilitos e ardósias.	141,29
Formação Adamantina	arenitos finos a muito finos, cremes, cinza-pardo e cinza-esverdeado, siltitos e argilitos creme-arroxeados. Tendência a concrecionamento e presença de bolas de argila. A desagregação destas rochas forma extensos e espessos areiões.	129,42
Formação Serra Geral	derrames de basalto toleíticos. Presença de intertrapes areníticos, finos a muito finos.	114,10
Coberturas Detrito-Lateríticas Terciárias e Quartenárias Indiferenciadas	latossolos predominantemente avermelhados, de textura argilosa.	92,23
Grupo Pilar de Goiás	sequência de rochas máfico-ultramáficas metamortizadas.	75,56
Formação Arraias	quartzitos e metaconglomerados, micáceos, às vezes arcoseanos, muscovita xistos e filitos.	65,88
Coberturas Detrito-Lateríticas Pleistocênicas	sedimentos conglomeráticos, areno-siltosos e argilosos, parcial e/ou totalmente ferruginados.	65,62
Formação Ponta Grossa	sequência marinha fossilífera, constituída por interestratificações de arenitos finos a grosseiros.	63,04
Complexo Barro Alto	gabros granulíticos e gnássicos, noritos, granulitos-gnaiesses.	52,53
Cobertura Sedimentar Terciário Quartenária	cascalhos, sedimentos areno-argilosos, parcial e/ou totalmente laterizados	48,50
Coberturas Detrito-Lateríticas Terciárias	sedimentos arenosos e argilosos. Depósitos aluviais, coluviais e eluviais	43,94
Formação Botucatu	arenitos róseos a avermelhados, finos a muito finos.	37,58
Complexo Niquelândia	rochas noríticas e gabróicas.	34,55
Grupo Paranoá	quartzitos, metarenitos, metassiltitos, filitos e ardósias com lentes de clacários dolomitos e silexitos	34,37
Coberturas Detríticas	depósitos eluvionares e secundariamente coluvionáres predominantemente arenosos. Processos de laterização incipientes.	29,35
Subgrupo Paraopébas	clacários, dolomitos, siltitos, folhetos, argilitos e ardósias.	27,22
Cobertura Sedimentar do Bananal	sedimentos consolidados e inconsolidados, presença de crosta laterítica.	18,90
Grupo Dois Irmãos	sequência de metassedimentos terrígenos e ortoquímicos, corpos ígneos ortometamórficos, metavulcânicas e metaultramáficas não caracterizadas. Mármore.	13,08
Suíte Intrusiva Serra Geral	álcali-feldspato granito.	12,04
Formação Corumbataí	siltitos, argilitos, folhetos fossilíferos, arenitos finos e conglomerado basal.	11,00
Cobertura Detrito-Lateríticas Terciárias	sedimentos arenosos e argilosos. Depósitos aluviais, coluviais e eluviais	3,10

4.3 SÍNTESE DA CONDIÇÃO DA REDE

De acordo com HAAS et al (1994) a síntese de condição da rede apresenta, com base nas informações disponíveis, as principais características dos pavimentos de uma rede rodoviária com relação à estrutura, condições funcionais e estruturais,

materiais componentes do pavimento, tráfego atuante e idade, de modo a auxiliar na análise do comportamento destes pavimentos e, conseqüentemente, servir de base para a tomada de decisões quanto a medidas de manutenção e reabilitação dos mesmos.

A síntese da condição desta amostra da rede rodoviária de Goiás foi feita a partir dos dados do levantamento de 1996. Os resultados são apresentados em forma de gráficos e tabelas, por extensão e número de trechos estudados.

Na seqüência deste capítulo, os resultados obtidos com os levantamentos de 1998, 2000 e 2001 são comparados com o levantamento de 1996 a fim de verificar a evolução dos defeitos para os trechos com levantamentos coincidentes.

4.3.1 Subleito

Com relação ao subleito das rodovias goianas, são feitas as seguintes observações:

- a) Os valores de CBR variam da ordem de 5,7% a 20%;
- b) Aproximadamente 68% dos trechos de rodovia analisados apresentam subleito com valor de CBR variando entre 8 e 16%;
- c) Em nenhum trecho analisado foi verificada a existência de reforço de subleito, o que ficou evidenciado devido ao valor mínimo de CBR ser da ordem de 5,7%;
- d) Através da análise de dados da pedologia dos trechos analisados, verificou-se que a atividade da argila era sempre baixa.

Tabela 4.8: Característica do subleito

Intervalo	CBR %				Total
	<8	8-12	12-16	>16	
extensão (km)	846	1382	352	44	2623
nº de trechos	47	83	23	3	156

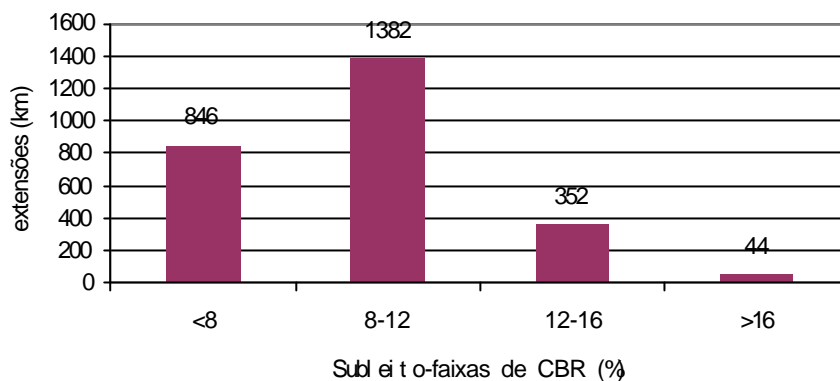


Figura 4.2: Extensões de trechos por faixas de CBR no subleito

4.3.2 Sub-Base

Com relação às sub-bases utilizadas nos pavimentos da rede rodoviária de Goiás, são feitas as seguintes observações:

- As espessuras encontradas de sub-base nos pavimentos variam entre 12 e 20 cm, sendo que o intervalo característico de espessura ocorre entre 15 e 18 cm;
- Os solos que compõem estas camadas são quase que exclusivamente constituídas de cascalho laterítico;
- A especificação e serviço DERGO-ES-P 03/88 (DERGO, 1988) adotada pelo órgão responsável pela administração da rede rodoviária em estudo, AGETOP, impõe que se o solo que compõe esta camada for de natureza laterítica não há restrição de Índice de Grupo (IG) e a expansão máxima deverá ser de 0,2%. Não sendo este solo de natureza lateítica a expansão máxima admitida será de 1,0% e o Índice de Grupo (IG) deverá ser igual a zero. Para ambos os casos o valor mínimo de CBR é de 20%;
- A qualidade deste material proporciona valores de CBR adequados para este uso, de acordo com o Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNER e a especificação de serviço adotada para esta camada do pavimento, o que foi comprovado com a observação de valores sempre acima de 20%;
- 62% dos trechos analisados apresentaram valores de CBR entre 40 e 60%;

Tabela 4.9: Características das sub-bases

Intervalo	espessura (cm)			CBR %						Total
	12 - 14	15 - 17	18 - 21	20 - 29	30 - 39	40 - 49	50 - 59	60 - 69	>70	
extensão (km)	76	2367	180	134	296	903	760	347	183	2623
nº de trechos	4	143	9	10	14	54	43	22	13	156

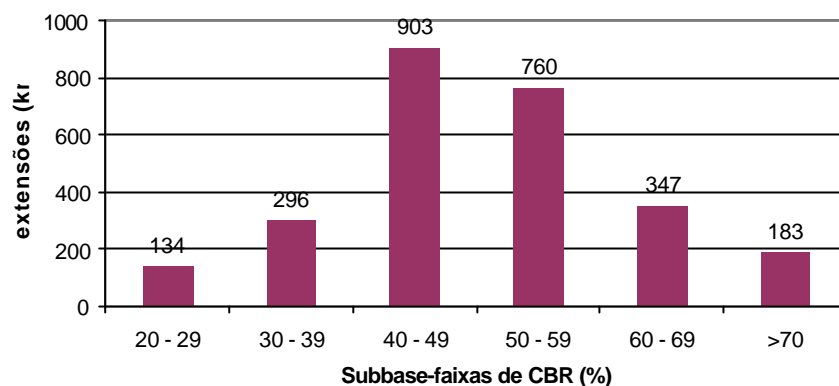


Figura 4.3: Extensões de trechos por faixas de CBR da camada de sub-base

4.3.3 Base

Com relação às bases utilizadas nos pavimentos da rede em estudo, são feitas as seguintes observações:

- a) A especificação e serviço DERGO-ES-P 04/88 (DERGO, 1988) adotada pela AGETOP, impõe as seguintes condições de uso para esta camada:

N 5×10^6 (USACE)	solo não laterítico	solo laterítico
• Granulometria (faixa)	A-B-C-D-E-F	A-B-C
• LL (max, em %)	25	40
• IP (max, em %)	6	15
• CBR (min. em %)	60	60
• Expansão (max, em %)	0,5	0,2
• Los Angeles	55	65

N $> 5 \times 10^6$ (USACE)	solo não laterítico	solo laterítico
• Granulometria (faixa)	A-B-C-D	A-B
• LL (max, em %)	25	40
• IP (max, em %)	6	15
• CBR (min. em %)	80	80
• Expansão (max, em %)	0,5	0,2
• Los Angeles	55	65

- b) Esta especificação de serviço indica, ainda, que são aceitas bases com valores de CBR iguais a 40% apenas quando o tráfego de projeto for menor ou igual a $2,5 \times 10^6$;
- c) As espessuras encontradas de base nos pavimentos variam entre 13 e 20 cm, sendo que a espessura característica desta camada ocorre no intervalo entre 15 e 18 cm;
- d) Os valores de CBR das bases nos trechos de rodovia estudados variam, principalmente, entre 47% e 68%.

Tabela 4.10: Características das bases

Intervalo	espessura (cm)			CBR %							Total
	12 - 14	15 - 17	18 - 21	40 - 47	47-54	54-61	61-68	68-75	75-82	>82	
extensão (km)	12	2243	369	314	711	703	593	93	85	123	2623
nº de trechos	1	133	22	14	43	45	33	6	5	9	156

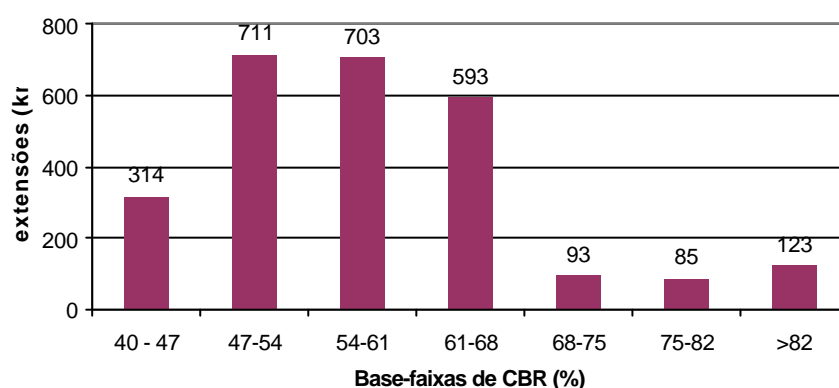


Figura 4.4: Extensões de trechos por faixas de CBR da camada de base

4.3.4 Revestimento

Com relação aos revestimentos são feitas as seguintes observações:

- a) Dos trechos analisados, 83% são revestidos em TSD, perfazendo um total de 2180,06 km, enquanto que os revestidos em CBUQ tem uma extensão de 443,04 km;
- b) 55% dos trechos analisados revestidos com TSD estavam com tráfego acima de 10^6 . Daí conclui-se que estes pavimentos já estão trabalhando com tráfego acima do estimado para este tipo de revestimento, uma vez que para este tipo de revestimento é recomendável dimensionar o pavimento para suportar um tráfego de até 10^6 repetições do eixo padrão

de 8,2 ton (SOUZA, 1979);

- c) Os revestimentos em CBUQ apresentam espessuras variando de 3,0 a 4,5 cm, mesmo com o tráfego atuante acima de 10^6 para 37% dos trechos.

Tabela 4.11: Características dos revestimentos

Tipo de Revestimento	CBUQ	TSD	Total
Extensão (km)	443,04	2180,06	2623
nº de trechos	27	129	156

4.3.5 Idade

Com relação à idade dos pavimentos da amostra analisada, são feitas as seguintes observações:

- a) Com base no ano de 2002, 68% dos trechos da amostra analisada já haviam ultrapassado o período de projeto de 10 anos sem ter recebido nenhuma intervenção. Deste total, 61% dos trechos revestidos em TSD e 100% dos revestidos com CBUQ se encontram nesta situação;
- b) O período de maior atividade de implantação de rodovias foi de 1984 a 1988, respondendo por 40% do total analisado, sendo todos estes trechos revestidos com TSD;
- c) 32% das rodovias analisadas ainda se encontram dentro do período de projeto de 10 anos, sendo todas estas revestidas com TSD;
- d) Os trechos revestidos com CBUQ foram construídos entre 1989 e 1992.

Tabela 4.12: Idade dos pavimentos e períodos de implantação

intervalo	período				idade				Total
	até 84	84-88	88-92	> 92	<10	10-14	14-18	> 18	
extensão (km) - CBUQ	0	0	443	0	0	443	0	0	443
extensão (km) - TSD	212	1038	359	571	874	80	1144	82	2180
nº de trechos - CBUQ	0	0	27	0	0	27	0	0	27
nº de trechos - TSD	13	62	18	36	50	6	66	7	129

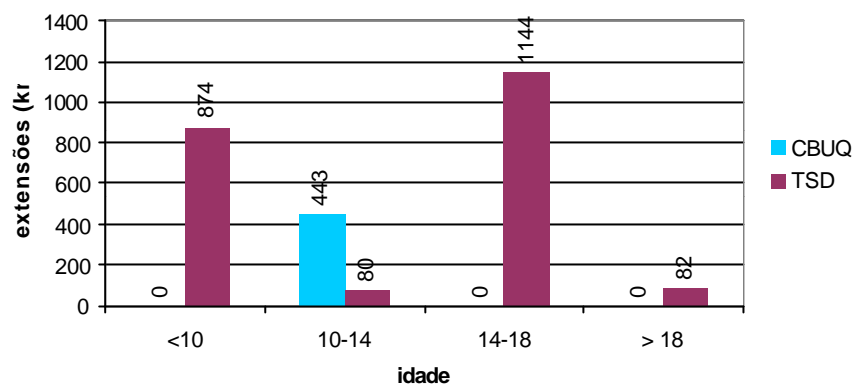


Figura 4.5: Extensões de trechos por idade e tipo de revestimento

4.3.6 Tráfego

Com relação ao tráfego atuante nos pavimentos da rede rodoviária estadual de Goiás, representados pelo número de repetições do eixo-padrão de 8,2 ton (N), são feitas as seguintes observações:

- Os Fatores de Veículos utilizados são os constantes na publicação “Tabela de Fatores de Veículos” (DNER, 1988), apresentados na tabela 4.4;
- Os valores de N foram calculados, segundo as metodologias da AASHTO e do DNER (USACE), para determinar o tráfego suportado pelas rodovias até o ano de 2001, com base nas contagens de tráfego realizadas nos anos de 1996, 1998, 2000 e 2001;
- As tabelas 4.13 e 4.14 apresentam o tráfego suportado desde o início da operação da rodovia até o ano de 2001, inclusive, pelos métodos do DNER e AASHTO, respectivamente;
- A tabela 4.15 apresenta o tráfego médio diário (TMD) comercial para o ano de 2001 nas rodovias revestidas em CBUQ e TSD. As rodovias revestidas em TSD apresentaram maior frequência de valores de até 600 veículos/dia. Aproximadamente metade dos trechos revestidos com CBUQ apresentaram TMD até 400 veículos/dia, e o restante entre 1000 e 1700 veículos/dia;
- Pelo método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis do DNER (SOUZA, 1979), a faixa característica de tráfego suportado pelos trechos revestidos com TSD foi entre $9,0 \times 10^5$ e $4,0 \times 10^6$. Os trechos revestidos com CBUQ apresentaram uma maior concentração entre os valores de $1,0 \times 10^6$

e $6,0 \times 10^6$, 48% dos trechos, e acima de $6,0 \times 10^6$, 37% dos trechos;

Tabela 4.13: Tráfego suportado até o ano de 2001 (DNER)

N DNER até 2001							
intervalo ($\times 10^6$)	<0,7	0,7-0,9	0,9-2	2-4	4-6	>6	Total
extensão (km) - CBUQ	0	61	138	87	46	111	443
extensão (km) - TSD	628	223	876	304	149	0	2180
nº de trechos - CBUQ	0	4	7	3	3	10	27
nº de trechos - TSD	40	15	43	22	9	0	129

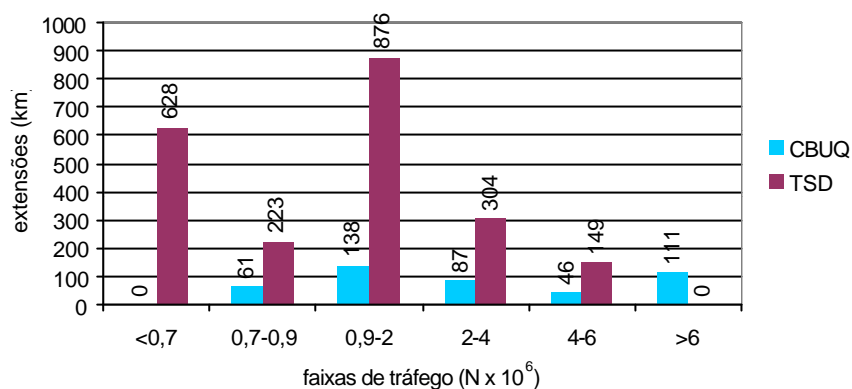


Figura 4.6: Extensões por faixa de tráfego suportado até o ano de 2001 (DNER)

Tabela 4.14: Tráfego suportado até o ano de 2001 (AASHTO)

N AASHTO até 2001							
intervalo ($\times 10^5$)	<1	1-3	3-5	5-7	7-10	>10	Total
extensão (km) - CBUQ	0	92	107	87	0	157	443
extensão (km) - TSD	162	992	505	163	210	149	2180
nº de trechos - CBUQ	0	6	5	3	0	13	27
nº de trechos - TSD	10	57	27	10	16	9	129

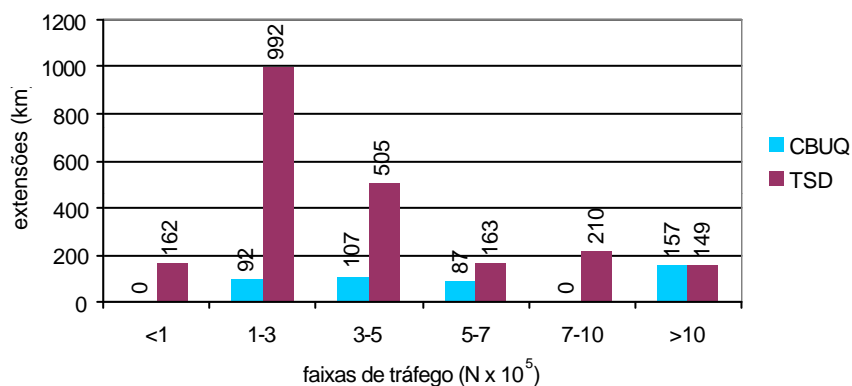
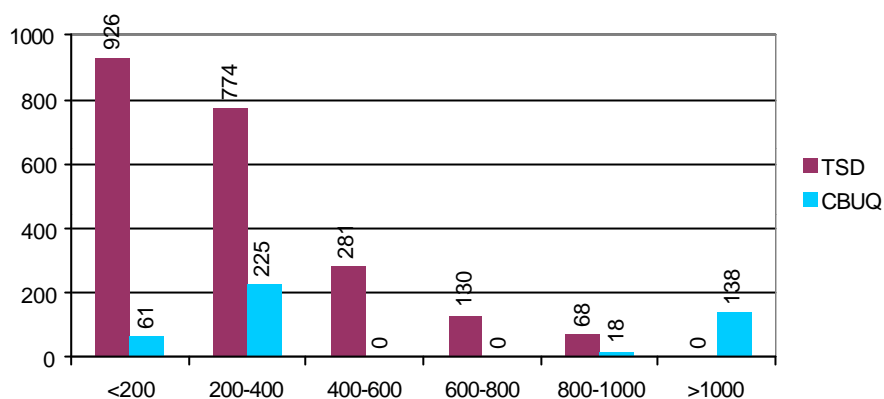


Figura 4.7: Extensões por faixa de tráfego suportado até o ano de 2001 (AASHTO)

Tabela 4.15: Distribuição do tráfego médio diário comercial de 2001

VMD comercial - 2001							
intervalo	<200	200-400	400-600	600-800	800-1000	>1000	Total
extensão (km) - CBUQ	61	225	0	0	18	138	443
extensão (km) - TSD	926	774	281	130	68	0	2180
nº de trechos - CBUQ	4	10	0	0	1	12	27
nº de trechos - TSD	49	45	24	6	5	0	129

**Figura 4.8: Extensões por intervalo de tráfego médio diário comercial de 2001**

4.3.7 Número Estrutural Corrigido (SNC)

Com relação ao número estrutural corrigido são feitas as seguintes observações:

- Os coeficientes estruturais adotados para o revestimento foram: $a_j = 0,04$ para tratamentos superficiais e $a_i = 0,17$ para concretos asfálticos;
- O valor adotado para o Módulo de Resiliência do revestimento em CBUQ foi de $MR = 3.000$ MPa, valor recomendado pela norma DNER-PRO 159/85 (DNER, 1985);
- Os valores de SNC calculados para cada trecho, junto com os seus coeficientes estruturais estão apresentados na tabela A.10 do Anexo A;
- 98% dos trechos estudados cujo revestimento era em TSD apresentaram valores de SNC variando entre 2,22 e 3,4, podendo ser classificados como pavimentos leves (DNER, 1998);
- Os trechos com revestimento em CBUQ apresentaram valores de SNC variando entre 3,16 e 3,51. Do total, 77% foram classificados como médios (DNER, 1998).

Tabela 4.16: Intervalos de distribuição do número estrutural corrigido (SNC)

intervalo	SNC						Total
	<2,4	2,4-2,6	2,6-2,8	2,8-3,0	3,0-3,2	>3,2	
extensão (km) - CBUQ	0	0	0	0	22	421	443
extensão (km) - TSD	114	628	640	498	118	182	2180
nº de trechos - CBUQ	0	0	0	0	2	25	27
nº de trechos - TSD	6	31	42	30	11	9	129

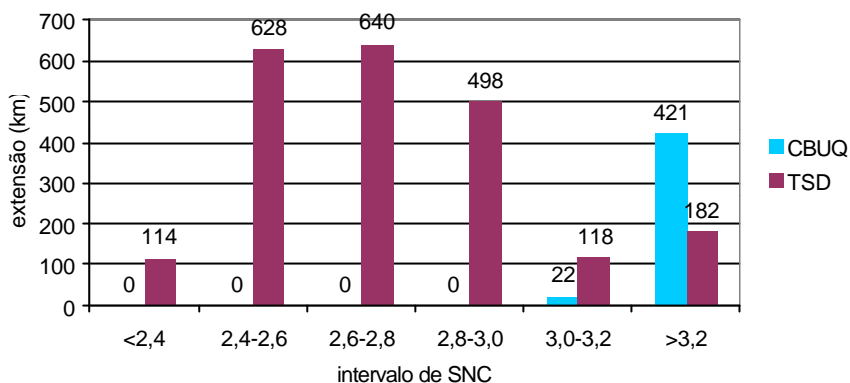


Figura 4.9: Extensões de trechos por intervalo de SNC

4.4 COMPARAÇÃO ENTRE OS LEVANTAMENTOS

Os levantamentos de 1998, 2000 e 2001 não tem coincidência de trechos entre si, apenas com o levantamento de 1996. Desta forma, os trechos cujos levantamentos são coincidentes foram comparados em termos de Irregularidade Longitudinal, Afundamento de Trilhas de Roda, Deflexão e Trincamento.

O número de trechos e a respectiva extensão envolvida na comparação de cada par de levantamentos é apresentada na tabela 4.17.

Tabela 4.17: Número de trechos e extensão comparada por par de levantamentos

Par de levantamentos	96 x 98		96 x 00		96 x 01	
	TSD	CBUQ	TSD	CBUQ	TSD	CBUQ
Tipo de revestimento	TSD	CBUQ	TSD	CBUQ	TSD	CBUQ
Número de trechos	8	6	10	7	41	8
Extensão (km)	82	109	207	83	718	131

As tabelas apresentadas a seguir apresentam os trechos analisados com revestimento em TSD e CBUQ, respectivamente, com os valores obtidos nos levantamentos e o tráfego suportado.

➤ Trechos em TSD

Tabela 4.18: Dados dos levantamentos de 1996 e 1998 – Trechos em TSD

Trecho	Segmento	Código	ano de execução	1996				1998			
				NA	ATR (mm)	DEFM (0,01 mm)	QI (cont/km)	NA	ATR (mm)	DEFM (0,01 mm)	QI (cont/km)
1	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0010	85	8.35E+05	3.04	63.26	42,00	4.81E+06	5.94	76,00	70,00
2	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0015	85	8.35E+05	3.04	65.65	42,00	4.81E+06	5.01	84,00	67.50
3	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0020	85	8.35E+05	2.09	55.81	38,00	4.81E+06	5,29	61,00	53,60
4	Bonfinópolis - L. de Buhões	010EGO0030	85	8.35E+05	3,88	61,09	39,00	4.81E+06	9,29	81,00	57,80
5	Bonfinópolis - L. de Buhões	010EGO0050	85	1.21E+06	3,83	70,44	46,00	4.81E+06	5,99	90,00	54,80
55	Edealina / Edéia	215EGO0060	84	1.26E+06	3.10	63,00	46,00	1.51E+06	3,75	53,00	53,40
80	GO-040 / GO-213	320EGO0070	85	1.26E+06	3,20	70,00	46,00	1.52E+06	5,27	64,70	48,80
81	Joviânia / GO-319	320EGO0110	87	9.87E+05	5.10	77,00	42,00	1.22E+06	4,65	51,00	49,00

Tabela 4.19: Dados dos levantamentos de 1996 e 2000– Trechos em TSD

Trecho	Segmento	Código	ano de execução	1996				2000			
				NA	ATR (mm)	DEFM (0,01 mm)	QI (cont/km)	NA	ATR (mm)	DEFM (0,01 mm)	QI (cont/km)
6	Vianópolis - Luziânia	010EGO0170	84	8.46E+05	2.80	66,00	38,00	3.72E+06	6,75	50,00	64,20
7	Vianópolis - Luziânia	010EGO0190	84	8.46E+05	2,38	59,00	47,00	3.94E+06	6,41	57,30	70,40
16	Firminópolis / S. L. M. Belos	060EGO0130	94	5.66E+05	1,70	67,32	42,00	1.40E+06	3,75	53,00	52,10
17	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0150	94	5.34E+05	1,92	71,91	48,00	2.00E+06	2,98	60,00	59,00
18	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0170	94	5.06E+05	1,80	65,65	41,00	1.26E+06	2,42	68,00	38,50
19	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0180	94	5.06E+05	1,91	60,11	37,70	1.26E+06	2,50	49,00	44,80
20	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0190	94	4.09E+05	1,86	62,06	33,00	1.01E+06	2,75	53,00	43,20
30	S. J. da Aliança / Alto Paraíso	118EGO0080	84	3.44E+05	2,70	52,00	34,70	1.13E+06	3,87	50,00	46,00
87	GO-222 / Sanclerlândia	326EGO0060	85	5.03E+05	1,90	65,00	42,00	7.14E+05	2,21	69,00	35,40
111	Div. DF-GO / Padre Bernardo	424EGO0010	87	3.50E+05	2,96	51,00	35,00	4.90E+05	4,43	46,70	41,96

Tabela 4.20: Dados dos levantamentos de 1996 e 2001– Trechos em TSD

Trecho	Segmento	Código	ano de execução	1996				2001			
				NA	ATR (mm)	DEFM (0,01 mm)	QI (cont/km)	NA	ATR (mm)	DEFM (0,01 mm)	QI (cont/km)
9	Aloândia/BR-452	040EGO0090	93	2,32E+05	2,00	71,18	33,00	6,25E+05	5,3	87,9	35,1
10	Aloândia/BR-452	040EGO0130	92	1,11E+06	2,65	64,78	40,00	2,64E+06	6,7	89,8	42,9
11	Aloândia/BR-452	040EGO0140	92	1,11E+06	3,00	72,62	38,00	2,64E+06	6,9	90,8	44,2
12	Aloândia/BR-452	040EGO0150	92	1,11E+06	2,90	67,32	40,00	2,64E+06	5,7	89,4	47,0
13	Trindade / Campestre de GO	050EGO0030	86	3,77E+05	3,00	63,90	38,00	6,32E+05	4,9	80,9	40,0
14	Trindade / Campestre de GO	050EGO0050	86	3,77E+05	1,83	67,32	41,00	6,32E+05	4,9	78,8	43,0
21	Iporá / Arenópolis	060EGO0230	85	1,23E+06	3,00	62,06	50,00	2,00E+06	3,7	74,0	48,3
22	Iporá / Arenópolis	060EGO0240	85	1,23E+06	3,00	58,03	57,00	2,00E+06	5,3	76,8	62,0
23	Iporá / Arenópolis	060EGO0245	85	1,23E+06	3,00	58,03	57,00	2,00E+06	4,7	86,0	60,0
24	Arenópolis / Piranhas	060EGO0250	85	1,23E+06	2,90	58,03	59,00	2,00E+06	5,9	81,6	59,0
25	Arenópolis / Piranhas	060EGO0260	85	1,23E+06	2,40	58,03	59,00	2,00E+06	3,35	77,99	63,00
26	Arenópolis / Piranhas	060EGO0270	85	1,23E+06	3,10	68,12	56,00	2,00E+06	2,88	85,33	60,00
29	BR-010 / GO-430	118EGO0010	85	5,67E+05	2,67	49,39	38,00	9,25E+05	2,63	73,95	40,00
31	Alto Paraíso / Teresina de GO	118EGO0090	84	4,26E+05	1,67	44,64	36,90	6,78E+05	1,85	76,98	41,40
32	Taquaral de GO / Itaquari	154EGO0150	92	1,41E+05	2,42	58,03	40,00	3,35E+05	1,75	91,16	46,00
33	Itaquari / Itaquaru	154EGO0170	92	1,41E+05	1,50	50,79	43,30	3,35E+05	1,95	83,95	49,00
34	S. Terezinha de GO / Campos	154EGO0410	94	6,45E+04	1,40	54,63	35,00	2,08E+05	1,70	88,04	46,60
38	Anicuns / Americano do Brasil	156EGO0150	85	5,68E+05	2,40	64,78	37,00	9,27E+05	4,30	78,17	43,60
39	Anicuns / Americano do Brasil	156EGO0170	92	5,68E+05	2,40	64,78	40,00	9,27E+05	3,40	84,86	46,00
40	Itaberaí / Heitorai	156EGO0230	85	2,98E+05	1,74	66,49	33,30	4,86E+05	2,90	71,84	47,30
43	S.L. Montes Belos / Sanclerlândia	164EGO0470	92	2,23E+05	2,10	70,44	45,00	4,64E+05	3,55	77,23	42,30
44	Mozarlândia / Nova Crixas	164EGO0750	74	8,11E+05	2,50	33,58	38,00	1,12E+06	3,95	84,70	46,40
45	Mozarlândia / Nova Crixas	164EGO0770	74	6,88E+05	2,13	50,79	39,00	9,51E+05	4,05	73,19	44,20
46	Nova Trindade / Sta. Fé	173EGO0050	92	3,75E+05	2,61	38,72	34,00	6,38E+05	3,75	80,22	44,80
47	Quirinópolis / BR-364	206EGO0190	93	2,04E+05	1,46	54,63	31,00	5,05E+05	3,90	68,83	38,00
48	Davinópolis / GO-301	210EGO0030	94	2,19E+04	1,30	59,08	21,00	7,05E+04	2,66	74,15	30,20
49	GO-301 / BR-050	210EGO0050	94	2,19E+04	1,55	69,68	21,00	7,05E+04	2,36	87,74	39,50
50	BR-153 / Panamá	210EGO0290	79	3,61E+05	2,14	58,03	33,00	5,25E+05	3,28	84,27	35,10
51	Panamá / GO-515	210EGO0300	94	7,42E+04	2,15	55,81	26,00	2,39E+05	2,69	74,15	32,90
52	Pontalina / Edealina	215EGO0030	94	2,10E+05	1,93	59,08	36,00	6,76E+05	5,05	78,05	50,00
55	Edealina / Edéia	215EGO0060	84	1,26E+06	3,10	62,99	46,00	2,01E+06	5,90	77,61	49,80
72	Minacu / Campinacu	241EGO0170	93	1,91E+05	1,54	47,90	36,00	5,14E+05	4,37	76,27	38,00
73	Campinacu / Formoso	241EGO0190	94	2,27E+05	1,66	55,81	34,00	7,30E+05	4,73	77,11	36,00
76	Itaiá / Aporé	302EGO0070	92	1,48E+05	2,00	52,13	34,00	3,52E+05	3,90	70,36	37,40
77	Itaiá / Aporé	302EGO0090	92	1,48E+05	1,50	50,79	35,00	3,52E+05	4,55	76,40	36,90
78	Nova Fátima / BR-153	319EGO0270	93	1,89E+05	1,52	61,09	37,00	5,10E+05	4,60	90,55	42,00
101	GO-320 / Palmeuma	408EGO0010	93	8,54E+04	1,83	58,03	36,00	2,30E+05	2,71	69,07	43,00
104	GO-080 / Damolândia	416EGO0010	85	2,84E+05	1,76	71,91	32,00	4,64E+05	4,28	84,81	34,80
105	GO-320 / Aurilândia	417EGO0010	90	2,94E+04	1,00	61,09	30,60	5,91E+04	2,00	82,12	31,60
106	Go-060 / Fazenda Nova	418EGO0010	86	3,19E+05	2,40	54,63	43,00	5,35E+05	3,87	81,73	48,70
107	Fazenda Nova / GO-324	418EGO0030	86	3,19E+05	2,03	55,81	38,00	5,35E+05	4,55	83,24	40,70

➤ Trechos em CBUQ

Tabela 4.21: Dados dos levantamentos de 1996 e 1998 – Trechos em CBUQ

Trecho	Segmento	Código	ano de execução	1996					1998				
				NA	ATR (mm)	DEFM (0,01 mm)	QI (cont/km)	TRI (%)	NA	ATR (mm)	DEFM (0,01 mm)	QI (cont/km)	TRI (%)
130	S. Bárbara / Claudionópolis	060EGO0050	90	2,28E+06	3,00	66,00	48,00	5,00	3,02E+06	3,58	67,80	53,10	29,41
131	Claudionópolis / Nazário	060EGO0070	90	2,10E+06	3,20	59,00	40,00	5,00	2,78E+06	2,89	74,80	45,50	15,29
132	Nazário / Turvânia	060EGO0090	91	1,37E+06	3,00	67,32	39,00	7,00	1,89E+06	2,64	58,30	48,60	21,00
133	Nazário / Turvânia	060EGO0100	91	1,37E+06	3,00	71,91	40,00	6,00	1,89E+06	3,04	68,80	46,40	15,00
134	Turvânia / Firminópolis	060EGO0110	91	1,12E+06	2,21	65,65	46,00	2,00	1,53E+06	2,52	62,40	41,00	29,00
154	Ap. do Rio doce / BR-060	174EGO0010	89	6,16E+05	2,12	60,11	42,00	0,00	8,20E+05	2,84	56,70	44,60	5,00

Tabela 4.22: Dados dos levantamentos de 1996 e 2000 – Trechos em CBUQ

Trecho	Segmento	Código	ano de execução	1996					2000				
				NA	ATR (mm)	DEFM (0,01 mm)	QI (cont/km)	TRI (%)	NA	ATR (mm)	DEFM (0,01 mm)	QI (cont/km)	TRI (%)
135	Goiânia / Nerópolis	080EGO0010	89	3,25E+06	4,00	58,03	42,00	45,00	4,55E+06	4,12	83,12	48,40	55,65
136	Goiânia / Nerópolis	080EGO0030	89	3,25E+06	4,21	71,18	48,00	46,00	4,55E+06	4,82	72,20	59,38	81,50
137	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0050	89	3,56E+06	4,00	75,36	42,00	50,00	4,98E+06	5,10	86,00	56,00	64,74
138	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0070	89	3,56E+06	3,90	59,08	41,00	50,00	4,98E+06	4,16	88,00	51,10	54,00
139	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0090	89	3,56E+06	3,80	60,11	42,00	17,00	4,98E+06	3,56	83,30	63,00	38,59
140	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0110	89	3,56E+06	3,90	56,94	40,00	35,00	4,98E+06	3,91	78,00	58,00	44,80
141	Petrolina de GO / Jaraguá	080EGO0130	89	3,96E+06	6,50	62,06	43,00	20,00	5,54E+06	7,40	84,77	54,00	58,15

Tabela 4.23: Dados dos levantamentos de 1996 e 2001 – Trechos em CBUQ

Trecho	Segmento	Código	ano de execução	1996					2001				
				NA	ATR (mm)	DEFM (0,01 mm)	QI (cont/km)	TRI (%)	NA	ATR (mm)	DEFM (0,01 mm)	QI (cont/km)	TRI (%)
143	Itapaci / Pilar de Goiás	154EGO0330	90	2,10E+05	1,91	53,41	38,00	0,00	4,21E+05	12,50	62,99	41,70	0,00
144	Itapaci / Pilar de Goiás	154EGO0350	91	1,82E+05	2,24	53,41	37,00	0,00	3,94E+05	13,55	67,88	38,20	2,00
145	Pilar de Goiás / Luzelândia	154EGO0370	91	1,82E+05	2,01	49,39	37,00	0,00	3,94E+05	14,15	89,02	39,50	9,70
146	Luzelândia / S. Terezinha	154EGO0390	91	1,82E+05	1,65	59,08	32,00	0,00	3,94E+05	13,85	88,92	37,30	7,30
147	Mossâmedes / BR-070	164EGO0510	89	5,54E+05	2,61	62,06	35,00	0,00	9,30E+05	3,50	83,29	43,90	3,50
151	Faina / Araçuapaz	164EGO0610	89	9,70E+05	3,24	56,94	37,00	24,00	1,40E+06	4,40	71,18	42,60	33,10
152	Sta. Fé / Britânia	173EGO0070	89	2,85E+05	1,50	47,90	36,00	0,00	5,39E+05	2,70	73,26	41,00	0,00
153	Sta. Fé / Britânia	173EGO0090	89	2,85E+05	1,67	50,79	36,00	0,00	5,39E+05	3,20	76,02	36,00	0,00

CAPÍTULO 5 - ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DOS PAVIMENTOS

Para este estudo, a análise do comportamento dos pavimentos foi realizada com base nos procedimentos apresentados por NUÑEZ e SHAHIN (1986) e SHAHIN et al (1987). O objetivo a ser alcançado com esta metodologia foi verificar a tendência de desenvolvimento de defeitos e condições do pavimento, para uso em sistema de gerência de pavimentos, a partir de todos os dados obtidos com os quatro levantamentos realizados na rede pavimentada estadual de Goiás.

Em seguida, a fim de se conhecer os módulos resilientes dos materiais que compõem a estrutura dos pavimentos da rede em estudo, foi feita retroanálise das bacias de deflexão. As bacias analisadas foram coletadas com o equipamento Falling Weight Deflectometer (FWD) no levantamento de 2001.

5.1 ANÁLISE DAS TENDÊNCIAS DE DESEMPENHO E COMPARAÇÕES COM MODELOS EXISTENTES

A análise das tendências de desempenho e as comparações com modelos existentes foram feitas através de gráficos elaborados segundo metodologia exposta no capítulo 3.

Os gráficos utilizados relacionam o número equivalente de operações do eixo padrão de 8,2 ton, calculado pelo método da AASHTO (AASHTO, 1993), às variáveis irregularidade longitudinal, deflexões máximas médias, profundidade de trilha de roda e trincamento.

Para os parâmetros irregularidade longitudinal, trincamento e afundamento de trilha de roda existem equações de desempenho desenvolvidas em outras pesquisas.

Nestes casos, foi traçada a curva de desempenho a partir dos resultados obtidos com o uso de tais equações, permitindo, desta forma, a comparação com a linha de tendência observada pelos dados da amostra analisada.

A equação obtida com o uso de todos os dados disponíveis foi plotada no gráfico sendo a mesma sempre nomeada seqüencialmente com relação ao número do capítulo na qual a mesma está localizada.

Também foi lançada nestes gráficos a equação obtida com o uso dos dados provenientes dos trechos coincidentes de dois levantamentos realizados em anos diferentes, conforme apresentado no item 4.4. Esta equação será denominada de “equação parcial”. Esta atividade foi feita com a intenção de verificar se melhores modelos são obtidos quando são utilizados todos os dados disponíveis ou apenas os que formam uma série histórica.

Para o parâmetro deflexão máxima média não foram encontradas equações de previsão de desempenho em fontes bibliográficas. Desta forma, foram determinadas apenas as linhas de tendência para esta variável.

Para cada par de variáveis foi indicada a equação que apresentava o melhor coeficiente de determinação (R^2).

As análises e comparações efetuadas com cada variável e sua respectiva família são apresentadas a seguir.

5.1.1 Afundamento de Trilha de Roda

A equação de previsão adotada foi elaborada através de regressão, utilizando os dados coletados na Pesquisa sobre Inter-relacionamento de Custos de Construção, Conservação e Utilização de Rodovias (PICR) realizada no Brasil (PATERSON, 1987). A razão do uso desta equação reside no fato de que a mesma foi determinada a partir de dados coletados no Brasil.

$$ATR = IDADE^{0,166} \times SNC^{-0,502} \times COMP^{-2,30} \times NA^{ERM} \quad (2.15)$$

$$R^2 = 0,42$$

As variáveis foram previamente apresentadas no Capítulo 03.

A aplicação da equação 2.15 foi realizada utilizando valores padrões ou determinados através de dados disponíveis, sendo estes os seguintes:

- COMP = 0,972; valor médio determinado na PICR;
- RH = 0; os trechos restaurados foram excluídos da análise;
- MMP = 0,146; valor calculado com base no Anuário Estatístico de Goiás (GOIÁS, 1996);
- CRX - considerado 0 para idades inferiores a 6 anos e 21,6 para idades maiores, correspondendo ao valor médio determinado com os dados da PICR, para pavimentos em CBUQ.

Os resultados obtidos com a equação 2.15 encontram-se nas tabelas A.11, A.12, A.13 e A.14 do Anexo A, trechos em TSD e CBUQ.

5.1.1.1 Família de Revestimento em TSD

Os dados utilizados nesta análise são apresentados nas tabelas A.2, A.3, A.4 e A.5, trechos em TSD, do Anexo A, sendo destacados os seguintes pontos:

- a) A figura 5.1 mostra que existe relação entre a profundidade de trilha de roda e o número de repetições do eixo padrão de 8,2 ton calculado pela AASHTO. Nesta figura são apresentados os dados de cada levantamento diferenciados pela cor. A linha que melhor se ajustou a estes pontos e as linhas obtidas com o uso das equações 2.15 e 5.1;
- b) Os trechos apresentam uma distribuição homogênea da profundidade das trilhas de roda, variando entre 1,5 e 3,0 mm, até aproximadamente o número de 3×10^5 repetições do eixo padrão. A partir deste ponto nota-se a evolução mais acelerada destes valores em relação ao número N.
- c) Os valores previstos pela equação 2.15 ficaram um pouco acima dos valores estimados pelas linhas de tendência, apresentando, no entanto a mesma conformação;
- d) A equação parcial, proveniente dos trechos que sofreram dois levantamentos em anos diferentes, conforme explicado no item 4.4,

apresentou menor coeficiente de determinação do que a equação obtida utilizando todos os dados;

- e) A equação que apresentou melhor ajuste entre os pontos foi do tipo linear, quando utilizados todos os dados disponíveis. O coeficiente de determinação obtido foi maior do que o da equação de referência, 2.15 (PATERSON, 1987).

$$\text{ATR} = 2 \times 10^{-6} \times \text{NA} + 1,2084 \quad (5.1)$$

$$R^2 = 0,58$$

onde,

ATR – afundamento da trilha de roda, mm.

NA - número equivalente de operações do eixo padrão (AASHTO, 1993)

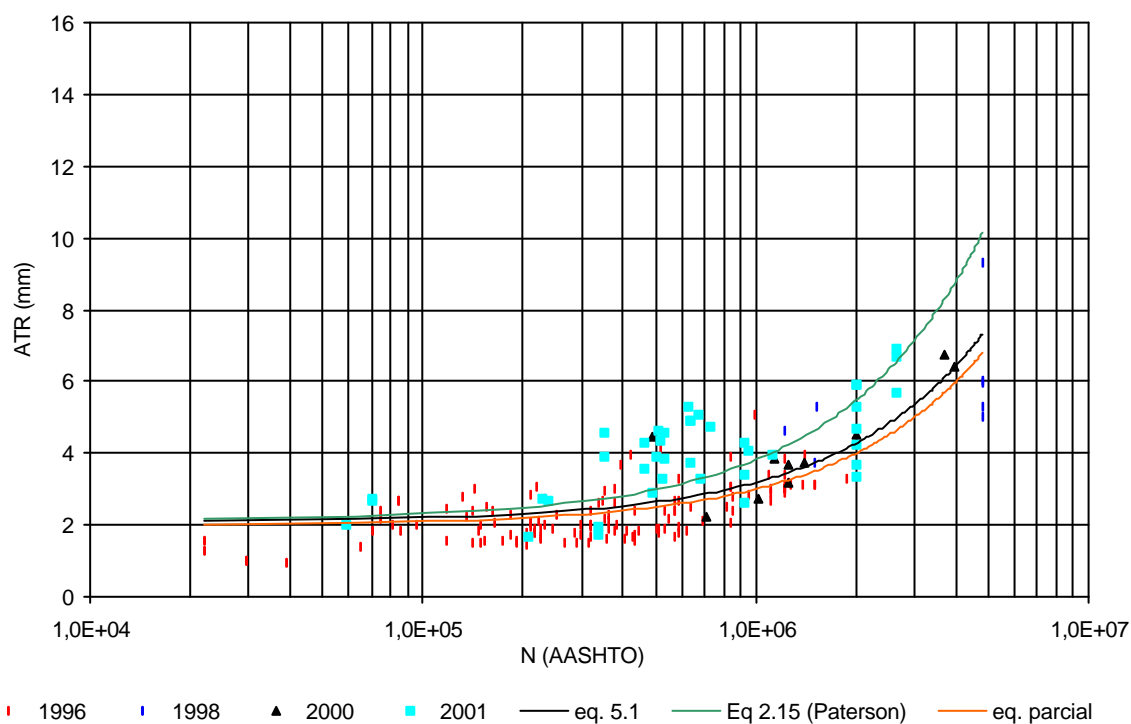


Figura 5.1: Relação entre Afundamento de Trilha de Roda e Número N (AASHTO) –TSD

5.1.1.2 Família de Revestimento em CBUQ

Os dados utilizados nesta análise são apresentados nas tabelas A.2, A.3, A.4 a A.5, trechos em CBUQ, do Anexo A, sendo destacados os seguintes pontos:

- a) A figura 5.2 mostra que existe relação entre a profundidade de trilha de roda e o número de repetições do eixo padrão de 8,2 ton;
- b) Os trechos apresentam uma distribuição homogênea da profundidade das trilhas de roda até aproximadamente o número de 3×10^6 repetições do eixo padrão. A partir deste ponto nota-se uma rápida evolução destes valores em relação ao número N;
- c) Os valores previstos pela equação 2.15 ficaram próximos aos valores estimados pela linha de tendência até $NA < 10^6$, mas a partir deste ponto os valores obtidos com esta equação são superiores;
- d) Assim como ocorreu para os trechos revestidos com TSD, a equação parcial, proveniente dos trechos que sofreram dois levantamentos em anos diferentes, conforme explicado no item 4.4, apresentou menor coeficiente de determinação do que a equação obtida utilizando todos os dados;
- e) Foram excluídos da análise os trechos 143, 144, 145 e 146 por apresentarem valores muito acima da tendência dos demais. A razão mais provável para a existência destes valores extremos seria o desvio do tráfego da BR-153 para a GO-154, devido às más condições apresentadas pela primeira rodovia. Apesar do aumento do tráfego, este não foi computado na contagem volumétrica, uma vez que os veículos que chegavam a esta rodovia vinham por um trecho adiante do onde eram feitas as contagens;
- f) A equação que apresentou o coeficiente de determinação mais elevado para a linha de tendência foi do tipo linear, sendo utilizados todos os dados disponíveis. O coeficiente de determinação obtido foi maior do que o da equação de referência, 2.15 (PATERSON, 1987).

$$ATR = 6 \times 10^{-7} \times NA + 1,9814 \quad (5.2)$$

$$R^2 = 0,66$$

onde, as variáveis ATR e NA foram definidas na equação anterior.

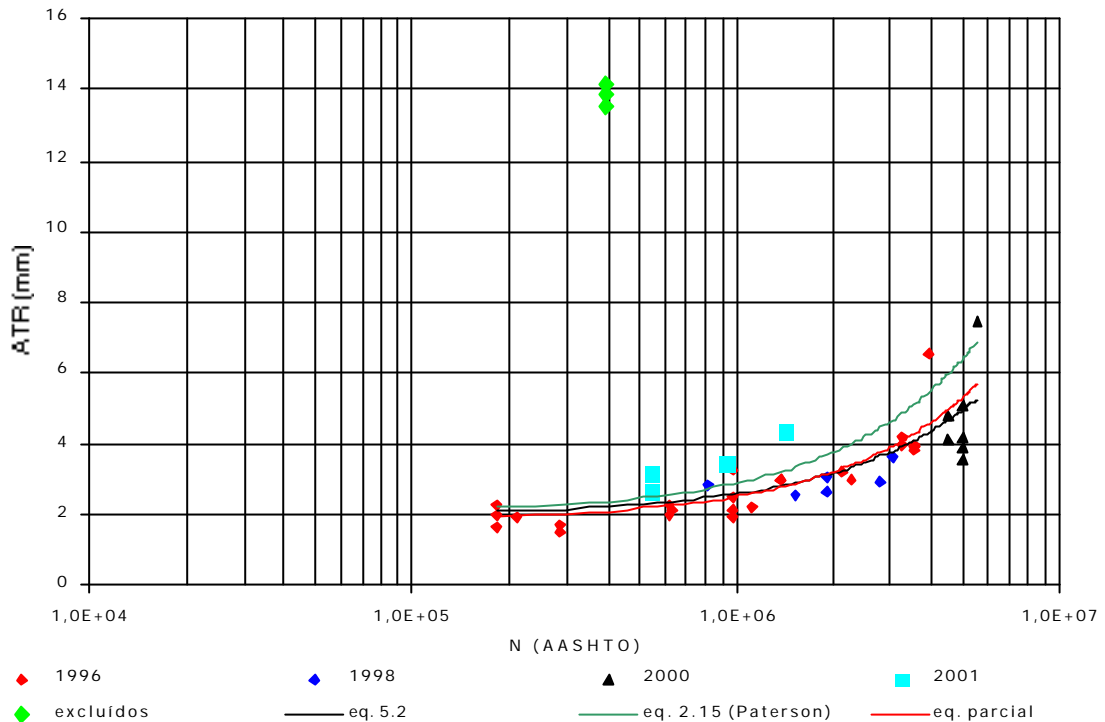


Figura 5.2: Relação entre Afundamento de Trilha de Roda e Número N (AASHTO) –CBUQ

5.1.2 Deflexão Média Máxima

As análises do comportamento dos pavimentos em relação à deflexão máxima média são apresentadas a seguir, de acordo com as famílias de pavimentos definidas.

5.1.2.1 Família de Revestimento em TSD

Os dados utilizados nesta análise são apresentados nas tabelas A.2, A.3, A.4 e A.5, trechos em TSD, do Anexo A, sendo destacados os seguintes pontos:

- a) A figura 5.3 mostra que os trechos levantados se distribuem numa nuvem de pontos, indicando que não existe relação entre as deflexões máximas médias de cada trecho e o número de repetições do eixo padrão de 8,2 ton;
- b) A forma de distribuição dos pontos verificada indica que a condição estrutural das camadas de assentamento é bastante homogênea;
- c) Uma vez que o TSD não exerce influência neste parâmetro, o valor medido reflete a boa capacidade estrutural destas camadas;

- d) A umidade dos materiais “in situ” influencia diretamente na obtenção das deflexões (MEDINA, 1997). A impossibilidade de fixar este parâmetro para todos os levantamentos dificulta uma possível verificação da evolução da deflexão com o tráfego.

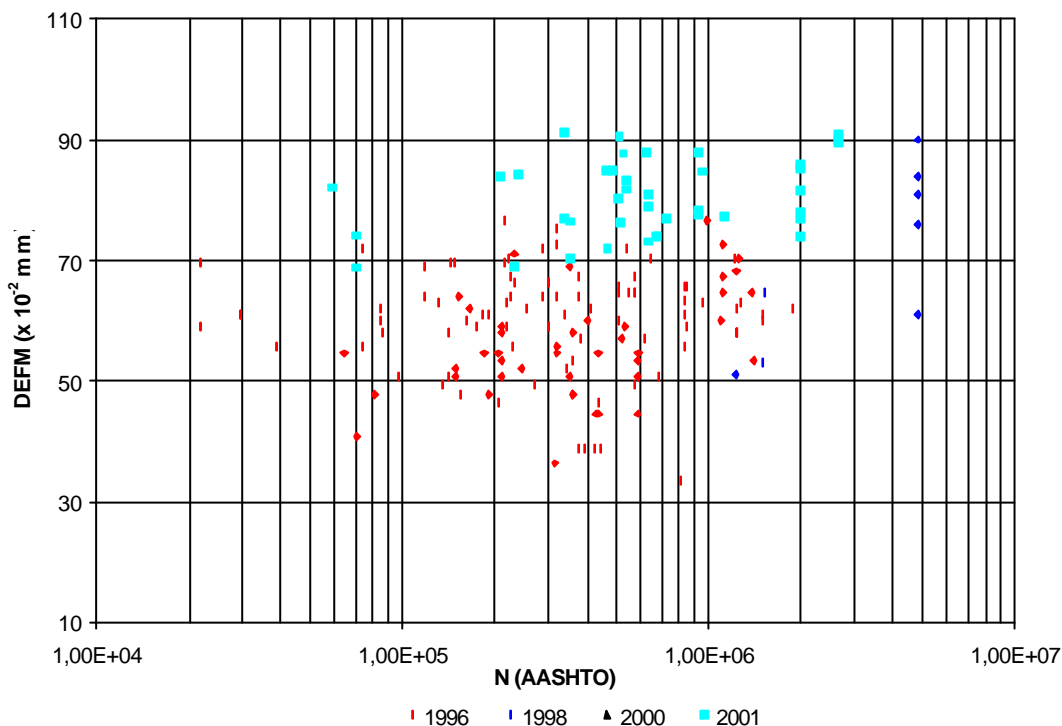


Figura 5.3: Relação entre Deflexão e Número N (AASHTO) –TSD

5.1.2.2 Família de Revestimento em CBUQ

Os dados utilizados nesta análise são apresentados nas tabelas A.2, A.3, A.4 e A.5, trechos em CBUQ, do Anexo A, sendo destacados os seguintes pontos:

- A figura 5.4 mostra que existe uma discreta relação entre as deflexões máximas médias de cada trecho e o número de repetições do eixo padrão de 8,2 ton;
- A partir do número de repetições do eixo padrão de 3×10^6 ocorre aumento nos valores de deflexão;
- Não foi obtida correlação quando utilizados apenas os trechos com levantamentos repetidos;

- d) Foram excluídos da análise os trechos de número 143, 144, 145, 146, 152 e 153, referentes ao levantamento de 2001 por apresentarem valores acima da tendência observada pelos demais. Estes trechos também foram excluídos da análise de afundamento de trilha de roda. Estas rodovias também apresentaram baixos valores modulares para a camada de revestimento e de base, que poderá ser comprovado no item 5.3 referente à retroanálise, indicando que estas camadas já não mais apresentam adequada capacidade de suporte;
- e) A equação que apresentou o coeficiente de determinação mais elevado para a linha de tendência foi do tipo polinomial, quando utilizados todos os dados disponíveis.

$$\text{DEFM} = 7 \times 10^{-13} \times \text{NA}^2 + 9 \times 10^{-7} \times \text{NA} + 57,602 \quad (5.3)$$

$$R^2 = 0,61$$

onde,

DEFM – Deflexão máxima média, em centésimos de milímetros.

NA - número equivalente de operações do eixo padrão (AASHTO, 1993)

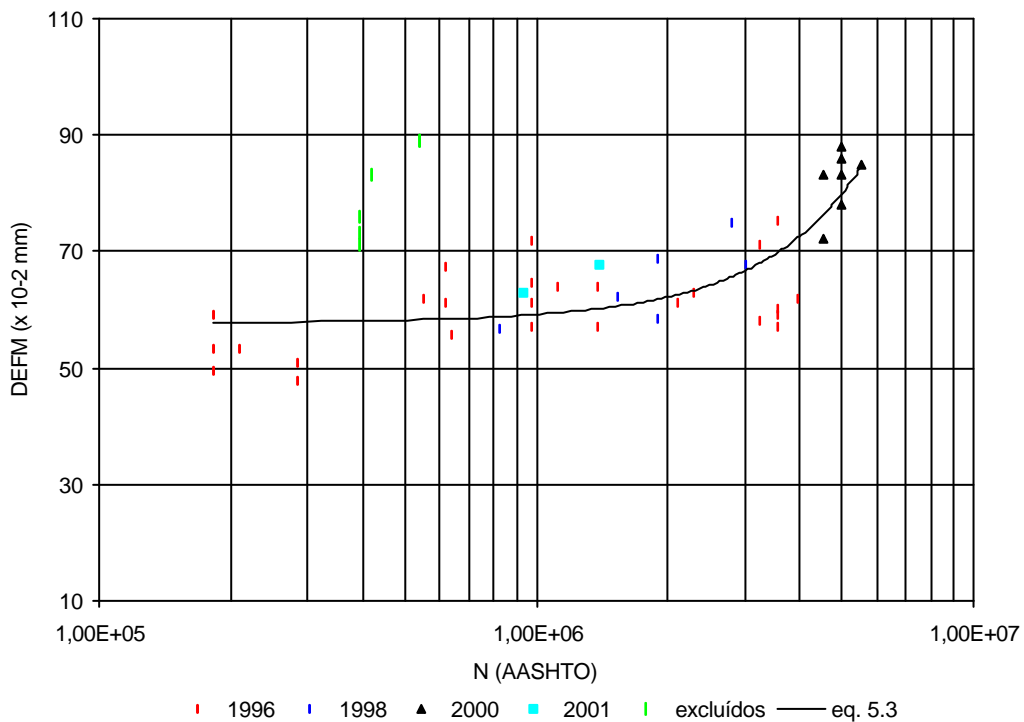


Figura 5.4: Relação entre Deflexão e Número N (AASHTO) –CBUQ

5.1.3 Irregularidade Longitudinal

A tendência observada com todos os dados foi comparada aos resultados obtidos com o uso de duas equações de previsão conhecidas e com as obtidas a partir dos trechos que sofreram dois levantamentos.

A primeira equação foi estabelecida por QUEIROZ (1981), determinada por regressão com base nos dados coletados durante a Pesquisa sobre Inter-relacionamento de Custos de Construção, Conservação e Utilização de Rodovias (PICR), realizada no Brasil. Esta equação foi escolhida por ter sido elaborada com dados coletados no Brasil e por ser utilizada no método de projeto de restauração DNER PRO 159/85. A equação é a seguinte:

$$QI = 12,63 - 5,16 RH + 3,31 ST + 0,393 IDADE + 8,66 (\log NA/SNC) + 7,17 \times 10^{-5} \times (D_{VB} \times \log NA)^2 \quad (2.4)$$

$$R^2 = 0,525$$

Onde as variáveis foram apresentadas no Capítulo 03.

A segunda equação foi estabelecida por PATERSON (1987), através de análise de regressão não-linear dos dados coletados na PICR. Esta equação foi escolhida por ter sido elaborada com dados coletados no Brasil. A equação é a seguinte:

$$RI = (RI_0 + 725 \times (1 + SNC)^{-4,99} \times YE_4) \times e^{0,0153 \times IDADE} \quad (2.14)$$

$$R^2 = 0,75$$

Onde as variáveis foram apresentadas no Capítulo 03.

As tabelas A.11, A.12 e A.13 e A14, no Anexo A, apresentam os resultados obtidos com a aplicação das equações 2.4 e 2.14.

5.1.3.1 Família de Revestimento em TSD

Os dados utilizados nesta análise estão apresentados nas tabelas A.2, A.3, A.4 e A.5, trechos em TSD, do Anexo A, sendo destacados os seguintes pontos:

- a) A figura 5.5 mostra que existe correlação entre o aumento do tráfego e o aumento da irregularidade longitudinal de cada trecho;
- b) A irregularidade começa a apresentar valores acima de 40 contagens/km, na média, a partir do número de solicitações NA igual a 5×10^5 ;
- c) Para uso da equação 2.4 (QUEIROZ, 1981), foi feita a correlação dos valores medidos com FWD para Viga Benkelman conforme as equações 2.20 a 2.22. Os valores obtidos ficaram um pouco acima dos valores estimados pela linha de tendência observada na pesquisa. Porém, para $NA > 10^6$, os valores obtidos com a equação 2.4 se aproximam da tendência observada na pesquisa;
- d) A equação 2.14 (PATERSON, 1987) apresentou valores próximos da tendência observada na pesquisa para valores de $NA < 1 \times 10^5$, a partir deste ponto as duas curvas se distanciam;
- e) O coeficiente de determinação obtido quando utilizando todos os dados dos levantamentos disponíveis foi igual ao da equação proveniente dos trechos que sofreram dois levantamentos em anos diferentes, conforme explicado no item 4.4. Quando comparado com os coeficientes das equações de referência, o obtido na pesquisa foi superior ao da equação 2.4 (QUEIROZ, 1981) e inferior ao da equação 2.14 (PATERSON, 1987);
- f) A equação que apresentou o coeficiente de determinação mais elevado para a linha de tendência foi do tipo potencial:

$$QI = 6,5729 \times NA^{0,1398} \quad (5.4)$$

$$R^2 = 0,58$$

onde,

QI – Quociente de irregularidade, em contagens/km

NA - número equivalente de operações do eixo padrão (AASHTO, 1993)

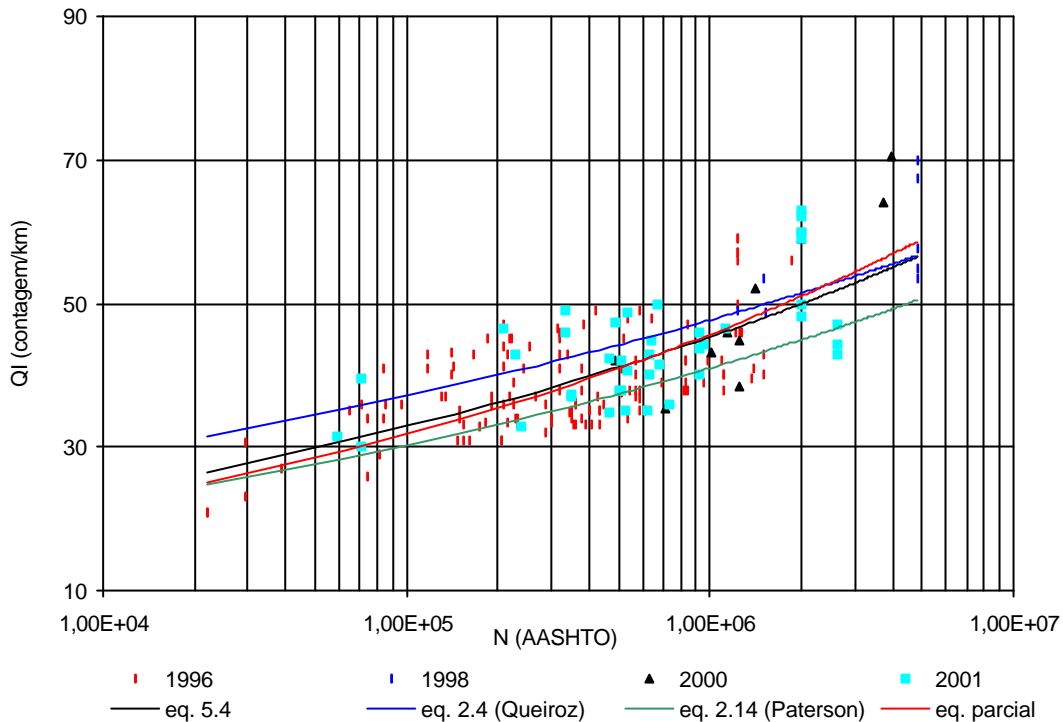


Figura 5.5: Relação entre quociente de irregularidade e Número N (AASHTO) –TSD

5.1.3.2 Família de Revestimento em CBUQ

Os dados utilizados nesta análise são apresentados nas tabelas A.2, A.3, A.4 e A.5, trechos em CBUQ, do Anexo A, sendo destacados os seguintes pontos:

- a) A figura 5.6 mostra que existe relação entre o aumento do número de repetições do eixo padrão e a irregularidade longitudinal;
- b) A irregularidade longitudinal começa a apresentar valores acima de 40 contagens/km, na média, a partir do número de solicitações NA igual a 1×10^6 ;
- c) Os valores obtidos com a equação 2.4 (QUEIROZ, 1981), foram um pouco superiores aos levantados em campo. As configurações de ambas as curvas foram bastante semelhantes;
- d) Os valores calculados com equação 2.14 (PATERSON, 1987) se mostraram menores que os valores da amostra coletados em campo;
- e) Exatamente como ocorreu com os trechos revestidos em TSD, o coeficiente de determinação obtido com todos os dados disponíveis foi igual ao da

equação proveniente dos trechos que sofreram dois levantamentos, sendo este superior ao da equação 2.4 (QUEIROZ, 1981) e inferior ao da equação 2.14 (PATERSON, 1987);

f) A equação que apresentou o coeficiente de determinação mais elevado para a linha de tendência foi do tipo polinomial:

$$QI = 3 \times 10^{-13} \times NA^2 + 2 \times 10^{-6} \times NA + 37,741 \quad (5.5)$$

$$R^2 = 0,61$$

onde, as variáveis QI e NA foram definidas na equação anterior.

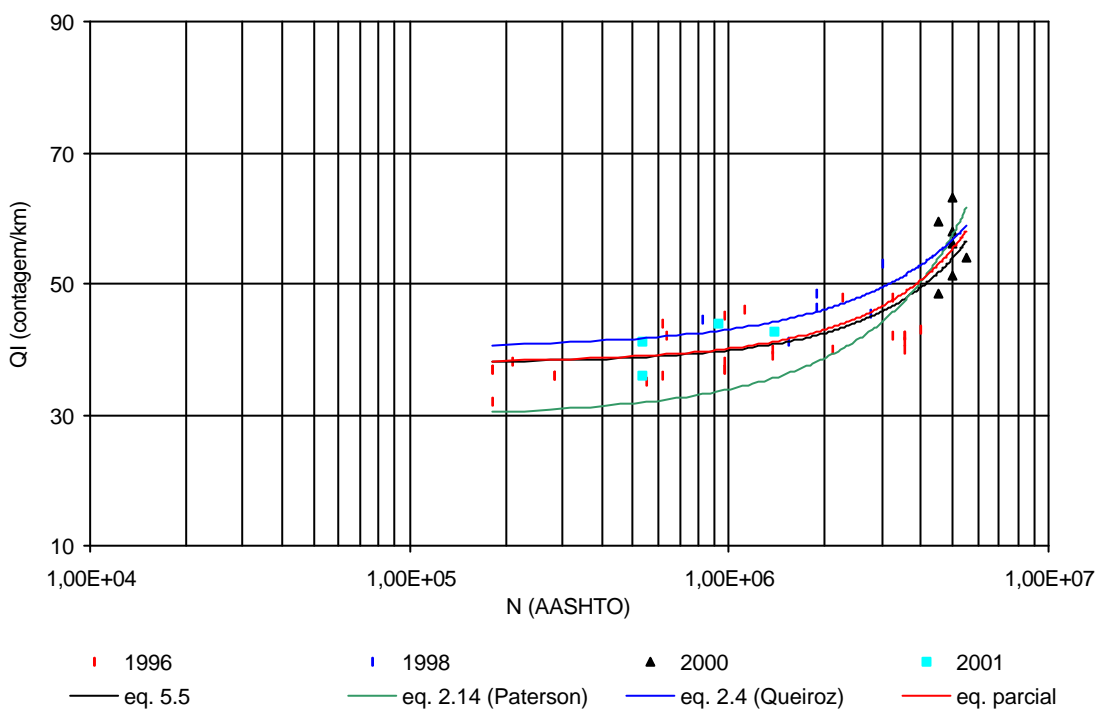


Figura 5.6: Relação entre a irregularidade longitudinal e Número N (AASHTO) –CBUQ

5.1.4 Trincamento

Os gráficos para análise do trincamento foram elaborados para os trechos revestidos com CBUQ, considerando a área trincada e o número de repetições do eixo padrão. Posteriormente, a tendência foi comparada aos resultados obtidos com duas equações de previsão conhecidas.

A primeira equação foi determinada para estimar o número de repetições do eixo padrão de 8,2 ton. para o aparecimento da primeira trinca. Esta equação é apresentada a seguir (QUEIROZ, 1981).

$$\checkmark \text{ Log NA} = 1,205 + 5,96 \log \text{ SNC} \quad (2.6)$$

$$r^2 = 0,32;$$

onde,:

SNC – número estrutural corrigido

NA - número equivalente de operações do eixo padrão (AASHTO, 1993)

A segunda equação determina a evolução do trincamento (QUEIROZ, 1981).

$$\checkmark \text{ TRI} = -18,53 + 0,0456 (D_{VB} \times \log \text{NA}) + 0,00501 (D_{VB} \times \text{IDADE} \times \log \text{NA}) \quad (2.7)$$

$$R^2 = 0,64;$$

onde, as variáveis apresentadas no Capítulo 03.

Os valores obtidos com estas equações estão apresentados nas tabelas A.11, A.12, A.13 e A.14, trechos em CBUQ, do Anexo A

Os dados utilizados nesta análise são apresentados nas tabelas A.2, A.3, A.4 a A.5, trechos em CBUQ, do Anexo A, sendo destacados os seguintes pontos:

- a) A figura 5.7 mostra que existe relação entre o aumento do tráfego e a área trincada dos pavimentos;
- b) São apresentadas nesta mesma figura a linha de tendência observada com os valores coletados e as resultantes das equações 2.7 (QUEIROZ, 1981) e da equação “parcial”;
- c) A equação obtida com a pesquisa apresentou crescimento mais acentuado do que o observado pela equação 2.7 (QUEIROZ, 1981);
- d) A partir do uso da equação 2.6 (QUEIROZ, 1981) foi calculado o número de repetições do eixo padrão de 8,2 ton para o aparecimento da primeira trinca no pavimento. Estes valores ficaram situados entre $1,57 \times 10^4$ e $2,84 \times 10^4$. Do total de trechos estudados apenas 12 trechos fugiram a esta

determinação, não apresentando trincamento, mesmo com tráfego superior ao determinado para o aparecimento da primeira trinca;

- e) Foi obtido um melhor coeficiente de determinação quando utilizados todos os dados disponíveis do que quando utilizados apenas os referentes aos trechos que sofreram dois levantamentos. Este coeficiente também foi superior ao da equação de referência (equação 2.7);
- f) A equação que apresentou o coeficiente de determinação mais elevado para a linha de tendência foi do tipo linear, desde que utilizados todos os dados disponíveis.

$$TRI = 1 \times 10^{-5} \times NA - 0,6982 \quad (5.6)$$

$$R^2 = 0,81$$

onde,

TRI – porcentagem da área trincada

NA - número equivalente de operações do eixo padrão (AASHTO, 1993)

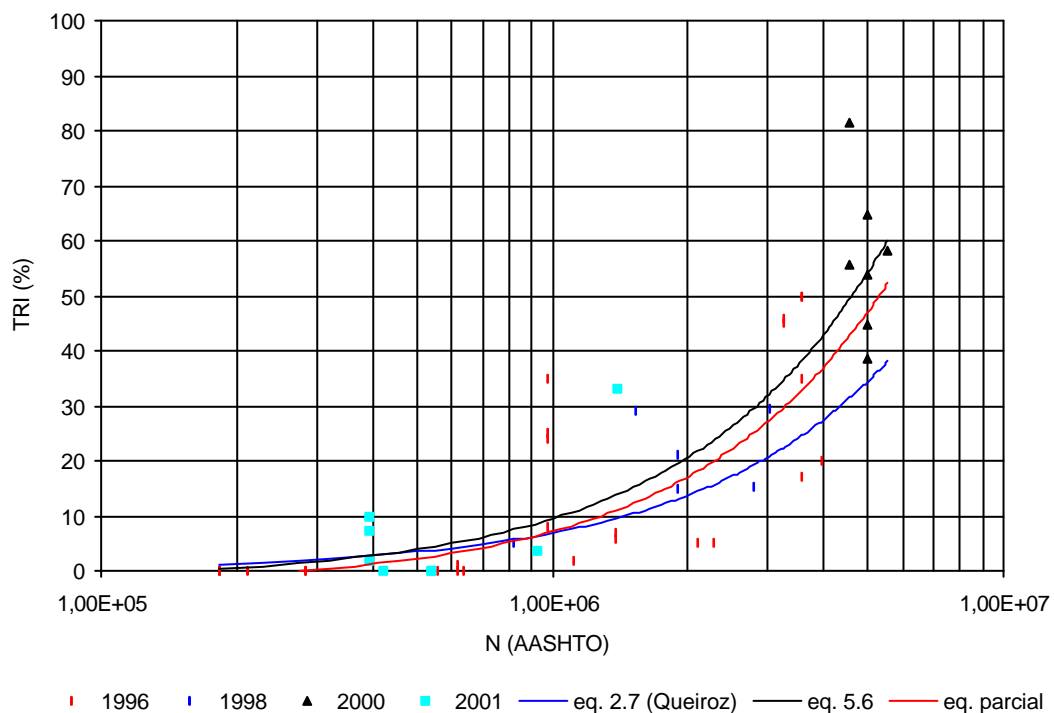


Figura 5.7: Relação entre área trincada e Número N (AASHTO) –CBUQ

5.1.5 Valores de Alerta

Com base nas tendências de desempenho verificadas para a amostra em estudo, foram definidos valores médios de solicitações do eixo-padrão de 8,2 ton (AASHTO, 1993) para que os parâmetros Irregularidade Longitudinal, Trincamento e Afundamento de Trilha de Roda ultrapassem um determinado valor de condição de alerta. Estes valores de alerta foram determinados em função dos dados da pesquisa, no entanto, a fixação destes valores depende da política de manutenção e restauração de rodovias adotada pelo órgão responsável pela rede. Os valores são apresentados na tabela 5.1 para rodovias revestidas com TSD e CBUQ.

Tabela 5.1: Números de solicitações do eixo-padrão de 8,2 ton (AASHTO, 1993) para que os parâmetros analisados ultrapassem seus valores de condição de alerta

Defeito	Valor indicativo	N (AASHTO) (TSD)	N (AASHTO) (CBUQ)
Afundamento de Trilha de Roda	> 4mm	$1,7 \times 10^6$	3×10^6
Irregularidade Longitudinal	> 40 cont/km	4×10^6	1×10^6
Trincamento	> 10 %		1×10^6

Foi verificada uma relação entre o aumento da irregularidade longitudinal e o afundamento de trilha de roda (ATR). Para valores de $QI > 40$ contagens/quilometro o valor médio de ATR foi superior a 3,7mm, enquanto que para $QI < 40$ contagens/quilometro o valor médio de ATR foi de 2,3mm, tanto para os trechos revestidos com TSD como em CBUQ.

5.2 RETROANÁLISE

A análise do comportamento mecânico dos materiais constituintes da estrutura dos pavimentos da rede rodoviária estadual de Goiás foi realizada por meio da retroanálise das bacias de deflexão medidas com o equipamento FWD, empregando-se o programa computacional *ELSYM-5*. Como resultado, tal procedimento permitiu estimar os intervalos modulares, que poderão ser utilizados para fins de início de retroanálises e pré-dimensionamento de pavimentos, contemplando as reais condições do pavimento em serviço.

O critério adotado para a obtenção das bacias de deflexão características e a rotina utilizada com o programa *ELSYM-5* estão descritos no Capítulo 3 – Metodologia.

5.2.1 Amostra Retroanalísada

Esta análise foi feita considerando a amostra obtida com o levantamento de 2001. Foram retroanalísados 41 trechos com revestimento em TSD e 8 com revestimento em CBUQ.

As bacias de deflexão retroanalísadas são as características de cada trecho e foram obtidas segundo metodologia apresentada no Capítulo 03.

Todos os trechos foram analisados, porém, alguns foram desconsiderados por apresentar um coeficiente de variação (CV), relativo às deflexões medidas, superior a 15%. Também foram desconsiderados os trechos cujo erro admissível entre a medida de campo e a calculada foi superior aos valores estabelecidos na tabela 3.4.

Os trechos retroanalísados são apresentados no Anexo B juntamente com os valores modulares obtidos para cada camada, os valores característicos das deflexões medidas em campo, os valores obtidos com o uso do programa *ELSYM-5* e os gráficos das bacias de deflexão resultantes destes valores.

5.2.2 Análise dos Resultados

Os trechos cujo revestimento era em TSD foram retroanalísados considerando a estrutura composta apenas pelas camadas de base, sub-base e subleito. Não foi considerada nenhuma contribuição estrutural da camada de revestimento, sendo a sua espessura adicionada à camada de base.

Para as outras camadas, inclusive a de revestimento constituído por CBUQ, foram adotados, para início da retroanálise, os “módulos sementes” sugeridos por CARDOSO (1995) e apresentados na tabela 3.3.

Foram excluídos os trechos de número 23, 31, 32, 44, 45, 52 e 77, todos com revestimento em TSD. Os trechos 23, 44 e 45 por apresentar coeficiente de variação da deflexão acima de 30%, e os restantes por apresentar erro entre as medidas de campo e as calculadas superiores aos valores estabelecidos na tabela 3.4.

As tabelas 5.2 e 5.3 apresentam, para cada trecho retroanalísado, os valores modulares obtidos para cada camada componente da estrutura do pavimento.

Tabela 5.2: Valores Modulares das Camadas de Pavimento Revestidas com TSD, em MPa

Trecho	MR base	MR sub-base	MR sub-leito
9	230	180	115
10	190	140	120
11	200	110	110
12	210	115	115
13	270	150	145
14	270	150	145
21	270	190	210
22	260	170	170
24	220	150	140
25	260	140	180
26	210	180	180
29	330	200	200
33	260	150	145
34	190	180	185
38	240	210	150
39	210	150	140
40	220	220	155
43	240	230	150
46	185	175	180
47	280	280	260
48	410	410	160
49	180	120	150
50	170	160	160
51	170	150	150
55	300	160	160
72	230	150	170
73	270	240	215
76	260	270	255
78	210	205	185
101	320	320	250
104	170	160	150
105	190	180	130
106	220	160	155
107	160	230	200

Tabela 5.3: Valores Modulares das Camadas de Pavimento Revestidas com CBUQ, em MPa

Trecho	MR Revestimento	MR base	MR sub-base	MR sub-leito
143	2500	300	250	220
144	1700	210	210	210
145	1800	150	140	120
146	2500	130	120	130
147	2000	135	120	130
151	2500	150	150	150
152	2000	150	200	200
153	1700	140	280	280

5.2.2.1 Camada de Revestimento

Os módulos elásticos obtidos para a camada de revestimento foram considerados baixos, provavelmente devido à idade avançada apresentada pelos mesmos, variando entre 10 e 12 anos. Como o valor modular dos revestimentos betuminosos sofre variação com a temperatura (QUEIROZ, 1982b), é possível,

também, que a alta temperatura apresentada pelos pavimentos no momento dos levantamentos, cuja média foi em torno de 60° C, tenha influenciado nos valores encontrados. A média obtida foi de 2.088 MPa, com os valores situando-se entre 1.700 e 2.500 MPa.

A figura 5.8 apresenta a distribuição dos valores de módulo de elasticidade para a camada de revestimento, enquanto que a tabela 5.4 apresenta o resumo estatístico obtido com os valores da amostra analisada.

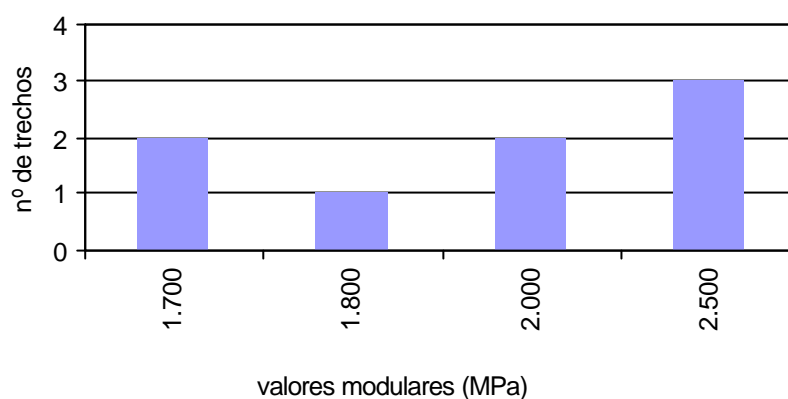


Figura 5.8: Distribuição dos módulos elásticos obtidos com o ELSYM-5 – Revestimento

Tabela 5.4: Resumo Estatístico dos módulos elásticos obtidos com o ELSYM-5 – Revestimento

Resumo Estatístico - Camada de Revestimento	
Média (MPa)	2088
Desvio-Padrão	360
CV	17%
Valor máximo (MPa)	2500
Valor mínimo (MPa)	1700

5.2.2.2 Camada de Base

De maneira geral, os módulos da camada de base foram sempre maiores que os da sub-base e do subleito. No entanto, em alguns trechos, principalmente os revestidos com CBUQ, o módulo desta camada apresentou-se inferior ao das demais. A média obtida foi de 219 MPa, com os valores situando-se entre 130 e 330 MPa.

Os módulos elásticos desta camada apresentaram uma tendência de diminuir com o aumento do valor da deflexão máxima, como pode ser verificado na figura 5.9.

Este mesmo comportamento foi verificado em VILLELA (1999), quando foram retroanalisados trechos de rodovias do Estado de Santa Catarina.

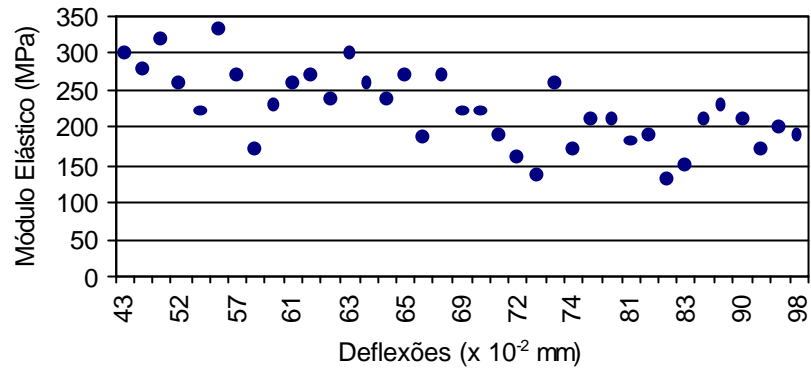


Figura 5.9: Relação entre o módulo elástico e as deflexões da camada de base

No trecho de número 48 foi obtido um módulo elástico de valor 410 MPa. Este valor foi excluído por ter sido considerado fora da distribuição média. A figura 5.10 apresenta a distribuição dos valores de módulo de elasticidade para a camada de base, enquanto que a tabela 5.5 apresenta o resumo estatístico obtido com os valores da amostra analisada.

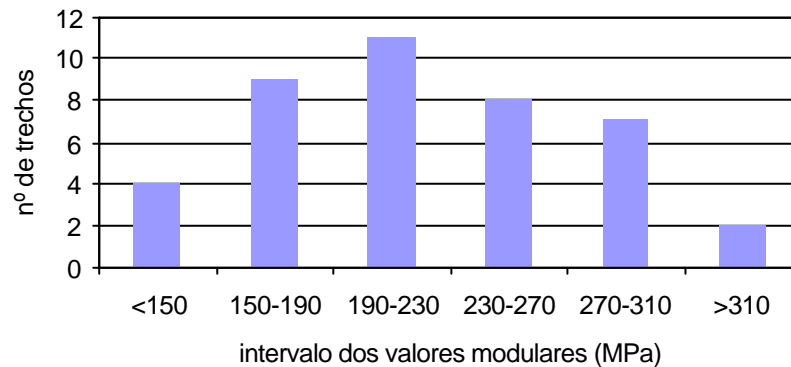


Figura 5.10: Distribuição dos módulos elásticos obtidos com o *ELSYM-5* – Base

Tabela 5.5: Resumo Estatístico dos módulos elásticos obtidos com o *ELSYM-5* – Base

Resumo Estatístico - Camada de Base	
Média (MPa)	219
Desvio-Padrão	52,4
CV	24%
Valor máximo (MPa)	330
Valor mínimo (MPa)	130

5.2.2.3 Camada de Sub-base

Os módulos da camada de sub-base foram de modo geral inferiores aos da base e superiores aos do subleito. No entanto, em vários trechos o seu valor se mostrou inferior aos valores apresentados pela camada de subleito. Em alguns trechos, revestidos com CBUQ, o módulo desta camada apresentou-se superior ao da camada de base. A média obtida foi de 182 MPa, com os valores situando-se entre 110 e 320 MPa.

No trecho de número 48 foi obtido um módulo elástico de valor 410 MPa. Este valor foi excluído por ter sido considerado espúrio dentro da distribuição média. A figura 5.11 apresenta a distribuição dos valores de módulo de elasticidade para a camada de base, enquanto que a tabela 5.6 apresenta o resumo estatístico obtido com os valores da amostra analisada.

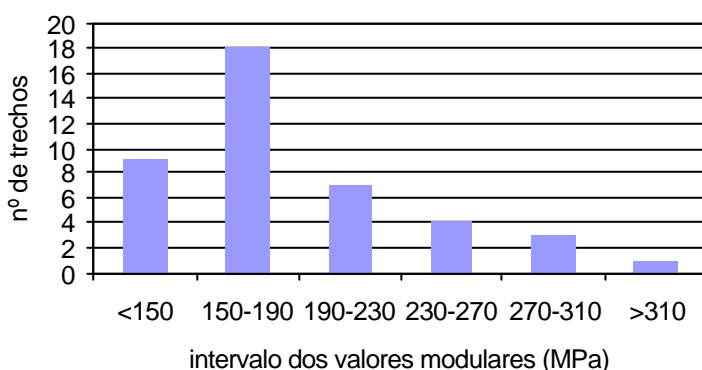


Figura 5.11: Distribuição dos módulos elásticos obtidos com o *ELSYM-5* – Sub-base

Tabela 5.6: Resumo Estatístico dos módulos elásticos obtidos com o *ELSYM-5* – Sub-base

Resumo Estatístico - Camada de Sub-base	
Média (MPa)	182
Desvio-Padrão	49,9
CV	27%
Valor máximo (MPa)	320
Valor mínimo (MPa)	110

5.2.2.4 Camada de Subleito

Os módulos do subleito foram de maneira geral inferiores aos das outras camadas. No entanto, em alguns trechos, principalmente os revestidos com CBUQ, o módulo desta camada apresentou-se superior ao das demais. A média obtida foi de 170 MPa, com os valores situando-se entre 110 e 280 MPa.

A figura 5.12 apresenta a distribuição dos valores de módulo de elasticidade para o subleito, enquanto que a tabela 5.7 apresenta o resumo estatístico obtido com os valores da amostra analisada.

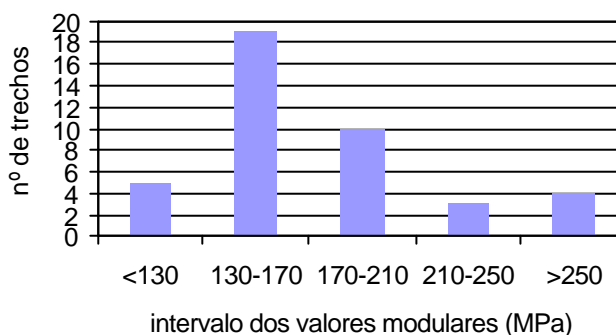


Figura 5.12: Distribuição dos módulos elásticos obtidos com o *ELSYM-5* – Subleito

Tabela 5.7: Resumo Estatístico dos módulos elásticos obtidos com o *ELSYM-5* – Subleito

Resumo Estatístico - Sub-leito	
Média (MPa)	170
Desvio-Padrão	41,7
CV	25%
Valor máximo (MPa)	280
Valor mínimo (MPa)	110

Foi feita uma análise tentativa entre os módulos elásticos obtidos para o subleito, os valores das deflexões medidas em campo e a pedologia apresentada para cada trecho. Foi obtido, assim, o gráfico da figura 5.13, donde se concluiu que os grupos pedológicos apresentam comportamento razoavelmente homogêneo. Entre os de comportamento homogêneo, se destacam o grupo Cambissolo Álico, que apresentou valores modulares variando entre 150 e 200 MPa, os Podzólicos Vermelho-Amarelo Distrófico, com valores variando entre 170 e 210 MPa, os Podzólicos Vermelho-Amarelo Eutrófico, com valores variando entre 120 e 180 MPa, a Terra Roxa Estruturada Latossólica, com valores variando entre 140 e 160 MPa e os Latossolos Roxo Distrófico, cujos valores variaram entre 110 e 120 MPa. Os trechos cuja unidade pedológica correspondente é Latossolos Vermelho-Escuro Distrófico apresentaram os valores de módulo elástico do subleito mais elevados, no entanto a sua distribuição foi bem heterogênea, uma vez que seus valores variaram entre 130 e 280 MPa.

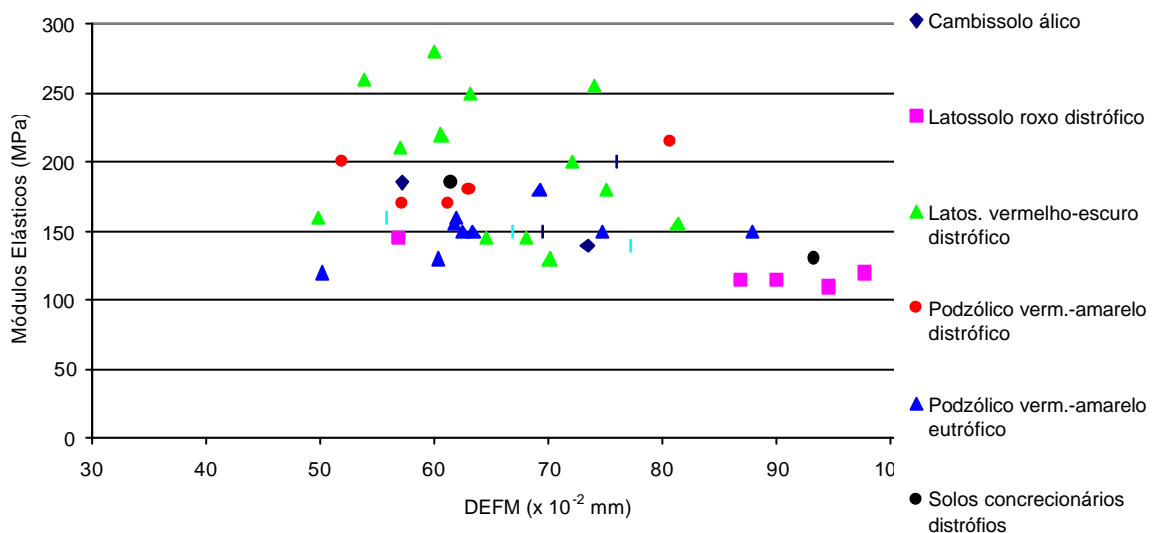


Figura 5.13: Relação entre o módulo elástico do subleito, deflexão e unidade pedológica

5.2.2.5 Faixas de Módulos Obtidos com a Retroanálise

A seguir, na tabela 5.8, são apresentados os valores médios, máximos e mínimos obtidos a partir da retroanálise das bacias de deflexão para cada camada das estruturas de pavimento e do subleito analisadas.

Tabela 5.8: Faixas de módulos obtidos com a retroanálise

Camada	Média (MPa)	Máximo (MPa)	Mínimo (MPa)
Revestimento (CBUQ)	2090	2500	1700
Base	220	330	130
Sub-base	180	320	110
Subleito	170	280	110

Na tabela 5.9 é apresentada a comparação entre os valores obtidos nesta pesquisa e os valores modulares sugeridos por CARDOSO (1995).

Tabela 5.9: Comparação entre as faixas de módulos obtidos na pesquisa com os valores obtidos por CARDOSO (1995)

Camada	Média (MPa)		Máximo (MPa)		Mínimo (MPa)	
	CARDOSO (1995)	Pesquisa	CARDOSO (1995)	Pesquisa	CARDOSO (1995)	Pesquisa
Revestimento (CBUQ)	2900	2090	5820	2500	1130	1700
Base	270	220	730	330	100	130
Sub-base	150	180	300	320	70	110
Subleito	150	170	270	280	80	110

5.2.2.6 Análise Estatística

Considerando os valores obtidos em cada trecho, foi possível determinar para cada camada e para o subleito um intervalo de módulos elásticos que podem ser obtidos com uma confiança de 95%. A expressão que determina os extremos do intervalo de confiança é a seguinte (NETO, 1977):

$$LIM_{(sup;inf)} = X \pm tp * \left(S / \sqrt{(n-1)} \right)$$

onde:

LIM (sup;inf): limite superior ou inferior do intervalo de confiança adotado;

X: média da amostra;

S: desvio padrão da amostra;

n: número de elementos da amostra

tp: valor extraído da distribuição de Student partindo-se da confiança desejada e dos graus de liberdade (NETO, 1977).

A tabela 5.10 apresenta os limites do intervalo dos valores modulares para cada camada e para o subleito, que podem ser obtidos com um nível de confiança de 95%.

Tabela 5.10: Limites superior e inferior do módulo elástico retroanalizado para cada camada das estruturas analisadas

Camada	Limite Superior (MPa)	Limite Inferior (MPa)
Revestimento (CBUQ)	2200	1950
Base	235	200
Sub-base	200	170
Subleito	180	160

CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste capítulo são apresentadas as conclusões obtidas com este trabalho e as recomendações para trabalhos futuros.

6.1 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos é possível fazer as seguintes conclusões:

- A segmentação dos trechos por tipo de revestimento se mostrou bem útil, uma vez que foi possível caracterizar o comportamento das estruturas de pavimento de acordo com o revestimento utilizado;
- Observou-se tendência de crescimento dos parâmetros analisados, Irregularidade Longitudinal, Afundamento de Trilha de Roda e Trincamento, com o aumento do número de operações do eixo-padrão suportado pelo pavimento. No entanto, quando analisada a deflexão apresentada pelos pavimentos revestidos com TSD não foi possível estabelecer nenhuma relação entre o aumento deste parâmetro e o tráfego suportado;
- Foram obtidas melhores correlações quando utilizados todos os dados disponíveis nos quatro levantamentos do que quando utilizados apenas os dados provenientes de trechos que foram objeto de dois levantamentos;
- As linhas de tendência obtidas com a pesquisa apresentaram sempre coeficiente de determinação superior ao das equações existentes na literatura e que foram utilizadas na pesquisa. A única exceção ocorreu com o uso da equação 2.14 (PATERSON, 1987) para previsão da irregularidade longitudinal;

- Existe uma relação entre o aumento da irregularidade longitudinal e o afundamento de trilha de roda (ATR). Para valores de Irregularidade Longitudinal maiores que 40 contagens/quilometro o valor médio de ATR foi superior a 3,7mm, enquanto que para Irregularidade Longitudinal menor que 40 contagens/quilometro o valor médio de ATR foi de 2,3mm, tanto para os trechos revestidos com TSD como em CBUQ;
- Os pavimentos revestidos com TSD são a maioria na rede rodoviária do Estado de Goiás. O seu desempenho foi considerado bom, uma vez que muitos trechos analisados apresentavam idade avançada, acima de 10 anos, e tráfego acima do estimado para este tipo de revestimento, que é de até 10^6 repetições do eixo-padrão de 8,2 ton (SOUZA, 1979), e mesmo assim ainda apresentaram condições regulares de trafegabilidade;
- A equação 2.15 (PATERSON, 1987) para previsão do afundamento de trilha de roda apresentou valores acima dos verificados em campo;
- As equações 2.14 (PATERSON, 1987) e a equação 2.4 (QUEIROZ, 1981) utilizadas para previsão da evolução da irregularidade longitudinal apresentaram resultados diferentes para os trechos revestidos com TSD. A equação determinada na pesquisa mostrou-se concordante com a equação 2.14 (PATERSON, 1987) até valores de $NA < 4 \times 10^4$, e com a equação 2.4 (QUEIROZ, 1981) para $NA > 10^6$;
- Para os trechos revestidos com CBUQ a equação 2.4 (QUEIROZ, 1981) mostrou-se mais adequada para previsão da evolução da irregularidade longitudinal do que a equação 2.14 (PATERSON, 1987);
- A equação 2.6 (QUEIROZ, 1981) para previsão do início do trincamento para revestimentos em CBUQ apresentou valores de N (AASHTO, 1993) entre $1,57 \times 10^4$ e $2,84 \times 10^4$. Estes valores foram verificados na quase totalidade dos trechos analisados, estando apenas 12 trechos sem trincamento mesmo com tráfego superior ao determinado pela equação;
- A equação para previsão da evolução do trincamento obtida na pesquisa apresentou crescimento mais rápido do que o observado pela equação 2.7 (QUEIROZ, 1981);

- A metodologia aqui adotada, e que foi elaborada por NUÑEZ e SHAHIN (1986) demonstrou ser eficiente para análise das tendências de comportamento dos parâmetros considerados. As equações determinadas para as linhas de tendência de desempenho podem ser utilizadas nas previsões de comportamento por retratarem as condições observadas durante os levantamentos. Melhores modelos poderão ser obtidos com a adição de novos levantamentos ao banco de dados;
- A relação entre o módulo resiliente do subleito, a sua unidade pedológica e a deflexão apresentada pelo pavimento indicou que o conhecimento da unidade pedológica do subleito pode ser útil para a previsão do comportamento dos pavimentos;
- Os valores modulares obtidos com a retroanálise para as camadas de base, sub-base e subleito se mostraram compatíveis com os valores apresentados por CARDOSO (1995).

6.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como recomendação para trabalhos futuros, destacam-se os seguintes pontos:

- Analisar o comportamento dos trechos de rodovias que sofreram intervenções significativas, comparando os resultados com os obtidos para as rodovias com revestimento original;
- Utilização de outros programas de retroanálises para avaliação do comportamento estrutural dos pavimentos, com o intuito de aperfeiçoar e atualizar as avaliações aqui obtidas;
- Efetuar ensaios triaxiais de carga repetida com os materiais constituintes da estrutura dos pavimentos da rede com a finalidade de averiguar e complementar as conclusões obtidas com a retroanálise.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO (1990) - **“AASHTO Guidelines for Pavement Systems”** – Washington-DC/USA, 39 p.
- AASHTO (1993) - **“AASHTO Guide for Design of Pavement Structures”** – Washington-DC/USA.
- ABITANTE, E. (1997) - **“Proposta Metodológica de Mapeamento Geotécnico com o Uso de Pedologia em Solos Tropicais Visando Obras Rodoviárias”** Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis-SC.
- AGETOP (1998) - **“Levantamento Funcional e Estrutural para Projetos de Restauração”** - Agência Goiana de Transportes e Obras, Relatório Final, Goiânia-GO.
- AGETOP (2000) - **“Levantamento Funcional e Estrutural para Projetos de Restauração”** – Agência Goiana de Transportes e Obras, Relatório Final. Goiânia-GO.
- ALBERNAZ, C. A. V., MOTTA, L. M. G., MEDINA, J. (1995) - **“Retroanálise: Uma Útil Ferramenta na Avaliação Estrutural de Pavimentos”** Anais da 29^o Reunião Anual de Pavimentação, Volume 1, Cuiabá-MT.
- ALBERNAZ, C. A. V. (1997) - **“Método Simplificado de Retroanálise de Módulos de Resiliência não Linear de Pavimentos Flexíveis a partir da Bacia de Deflexão”** Dissertação de mestrado apresentada à COPPE/RJ, Rio de Janeiro-RJ, 99 p.
- GOIÁS (1996) – **“Anuário Estatístico do Estado de Goiás”**. Goiânia-GO, 256 p.

- AUTRET, P., BROUSSE, J. L., (1991) – “**VIZIR – Méthode Assistée par Ordinateur pou l’Estimation des Besoins en Entretien d’un Réseau Routier**” Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Paris-France, 63 p.
- BALBO, J. T.(1997) - “**Pavimentos Asfálticos – Patologias e Manutenção**” Editora Plêiade, São Paulo, 103 p.
- BOLIVAR, O. G., ACHÚTEGUI, F. (1998) - **Development of Tools for PMS in Spanish State Road Network**” 4th International Congress on Managing Pavement, Africa do Sul, CD-ROM.
- BREGA, J. R. F., SÓRIA, M. H. A., SEMENTILLE, A. C.(1998) - “**Aplicações de Redes Neurais Artificiais Aplicadas em Sistemas de Gerência de Pavimentos**” Anais da 31^o Reunião Anual de Pavimentação, Volume 2, p. 1137-1149, São Paulo-SP.
- CARDOSO, S. H. (1995) - “**Faixas de Módulos Dinâmicos (Elásticos) Obtidos por Retroanálises Durante Sete Anos**” 29^o Reunião Anual de Pavimentação, p. 378-401, Salvador-BA.
- CHEN, J. S., RAZA, D.(1998) - ‘**Network Level Pavement Maintenance Pakistan**” 4th International Congress on Managing Pavement, Africa do Sul, CD-ROM.
- CUNHA, C. B.(1989) - “**Estado da Arte e Perspectivas de Pesquisa em Sistemas de Gerência de Pavimentos e Modelos de Simulação do Transporte em Rodovias**” Publicação IPT 1790, São Paulo, SP.
- DER-GO (1988) - “**Especificações Gerais para Obras Rodoviárias – Normas Técnicas**” – Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Goiás. Goiânia-GO.
- DER-GO (1996) - “**Levantamento Funcional e Estrutural da Rede Rodoviária Pavimentada do Estado de Goiás**” – Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Goiás, Relatório Final. Goiânia-GO.
- DER-SC (1994) - “**Sistema de Gerência de Pavimentos**”, Manual de Procedimentos, DER/SC, Florianópolis-SC.

- DNER (1978a) – **“Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis ou Semi-Rígidos - DNER-PRO 08/78”**. Departamento de Estradas de Rodagem, DNER, Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro-RJ, 13 p.
- DNER (1978b) – **“Determinação das Deflexões no Pavimento pela Viga Benkelman – DNER-ME 24/78”** Departamento de Estradas de Rodagem, DNER, Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro-RJ, 6 p.
- DNER (1978c) – **“Determinação das Deflexões no Pavimento pelo Dynaflect – DNER-ME 39/788”** Departamento de Estradas de Rodagem, DNER, Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro-RJ, 4 p.
- DNER (1979a) - **“Avaliação Estrutural dos Pavimentos Flexíveis- Procedimento B - DNER-PRO 11/79”**. Departamento de Estradas de Rodagem, DNER, Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro-RJ, 16 p.
- DNER (1979b) – **“Delimitação da Linha de Influência Longitudinal da Bacia de Deformação por Intermédio da Viga Benkelman – DNER-ME 61/79”**. Departamento de Estradas de Rodagem, DNER, Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro-RJ, 7 p.
- DNER (1983) - **“Levantamento da Condição de Superfície de Segmentos- Testemunha de Rodovias de Pavimento Flexível ou Semi-Rígido para Gerência de Pavimentos a Nível de Rede - DNER-ES 128/83”**. Departamento de Estradas de Rodagem, DNER, Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro-RJ, 11 p.
- DNER (1985) - **“Projeto de Restauração de Pavimentos Flexíveis e Semi-Rígidos - DNER-PRO 159/85”**. Departamento de Estradas de Rodagem, DNER, Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro-RJ, 34 p.
- DNER (1988) - **“Tabela de Fatores de Veículos”**. Departamento de Estradas de Rodagem, DNER, Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro-RJ, 194 p.
- DNER (1998) - **“Manual de Reabilitação de Pavimentos Asfálticos”**. Departamento de Estradas de Rodagem, DNER, Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro-RJ, 243 p.
- DOMINGUES, F. A. A. (1993) - **“MID- Manual de Identificação de Defeitos de Revestimentos Asfálticos de Pavimentos”** São Paulo-SP, 96 p.

- FERNANDES, J. L. (1996a) - **“Apostila do Curso de Atualização em Sistemas de Gerência de Pavimentos”** Escola de Engenharia de São Carlos, p. 23 - 50, São Carlos-SP.
- FERNANDES, J. L. (1996b) - **“Considerações sobre a Importância de Treinamento e Pesquisa para Implantação de Sistemas de Gerência de Pavimentos”**, 30º Reunião Anual de Pavimentação, Volume 4, p. 2115-2125, Salvador-BA.
- FERNANDES, I. S. (2000) - **“Avaliação do Comportamento da Camada de Brita Graduada In Situ”** Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis-SC, 184 p.
- FHWA (1986) - **“User’s Manual for IBM-PC and Compatible Microcomputer”** Federal Highway Administration – FHWA. Report nº FHWA-TS-87-206. Final report. Washington-DC/USA.
- GILLESPIE, T. D. (1992) - **“Everything you Always Wanted to Know About the IRI, but Where Afraid to Ask”** Road Profile Users Group Meeting, Nebraska, USA.
- GONTIJO, P. R. A.; GUIMARÃES, F. H. R.; NOGUEIRA, C. L.(1994) - **“Método PARAGON – Uma Nova Metodologia para Auscultação de Pavimentos Rodoviários”** 28º Reunião Anual de Pavimentação, Volume 1, p. 655-666, Belo Horizonte-MG.
- GONTIJO, P. R. A.; GUIMARÃES, F. H. R. (1995) - **“Método PARAGON para Avaliação e Diagnóstico de Pavimentos Rodoviários”** 29º Reunião Anual de Pavimentação, Volume 4, p. 109-178, Cuiabá-MT.
- GONTIJO, P. R. A.; GUIMARÃES, F. H. R. (1996) - **“Método PARAGON para Caracterização Estrutural de Pavimentos Rodoviários”** 30º Reunião Anual de Pavimentação, p. 1041-1118, Salvador-BA.
- GRIVAS, D. A., SCHULTZ, B. C. (1993) - **“Condition-Based Treatment Recommendation for Project-level Pavement Management”** Transportation Research Record 1397 – Transportation Research Board, p. 112-119, Washington-DC/USA.
- HAAS, R.; HUDSON, W. R.; ZANIEWSKI, J.(1994) - **“Modern Pavement Management”**. Florida, EUA, Krieger Publishing Company.

- HAJEK, J. J., MUSGROVE, G., KAZMIEROWSKI, T. J. (1998) - **“Measurement, Management and Utilization of Rutting Data”** 4th International Congress on Managing Pavement, Africa do Sul, CD-ROM, CD-ROM.
- HENNING, T.F.P, MAHONEY, J.P, SADZIK, E.S., JACKSON, N.C. (1998) - **“Comparison of Pavement Management Systems in the Republic of South Africa and the United States”** 4th International Congress on Managing Pavement, Africa do Sul, CD-ROM.
- HUDSON, W. R, HAAS, R, PEDIGO, R. D. (1979) **“Pavement Management System Development”** National Cooperative Highway Research Program Report 215 – Transportation Research Board, Washington-DC/USA, 32p.
- MARCHIONNA, A, PAOLONI, G. (1998) - **“Development of a Pavement Management Systems for a Motorway Network”** 4th International Congress on Managing Pavement, Africa do Sul, CD-ROM.
- MARCON, A. F; (1996) - **“Contribuição ao Desenvolvimento de um Sistema de Gerência de Pavimentos para a Malha Rodoviária Estadual de Santa Catarina”** Tese de Doutorado apresentada ao ITA. São José dos Campos, SP.
- MARCON, A. F, APS, M., CARDOSO, S. H. (1996) - **“Conseqüências do Uso Inadequado de Modelos de Previsão de Desempenho em Sistemas de Gerência de Pavimentos”**, 30º Reunião Anual de Pavimentação, Volume 4, p. 2027-2036, Salvador-BA.
- MARCON, A. F; (2000) - **“Notas de Aula da Disciplina Gerência e Avaliação de Pavimentos”**, Curso de Mestrado em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).
- MEDINA, J. (1997) - **“Mecânica dos Pavimentos”** Ed. UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 380 p.
- MOTTA, L. M. G. (1999) - **“A Retroanálise Aplicada ao Projeto de Reforço de Pavimentos”** 3º Simpósio Internacional de Avaliação de Pavimentos e Projetos de Reforço, Belém-PA.
- NETO, P. L. C. (1977) - **“Estatística”**. Ed. Edgard Blücher Ltda., São Paulo, SP, 262 p.

- NUÑEZ, M. M., SHAHIN, M. Y., (1986) - **“Pavement Condition Data Analysis and Modeling”** Transportation Research Record 1070 – Transportation Research Board, p. 125-132, Washington-DC/USA.
- OLIVEIRA, J. B., JACOMINE, P.K.T (1992) - **“Classes Gerais de Solos do Brasil – Guia Auxiliar para Seu Reconhecimento”** FUNEP, Ed. Jaboticabal, 201 p.
- PATERSON, W. D. O. (1987) - **“Road Deterioration and Maintenance Effects – Models for Planning and Management”**. World Bank, The Johns Hopkins University Press, Maryland/USA.
- PINTO, S.; PREUSSLER, E. (2001) - **“Pavimentação Rodoviária, Conceitos Fundamentais sobre Pavimentos Flexíveis”**. Editora Copiarte, Rio de Janeiro-RJ, 259 p.
- PITTA, D. M. (1998) - **“Contribuição à Retroanálise das Superfícies Deformadas em Pavimentos Asfálticos Típicos da Região Sul do Brasil”** Dissertação de mestrado apresentada à Escola Politécnica da USP, São Paulo-SP, 127 p.
- QUEIROZ, C. A. V. (1981) - **“Performance Prediction Models for Pavement Management in Brazil”**. Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy, University of Texas, Austin-Texas/USA, 317 p.
- QUEIROZ, C. A. V. (1982a) - **“Modelos de Previsão do Desempenho de Pavimento: Desenvolvimento e Aplicação”**. Publicação 692/50 – Instituto de Pesquisas Rodoviárias – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro-RJ, 66 p.
- QUEIROZ, C. A. V. (1982b) - **“Influência das Cargas, Temperaturas e Estações nas Deflexões”**. Publicação 691/50 – Instituto de Pesquisas Rodoviárias – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio de Janeiro-RJ, 40 p.
- QUEIROZ, C. A. V. (1984) - **“Modelos de Previsão do Desempenho para a Gerência de Pavimentos no Brasil”**. Ministério dos Transportes – Empresa Brasileira de planejamento de Transportes (GEIPOT), Departamento Nacional de estradas de Rodagem (DNER), Brasília,DF.
- QUEIROZ, C. A. V., DOMINGUES, F. A. A. (1985) - **“O Integrador IPR/USP para Medição de Irregularidade de Estradas e Aeroportos”**. Anais da 20ª Reunião Anual de Pavimentação, Volume 1, p. 255-268, Fortaleza-CE.

- QUEIROZ, C. A. V., HUDSON, W. R., HAAS, R. (1992) - ***“A Standardization of Pavement Management Systems in Brazil and other Developing Countries”***. Transportation Research Record 1344 – Transportation Research Board, p. 31-37, Washington-DC/USA.
- RADAMBRASIL (1981) - ***“Folha SD-22, Goiás - Geologia, Geomorfologia, pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra”*** Departamento Nacional da Produção Mineral, projeto RADAMBRASIL, Rio de Janeiro-RJ, 640 p.
- RADAMBRASIL (1982) - ***“Folha SD-23, Brasília - Geologia, Geomorfologia, pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra”*** Departamento Nacional da Produção Mineral, projeto RADAMBRASIL, Rio de Janeiro-RJ, 660 p.
- RADAMBRASIL (1983) - ***“Folha SE-22, Goiânia - Geologia, Geomorfologia, pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra”*** Departamento Nacional da Produção Mineral, projeto RADAMBRASIL, Rio de Janeiro-RJ, 768 p.
- ROCHA, N. R., RODRIGUES, R. M. (1998a) - ***“Estudo de Correlação entre as Medidas com a Viga Benkelman e com o Falling Weight Deflectometer”***. Anais da 31^o Reunião Anual de Pavimentação, Volume 2, p. 741-750, São Paulo-SP.
- ROCHA, N. R., RODRIGUES, R. M. (1998b) - ***“Levantamentos Deflectométricos: Fatores que Influenciam na Previsão do Desempenho dos Pavimentos”***. Anais da 31^o Reunião Anual de Pavimentação, Volume 2, p. 751-767, São Paulo-SP.
- SANTOS, G. T., DIAS, R. D., MAFRA, C. S., LEITE, F. C. (2001) - ***“Importância dos Levantamentos Geológicos, Pedológicos e Geomorfológicos nos Estudos Geotécnicos para Implantação de Rodovias”*** Anais da 33^a Reunião Anual de Pavimentação, Florianópolis-SC, CD-ROM.
- SARAF, C. L., MAJIDZADEH, K., (1992) - ***“Distress Prediction Models for a Network Level Pavement Management System”*** Transportation Research Board 1344, p. 38-48, Washington-DC/USA.
- SAYERS, M. W., GILLESPIE, T. D., QUEIROZ, C. A. V. (1986) - ***“The International Road Roughness Experiment – Establishing Correlation and a Calibration Standards for Measurements”*** World Bank Technical Paper Number 45, Washington-USA.

- SHAHIN, M. Y., BURKHALTER, J., HEFLIN, J., KEMPER, C., SCHMIDT, J., BROWN, M., NELSON, B. (1998) - **“Simplified Procedure for Interfacing Local Pavement Management Systems With GIS Presentation”** 4th International Congress on Managing Pavement, Africa do Sul, CD-ROM.
- SHAHIN, M. Y., NUÑEZ, M. M., BROTON, M. R., CARPENTER, S. H., SAMEH, A. (1987) - **“New Techniques for Modeling Pavement Deterioration”** Transportation Research Record 1123 – Transportation Research Board, p. 40-46, Washington-DC/USA.
- SHAHIN, M. Y.(1994) - **“Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots”**, New York, USA. Ed. Chapman & Hall, 223 p.
- SOLOTEST S.A. (2002) - [http://www.solotest.com/VIGA Eletrônica.htm](http://www.solotest.com/VIGA_Eletrônica.htm) Arquivo eletrônico. Fevereiro/2002.
- SOUZA, M. L. (1979) - **“Método de Projeto de Pavimentos Flexíveis”**, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Publicação 667/22, Rio de Janeiro-RJ, 34 p.
- STRATA ENGENHARIA S.A. (2002) <http://www.strataengenharia.com.br> Arquivo eletrônico. Fevereiro/2002.
- STRATA ENGENHARIA S.A, ARRB Transport Research Ltda (2000) - **“Serviços Técnicos de Levantamentos Contínuos de Defeitos e de Irregularidades (IRI), contrato nº PG-123/99-00”** Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Rio Grande do Norte-RN.
- SUZUKI, C. Y, SOUZA, P. R. B., NAGAO, E. M., SILVA, A. D. (1998) - **“Procedimento para Determinação de Espessura de Recapeamento em Função de Parâmetros de Curvatura (Relação R/D) do Pavimento Flexível Existente”**, Anais da 31ª Reunião Anual de Pavimentação, Volume 2, p. 768-777, São Paulo-SP.
- VILLELA, A. R. A. (1999) - **“Análise da Base de Banco de Dados de um Grupo de Rodovias para Aplicação em Projetos de Reabilitação”** Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis-SC, 270 p..

WATANATADA, T., PATERSON, W. D. O., BHANDARI, A. (1987) - ***“The Highway Design and Maintenance Standards Model”*** Volume 01 – Description of the HDM III Model. World Bank, The Johns Hopkins University Press, Maryland/USA.

YODER, E. J., WITCZAK, M. W. (1975) - ***“Principles of Pavement Design”*** Ed. John Wiley & Sons, Inc, 2º Edição, USA, 711 p.

ANEXO A

Neste anexo são apresentados todos os dados obtidos nos levantamentos de 1996, 1998, 2000 e 2001, e os resultados obtidos com o uso das equações de previsão de desempenho adotadas para esta pesquisa, os quais são apresentados nas seguintes tabelas:

- Tabela A.1: Características da amostra em estudo
- Tabela A.2: Resultados do levantamento de 1996 para os trechos selecionados
- Tabela A.3: Resultados do levantamento de 1998 para os trechos selecionados
- Tabela A.4: Resultados do levantamento de 2000 para os trechos selecionados
- Tabela A.5: Resultados do levantamento de 2001 para os trechos selecionados
- Tabela A.6: Características do tráfego relativas ao levantamento de 1996
- Tabela A.7: Características do tráfego relativas ao levantamento de 1998
- Tabela A.8: Características do tráfego relativas ao levantamento de 2000
- Tabela A.9: Características do tráfego relativas ao levantamento de 2001
- Tabela A.10: Valores de Número Estrutural Corrigido para os trechos selecionados
- Tabela A.11: Resultados obtidos para os parâmetros Irregularidade Longitudinal, Trincamento e Afundamento de Trilha de Roda com o uso das equações de previsão conhecidas para os dados de 1996
- Tabela A.12: Resultados obtidos para os parâmetros Irregularidade Longitudinal, Trincamento e Afundamento de Trilha de Roda com o uso das equações de previsão conhecidas para os dados de 1998
- Tabela A.13: Resultados obtidos para os parâmetros Irregularidade Longitudinal, Trincamento e Afundamento de Trilha de Roda com o uso das equações de previsão conhecidas para os dados de 2000
- Tabela A.14: Resultados obtidos para os parâmetros Irregularidade Longitudinal, Trincamento e Afundamento de Trilha de Roda com o uso das equações de previsão conhecidas para os dados de 2001

Também são apresentadas neste anexo as figuras ilustrativas dos trechos selecionados para análise no mapa rodoviário do Estado de Goiás.

Tabela A.1 - Características Físicas da Amostra em Estudo

Rodovias em TSD																	
Trecho	Segmento	CÓDIGO	Figura Anexo A	Pedologia	Pluviom	Altitude (m)	extensão (km)	ano de execução	revestimento		base			sub-base			sub-leito
									tipo	e	tipo	e	CBR	tipo	e	CBR	CBR
1	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0010	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1560	800	7,52	85	TSD	2,5	GR	17	66	GR	17	48	13
2	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0015	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1560	800	10,82	85	TSD	2,5	GR	17	66	GR	17	48	13
3	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0020	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1560	900	7,31	85	TSD	2,5	GR	17	66	GR	17	48	13
4	Bonfinópolis - L. de Buhões	010EGO0030	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1560	900	20,99	85	TSD	2,5	GR	17	66	GR	17	48	13
5	Bonfinópolis - L. de Buhões	010EGO0050	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1560	1030	3,10	85	TSD	2,5	GR	17	66	GR	17	48	13
6	Vianópolis - Luziânia	010EGO0170	9	Câmbissolo Distrófico	1664	1030	21,01	84	TSD	2,5	GR	15	52	GR	15	38	8
7	Vianópolis - Luziânia	010EGO0190	9	Câmbissolo Distrófico	1812	970	6,67	84	TSD	2,5	GR	15	52	GR	15	38	8
8	GO-215/Pontalina	040EGO0070	4	Latos. Roxo Distrófico	1342	610	4,78	93	TSD	2,5	GR	15	54	GR	17	35	10
9	Aloândia/BR-452	040EGO0090	4	Latos. Roxo Distrófico	1656	672	10,73	93	TSD	2,5	GR	15	54	GR	17	35	10
10	Aloândia/BR-452	040EGO0130	4	Latos. Roxo Distrófico	1128	696	8,99	92	TSD	2,5	GR	17	60	GR	17	60	8
11	Aloândia/BR-452	040EGO0140	4	Latos. Roxo Distrófico	1128	696	12,83	92	TSD	2,5	GR	17	60	GR	17	60	8
12	Aloândia/BR-452	040EGO0150	4	Latos. Roxo Distrófico	1128	696	21,10	92	TSD	2,5	GR	17	60	GR	17	60	8
13	Trindade / Campestre de GO	050EGO0030	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1500	756	14,30	86	TSD	2,5	GR	17	60	GR	17	20	8
14	Trindade / Campestre de GO	050EGO0050	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1500	651	9,75	86	TSD	2,5	GR	17	51	GR	15	34	8
15	GO-174 / GO-220	050EGO0250	3	Latos. Roxo Distrófico	1500	651	15,41	89	TSD	2,5	GR	18	61	GR	17	48	7
16	Firminópolis / S. L. M. Belos	060EGO0130	7	Podzólico Verm.-amarelo Eutrófico	1524	626	11,06	94	TSD	2,5	GR	15	87	GR	15	87	8
17	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0150	7	Podzólico Verm.-amarelo Eutrófico	1524	626	1,26	94	TSD	2,5	GR	15	87	GR	15	87	8
18	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0170	7	Podzólico Verm.-amarelo Eutrófico	1524	626	33,80	94	TSD	2,5	GR	15	87	GR	15	87	8
19	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0180	7	Podzólico Verm.-amarelo Eutrófico	1524	626	22,07	94	TSD	2,5	GR	15	98	GR	15	87	8
20	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0190	7	Podzólico Verm.-amarelo Eutrófico	1524	626	12,04	94	TSD	2,5	GR	15	98	GR	15	87	8
21	Iporá / Arenópolis	060EGO0230	7	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1596	450	6,32	85	TSD	2,5	GR	18	65	GR	15	30	10
22	Iporá / Arenópolis	060EGO0240	7	Podzólico Verm.-Amarelo Distrófico	1596	450	44,87	85	TSD	2,5	GR	18	65	GR	17	30	10
23	Iporá / Arenópolis	060EGO0245	7	Terra Roxa Estrut. Similar Distrófica	1500	350	7,81	85	TSD	2,5	GR	17	65	GR	17	61	10
24	Arenópolis / Piranhas	060EGO0250	7	Terra Roxa Estrut. Similar Distrófica	1500	350	18,00	85	TSD	2,5	GR	17	65	GR	17	61	10
25	Arenópolis / Piranhas	060EGO0260	7	Podzólico Verm.-amarelo Eutrófico	1500	350	13,08	85	TSD	2,5	GR	17	65	GR	17	61	10
26	Arenópolis / Piranhas	060EGO0270	7	Podzólico Verm.-Amarelo Distrófico	1500	350	2,06	85	TSD	2,5	GR	17	65	GR	17	61	10
27	BR-020 / Posse	108EGO0070	13	Areias Quartzosas Distróficas	1396	811	6,20	85	TSD	2,5	GR	17	66	GR	17	48	6
28	Formosa / GO-524	116EGO0010	9	Cambissolo álico	1425	916	27,22	85	TSD	2,5	GR	17	66	GR	17	48	6
29	BR-010 / GO-430	118EGO0010	9	Cambissolo álico	1425	916	6,11	85	TSD	2,5	GR	17	66	GR	17	48	6
30	S. J. da Aliança / Alto Paraíso	118EGO0080	12	Latos.Verm.-amarelo álico	1425	1186	12,42	84	TSD	2,5	GR	15	52	GR	15	38	8
31	Alto Paraíso / Teresina de GO	118EGO0090	12	Solos Litólicos álicos	1425	769	65,88	84	TSD	2,5	GR	15	52	GR	15	38	8
32	Taquaral de GO / Itaguari	154EGO0150	8	Latos. Roxo Distrófico	1680	770	9,41	92	TSD	2,5	GR	17	60	GR	17	60	8
33	Itaguari / Itaguari	154EGO0170	8	Latos. Roxo Distrófico	1680	770	17,65	92	TSD	2,5	GR	17	60	GR	17	60	8
34	S. Terezinha de GO / Campos	154EGO0410	11	Solos Concrecionários distrófios	1776	353	18,75	94	TSD	2,5	GR	15	87	GR	15	87	9
35	BR-060 / Cezarina	156EGO0010	8	Cambissolo álico	1664	596	1,34	94	TSD	2,5	GR	15	87	GR	15	87	8
36	Cezarina / GO-050	156EGO0030	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1664	596	18,18	94	TSD	2,5	GR	15	98	GR	15	87	8
37	Palmeiras de GO / Nazário	156EGO0090	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1664	649	23,48	85	TSD	2,5	GR	18	65	GR	15	30	10
38	Anicuns / Americano do Brasil	156EGO0150	8	Podzólico Verm.-Amarelo eutrófico	1664	692	7,39	85	TSD	2,5	GR	17	65	GR	17	61	10
39	Anicuns / Americano do Brasil	156EGO0170	8	Cambissolo álico	1664	790	16,04	92	TSD	2,5	GR	17	52	GR	15	40	9
40	Itaberai / Heitorai	156EGO0230	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1500	680	34,51	85	TSD	2,5	GR	17	65	GR	17	61	10
41	Heitorai / Itapuranga	156EGO0250	8	Cambissolo Distrófico	1500	654	13,01	85	TSD	2,5	GR	17	65	GR	17	61	10
42	Itaguaçu / GO-364 Paranaiguara	164EGO0070	3	Cambissolo álico	1664	423	8,55	86	TSD	2,5	GR	20	65	GR	15	65	10
43	S.L. Montes Belos / Sanclerlândia	164EGO0470	7	Podzólico Verm.-Amarelo eutrófico	1512	620	17,62	92	TSD	2,5	GR	17	62	GR	17	51	8
44	Mozarlândia / Nova Crixas	164EGO0750	10	Latos.Verm.-Amarelo Distrófico	1584	295	14,29	74	TSD	2,5	GR	20	60	GR	15	91	9
45	Mozarlândia / Nova Crixas	164EGO0770	10	Latos.Verm.-Amarelo Distrófico	1584	295	4,60	74	TSD	2,5	GR	15	94	GR	15	91	9

Tabela A.1 - Características Físicas da Amostra em Estudo

Trecho	Segmento	CÓDIGO	Figura Anexo A	Pedologia	Pluviom	Altitude (m)	extensão (km)	ano de execução	revestimento		base			sub-base			sub-leito
									tipo	e	tipo	e	CBR	tipo	e	CBR	CBR
46	Nova Trindade / Sta. Fé	173EGO0050	7	Latos.Verm.-Amarelo Distrófico	1487	290	12,86	92	TSD	2,5	GR	15	78	GR	15	54	9
47	Quirinópolis / BR-364	206EGO0190	3	Latos.Verm.-Escuro álico	1656	505	26,00	93	TSD	2,5	GR	17	80	SF	15	55	20
48	Davinópolis / GO-301	210EGO0030	5	Podzólico Verm.-Amarelo eutrófico	1404	803	9,80	94	TSD	2,5	GR	17	56	GR	17	42	12
49	GO-301 / BR-050	210EGO0050	5	Podzólico Verm.-Amarelo eutrófico	1404	803	27,00	94	TSD	2,5	GR	17	56	GR	17	42	12
50	BR-153 / Panamá	210EGO0290	4	Terra Roxa Estrut. eutrófica latossólica	1342	733	6,37	79	TSD	2,5	GR	15	57	GR	15	43	9
51	Panamá / GO-515	210EGO0300	4	Terra Roxa Estrut. eutrófica latossólica	1500	738	9,16	94	TSD	2,5	GR	15	69	GR	15	69	9
52	Pontalina / Edealina	215EGO0030	4	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1342	610	14,89	94	TSD	2,5	GR	17	47	GR	18	47	9
53	Pontalina / Edealina	215EGO0040	4	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1664	610	13,90	94	TSD	2,5	GR	17	47	GR	18	47	9
54	Pontalina / Edealina	215EGO0050	4	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1560	601	27,71	92	TSD	2,5	GR	18	56	GR	15	51	9
55	Edealina / Edéia	215EGO0060	4	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1560	601	4,67	84	TSD	2,5	GR	15	50	GR	15	50	8
56	Prof. Jamil / Cromínia	217EGO0070	4	Cambissolo álico	1664	676	16,98	86	TSD	2,5	GR	20	65	GR	15	45	12
57	Cromínia / Mairipotaba	217EGO0090	4	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1548	676	12,04	86	TSD	2,5	GR	20	65	GR	15	45	12
58	Iporá / Palestina de GO	221EGO0010	7	Cambissolo Distrófico	1352	638	24,04	86	TSD	2,5	GR	17	46	GR	17	42	11
59	Palestina de GO / BR-158 (Caiapônia)	221EGO0050	7	Podzólico Verm.-Amarelo eutrófico	1352	692	39,00	86	TSD	2,5	GR	17	46	GR	17	42	11
60	Anápolis / Nerópolis	222EGO0010	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1664	924	29,70	85	TSD	2,5	GR	15	65	GR	15	55	8
61	N. Veneza / Inhumas	222EGO0050	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1664	788	15,83	85	TSD	2,5	GR	17	55	GR	17	45	11
62	N. Veneza / Inhumas	222EGO0070	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1664	788	4,11	85	TSD	2,5	GR	17	55	GR	17	45	11
63	N. Veneza / Inhumas	222EGO0090	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1664	788	2,73	85	TSD	2,5	GR	17	55	GR	17	45	11
64	GO-070 / Caturai	222EGO0130	8	Podzólico Verm.-Amarelo eutrófico	1620	749	6,68	86	TSD	2,5	GR	17	58	GR	17	51	10
65	Caturai / Araçu	222EGO0150	8	Podzólico Verm.-Amarelo eutrófico	1620	749	17,90	86	TSD	2,5	GR	17	58	GR	17	51	10
66	Corumbá de GO / Pirinópolis	225EGO0050	8	Latos.Verm.-Amarelo Distrófico	1858	866	19,08	88	TSD	2,5	GR	17	40	GR	17	40	8
67	Mimoso de GO / Padre Bernardo	230EGO0050	9	Podzólico Verm.-Amarelo eutrófico	1368	629	18,23	93	TSD	2,5	GR	17	51	GR	17	38	10
68	BR-153 / Uruana	230EGO0180	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1531	586	20,28	85	TSD	2,5	GR	15	62	GR	15	44	14
69	Niquelândia / Uruaçu	237EGO0150	12	Solos Litólicos Distróficos	1752	550	4,78	86	TSD	2,5	GR	15	58	GR	15	44	8
70	Niquelândia / Uruaçu	237EGO0170	12	Latos.Verm.-Amarelo Distrófico	1752	550	17,27	86	TSD	2,5	GR	15	58	GR	15	44	8
71	Niquelândia / Uruaçu	237EGO0190	11	Latos.Verm.-Amarelo Distrófico	1752	550	60,66	86	TSD	2,5	GR	15	58	GR	15	44	8
72	Minapu / Campinaçu	241EGO0170	12	Podzólico Verm.-Amarelo Distrófico	1620	520	54,14	93	TSD	2,5	GR	19	60	GR	19	60	12
73	Campinaçu / Formoso	241EGO0190	2	Podzólico Verm.-Amarelo Distrófico	1620	629	45,74	94	TSD	2,5	GR	17	41	GR	17	32	8
74	Campinaçu / Formoso	241EGO0210	11	Podzólico Verm.-Amarelo Distr.latossólico	1620	629	4,00	94	TSD	2,5	GR	17	41	GR	17	32	8
75	Lagoa do Aporé / Itajá	302EGO0050	3	Latos.Verm.-Escuro álico	1548	430	19,30	84	TSD	2,5	GR	15	50	GR	15	40	10
76	Itajá / Aporé	302EGO0070	3	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1692	490	19,27	92	TSD	2,5	GR	15	55	GR	12	50	16
77	Itajá / Aporé	302EGO0090	2	Podzólico Verm.-Amarelo Distrófico	1692	490	26,00	92	TSD	2,5	GR	15	55	GR	12	50	16
78	Nova Fátima / BR-153	319EGO0270	8	Cambissolo álico	1584	802	12,05	93	TSD	2,5	GR	15	62	GR	15	55	15
79	Goiatuba / GO-040	320EGO0030	4	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1342	790	19,56	85	TSD	2,5	GR	15	60	GR	15	60	8
80	GO-040 / GO-213	320EGO0070	4	Latos. Roxo Distrófico	1342	790	6,89	85	TSD	2,5	GR	15	54	GR	15	50	8
81	Joviânia / GO-319	320EGO0110	4	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1656	726	20,85	87	TSD	2,5	GR	17	50	GR	17	50	8
82	Edéia / Indiará	320EGO0150	4	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1500	580	23,96	83	TSD	2,5	GR	15	56	GR	15	51	15
83	Indiará / Jandaia	320EGO0160	8	Cambissolo Distrófico	1664	593	18,05	85	TSD	2,5	GR	17	51	GR	17	48	9
84	Jandaia / Paraúna	320EGO0170	8	Cambissolo Distrófico	1664	593	17,31	85	TSD	2,5	GR	17	51	GR	17	48	9
85	Jandaia / Paraúna	320EGO0190	7	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1664	721	20,21	85	TSD	2,5	GR	17	51	GR	17	48	9
86	GO-417 / Cachoeira de GO	320EGO0240	7	Areias Quartzosas Distróficas	1620	764	10,09	90	TSD	2,5	GR	20	60	GR	20	60	15
87	GO-222 / Sanclerlândia	326EGO0060	8	Podzólico Verm.-Amarelo eutrófico	1230	650	41,19	85	TSD	2,5	GR	17	60	GR	16	60	8
88	Sanclerlândia / Buriti de GO	326EGO0070	7	Cambissolo Distrófico	1230	607	18,48	85	TSD	2,5	GR	16	70	GR	16	50	6
89	Buriti de GO / Novo Brasil	326EGO0080	7	Podzólico Verm.-Amarelo eutrófico	1752	504	3,65	85	TSD	2,5	GR	16	70	GR	16	50	6
90	Buriti de GO / Novo Brasil	326EGO0090	7	Cambissolo Distrófico	1752	504	39,48	85	TSD	2,5	GR	16	70	GR	16	50	6
91	3 Ranchos / Ouvidor	330EGO0030	5	Cambissolo álico	1570	745	14,00	89	TSD	2,5	GR	17	45	GR	16	45	10

Tabela A.1 - Características Físicas da Amostra em Estudo

Trecho	Segmento	CÓDIGO	Figura Anexo A	Pedologia	Pluviom	Altitude (m)	extensão (km)	ano de execução	revestimento		base			sub-base			sub-leito
									tipo	e	tipo	e	CBR	tipo	e	CBR	CBR
92	Ouvidor / Catalão	330EGO0050	5	Cambissolo álico	1476	822	13,06	86	TSD	2,5	GR	17	50	GR	17	50	9
93	Orizona / Pte. Funda	330EGO0190	9	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1664	904	32,27	85	TSD	2,5	GR	17	67	GR	17	56	14
94	Pte. Funda / GO-010	330EGO0210	9	Latos.Verm.-Amarelo Distrófico	1664	904	11,67	85	TSD	2,5	GR	17	67	GR	17	56	14
95	Petrolina / Sta. Rosa de GO	330EGO0430	8	Latos. Roxo Distrófico	1500	785	18,08	86	TSD	2,5	GR	17	65	GR	17	50	18
96	BR-153 / Itapaci	336EGO0010	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1836	557	18,52	83	TSD	2,5	GR	15	46	GR	15	42	15
97	Divisa MS/GO / BR-364	341EGO0010	2	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1873	750	65,51	92	TSD	2,5	GR	15	61	GR	15	40	8
98	Divisa MS/GO / BR-364	341EGO0020	2	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1873	750	37,58	92	TSD	2,5	GR	15	65	GR	15	42	8
99	Divisa MS/GO / BR-364	341EGO0050	2	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1873	750	11,00	92	TSD	2,5	GR	15	61	GR	15	42	8
100	Crixas / Sta. Terezinha de GO	347EGO0010	11	Latos.Verm.-Amarelo Distrófico	1248	321	32,30	93	TSD	2,5	GR	17	50	GR	17	50	10
101	GO-320 / Palmeuma	408EGO0010	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1520	679	2,68	93	TSD	2,5	GR	15	55	GR	15	49	12
102	Varjão / BR-060	413EGO0030	8	Podzólico Verm.-Amarelo eutrófico	1664	609	11,81	85	TSD	2,5	GR	13	57	GR	13	57	15
103	Goianópolis / BR-060/153	415EGO0030	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1664	982	5,91	81	TSD	2,5	GR	20	63	GR	15	20	8
104	GO-080 / Damolândia	416EGO0010	8	Podzólico Verm.-Amarelo eutrófico	1664	819	7,97	85	TSD	2,5	GR	15	40	GR	15	20	8
105	GO-320 / Aurilândia	417EGO0010	7	Podzólico Verm.-Amarelo eutrófico	1620	642	15,70	90	TSD	2,5	GR	20	60	GR	20	60	15
106	Go-060 / Fazenda Nova	418EGO0010	7	Podzólico Verm.-Amarelo eutrófico	1596	457	18,57	86	TSD	2,5	GR	18	63	GR	18	43	7
107	Fazenda Nova / GO-324	418EGO0030	7	Podzólico Verm.-Amarelo Distrófico	1752	457	23,00	86	TSD	2,5	GR	17	46	GR	17	40	8
108	GO-070 / Brazabrantes	420EGO0010	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1664	761	6,36	85	TSD	2,5	GR	20	40	GR	17	20	8
109	Brazabrantes / Nova veneza	420EGO0030	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1664	761	6,70	93	TSD	2,5	GR	15	48	GR	15	45	10
110	Brazabrantes / Nova veneza	420EGO0050	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1664	761	1,20	93	TSD	2,5	GR	15	48	GR	15	45	10
111	Div. DF-GO / Padre Bernardo	424EGO0010	9	Cambissolo Distrófico	1342	713	46,31	87	TSD	2,5	GR	17	40	GR	17	20	8
112	Formosa / GO-118	430EGO0010	9	Cambissolo álico	1392	916	21,95	94	TSD	2,5	GR	15	43	GR	15	33	8
113	GO-118 / Planaltina	430EGO0050	9	Cambissolo álico	1425	944	9,94	94	TSD	2,5	GR	15	43	GR	15	43	8
114	Ivolândia / Moiriporã	444EGO0010	7	Cambissolo eutrófico	1520	635	9,76	87	TSD	2,5	GR	18	60	GR	17	25	8
115	Moiriporã / GO-060	444EGO0020	7	Podzólico Verm.-Amarelo eutrófico	1620	635	13,12	87	TSD	2,5	GR	18	60	GR	17	25	8
116	Goiania / S. A. de GO	462EGO0010	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1664	775	15,90	94	TSD	2,5	GR	15	48	GR	15	45	9
117	S.A. de Go / GO-420	462EGO0030	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1664	775	13,00	94	TSD	2,5	GR	15	48	GR	15	45	9
118	Castrinópolis / Rialma	480EGO0020	8	Latos. Roxo Distrófico	1531	582	10,30	95	TSD	2,5	GR	17	60	GR	17	60	15
119	BR-050 / Jazida de Fosfato Nióbio	504EGO0010	5	Cambissolo álico	1570	835	11,95	86	TSD	2,5	GR	15	80	GR	15	80	12
120	GO-326 / Avelinópolis	512EGO0010	8	Podzólico Verm.-Amarelo eutrófico	1664	729	8,60	82	TSD	2,5	GR	17	47		15	20	16
121	Panamá / Goiatuba	515EGO0010	4	Terra Roxa Estrut. Eutrófica latossólica	1500	733	8,66	94	TSD	2,5	GR	15	69	GR	15	69	8
122	BR-364 / Perolândia	516EGO0010	2	Latos. Roxo Distrófico	1404	723	26,72	94	TSD	2,5	GR	17	80	GR	17	80	8
123	GO-324 / GO-326	518EGO0010	7	Podzólico Verm.-Amarelo eutrófico	1928	555	14,00	86	TSD	2,5	GR	15	68	GR	18	45	11
124	Lago Azul / DF-GO	520EGO0020	9	Cambissolo Distrófico	1425	930	7,10	93	TSD	2,5	GR	17	80	GR	17	80	7
125	Caturai / GO-222	523EGO0030	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1664	763	5,80	86	TSD	2,5	GR	17	58	GR	17	51	10
126	GO-116 / Itiquira	524EGO0010	9	Latos.Verm.-Escuro álico	1500	930	5,34	88	TSD	2,5	GR	17	55	GR	15	40	8
127	GO-237 / Copemim	532EGO0010	12	Terra Roxa Estrut. eutrófica	1531	583	34,55	93	TSD	2,5	GR	20	40	GR	20	40	10
128	Sen. Canedo / GO-020	536EGO0010	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1500	749	7,00	93	TSD	2,5	GR	17	60	GR	17	56	13
129	GO-132 / Minaçu	548EGO0010	12	Cambissolo álico	1620	520	3,95	93	TSD	2,5	GR	19	60	GR	19	60	12

Rodovias em CBUQ

Trecho	Segmento	CÓDIGO	Figura Anexo B	Pedologia	Pluviom	Altitude (m)	extensão (km)	ano de execução	revestimento		base			sub-base			sub-leito
									tipo	e	tipo	e	CBR	tipo	e	CBR	CBR
130	S. Bárbara / Claudionópolis	060EGO0050	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1548	639	8,39	90	CBUQ	3,0	GR	18	52	GR	15	20	12
131	Claudionópolis / Nazário	060EGO0070	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1548	649	13,34	90	CBUQ	3,0	GR	18	52	GR	15	20	12
132	Nazário / Turvânia	060EGO0090	8	Podzólico Verm.-Amarelo eutrófico	1620	649	8,88	91	CBUQ	3,5	GR	15	60	GR	15	45	13
133	Nazário / Turvânia	060EGO0100	8	Podzólico Verm.-Amarelo eutrófico	1608	667	18,33	91	CBUQ	3,5	GR	15	60	GR	15	45	13

Tabela A.1 - Características Físicas da Amostra em Estudo

Trecho	Segmento	CÓDIGO	Figura Anexo A	Pedologia	Pluviom	Altitude (m)	extensão (km)	ano de execução	revestimento		base			sub-base			sub-leito
									tipo	e	tipo	e	CBR	tipo	e	CBR	CBR
134	Turvânia / Firminópolis	060EGO0110	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1620	685	18,42	91	CBUQ	3,5	GR	15	60	GR	15	45	13
135	Goiânia / Nerópolis	080EGO0010	8	Latos. Roxo Distrófico	1692	790	20,30	89	CBUQ	4,5	GR	17	52	GR	17	52	10
136	Goiânia / Nerópolis	080EGO0030	8	Latos. Roxo Distrófico	1692	790	6,11	89	CBUQ	4,5	GR	17	52	GR	17	52	10
137	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0050	8	Latos. Roxo Distrófico	1692	790	2,12	89	CBUQ	4,5	GR	17	52	GR	17	52	10
138	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0070	8	Podzólico Verm.-Amarelo eutrófico	1692	790	12,21	89	CBUQ	4,5	GR	17	52	GR	17	52	10
139	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0090	8	Podzólico Verm.-Amarelo eutrófico	1692	790	3,59	89	CBUQ	4,5	GR	17	52	GR	17	52	10
140	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0110	8	Podzólico Verm.-Amarelo eutrófico	1692	776	18,96	89	CBUQ	4,5	GR	17	52	GR	17	52	10
141	Petrolina de GO / Jaraguá	080EGO0130	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1692	747	20,02	89	CBUQ	4,5	GR	17	52	GR	17	52	10
142	Petrolina de GO / Jaraguá	080EGO0150	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1692	747	5,93	89	CBUQ	4,5	GR	17	52	GR	17	52	10
143	Itapaci / Pilar de Goiás	154EGO0330	11	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1333	655	5,26	90	CBUQ	3,0	GR	18	52	GR	17	45	12
144	Itapaci / Pilar de Goiás	154EGO0350	11	Solos Litólicos distrófios	1333	655	13,99	91	CBUQ	3,5	GR	17	55	GR	17	45	12
145	Pilar de Goiás / Luzelândia	154EGO0370	11	Podzólico Verm.-amarelo eutrófico	1450	536	22,07	91	CBUQ	3,5	GR	17	55	GR	17	45	12
146	Luzelândia / S. Terezinha de GO	154EGO0390	11	Solos Concrecionários distrófios	1450	536	20,16	91	CBUQ	3,5	GR	17	55	GR	17	45	12
147	Mossâmedes / BR-070	164EGO0510	8	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1292	615	26,08	89	CBUQ	4,5	GR	17	52	GR	17	52	10
148	Goiás / Faina	164EGO0550	8	Cambissolo Distrófico	1923	400	10,00	89	CBUQ	4,5	GR	17	52	GR	17	52	10
149	Goiás / Faina	164EGO0570	8	Cambissolo Distrófico	1923	400	40,04	89	CBUQ	4,5	GR	17	52	GR	17	52	10
150	Goiás / Faina	164EGO0590	7	Cambissolo Distrófico	1923	400	18,52	89	CBUQ	4,5	GR	17	52	GR	17	52	10
151	Faina / Araguapaz	164EGO0610	7	Cambissolo Distrófico	1923	400	12,73	89	CBUQ	4,5	GR	17	52	GR	17	52	10
152	Sta. Fé / Britânia	173EGO0070	7	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1239	290	23,03	89	CBUQ	4,5	GR	17	52	GR	17	52	10
153	Sta. Fé / Britânia	173EGO0090	7	Latos.Verm.-Amarelo Distrófico	1239	290	7,74	89	CBUQ	4,5	GR	17	52	GR	17	52	10
154	Ap. do Rio doce / BR-060	174EGO0010	3	Latos. Roxo Distrófico	1360	690	41,68	89	CBUQ	4,5	GR	17	52	GR	17	52	10
155	Rio Verde / Montividiu	174EGO0050	3	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1561	810	7,06	89	CBUQ	4,5	GR	17	52	GR	17	52	10
156	Rio Verde / Montividiu	174EGO0070	3	Latos. Verm. Escuro Distrófico	1561	810	38,08	89	CBUQ	4,5	GR	17	52	GR	17	52	10

Legenda:

e - espessura (cm)

GR - granular

Tabela A.2 - Resultados do levantamento de 1996 para os trechos selecionados

Rodovias em TSD - 1996									
Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	ATR (mm)	Do (FWD) (0,01 mm)	Do (VBK) (0,01m)	QI (cont/km)	TRI %
1	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0010	7,52	85	3,0	43	63	42	
2	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0015	10,82	85	3,0	46	66	42	
3	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0020	7,31	85	2,1	36	56	38	
4	Bonfinópolis - L. de Buhões	010EGO0030	20,99	85	3,9	41	61	39	
5	Bonfinópolis - L. de Buhões	010EGO0050	3,10	85	3,8	52	70	46	
6	Vianópolis - Luziânia	010EGO0170	21,01	84	2,8	46	66	38	
7	Vianópolis - Luziânia	010EGO0190	6,67	84	2,4	39	59	47	
8	GO-215/Pontalina	040EGO0070	4,78	93	2,8	47	66	34	
9	Aloândia/BR-452	040EGO0090	10,73	93	2,0	53	71	33	
10	Aloândia/BR-452	040EGO0130	8,99	92	2,7	45	65	40	
11	Aloândia/BR-452	040EGO0140	12,83	92	3,0	55	73	38	
12	Aloândia/BR-452	040EGO0150	21,10	92	2,9	48	67	40	
13	Trindade / Campestre de GO	050EGO0030	14,30	86	3,0	44	64	38	
14	Trindade / Campestre de GO	050EGO0050	9,75	86	1,8	48	67	41	
15	GO-174 / GO-220	050EGO0250	15,41	89	1,8	37	57	35	
16	Firminópolis / S. L. M. Belos	060EGO0130	11,06	94	1,7	48	67	42	
17	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0150	1,26	94	1,9	54	72	48	
18	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0170	33,80	94	1,8	46	66	41	
19	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0180	22,07	94	1,9	40	60	38	
20	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0190	12,04	94	1,9	42	62	33	
21	Iporá / Arenópolis	060EGO0230	6,32	85	3,0	42	62	50	
22	Iporá / Arenópolis	060EGO0240	44,87	85	3,0	38	58	57	
23	Iporá / Arenópolis	060EGO0245	7,81	85	3,0	38	58	57	
24	Arenópolis / Piranhas	060EGO0250	18,00	85	2,9	38	58	59	
25	Arenópolis / Piranhas	060EGO0260	13,08	85	2,4	38	58	59	
26	Arenópolis / Piranhas	060EGO0270	2,06	85	3,1	49	68	56	
27	BR-020 / Posse	108EGO0070	6,20	85	2,6	41	61	43	
28	Formosa / GO-524	116EGO0010	27,22	85	2,2	31	49	37	
29	BR-010 / GO-430	118EGO0010	6,11	85	2,7	31	49	38	
30	S. J. da Aliança / Alto Paraíso	118EGO0080	12,42	84	2,7	33	52	35	
31	Alto Paraíso / Teresina de GO	118EGO0090	65,88	84	1,7	28	45	37	
32	Taquaral de GO / Itaguari	154EGO0150	9,41	92	2,4	38	58	40	
33	Itaguari / Itaguari	154EGO0170	17,65	92	1,5	32	51	43	
34	S. Terezinha de GO/Campos Verdes	154EGO0410	18,75	94	1,4	35	55	35	
35	BR-060 / Cezarina	156EGO0010	1,34	94	1,5	44	64	36	
36	Cezarina / GO-050	156EGO0030	18,18	94	1,6	39	59	33	
37	Palmeiras de GO / Nazário	156EGO0090	23,48	85	1,6	40	60	35	
38	Anicuns / Americano do Brasil	156EGO0150	7,39	85	2,4	45	65	37	
39	Anicuns / Americano do Brasil	156EGO0170	16,04	92	2,4	45	65	40	
40	Itaberaí / Heitorai	156EGO0230	34,51	85	1,7	47	66	33	
41	Heitorai / Itapuranga	156EGO0250	13,01	85	2,0	39	59	34	
42	Itaguaçu / GO-364 Paranaiguara	164EGO0070	8,55	86	1,6	34	53	33	
43	S.L. Montes Belos / Sanclerlândia	164EGO0470	17,62	92	2,1	52	70	45	
44	Mozarlândia / Nova Crixas	164EGO0750	14,29	74	2,5	23	34	38	
45	Mozarlândia / Nova Crixas	164EGO0770	4,60	74	2,1	32	51	39	
46	Nova Trindade / Sta. Fé	173EGO0050	12,86	92	2,6	25	39	34	
47	Quirinópolis / BR-364	206EGO0190	26,00	93	1,5	35	55	31	
48	Davinópolis / GO-301	210EGO0030	9,80	94	1,3	39	59	21	
49	GO-301 / BR-050	210EGO0050	27,00	94	1,6	51	70	21	
50	BR-153 / Panamá	210EGO0290	6,37	79	2,1	38	58	33	
51	Panamá / GO-515	210EGO0300	9,16	94	2,2	36	56	26	
52	Pontalina / Edealina	215EGO0030	14,89	94	1,9	39	59	36	
53	Pontalina / Edealina	215EGO0040	13,90	94	2,4	39	59	34	
54	Pontalina / Edealina	215EGO0050	27,71	92	2,2	45	65	38	
55	Edealina / Edéia	215EGO0060	4,67	84	3,1	43	63	46	
56	Prof. Jamil / Cromínia	217EGO0070	16,98	86	1,9	44	64	39	
57	Cromínia / Mairipotaba	217EGO0090	12,04	86	1,6	48	67	36	
58	Iporá / Palestina de GO	221EGO0010	24,04	86	4,1	37	57	45	
59	Palestina de GO / BR-158	221EGO0050	39,00	86	1,7	35	55	45	
60	Anápolis / Nerópolis	222EGO0010	29,70	85	3,4	40	60	42	
61	N. Veneza / Inhumas	222EGO0050	15,83	85	3,1	40	60	43	
62	N. Veneza / Inhumas	222EGO0070	4,11	85	3,1	41	61	40	
63	N. Veneza / Inhumas	222EGO0090	2,73	85	2,9	34	53	41	
64	GO-070 / Caturai	222EGO0130	6,68	86	1,9	30	48	36	
65	Caturai / Araçu	222EGO0150	17,90	86	2,3	30	48	36	

Tabela A.2 - Resultados do levantamento de 1996 para os trechos selecionados

Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	ATR (mm)	Do (FWD) (0,01 mm)	Do (VBK) (0,01m)	QI (cont/km)	TRI %
66	Corumbá de GO / Pirinópolis	225EGO0050	19,08	88	3,7	25	39	33	
67	Mimoso de GO / Padre Bernardo	230EGO0050	18,23	93	2,5	30	48	33	
68	BR-153 / Uruana	230EGO0180	20,28	85	2,9	43	63	39	
69	Niquelândia / Uruaçu	237EGO0150	4,78	86	2,7	34	53	37	
70	Niquelândia / Uruaçu	237EGO0170	17,27	86	1,9	32	51	38	
71	Niquelândia / Uruaçu	237EGO0190	60,66	86	1,8	28	45	35	
72	Minaçu / Campinaçu	241EGO0170	54,14	93	1,5	30	48	36	
73	Campinaçu / Formoso	241EGO0190	45,74	94	1,7	36	56	34	
74	Campinaçu / Formoso	241EGO0210	4,00	94	1,9	26	41	36	
75	Lagoa do Aporé / Itajá	302EGO0050	19,30	84	1,5	31	49	37	
76	Itajá / Aporé	302EGO0070	19,27	92	2,0	33	52	34	
77	Itajá / Aporé	302EGO0090	26,00	92	1,5	32	51	35	
78	Nova Fátima / BR-153	319EGO0270	12,05	93	1,5	41	61	37	
79	Goiatuba / GO-040	320EGO0030	19,56	85	3,1	45	65	40	
80	GO-040 / GO-213	320EGO0070	6,89	85	3,2	52	70	46	
81	Joviânia / GO-319	320EGO0110	20,85	87	5,1	61	77	42	
82	Edéia / Indiará	320EGO0150	23,96	83	3,3	42	62	56	
83	Indiará / Jandaia	320EGO0160	18,05	85	2,4	28	45	35	
84	Jandaia / Paraúna	320EGO0170	17,31	85	1,6	29	46	35	
85	Jandaia / Paraúna	320EGO0190	20,21	85	1,7	35	55	33	
86	GO-417 / Cachoeira de GO	320EGO0240	10,09	90	1,0	41	61	23	
87	GO-222 / Sanclerlândia	326EGO0060	41,19	85	1,9	45	65	42	
88	Sanclerlândia / Buriti de GO	326EGO0070	18,48	85	2,0	59	75	46	
89	Buriti de GO / Novo Brasil	326EGO0080	3,65	85	1,7	55	73	45	
90	Buriti de GO / Novo Brasil	326EGO0090	39,48	85	2,0	44	64	41	
91	3 Ranchos / Ouvidor	330EGO0030	14,00	89	2,1	42	62	43	
92	Ouvidor / Catalão	330EGO0050	13,06	86	1,8	39	59	45	
93	Orizona / Pte. Funda	330EGO0190	32,27	85	3,3	35	55	49	
94	Pte. Funda / GO-010	330EGO0210	11,67	85	4,0	25	39	49	
95	Petrolina / Sta. Rosa de GO	330EGO0430	18,08	86	1,6	44	64	31	
96	BR-153 / Itapaci	336EGO0010	18,52	83	2,0	37	57	47	
97	Divisa MS/GO / BR-364	341EGO0010	65,51	92	2,9	38	58	47	
98	Divisa MS/GO / BR-364	341EGO0020	37,58	92	2,1	32	51	41	
99	Divisa MS/GO / BR-364	341EGO0050	11,00	92	2,0	34	53	44	
100	Crixas / Sta. Terezinha de GO	347EGO0010	32,30	93	2,0	32	51	36	
101	GO-320 / Palmeuma	408EGO0010	2,68	93	1,8	38	58	36	
102	Varjão / BR-060	413EGO0030	11,81	85	1,8	51	70	31	
103	Goianápolis / BR-060/153	415EGO0030	5,91	81	1,8	52	70	48	
104	GO-080 / Damolândia	416EGO0010	7,97	85	1,8	54	72	32	
105	GO-320 / Aurilândia	417EGO0010	15,70	90	1,0	41	61	31	
106	Go-060 / Fazenda Nova	418EGO0010	18,57	86	2,4	35	55	43	
107	Fazenda Nova / GO-324	418EGO0030	23,00	86	2,0	36	56	38	
108	GO-070 / Brazabrantes	420EGO0010	6,36	85	2,2	50	69	34	
109	Brazabrantes / Nova veneza	420EGO0030	6,70	93	2,8	43	63	37	
110	Brazabrantes / Nova veneza	420EGO0050	1,20	93	3,0	43	63	37	
111	Div. DF-GO / Padre Bernardo	424EGO0010	46,31	87	3,0	32	51	35	
112	Formosa / GO-118	430EGO0010	21,95	94	2,4	40	60	31	
113	GO-118 / Planaltina	430EGO0050	9,94	94	2,0	30	48	29	
114	Ivolândia / Moiriporã	444EGO0010	9,76	87	2,7	40	60	41	
115	Moiriporã / GO-060	444EGO0020	13,12	87	2,7	42	62	34	
116	Goiânia / S. A. de GO	462EGO0010	15,90	94	1,5	44	64	43	
117	S.A. de Go / GO-420	462EGO0030	13,00	94	2,5	50	69	41	
118	Castrinópolis / Rialma	480EGO0020	10,30	95	0,7	28	45	20	
119	BR-050 / Jazida de Fosfato	504EGO0010	11,95	86	1,9	33	52	41	
120	GO-326 / Avelinópolis	512EGO0010	8,60	82	1,8	29	46	31	
121	Panamá / Goiatuba	515EGO0010	8,66	94	2,4	54	72	34	
122	BR-364 / Perolândia	516EGO0010	26,72	94	0,9	36	56	27	
123	GO-324 / GO-326	518EGO0010	14,00	86	1,8	61	77	43	
124	Lago Azul / DF-GO	520EGO0020	7,10	93	2,3	42	62	44	
125	Caturai / GO-222	523EGO0030	5,80	86	1,9	51	70	33	
126	GO-116 / Itiquira	524EGO0010	5,14	88	1,8	25	39	36	
127	GO-237 / Copemim	532EGO0010	34,55	93	2,3	41	61	34	
128	Sen. Canedo / GO-020	536EGO0010	7,00	93	3,0	51	70	41	
129	GO-132 / Minaçu	548EGO0010	3,95	93	1,5	24	36	47	

Tabela A.2 - Resultados do levantamento de 1996 para os trechos selecionados

Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	ATR (mm)	Do (FWD) (0,01 mm)	Do (VBK) (0,01m)	QI (cont/km)	TRI %
Rodovias em CBUQ - 1996									
130	S. Bárbara / Claudionópolis	060EGO0050	8	90	1,5	43	63	38	5
131	Claudionópolis / Nazário	060EGO0070	13	90	1,5	41	61	35	5
132	Nazário / Turvânia	060EGO0090	9	91	1,3	37	57	37	7
133	Nazário / Turvânia	060EGO0100	18	91	1,3	44	64	37	6
134	Turvânia / Firminópolis	060EGO0110	18	91	1,2	44	64	38	2
135	Goiânia / Nerópolis	080EGO0010	20	89	2,1	38	58	25	45
136	Goiânia / Nerópolis	080EGO0030	6	89	4,2	53	71	44	46
137	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0050	2	89	1,4	59	75	34	50
138	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0070	12	89	3,2	39	59	27	50
139	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0090	4	89	3,3	35	60	26	17
140	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0110	19	89	3,3	37	57	23	35
141	Petrolina de GO / Jaraguá	080EGO0130	20	89	9,5	30	62	38	20
142	Petrolina de GO / Jaraguá	080EGO0150	6	89	4,7	32	52	34	0
143	Itapaci / Pilar de Goiás	154EGO0330	5	90	1,9	34	53	47	0
144	Itapaci / Pilar de Goiás	154EGO0350	14	91	2,2	34	53	39	0
145	Pilar de Goiás / Luzelândia	154EGO0370	22	91	2,0	49	49	44	0
146	Luzelândia / S. Terezinha de GO	154EGO0390	20	91	1,7	39	59	53	0
147	Mossâmedes / BR-070	164EGO0510	26	89	2,6	42	62	35	0
148	Goiás / Faina	164EGO0550	10	89	2,5	41	61	29	8
149	Goiás / Faina	164EGO0570	40	89	1,7	45	65	24	25
150	Goiás / Faina	164EGO0590	19	89	2,2	54	72	22	35
151	Faina / Araguapaz	164EGO0610	13	89	3,2	37	57	36	24
152	Sta. Fé / Britânia	173EGO0070	23	89	1,5	23	34	36	0
153	Sta. Fé / Britânia	173EGO0090	8	89	1,7	30	48	36	0
154	Ap. do Rio doce / BR-060	174EGO0010	42	89	2,1	36	56	44	0
155	Rio Verde / Montividiu	174EGO0050	7	89	0,5	48	67	44	1
156	Rio Verde / Montividiu	174EGO0070	38,08	89	1	41	61	35	0

Legenda:

ATR - afundamento de trilha de roda (mm)

Do (FWD) - deflexão máxima medida com o FWD (0,01 mm)

Do (VB) - deflexão máxima medida com a viga Benkelman (0,01 mm)

QI - quociente de irregularidade (contagens/quilometro)

TRI - área de pavimento trincada (%)

Tabela A.3 - Resultados do levantamento de 1998 para os trechos selecionados

Rodovias em TSD - 1998

Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	ATR (mm)	Do VBK (0,01 mm)	QI (cont/km)	TR %
1	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0010	7,52	85	5,9	76	70	
2	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0015	10,82	85	5,0	84	68	
3	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0020	7,31	85	5,3	61	54	
4	Bonfinópolis - L. de Buhões	010EGO0030	20,99	85	9,3	81	58	
5	Bonfinópolis - L. de Buhões	010EGO0050	3,10	85	6,0	90	55	
55	Edealina / Edéia	215EGO0060	27,71	84	3,8	53	53	
80	GO-040 / GO-213	320EGO0070	6,89	85	5,3	65	49	
81	Joviânia / GO-319	320EGO0110	20,85	87	4,6	51	49	

Rodovias em CBUQ - 1998

Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	ATR (mm)	Do VBK (0,01 mm)	QI (cont/km)	TR %
130	S. Bárbara / Claudionópolis	060EGO0050	8,39	90	3,6	68	53	29
131	Claudionópolis / Nazário	060EGO0070	13,34	90	2,9	75	46	15
132	Nazário / Turvânia	060EGO0090	8,88	91	2,6	58	49	21
133	Nazário / Turvânia	060EGO0100	18,33	91	3,0	69	46	15
134	Turvânia / Firminópolis	060EGO0110	18,42	91	2,5	62	41	29
154	Ap. do Rio doce / BR-060	174EGO0010	41,68	89	2,8	57	45	5

Legenda:

ATR - afundamento de trilha de roda (mm)

Do (FWD) - deflexão máxima medida com o FWD (0,01 mm)

Do (VB) - deflexão máxima medida com a viga Benkelman (0,01 mm)

QI - quociente de irregularidade (contagens/quilometro)

TRI - área de pavimento trincada (%)

Tabela A.4 - Resultados do levantamento de 2000 para os trechos selecionados

Rodovias em TSD - 2000

Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	ATR (mm)	Do VBK (0,01 mm)	QI (cont/km)	TR %
6	Vianópolis - Luziânia	010EGO0170	21,01	84	6,8	50	64	
7	Vianópolis - Luziânia	010EGO0190	6,67	84	6,4	57	70	
16	Firminópolis / S. L. M. Belos	060EGO0130	11,06	94	3,8	53	52	
17	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0150	1,26	94	3,0	60	59	
18	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0170	33,80	94	2,4	68	39	
19	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0180	22,07	94	2,5	49	45	
20	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0190	12,04	94	2,8	53	43	
30	S. J. da Aliança / Alto Paraíso	118EGO0080	12,42	84	3,9	50	46	
87	GO-222 / Sanclerlândia	326EGO0060	41,19	85	2,2	69	35	
111	Div. DF-GO / Padre Bernardo	424EGO0010	46,31	87	4,4	47	42	

Rodovias em CBUQ - 2000

Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	ATR (mm)	Do VBK (0,01 mm)	QI (cont/km)	TR %
135	Goiânia / Nerópolis	080EGO0010	20,30	89	4,1	83	48	56
136	Goiânia / Nerópolis	080EGO0030	6,11	89	4,8	72	59	81
137	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0050	2,12	89	5,1	86	56	65
138	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0070	12,21	89	4,2	88	51	54
139	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0090	3,59	89	3,6	83	63	39
140	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0110	18,96	89	3,9	78	58	45
141	Petrolina de GO / Jaraguá	080EGO0130	20,02	89	7,4	85	54	58

Legenda:

ATR - afundamento de trilha de roda (mm)

Do (FWD) - deflexão máxima medida com o FWD (0,01 mm)

Do (VB) - deflexão máxima medida com a viga Benkelman (0,01 mm)

QI - quociente de irregularidade (contagens/quilometro)

TRI - área de pavimento trincada (%)

Tabela A.5 - Resultados do levantamento de 2001 para os trechos selecionados

Rodovias em TSD - 2001									
Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	ATR (mm)	Do (FWD) (0,01 mm)	Do (VBK) (0,01m)	QI (cont/km)	TRI %
9	Aloândia/BR-452	040EGO0090	10,73	93	5,3	87	94	35	
10	Aloândia/BR-452	040EGO0130	8,99	92	6,7	98	120	43	
11	Aloândia/BR-452	040EGO0140	12,83	92	6,9	95	113	44	
12	Aloândia/BR-452	040EGO0150	21,10	92	5,7	90	102	47	
13	Trindade / Campestre de GO	050EGO0030	14,30	86	4,9	68	81	40	
14	Trindade / Campestre de GO	050EGO0050	9,75	86	4,9	65	79	43	
21	Iporá / Arenópolis	060EGO0230	6,32	85	3,7	57	74	48	
22	Iporá / Arenópolis	060EGO0240	44,87	85	5,3	61	77	62	
23	Iporá / Arenópolis	060EGO0245	7,81	85	4,7	77	86	60	
24	Arenópolis / Piranhas	060EGO0250	18,00	85	5,9	69	82	59	
25	Arenópolis / Piranhas	060EGO0260	13,08	85	3,4	63	78	63	
26	Arenópolis / Piranhas	060EGO0270	2,06	85	2,9	76	85	60	
29	BR-010 / GO-430	118EGO0010	6,11	85	1,9	57	74	41	
31	Alto Paraíso / Teresina de GO	118EGO0090	65,88	84	1,8	62	77	46	
32	Taquaral de GO / Itaguari	154EGO0150	9,41	92	2,0	88	91	49	
33	Itaguari / Itaguaru	154EGO0170	17,65	92	1,7	73	84	47	
34	S. Terezinha de GO / Campos Verdes	154EGO0410	18,75	94	4,3	81	88	44	
38	Anicuns / Americano do Brasil	156EGO0150	7,39	85	3,4	63	78	46	
39	Anicuns / Americano do Brasil	156EGO0170	16,04	92	2,9	75	85	47	
40	Itaberá / Heitorá	156EGO0230	34,51	85	3,6	54	72	42	
43	S.L. Montes Belos / Sanclerlândia	164EGO0470	17,62	92	4,0	62	77	46	
44	Mozarlândia / Nova Crixas	164EGO0750	14,29	74	4,0	75	85	44	
45	Mozarlândia / Nova Crixas	164EGO0770	4,60	74	3,8	56	73	45	
46	Nova Trindade / Sta. Fé	173EGO0050	12,86	92	3,9	67	80	38	
47	Quirinópolis / BR-364	206EGO0190	26,00	93	2,7	50	69	30	
48	Davinópolis / GO-301	210EGO0030	9,80	94	2,7	57	74	40	
49	GO-301 / BR-050	210EGO0050	27,00	94	3,3	81	88	35	
50	BR-153 / Panamá	210EGO0290	6,37	79	2,7	74	84	33	
51	Panamá / GO-515	210EGO0300	9,16	94	5,1	57	74	50	
52	Pontalina / Edealina	215EGO0030	14,89	94	5,9	63	78	50	
55	Edealina / Edéia	215EGO0060	4,67	84	2,6	63	78	40	
72	Minaçu / Campinaçu	241EGO0170	54,14	93	4,4	60	76	38	
73	Campinaçu / Formoso	241EGO0190	45,74	94	4,7	62	77	36	
76	Itajá / Aporé	302EGO0070	19,27	92	3,9	52	70	37	
77	Itajá / Aporé	302EGO0090	26,00	92	4,6	61	76	37	
78	Nova Fátima / BR-153	319EGO0270	12,05	93	4,6	87	91	42	
101	GO-320 / Palmeuma	408EGO0010	2,68	93	2,7	50	69	43	
104	GO-080 / Damolândia	416EGO0010	7,97	85	4,3	93	110	35	
105	GO-320 / Aurilândia	417EGO0010	15,70	90	2,0	70	82	32	
106	Go-060 / Fazenda Nova	418EGO0010	18,57	86	3,9	69	82	49	
107	Fazenda Nova / GO-324	418EGO0030	23,00	86	4,6	72	83	41	

Rodovias em CBUQ - 2001

Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	ATR (mm)	Do (FWD) (0,01 mm)	Do (VBK) (0,01m)	QI (cont/km)	TRI %
143	Itapaci / Pilar de Goiás	154EGO0330	5,26	90	12,50	43	63	42	0
144	Itapaci / Pilar de Goiás	154EGO0350	13,99	91	13,55	49	68	38	2
145	Pilar de Goiás / Luzelândia	154EGO0370	22,07	91	14,15	83	89	40	10
146	Luzelândia / S. Terezinha de GO	154EGO0390	20,16	91	13,85	83	89	37	7
147	Mossâmedes / BR-070	164EGO0510	26,08	89	3,50	72	83	44	4
151	Faina / Araguapaz	164EGO0610	12,73	89	4,40	53	71	43	33
152	Sta. Fé / Britânia	173EGO0070	23,03	89	2,70	56	73	41	0
153	Sta. Fé / Britânia	173EGO0090	7,74	89	3,20	60	76	36	0

Legenda:

ATR - afundamento de trilha de roda (mm)

Do (FWD) - deflexão máxima medida com o FWD (0,01 mm)

Do (VB) - deflexão máxima medida com a viga Benkelman (0,01 mm)

QI - quociente de irregularidade (contagens/quilometro)

TRI - área de pavimento trincada (%)

Tabela A.6 - Características do tráfego no levantamento de 1996 para os trechos selecionados

Rodovias em TSD - 1996													
Trecho	Segmento	CÓDIGO	Passeio	Ônibus	Cam. Médio	Cam. Pesado	Reboque	TMD total	TMD com.	NA 96	NA	NU 96	NU
1	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0010	1664	78	185	168	34	2129	465	8,14E+04	8,35E+05	2,81E+05	2,88E+06
2	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0015	1579	75	175	159	32	2020	441	8,14E+04	8,35E+05	2,81E+05	2,88E+06
3	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0020	1579	75	175	159	32	2020	441	8,14E+04	8,35E+05	2,81E+05	2,88E+06
4	Bonfinópolis - L. de Buhões	010EGO0030	1579	75	175	159	32	2020	441	8,14E+04	8,35E+05	2,81E+05	2,88E+06
5	Bonfinópolis - L. de Buhões	010EGO0050	1373	31	135	242	83	1864	491	1,18E+05	1,21E+06	4,58E+05	4,69E+06
6	Vianópolis - Luziânia	010EGO0170	527	17	59	207	45	855	328	7,73E+04	8,46E+05	3,23E+05	3,53E+06
7	Vianópolis - Luziânia	010EGO0190	527	17	59	207	45	855	328	7,73E+04	8,46E+05	3,23E+05	3,53E+06
8	GO-215/Pontalina	040EGO0070	486	15	71	125	42	739	253	6,07E+04	2,32E+05	2,35E+05	8,99E+05
9	Aloândia/BR-452	040EGO0090	486	15	71	125	42	739	253	6,07E+04	2,32E+05	2,35E+05	8,99E+05
10	Aloândia/BR-452	040EGO0130	1255	27	152	375	231	2040	785	2,36E+05	1,11E+06	9,09E+05	4,29E+06
11	Aloândia/BR-452	040EGO0140	1255	27	152	375	231	2040	785	2,36E+05	1,11E+06	9,09E+05	4,29E+06
12	Aloândia/BR-452	040EGO0150	1255	27	152	375	231	2040	785	2,36E+05	1,11E+06	9,09E+05	4,29E+06
13	Trindade / Campestre de GO	050EGO0030	602	22	146	74	7	851	249	3,95E+04	3,77E+05	1,27E+05	1,21E+06
14	Trindade / Campestre de GO	050EGO0050	602	22	146	74	7	851	249	3,95E+04	3,77E+05	1,27E+05	1,21E+06
15	GO-174 / GO-220	050EGO0250	544	16	65	141	78	844	300	8,51E+04	6,15E+05	3,26E+05	2,35E+06
16	Firminópolis / S. L. M. Belos	060EGO0130	2550	99	171	260	181	3261	711	1,94E+05	5,66E+05	7,00E+05	2,04E+06
17	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0150	2088	81	142	233	181	2725	637	1,83E+05	5,34E+05	6,63E+05	1,93E+06
18	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0170	1844	76	116	213	178	2427	583	1,74E+05	5,06E+05	6,30E+05	1,84E+06
19	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0180	1844	76	116	213	178	2427	583	1,74E+05	5,06E+05	6,30E+05	1,84E+06
20	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0190	1538	65	63	151	156	1973	435	1,40E+05	4,09E+05	5,07E+05	1,48E+06
21	Iporá / Arenópolis	060EGO0230	862	29	90	113	136	1230	368	1,20E+05	1,23E+06	4,26E+05	4,37E+06
22	Iporá / Arenópolis	060EGO0240	862	29	90	113	136	1230	368	1,20E+05	1,23E+06	4,26E+05	4,37E+06
23	Iporá / Arenópolis	060EGO0245	862	29	90	113	136	1230	368	1,20E+05	1,23E+06	4,26E+05	4,37E+06
24	Arenópolis / Piranhas	060EGO0250	862	29	90	113	136	1230	368	1,20E+05	1,23E+06	4,26E+05	4,37E+06
25	Arenópolis / Piranhas	060EGO0260	862	29	90	113	136	1230	368	1,20E+05	1,23E+06	4,26E+05	4,37E+06
26	Arenópolis / Piranhas	060EGO0270	862	29	90	113	136	1230	368	1,20E+05	1,23E+06	4,26E+05	4,37E+06
27	BR-020 / Posse	108EGO0070	436	17	73	43	22	591	155	3,29E+04	3,38E+05	1,09E+05	1,12E+06
28	Formosa / GO-524	116EGO0010	191	11	51	25	1	279	88	1,32E+04	1,35E+05	4,08E+04	4,18E+05
29	BR-010 / GO-430	118EGO0010	548	15	58	81	50	752	204	5,53E+04	5,67E+05	2,03E+05	2,09E+06
30	S. J. da Aliança / Alto Paraíso	118EGO0080	347	26	45	44	23	485	138	3,14E+04	3,44E+05	1,07E+05	1,18E+06
31	Alto Paraíso / Teresina de GO	118EGO0090	196	14	32	61	35	338	142	3,89E+04	4,26E+05	1,45E+05	1,59E+06
32	Taquaral de GO / Itaguari	154EGO0150	652	36	40	65	13	806	154	3,00E+04	1,41E+05	1,08E+05	5,10E+05
33	Itaguari / Itaguaru	154EGO0170	652	36	40	65	13	806	154	3,00E+04	1,41E+05	1,08E+05	5,10E+05
34	S. Terezinha de GO / Campos Verdes	154EGO0410	215	28	11	42	15	311	96	2,21E+04	6,45E+04	8,11E+04	2,36E+05
35	BR-060 / Cezarina	156EGO0010	947	53	115	156	78	1349	402	9,88E+04	2,88E+05	3,58E+05	1,04E+06
36	Cezarina / GO-050	156EGO0030	567	32	69	94	47	809	242	5,95E+04	1,73E+05	2,15E+05	6,28E+05
37	Palmeiras de GO / Nazário	156EGO0090	410	15	36	71	31	563	153	3,91E+04	4,00E+05	1,48E+05	1,52E+06
38	Anicuns / Americano do Brasil	156EGO0150	713	41	107	81	35	977	264	5,54E+04	5,68E+05	1,87E+05	1,91E+06
39	Anicuns / Americano do Brasil	156EGO0170	713	41	107	81	35	977	264	5,54E+04	5,68E+05	1,87E+05	1,91E+06
40	Itaberai / Heitorai	156EGO0230	647	27	58	64	10	806	159	2,91E+04	2,98E+05	1,04E+05	1,06E+06
41	Heitorai / Itapuranga	156EGO0250	647	27	58	64	10	806	159	2,91E+04	2,98E+05	1,04E+05	1,06E+06

Tabela A.6 - Características do tráfego no levantamento de 1996 para os trechos selecionados

Trecho	Segmento	CÓDIGO	Passeio	Ônibus	Cam. Médio	Cam. Pesado	Reboque	TMD total	TMD com.	NA 96	NA	NU 96	NU
42	Itaguaçu / GO-364 Paranaiguara	164EGO0070	191	7	21	158	5	382	191	3,74E+04	3,56E+05	1,78E+05	1,70E+06
43	S.L. Montes Belos / Sanclerlândia	164EGO0470	601	22	47	64	43	777	176	4,72E+04	2,23E+05	1,70E+05	8,01E+05
44	Mozarlândia / Nova Crixas	164EGO0750	595	16	72	127	20	830	235	4,79E+04	8,11E+05	1,91E+05	3,23E+06
45	Mozarlândia / Nova Crixas	164EGO0770	507	13	61	108	17	706	199	4,06E+04	6,88E+05	1,62E+05	2,75E+06
46	Nova Trindade / Sta. Fé	173EGO0050	507	13	67	79	23	689	182	3,94E+04	3,75E+05	1,46E+05	1,39E+06
47	Quirinópolis / BR-364	206EGO0190	759	21	60	90	31	961	202	5,34E+04	2,04E+05	1,87E+05	7,15E+05
48	Davinópolis / GO-301	210EGO0030	160	8	21	17	1	207	47	7,51E+03	2,19E+04	2,54E+04	7,40E+04
49	GO-301 / BR-050	210EGO0050	160	8	21	17	1	207	47	7,51E+03	2,19E+04	2,54E+04	7,40E+04
50	BR-153 / Panamá	210EGO0290	573	10	54	43	15	695	122	2,55E+04	3,61E+05	8,92E+04	1,26E+06
51	Panamá / GO-515	210EGO0300	573	10	54	43	15	695	122	2,55E+04	7,42E+04	8,92E+04	2,60E+05
52	Pontalina / Edealina	215EGO0030	575	18	84	148	50	875	300	7,20E+04	2,10E+05	2,78E+05	8,11E+05
53	Pontalina / Edealina	215EGO0040	164	6	40	551	114	875	711	1,83E+05	5,33E+05	8,15E+05	2,37E+06
54	Pontalina / Edealina	215EGO0050	414	13	67	306	75	875	461	1,15E+05	5,44E+05	4,89E+05	2,30E+06
55	Edealina / Edéia	215EGO0060	414	13	67	306	75	875	461	1,15E+05	1,26E+06	4,89E+05	5,35E+06
56	Prof. Jamil / Cromínia	217EGO0070	298	7	78	29	12	424	126	2,35E+04	2,24E+05	7,35E+04	7,01E+05
57	Cromínia / Mairipotaba	217EGO0090	298	7	78	29	12	424	126	2,35E+04	2,24E+05	7,35E+04	7,01E+05
58	Iporá / Palestina de GO	221EGO0010	408	17	36	17	73	551	143	5,44E+04	5,18E+05	1,82E+05	1,73E+06
59	Palestina de GO / BR-158 (Caiapônia)	221EGO0050	287	20	40	39	7	393	106	1,93E+04	1,84E+05	6,66E+04	6,35E+05
60	Anápolis / Nerópolis	222EGO0010	1309	20	155	324	36	1844	535	1,07E+05	1,10E+06	4,46E+05	4,57E+06
61	N. Veneza / Inhumas	222EGO0050	1168	53	95	88	182	1586	418	1,46E+05	1,50E+06	5,02E+05	5,15E+06
62	N. Veneza / Inhumas	222EGO0070	1168	53	95	88	182	1586	418	1,46E+05	1,50E+06	5,02E+05	5,15E+06
63	N. Veneza / Inhumas	222EGO0090	1168	48	102	109	158	1585	417	1,36E+05	1,40E+06	4,74E+05	4,86E+06
64	GO-070 / Caturai	222EGO0130	854	56	55	64	19	1048	194	3,78E+04	3,60E+05	1,26E+05	1,20E+06
65	Caturai / Araçu	222EGO0150	854	56	55	64	19	1048	194	3,78E+04	3,60E+05	1,26E+05	1,20E+06
66	Corumbá de GO / Pirinópolis	225EGO0050	822	24	85	93	28	1052	230	4,87E+04	3,91E+05	1,77E+05	1,42E+06
67	Mimoso de GO / Padre Bernardo	230EGO0050	652	27	90	70	20	859	207	4,03E+04	1,54E+05	1,38E+05	5,28E+05
68	BR-153 / Uruana	230EGO0180	650	13	104	350	17	1134	484	9,32E+04	9,56E+05	4,20E+05	4,31E+06
69	Niquelândia / Uruaçu	237EGO0150	358	14	53	53	70	548	190	6,13E+04	5,84E+05	2,16E+05	2,05E+06
70	Niquelândia / Uruaçu	237EGO0170	358	14	53	53	70	548	190	6,13E+04	5,84E+05	2,16E+05	2,05E+06
71	Niquelândia / Uruaçu	237EGO0190	358	14	53	53	70	548	190	6,13E+04	5,84E+05	2,16E+05	2,05E+06
72	Minaçu / Campinaçu	241EGO0170	246	14	42	36	59	397	151	4,99E+04	1,91E+05	1,73E+05	6,61E+05
73	Campinaçu / Formoso	241EGO0190	381	22	65	56	92	616	235	7,78E+04	2,27E+05	2,69E+05	7,83E+05
74	Campinaçu / Formoso	241EGO0210	667	29	84	28	8	816	149	2,43E+04	7,08E+04	6,86E+04	2,00E+05
75	Lagoa do Aporé / Itajá	302EGO0050	477	37	53	40	9	616	139	2,44E+04	2,67E+05	7,72E+04	8,46E+05
76	Itajá / Aporé	302EGO0070	418	16	74	54	16	578	160	3,14E+04	1,48E+05	1,08E+05	5,09E+05
77	Itajá / Aporé	302EGO0090	418	16	74	54	16	578	160	3,14E+04	1,48E+05	1,08E+05	5,09E+05
78	Nova Fátima / BR-153	319EGO0270	330	4	291	66	0	691	361	4,95E+04	1,89E+05	1,34E+05	5,11E+05
79	Goiatuba / GO-040	320EGO0030	2048	39	170	199	114	2570	522	1,34E+05	1,38E+06	4,88E+05	5,00E+06
80	GO-040 / GO-213	320EGO0070	653	14	79	195	120	1061	408	1,23E+05	1,26E+06	4,72E+05	4,84E+06
81	Joviânia / GO-319	320EGO0110	403	13	65	298	73	852	449	1,12E+05	9,87E+05	4,76E+05	4,18E+06
82	Edéia / Indiara	320EGO0150	575	18	93	425	104	1215	640	1,60E+05	1,86E+06	6,78E+05	7,89E+06
83	Indiara / Jandaia	320EGO0160	590	23	62	107	18	800	210	4,24E+04	4,34E+05	1,65E+05	1,69E+06

Tabela A.6 - Características do tráfego no levantamento de 1996 para os trechos selecionados

Trecho	Segmento	CÓDIGO	Passeio	Ônibus	Cam. Médio	Cam. Pesado	Reboque	TMD total	TMD com.	NA 96	NA	NU 96	NU
84	Jandaia / Paraúna	320EGO0170	590	23	62	107	18	800	210	4,24E+04	4,34E+05	1,65E+05	1,69E+06
85	Jandaia / Paraúna	320EGO0190	590	23	62	107	18	800	210	4,24E+04	4,34E+05	1,65E+05	1,69E+06
86	GO-417 / Cachoeira de GO	320EGO0240	134	5	10	14	0	163	29	4,59E+03	2,94E+04	1,73E+04	1,11E+05
87	GO-222 / Sanclerlândia	326EGO0060	1079	35	122	80	23	1339	260	4,91E+04	5,03E+05	1,63E+05	1,67E+06
88	Sanclerlândia / Buriti de GO	326EGO0070	543	28	127	41	6	745	202	3,08E+04	3,16E+05	8,72E+04	8,94E+05
89	Buriti de GO / Novo Brasil	326EGO0080	543	28	127	41	6	745	202	3,08E+04	3,16E+05	8,72E+04	8,94E+05
90	Buriti de GO / Novo Brasil	326EGO0090	543	28	127	41	6	745	202	3,08E+04	3,16E+05	8,72E+04	8,94E+05
91	3 Ranchos / Ouvidor	330EGO0030	994	51	75	34	1	1155	161	2,28E+04	1,65E+05	6,12E+04	4,42E+05
92	Ouvidor / Catalão	330EGO0050	994	51	75	34	1	1155	161	2,28E+04	2,17E+05	6,12E+04	5,83E+05
93	Orizona / Pte. Funda	330EGO0190	854	24	70	103	42	1093	239	5,73E+04	5,88E+05	2,13E+05	2,19E+06
94	Pte. Funda / GO-010	330EGO0210	846	14	76	35	38	1009	163	4,11E+04	4,22E+05	1,35E+05	1,38E+06
95	Petrolina / Sta. Rosa de GO	330EGO0430	60	6	47	36	4	153	93	1,60E+04	1,53E+05	5,68E+04	5,41E+05
96	BR-153 / Itapaci	336EGO0010	649	21	73	61	15	819	170	3,27E+04	3,80E+05	1,14E+05	1,32E+06
97	Divisa MS/GO / BR-364	341EGO0010	324	8	53	67	39	491	167	4,44E+04	2,09E+05	1,64E+05	7,73E+05
98	Divisa MS/GO / BR-364	341EGO0020	324	8	53	67	39	491	167	4,44E+04	2,09E+05	1,64E+05	7,73E+05
99	Divisa MS/GO / BR-364	341EGO0050	324	8	53	67	39	491	167	4,44E+04	2,09E+05	1,64E+05	7,73E+05
100	Crixas / Sta. Terezinha de GO	347EGO0010	378	29	39	51	11	508	130	2,50E+04	9,59E+04	8,84E+04	3,38E+05
101	GO-320 / Palmeuma	408EGO0010	304	10	31	57	10	412	108	2,23E+04	8,54E+04	8,79E+04	3,37E+05
102	Varjão / BR-060	413EGO0030	260	7	47	30	3	347	87	1,44E+04	1,47E+05	4,86E+04	4,99E+05
103	Goianópolis / BR-060/153	415EGO0030	961	31	207	83	6	1288	327	4,93E+04	6,38E+05	1,49E+05	1,92E+06
104	GO-080 / Damolândia	416EGO0010	185	9	14	12	37	257	72	2,77E+04	2,84E+05	9,46E+04	9,70E+05
105	GO-320 / Aurilândia	417EGO0010	134	5	10	14	0	163	29	4,59E+03	2,94E+04	1,73E+04	1,11E+05
106	Go-060 / Fazenda Nova	418EGO0010	306	11	53	62	22	454	148	3,34E+04	3,19E+05	1,23E+05	1,18E+06
107	Fazenda Nova / GO-324	418EGO0030	306	11	53	62	22	454	148	3,34E+04	3,19E+05	1,23E+05	1,18E+06
108	GO-070 / Brazabrantes	420EGO0010	411	14	82	73	13	593	182	3,41E+04	3,49E+05	1,23E+05	1,26E+06
109	Brazabrantes / Nova veneza	420EGO0030	411	14	82	73	13	593	182	3,41E+04	1,30E+05	1,23E+05	4,70E+05
110	Brazabrantes / Nova veneza	420EGO0050	685	23	137	122	22	989	304	5,70E+04	2,18E+05	2,05E+05	7,87E+05
111	Div. DF-GO / Padre Bernardo	424EGO0010	652	27	91	70	19	859	207	3,98E+04	3,50E+05	1,36E+05	1,20E+06
112	Formosa / GO-118	430EGO0010	548	15	58	81	50	752	204	5,53E+04	1,61E+05	2,03E+05	5,93E+05
113	GO-118 / Planaltina	430EGO0050	274	8	29	41	25	377	103	2,78E+04	8,11E+04	1,02E+05	2,98E+05
114	Ivolândia / Moiriporã	444EGO0010	244	5	26	20	3	298	54	9,57E+03	8,41E+04	3,34E+04	2,93E+05
115	Moiriporã / GO-060	444EGO0020	244	5	26	20	3	298	54	9,57E+03	8,41E+04	3,34E+04	2,93E+05
116	Goiania / S. A. de GO	462EGO0010	791	26	73	78	21	989	198	4,03E+04	1,17E+05	1,44E+05	4,20E+05
117	S.A. de Go / GO-420	462EGO0030	791	26	73	78	21	989	198	4,03E+04	1,17E+05	1,44E+05	4,20E+05
118	Castrinópolis / Rialma	480EGO0020	19	1	5	3	0	28	9	1,33E+03	2,62E+03	4,34E+03	8,56E+03
119	BR-050 / Jazida de Fosfato Nióbio	504EGO0010	358	76	66	10	10	520	162	2,55E+04	2,43E+05	5,71E+04	5,44E+05
120	GO-326 / Avelinópolis	512EGO0010	296	13	70	14	6	399	103	1,67E+04	2,05E+05	4,46E+04	5,48E+05
121	Panamá / Goiatuba	515EGO0010	573	10	54	43	15	695	122	2,55E+04	7,42E+04	8,92E+04	2,60E+05
122	BR-364 / Perolândia	516EGO0010	333	42	27	15	3	420	87	1,32E+04	3,86E+04	3,38E+04	9,85E+04
123	GO-324 / GO-326	518EGO0010	422	24	78	32	6	562	140	2,25E+04	2,15E+05	6,64E+04	6,33E+05
124	Lago Azul / DF-GO	520EGO0020	1666	210	134	75	15	2100	434	6,61E+04	2,53E+05	1,69E+05	6,46E+05
125	Caturai / GO-222	523EGO0030	468	29	36	40	11	584	116	2,25E+04	2,15E+05	7,64E+04	7,28E+05

Tabela A.6 - Características do tráfego no levantamento de 1996 para os trechos selecionados

Trecho	Segmento	CÓDIGO	Passeio	Ônibus	Cam. Médio	Cam. Pesado	Reboque	TMD total	TMD com.	NA 96	NA	NU 96	NU
126	GO-116 / Itiquira	524EGO0010	548	15	58	81	50	752	204	5,53E+04	4,44E+05	2,03E+05	1,63E+06
127	GO-237 / Copemim	532EGO0010	485	76	68	69	27	725	240	4,77E+04	1,82E+05	1,54E+05	5,89E+05
128	Sen. Canedo / GO-020	536EGO0010	916	52	93	52	15	1128	212	3,72E+04	1,42E+05	1,13E+05	4,34E+05
129	GO-132 / Minaçu	548EGO0010	1092	143	93	67	66	1461	369	8,23E+04	3,15E+05	2,49E+05	9,54E+05

Rodovias em CBUQ - 1996

Trecho	Segmento	CÓDIGO	Passeio	Ônibus	Cam. Médio	Cam. Pesado	Reboque	TMD total	TMD com.	NA 96	NA	NU 96	NU
130	S. Bárbara / Claudionópolis	060EGO0050	4973	173	438	566	277	6427	1454	3,55E+05	2,28E+06	1,29E+06	8,26E+06
131	Claudionópolis / Nazário	060EGO0070	4009	160	349	467	284	5269	1260	3,27E+05	2,10E+06	1,18E+06	7,56E+06
132	Nazário / Turvânia	060EGO0090	3304	115	253	336	222	4230	926	2,46E+05	1,37E+06	8,85E+05	4,94E+06
133	Nazário / Turvânia	060EGO0100	3304	115	253	336	222	4230	926	2,46E+05	1,37E+06	8,85E+05	4,94E+06
134	Turvânia / Firminópolis	060EGO0110	2723	103	198	278	178	3480	757	2,00E+05	1,12E+06	7,19E+05	4,01E+06
135	Goiânia / Nerópolis	080EGO0010	3582	132	330	476	491	5011	1429	4,49E+05	3,25E+06	1,61E+06	1,17E+07
136	Goiânia / Nerópolis	080EGO0030	3582	132	330	476	491	5011	1429	4,49E+05	3,25E+06	1,61E+06	1,17E+07
137	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0050	3266	161	251	218	654	4550	1284	4,92E+05	3,56E+06	1,68E+06	1,21E+07
138	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0070	3266	161	251	218	654	4550	1284	4,92E+05	3,56E+06	1,68E+06	1,21E+07
139	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0090	3266	161	251	218	654	4550	1284	4,92E+05	3,56E+06	1,68E+06	1,21E+07
140	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0110	3266	161	251	218	654	4550	1284	4,92E+05	3,56E+06	1,68E+06	1,21E+07
141	Petrolina de GO / Jaraguá	080EGO0130	3325	170	85	182	788	4550	1225	5,47E+05	3,96E+06	1,89E+06	1,37E+07
142	Petrolina de GO / Jaraguá	080EGO0150	3325	170	85	182	788	4550	1225	5,47E+05	3,96E+06	1,89E+06	1,37E+07
143	Itapaci / Pilar de Goiás	154EGO0330	649	21	73	61	15	819	170	3,27E+04	2,10E+05	1,14E+05	7,29E+05
144	Itapaci / Pilar de Goiás	154EGO0350	649	21	73	61	15	819	170	3,27E+04	1,82E+05	1,14E+05	6,34E+05
145	Pilar de Goiás / Luzelândia	154EGO0370	649	21	73	61	15	819	170	3,27E+04	1,82E+05	1,14E+05	6,34E+05
146	Luzelândia / S. Terezinha de GO	154EGO0390	649	21	73	61	15	819	170	3,27E+04	1,82E+05	1,14E+05	6,34E+05
147	Mossamedes / BR-070	164EGO0510	539	32	11	155	37	774	235	5,81E+04	5,54E+05	2,44E+05	2,32E+06
148	Goiás / Faina	164EGO0550	1559	68	86	162	25	1900	341	6,59E+04	9,72E+05	2,48E+05	3,66E+06
149	Goiás / Faina	164EGO0570	1559	68	86	162	25	1900	341	6,59E+04	9,72E+05	2,48E+05	3,66E+06
150	Goiás / Faina	164EGO0590	1559	68	86	162	25	1900	341	6,59E+04	9,72E+05	2,48E+05	3,66E+06
151	Faina / Araguapaz	164EGO0610	1569	45	107	150	29	1900	331	6,59E+04	9,70E+05	2,46E+05	3,62E+06
152	Sta. Fé / Britânia	173EGO0070	507	13	67	79	23	689	182	3,94E+04	2,85E+05	1,46E+05	1,06E+06
153	Sta. Fé / Britânia	173EGO0090	507	13	67	79	23	689	182	3,94E+04	2,85E+05	1,46E+05	1,06E+06
154	Ap. do Rio doce / BR-060	174EGO0010	729	18	77	94	95	1013	284	8,80E+04	6,36E+05	3,16E+05	2,29E+06
155	Rio Verde / Montividiu	174EGO0050	544	16	65	141	78	844	300	8,51E+04	6,16E+05	3,25E+05	2,36E+06
156	Rio Verde / Montividiu	174EGO0070	544	16	65	141	78	844	300	8,51E+04	6,16E+05	3,25E+05	2,36E+06

Legenda:

NA 96 - número de solicitações do eixo-padrão de 8,2 ton (AASHTO) suportado pelo pavimento no ano de 1996

NA - número de solicitações do eixo-padrão de 8,2 ton (AASHTO) suportado pelo pavimento até o ano de 1996

NU 96 - número de solicitações do eixo-padrão de 8,2 ton (USACE) suportado pelo pavimento no ano de 1996

NU - número de solicitações do eixo-padrão de 8,2 ton (USACE) suportado pelo pavimento até o ano de 1996

Tabela A.7 - Características do tráfego no levantamento de 1998 para os trechos selecionados

Rodovias em TSD - 1998													
Trecho	Segmento	CÓDIGO	Passeio	Ônibus	Cam. Médio	Cam. Pesado	Reboque	TMD total	TMD com.	NA 98	NA	NU 98	NU
1	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0010	1857	55	165	203	76	2356	499	1,13E+05	4,81E+06	8,26E+05	1,46E+07
2	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0015	1857	55	165	203	76	2356	499	1,13E+05	4,81E+06	8,26E+05	1,46E+07
3	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0020	1857	55	165	203	76	2356	499	1,13E+05	4,81E+06	8,26E+05	1,46E+07
4	Bonfinópolis - L. de Buhões	010EGO0030	1857	55	165	203	76	2356	499	1,13E+05	4,81E+06	8,26E+05	1,46E+07
5	Bonfinópolis - L. de Buhões	010EGO0050	1857	55	165	203	76	2356	499	1,13E+05	4,81E+06	8,26E+05	1,46E+07
55	Edealina / Edéia	215EGO0060	285	13	50	126	91	565	280	8,79E+04	1,51E+06	6,70E+05	6,37E+06
80	GO-040 / GO-213	320EGO0070	1005	16	99	258	172	1550	545	1,69E+05	1,52E+06	1,30E+06	5,83E+06
81	Joviânia / GO-319	320EGO0110	285	13	50	126	91	565	280	8,79E+04	1,22E+06	6,68E+05	5,17E+06

Rodovias em CBUQ - 1998													
Trecho	Segmento	CÓDIGO	Passeio	Ônibus	Cam. Médio	Cam. Pesado	Reboque	TMD total	TMD com.	NA 98	NA	NU 98	NU
130	S. Bárbara / Claudionópolis	060EGO0050	1641	124	313	309	336	2723	1082	1,60E+05	3,02E+06	1,11E+06	8,92E+06
131	Claudionópolis / Nazário	060EGO0070	1641	124	313	309	336	2723	1082	1,60E+05	2,78E+06	1,11E+06	8,92E+06
132	Nazário / Turvânia	060EGO0090	1641	124	313	309	336	2723	1082	1,60E+05	1,89E+06	1,11E+06	8,04E+06
133	Nazário / Turvânia	060EGO0100	1641	124	313	309	336	2723	1082	1,60E+05	1,89E+06	1,11E+06	8,04E+06
134	Turvânia / Firminópolis	060EGO0110	1641	124	313	309	336	2723	1082	1,60E+05	1,53E+06	1,11E+06	8,04E+06
154	Ap. do Rio doce / BR-060	174EGO0010	308	15	68	77	82	550	242	3,57E+04	8,20E+05	2,56E+05	2,95E+06

Legenda:

NA 98 - número de solicitações do eixo-padrão de 8,2 ton (AASHTO) suportado pelo pavimento no ano de 1998

NA - número de solicitações do eixo-padrão de 8,2 ton (AASHTO) suportado pelo pavimento até o ano de 1998

NU 98 - número de solicitações do eixo-padrão de 8,2 ton (USACE) suportado pelo pavimento no ano de 1998

NU - número de solicitações do eixo-padrão de 8,2 ton (USACE) suportado pelo pavimento até o ano de 1998

Tabela A.8 - Características do tráfego no levantamento de 2000 para os trechos selecionados

Rodovias em TSD - 2000													
Trecho	Segmento	CÓDIGO	Passeio	Ônibus	Cam. Médio	Cam. Pesado	Reboque	TMD total	TMD com.	NA 00	NA	NU 00	NU
6	Vianópolis - Luziânia	010EGO0170	1072	32	149	346	132	1732	660	1,71E+05	3,72E+06	6,71E+05	4,93E+06
7	Vianópolis - Luziânia	010EGO0190	1072	32	149	346	132	1732	660	1,71E+05	3,94E+06	6,71E+05	4,93E+06
16	Firminópolis / S. L. M. Belos	060EGO0130	2484	145	251	389	533	3803	1319	4,50E+05	1,40E+06	1,60E+06	5,06E+06
17	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0150	1101	128	168	341	366	2103	1003	3,26E+05	2,00E+06	1,18E+06	4,79E+06
18	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0170	1101	128	168	341	366	2103	1003	2,05E+05	1,26E+06	1,12E+06	4,55E+06
19	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0180	1101	128	168	341	366	2103	1003	2,05E+05	1,26E+06	1,14E+06	4,55E+06
20	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0190	1101	128	168	341	366	2103	1003	1,66E+05	1,01E+06	9,15E+05	3,66E+06
30	S. J. da Aliança / Alto Paraíso	118EGO0080	455	36	50	92	97	731	276	1,86E+05	1,13E+06	1,02E+06	4,07E+06
87	GO-222 / Sanclerlândia	326EGO0060	1202	56	151	186	114	1710	507	1,17E+05	7,14E+05	5,93E+05	2,37E+06
111	Div. DF-GO / Padre Bernardo	424EGO0010	684	46	197	172	173	1272	588	8,02E+04	4,90E+05	4,24E+05	1,70E+06

Rodovias em CBUQ - 2000													
Trecho	Segmento	CÓDIGO	Passeio	Ônibus	Cam. Médio	Cam. Pesado	Reboque	TMD total	TMD com.	NA 00	NA	NU 00	NU
135	Goiânia / Nerópolis	080EGO0010	3968	164	373	655	793	5953	1985	7,58E+05	4,55E+06	4,09E+06	1,63E+07
136	Goiânia / Nerópolis	080EGO0030	3968	164	373	655	793	5953	1985	7,58E+05	4,55E+06	4,09E+06	1,63E+07
137	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0050	2978	106	222	616	691	4613	1636	8,30E+05	4,98E+06	4,25E+06	1,70E+07
138	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0070	2978	106	222	616	691	4613	1636	8,30E+05	4,98E+06	4,25E+06	1,70E+07
139	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0090	2978	106	222	616	691	4613	1636	8,30E+05	4,98E+06	4,25E+06	1,70E+07
140	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0110	2978	106	325	616	691	4716	1738	8,30E+05	4,98E+06	4,25E+06	1,70E+07
141	Petrolina de GO / Jaraguá	080EGO0130	2385	104	325	500	685	3999	1614	9,23E+05	5,54E+06	4,78E+06	1,91E+07

Legenda:

NA 00 - número de solicitações do eixo-padrão de 8,2 ton (AASHTO) suportado pelo pavimento no ano de 2000

NA - número de solicitações do eixo-padrão de 8,2 ton (AASHTO) suportado pelo pavimento até o ano de 2000

NU 00 - número de solicitações do eixo-padrão de 8,2 ton (USACE) suportado pelo pavimento no ano de 2000

NU - número de solicitações do eixo-padrão de 8,2 ton (USACE) suportado pelo pavimento até o ano de 2000

Tabela A.9 - Características do tráfego no levantamento de 2001 para os trechos selecionados

Rodovias em TSD - 2001													
Trecho	Segmento	CÓDIGO	Passeio	Ônibus	Cam. Médio	Cam. Pesado	Reboque	TMD total	TMD com.	NA 01	NA	NU 01	NU
9	Aloândia/BR-452	040EGO0090	1478	17	82	145	49	1771	293	7,03E+04	6,25E+05	2,72E+05	2,19E+06
10	Aloândia/BR-452	040EGO0130	1478	31	176	435	268	2388	910	2,74E+05	2,64E+06	1,05E+06	9,25E+06
11	Aloândia/BR-452	040EGO0140	1478	31	176	435	268	2388	910	2,74E+05	2,64E+06	1,05E+06	9,25E+06
12	Aloândia/BR-452	040EGO0150	1476	31	176	435	268	2386	910	2,74E+05	2,64E+06	1,05E+06	9,25E+06
13	Trindade / Campestre de GO	050EGO0030	708	26	169	86	8	997	289	4,58E+04	6,32E+05	1,47E+05	2,21E+06
14	Trindade / Campestre de GO	050EGO0050	708	26	169	86	8	997	289	4,58E+04	6,32E+05	1,47E+05	2,21E+06
21	Iporá / Arenópolis	060EGO0230	1014	34	104	131	158	1441	427	1,39E+05	2,00E+06	4,94E+05	7,00E+06
22	Iporá / Arenópolis	060EGO0240	1014	34	104	131	158	1441	427	1,39E+05	2,00E+06	4,94E+05	7,00E+06
23	Iporá / Arenópolis	060EGO0245	1014	34	104	131	158	1441	427	1,39E+05	2,00E+06	4,94E+05	7,00E+06
24	Arenópolis / Piranhas	060EGO0250	1014	34	104	131	158	1441	427	1,39E+05	2,00E+06	4,94E+05	7,00E+06
25	Arenópolis / Piranhas	060EGO0260	1014	34	104	131	158	1441	427	1,39E+05	2,00E+06	4,94E+05	7,00E+06
26	Arenópolis / Piranhas	060EGO0270	1014	34	104	131	158	1441	427	1,39E+05	2,00E+06	4,94E+05	7,00E+06
29	BR-010 / GO-430	118EGO0010	548	17	67	94	58	784	236	6,41E+04	9,25E+05	2,36E+05	3,24E+06
31	Alto Paraíso / Teresina de GO	118EGO0090	231	16	37	71	41	395	165	4,51E+04	6,78E+05	1,69E+05	2,37E+06
32	Taquaral de GO / Itaguari	154EGO0150	767	42	46	75	15	945	179	3,48E+04	3,35E+05	1,25E+05	1,17E+06
33	Itaguari / Itaguari	154EGO0170	767	42	46	75	15	945	179	3,48E+04	3,35E+05	1,25E+05	1,17E+06
34	S. Terezinha de GO / Campos Verdes	154EGO0410	253	32	13	49	17	364	111	2,57E+04	2,08E+05	9,41E+04	7,27E+05
38	Anicuns / Americano do Brasil	156EGO0150	839	48	124	94	41	1145	306	6,43E+04	9,27E+05	2,16E+05	3,24E+06
39	Anicuns / Americano do Brasil	156EGO0170	839	48	124	94	41	1145	306	6,43E+04	9,27E+05	2,16E+05	3,24E+06
40	Itaberai / Heitorai	156EGO0230	761	31	67	74	12	945	184	3,37E+04	4,86E+05	1,20E+05	1,70E+06
43	S.L. Montes Belos / Sanclerlândia	164EGO0470	707	8	24	183	6	928	221	4,33E+04	4,64E+05	2,07E+05	1,63E+06
44	Mozarlândia / Nova Crixas	164EGO0750	700	19	83	147	23	972	272	5,55E+04	1,12E+06	2,21E+05	3,92E+06
45	Mozarlândia / Nova Crixas	164EGO0770	596	15	71	125	20	827	231	4,71E+04	9,51E+05	1,88E+05	3,33E+06
46	Nova Trindade / Sta. Fé	173EGO0050	596	15	71	125	20	827	231	4,71E+04	6,38E+05	1,88E+05	2,23E+06
47	Quirinópolis / BR-364	206EGO0190	893	24	70	104	36	1127	234	5,39E+04	5,05E+05	2,02E+05	1,77E+06
48	Davinópolis / GO-301	210EGO0030	188	9	24	20	1	243	54	8,71E+03	7,05E+04	2,95E+04	2,47E+05
49	GO-301 / BR-050	210EGO0050	188	9	24	20	1	243	54	8,71E+03	7,05E+04	2,95E+04	2,47E+05
50	BR-153 / Panamá	210EGO0290	674	12	63	50	17	815	141	2,95E+04	5,25E+05	1,03E+05	1,84E+06
51	Panamá / GO-515	210EGO0300	674	12	63	50	17	815	141	2,95E+04	2,39E+05	1,03E+05	8,36E+05
52	Pontalina / Edealina	215EGO0030	676	21	97	172	58	1024	348	8,35E+04	6,76E+05	3,23E+05	2,36E+06
55	Edealina / Edéia	215EGO0060	487	15	78	355	87	1021	534	1,34E+05	2,01E+06	5,66E+05	7,04E+06
72	Minaçu / Campinaçu	241EGO0170	289	16	49	42	68	464	175	5,79E+04	5,14E+05	2,00E+05	1,80E+06
73	Campinaçu / Formoso	241EGO0190	381	26	75	65	107	653	272	9,02E+04	7,30E+05	3,12E+05	2,55E+06
76	Itajá / Aporé	302EGO0070	492	19	86	63	19	677	185	3,64E+04	3,52E+05	1,25E+05	1,23E+06
77	Itajá / Aporé	302EGO0090	492	19	86	63	19	677	185	3,64E+04	3,52E+05	1,25E+05	1,23E+06
78	Nova Fátima / BR-153	319EGO0270	388	5	337	77	0	807	418	5,74E+04	5,10E+05	1,55E+05	1,78E+06
101	GO-320 / Palmeuma	408EGO0010	358	12	36	66	12	483	125	2,58E+04	2,30E+05	1,02E+05	8,04E+05
104	GO-080 / Damolândia	416EGO0010	218	10	16	14	43	301	83	3,22E+04	4,64E+05	1,10E+05	1,62E+06
105	GO-320 / Aurilândia	417EGO0010	158	6	12	16	0	191	34	5,32E+03	5,91E+04	2,01E+04	2,07E+05
106	Go-060 / Fazenda Nova	418EGO0010	360	13	61	72	26	532	172	3,88E+04	5,35E+05	1,43E+05	1,87E+06
107	Fazenda Nova / GO-324	418EGO0030	360	13	61	72	26	532	172	3,88E+04	5,35E+05	1,43E+05	1,87E+06

Tabela A.9 - Características do tráfego no levantamento de 2001 para os trechos selecionados

Trecho	Segmento	CÓDIGO	Passeio	Ônibus	Cam. Médio	Cam. Pesado	Reboque	TMD total	TMD com.	NA 01	NA	NU 01	NU
Rodovias em CBUQ - 2001													
143	Itapaci / Pilar de Goiás	154EGO0330	763	24	85	71	17	960	197	3,79E+04	4,21E+05	1,32E+05	1,47E+06
144	Itapaci / Pilar de Goiás	154EGO0350	763	24	85	71	17	960	197	3,79E+04	3,94E+05	1,32E+05	1,38E+06
145	Pilar de Goiás / Luzelândia	154EGO0370	763	24	85	71	17	960	197	3,79E+04	3,94E+05	1,32E+05	1,38E+06
146	Luzelândia / S. Terezinha de GO	154EGO0390	763	24	85	71	17	960	197	3,79E+04	3,94E+05	1,32E+05	1,38E+06
147	Mossâmedes / BR-070	164EGO0510	634	37	13	180	43	906	272	6,74E+04	9,30E+05	2,83E+05	3,25E+06
151	Faina / Araguapaz	164EGO0610	1846	52	124	174	34	2229	384	7,62E+04	1,40E+06	2,84E+05	4,88E+06
152	Sta. Fé / Britânia	173EGO0070	596	15	78	92	27	807	211	4,56E+04	5,39E+05	1,70E+05	1,89E+06
153	Sta. Fé / Britânia	173EGO0090	596	15	78	92	27	807	211	4,56E+04	5,39E+05	1,70E+05	1,89E+06

Legenda:

NA 01 - número de solicitações do eixo-padrão de 8,2 ton (AASHTO) suportado pelo pavimento no ano de 2001

NA - número de solicitações do eixo-padrão de 8,2 ton (AASHTO) suportado pelo pavimento até o ano de 2001

NU 01 - número de solicitações do eixo-padrão de 8,2 ton (USACE) suportado pelo pavimento no ano de 2001

NU - número de solicitações do eixo-padrão de 8,2 ton (USACE) suportado pelo pavimento até o ano de 2001

Tabela A.10 - Número estrutural corrigido para os trechos selecionados

Rodovias em TSD																
Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	revestimento			base			sub-base			sub-leito	SN	SNC
					tipo	e	a1	e	CBR	a2	e	CBR	a3	CBR		
1	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0010	7,52	85	TSD	2,5	0,04	17	66	0,05	17	48	0,05	13	1,70	3,12
2	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0015	10,82	85	TSD	2,5	0,04	17	66	0,05	17	48	0,05	13	1,70	3,12
3	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0020	7,31	85	TSD	2,5	0,04	17	66	0,05	17	48	0,05	13	1,70	3,12
4	Bonfinópolis - L. de Buhões	010EGO0030	20,99	85	TSD	2,5	0,04	17	66	0,05	17	48	0,05	13	1,70	3,12
5	Bonfinópolis - L. de Buhões	010EGO0050	3,10	85	TSD	2,5	0,04	17	66	0,05	17	48	0,05	13	1,70	3,12
6	Vianópolis - Luziânia	010EGO0170	21,01	84	TSD	2,5	0,04	15	52	0,04	15	38	0,04	8	1,38	2,47
7	Vianópolis - Luziânia	010EGO0190	6,67	84	TSD	2,5	0,04	15	52	0,04	15	38	0,04	8	1,38	2,47
8	GO-215/Pontalina	040EGO0070	4,78	93	TSD	2,5	0,04	15	54	0,04	17	35	0,04	10	1,47	2,70
9	Aloândia/BR-452	040EGO0090	10,73	93	TSD	2,5	0,04	15	54	0,04	17	35	0,04	10	1,47	2,70
10	Aloândia/BR-452	040EGO0130	8,99	92	TSD	2,5	0,04	17	60	0,04	17	60	0,05	8	1,70	2,75
11	Aloândia/BR-452	040EGO0140	12,83	92	TSD	2,5	0,04	17	60	0,04	17	60	0,05	8	1,70	2,75
12	Aloândia/BR-452	040EGO0150	21,10	92	TSD	2,5	0,04	17	60	0,04	17	60	0,05	8	1,70	2,75
13	Trindade / Campestre de GO	050EGO0030	14,30	86	TSD	2,5	0,04	17	60	0,04	17	20	0,04	8	1,49	2,54
14	Trindade / Campestre de GO	050EGO0050	9,75	86	TSD	2,5	0,04	17	51	0,04	15	34	0,04	8	1,44	2,48
15	GO-174 / GO-220	050EGO0250	15,41	89	TSD	2,5	0,04	18	61	0,05	17	48	0,05	7	1,71	2,64
16	Firminópolis / S. L. M. Belos	060EGO0130	11,06	94	TSD	2,5	0,04	15	87	0,05	15	87	0,05	8	1,69	2,74
17	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0150	1,26	94	TSD	2,5	0,04	15	87	0,05	15	87	0,05	8	1,69	2,74
18	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0170	33,80	94	TSD	2,5	0,04	15	87	0,05	15	87	0,05	8	1,69	2,74
19	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0180	22,07	94	TSD	2,5	0,04	15	98	0,05	15	87	0,05	8	1,72	2,77
20	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0190	12,04	94	TSD	2,5	0,04	15	98	0,05	15	87	0,05	8	1,72	2,77
21	Iporá / Arenópolis	060EGO0230	6,32	85	TSD	2,5	0,04	18	65	0,05	15	30	0,04	10	1,56	2,79
22	Iporá / Arenópolis	060EGO0240	44,87	85	TSD	2,5	0,04	18	65	0,05	17	30	0,04	10	1,65	2,88
23	Iporá / Arenópolis	060EGO0245	7,81	85	TSD	2,5	0,04	17	65	0,05	17	61	0,05	10	1,73	2,96
24	Arenópolis / Piranhas	060EGO0250	18,00	85	TSD	2,5	0,04	17	65	0,05	17	61	0,05	10	1,73	2,96
25	Arenópolis / Piranhas	060EGO0260	13,08	85	TSD	2,5	0,04	17	65	0,05	17	61	0,05	10	1,73	2,96
26	Arenópolis / Piranhas	060EGO0270	2,06	85	TSD	2,5	0,04	17	65	0,05	17	61	0,05	10	1,73	2,96
27	BR-020 / Posse	108EGO0070	6,20	85	TSD	2,5	0,04	17	66	0,05	17	48	0,05	6	1,70	2,45
28	Formosa / GO-524	116EGO0010	27,22	85	TSD	2,5	0,04	17	66	0,05	17	48	0,05	6	1,70	2,45
29	BR-010 / GO-430	118EGO0010	6,11	85	TSD	2,5	0,04	17	66	0,05	17	48	0,05	6	1,70	2,45
30	S. J. da Aliança / Alto Paraíso	118EGO0080	12,42	84	TSD	2,5	0,04	15	52	0,04	15	38	0,04	8	1,38	2,47
31	Alto Paraíso / Teresina de GO	118EGO0090	65,88	84	TSD	2,5	0,04	15	52	0,04	15	38	0,04	8	1,38	2,47
32	Taquaral de GO / Itaguari	154EGO0150	9,41	92	TSD	2,5	0,04	17	60	0,04	17	60	0,05	8	1,70	2,75
33	Itaguari / Itaguaru	154EGO0170	17,65	92	TSD	2,5	0,04	17	60	0,04	17	60	0,05	8	1,70	2,75
34	S. Terezinha de GO / Campos Verdes	154EGO0410	18,75	94	TSD	2,5	0,04	15	87	0,05	15	87	0,05	9	1,69	2,84
35	BR-060 / Cezarina	156EGO0010	1,34	94	TSD	2,5	0,04	15	87	0,05	15	87	0,05	8	1,69	2,74
36	Cezarina / GO-050	156EGO0030	18,18	94	TSD	2,5	0,04	15	98	0,05	15	87	0,05	8	1,72	2,77
37	Palmeiras de GO / Nazário	156EGO0090	23,48	85	TSD	2,5	0,04	18	65	0,05	15	30	0,04	10	1,56	2,79
38	Anicuns / Americano do Brasil	156EGO0150	7,39	85	TSD	2,5	0,04	17	65	0,05	17	61	0,05	10	1,73	2,96
39	Anicuns / Americano do Brasil	156EGO0170	16,04	92	TSD	2,5	0,04	17	52	0,04	15	40	0,04	9	1,47	2,62
40	Itaberai / Heitorai	156EGO0230	34,51	85	TSD	2,5	0,04	17	65	0,05	17	61	0,05	10	1,73	2,96
41	Heitorai / Itapuranga	156EGO0250	13,01	85	TSD	2,5	0,04	17	65	0,05	17	61	0,05	10	1,73	2,96

Tabela A.10 - Número estrutural corrigido para os trechos selecionados

Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	revestimento			base			sub-base			sub-leito	SN	SNC
					tipo	e	a1	e	CBR	a2	e	CBR	a3	CBR		
42	Itaguaçu / GO-364 Paranaiguara	164EGO0070	8,55	86	TSD	2,5	0,04	20	65	0,05	15	65	0,05	10	1,79	3,02
43	S.L. Montes Belos / Sanclerlândia	164EGO0470	17,62	92	TSD	2,5	0,04	17	62	0,05	17	51	0,05	8	1,68	2,73
44	Mozarlândia / Nova Crixas	164EGO0750	14,29	74	TSD	2,5	0,04	20	60	0,04	15	91	0,05	9	1,80	2,95
45	Mozarlândia / Nova Crixas	164EGO0770	4,60	74	TSD	2,5	0,04	15	94	0,05	15	91	0,05	9	1,72	2,86
46	Nova Trindade / Sta. Fé	173EGO0050	12,86	92	TSD	2,5	0,04	15	78	0,05	15	54	0,05	9	1,58	2,73
47	Quirinópolis / BR-364	206EGO0190	26,00	93	TSD	2,5	0,04	17	80	0,05	15	55	0,05	20	1,69	3,39
48	Davinópolis / GO-301	210EGO0030	9,80	94	TSD	2,5	0,04	17	56	0,04	17	42	0,05	12	1,60	2,97
49	GO-301 / BR-050	210EGO0050	27,00	94	TSD	2,5	0,04	17	56	0,04	17	42	0,05	12	1,60	2,97
50	BR-153 / Panamá	210EGO0290	6,37	79	TSD	2,5	0,04	15	57	0,04	15	43	0,05	9	1,44	2,53
51	Panamá / GO-515	210EGO0300	9,16	94	TSD	2,5	0,04	15	69	0,05	15	69	0,05	9	1,58	2,73
52	Pontalina / Edealina	215EGO0030	14,89	94	TSD	2,5	0,04	17	47	0,04	18	47	0,05	9	1,60	2,76
53	Pontalina / Edealina	215EGO0040	13,90	94	TSD	2,5	0,04	17	47	0,04	18	47	0,05	9	1,60	2,76
54	Pontalina / Edealina	215EGO0050	27,71	92	TSD	2,5	0,04	18	56	0,04	15	51	0,05	9	1,59	2,76
55	Edealina / Edéia	215EGO0060	4,67	84	TSD	2,5	0,04	15	50	0,04	15	50	0,05	8	1,41	2,46
56	Prof. Jamil / Cromínia	217EGO0070	16,98	86	TSD	2,5	0,04	20	65	0,05	15	45	0,05	12	1,72	3,10
57	Cromínia / Mairipotaba	217EGO0090	12,04	86	TSD	2,5	0,04	20	65	0,05	15	45	0,05	12	1,72	3,10
58	Iporá / Palestina de GO	221EGO0010	24,04	86	TSD	2,5	0,04	17	46	0,04	17	42	0,05	11	1,52	2,79
59	Palestina de GO / BR-158 (Caiapônia)	221EGO0050	39,00	86	TSD	2,5	0,04	17	46	0,04	17	42	0,05	11	1,52	2,79
60	Anápolis / Nerópolis	222EGO0010	29,70	85	TSD	2,5	0,04	15	65	0,05	15	55	0,05	8	1,53	2,57
61	N. Veneza / Inhumas	222EGO0050	15,83	85	TSD	2,5	0,04	17	55	0,04	17	45	0,05	11	1,61	2,89
62	N. Veneza / Inhumas	222EGO0070	4,11	85	TSD	2,5	0,04	17	55	0,04	17	45	0,05	11	1,61	2,89
63	N. Veneza / Inhumas	222EGO0090	2,73	85	TSD	2,5	0,04	17	55	0,04	17	45	0,05	11	1,61	2,89
64	GO-070 / Caturai	222EGO0130	6,68	86	TSD	2,5	0,04	17	58	0,04	17	51	0,05	10	1,66	2,92
65	Caturai / Araçu	222EGO0150	17,90	86	TSD	2,5	0,04	17	58	0,04	17	51	0,05	10	1,65	2,92
66	Corumbá de GO / Pirinópolis	225EGO0050	19,08	88	TSD	2,5	0,04	17	40	0,03	17	40	0,04	8	1,45	2,50
67	Mimoso de GO / Padre Bernardo	230EGO0050	18,23	93	TSD	2,5	0,04	17	51	0,04	17	38	0,04	10	1,54	2,77
68	BR-153 / Uruana	230EGO0180	20,28	85	TSD	2,5	0,04	15	62	0,05	15	44	0,05	14	1,47	2,97
69	Niquelândia / Uruaçu	237EGO0150	4,78	86	TSD	2,5	0,04	15	58	0,04	15	44	0,05	8	1,45	2,49
70	Niquelândia / Uruaçu	237EGO0170	17,27	86	TSD	2,5	0,04	15	58	0,04	15	44	0,05	8	1,45	2,49
71	Niquelândia / Uruaçu	237EGO0190	60,66	86	TSD	2,5	0,04	15	58	0,04	15	44	0,05	8	1,45	2,49
72	Minapuçu / Campinaçu	241EGO0170	54,14	93	TSD	2,5	0,04	19	60	0,04	19	60	0,05	12	1,89	3,26
73	Campinaçu / Formoso	241EGO0190	45,74	94	TSD	2,5	0,04	17	41	0,04	17	32	0,04	8	1,42	2,48
74	Campinaçu / Formoso	241EGO0210	4,00	94	TSD	2,5	0,04	17	41	0,04	17	32	0,04	8	1,42	2,48
75	Lagoa do Aporé / Itajá	302EGO0050	19,30	84	TSD	2,5	0,04	0	50	0,04	0	40	0,04	10	0,10	1,33
76	Itajá / Aporé	302EGO0070	19,27	92	TSD	2,5	0,04	15	55	0,04	12	50	0,05	16	1,31	2,87
77	Itajá / Aporé	302EGO0090	26,00	92	TSD	2,5	0,04	15	55	0,04	12	50	0,05	16	1,31	2,87
78	Nova Fátima / BR-153	319EGO0270	12,05	93	TSD	2,5	0,04	15	62	0,05	15	55	0,05	15	1,51	3,03
79	Goiatuba / GO-040	320EGO0030	19,56	85	TSD	2,5	0,04	15	60	0,04	15	60	0,05	8	1,51	2,56
80	GO-040 / GO-213	320EGO0070	6,89	85	TSD	2,5	0,04	15	54	0,04	15	50	0,05	8	1,44	2,49
81	Joviânia / GO-319	320EGO0110	20,85	87	TSD	2,5	0,04	17	50	0,04	17	50	0,05	8	1,59	2,63
82	Edéia / Indiará	320EGO0150	23,96	83	TSD	2,5	0,04	15	56	0,04	15	51	0,05	15	1,46	2,97
83	Indiará / Jandaia	320EGO0160	18,05	85	TSD	2,5	0,04	17	51	0,04	17	48	0,05	9	1,59	2,73

Tabela A.10 - Número estrutural corrigido para os trechos selecionados

Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	revestimento			base			sub-base			sub-leito	SN	SNC
					tipo	e	a1	e	CBR	a2	e	CBR	a3			
84	Jandaia / Paraúna	320EGO0170	17,31	85	TSD	2,5	0,04	17	51	0,04	17	48	0,05	9	1,59	2,69
85	Jandaia / Paraúna	320EGO0190	20,21	85	TSD	2,5	0,04	17	51	0,04	17	48	0,05	9	1,59	2,69
86	GO-417 / Cachoeira de GO	320EGO0240	10,09	90	TSD	2,5	0,04	20	60	0,04	20	60	0,05	15	1,98	3,50
87	GO-222 / Sanclerlândia	326EGO0060	41,19	85	TSD	2,5	0,04	17	60	0,04	16	60	0,05	8	1,65	2,70
88	Sanclerlândia / Buriti de GO	326EGO0070	18,48	85	TSD	2,5	0,04	16	70	0,05	16	50	0,05	6	1,63	2,42
89	Buriti de GO / Novo Brasil	326EGO0080	3,65	85	TSD	2,5	0,04	16	70	0,05	16	50	0,05	6	1,63	2,42
90	Buriti de GO / Novo Brasil	326EGO0090	39,48	85	TSD	2,5	0,04	16	70	0,05	16	50	0,05	6	1,63	2,42
91	3 Ranchos / Ouvidor	330EGO0030	14,00	89	TSD	2,5	0,04	17	45	0,04	16	45	0,05	10	1,48	2,71
92	Ouvidor / Catalão	330EGO0050	13,06	86	TSD	2,5	0,04	17	50	0,04	17	50	0,05	9	1,59	2,73
93	Orizona / Pte. Funda	330EGO0190	32,27	85	TSD	2,5	0,04	17	67	0,05	17	56	0,05	14	1,73	3,21
94	Pte. Funda / GO-010	330EGO0210	11,67	85	TSD	2,5	0,04	17	67	0,05	17	56	0,05	14	1,73	3,21
95	Petrolina / Sta. Rosa de GO	330EGO0430	18,08	86	TSD	2,5	0,04	17	65	0,05	17	50	0,05	18	1,70	3,33
96	BR-153 / Itapaci	336EGO0010	18,52	83	TSD	2,5	0,04	15	46	0,04	15	42	0,05	15	1,35	2,87
97	Divisa MS/GO / BR-364	341EGO0010	65,51	92	TSD	2,5	0,04	15	61	0,05	15	40	0,04	8	1,45	2,50
98	Divisa MS/GO / BR-364	341EGO0020	37,58	92	TSD	2,5	0,04	15	65	0,05	15	42	0,05	8	1,48	2,53
99	Divisa MS/GO / BR-364	341EGO0050	11,00	92	TSD	2,5	0,04	15	61	0,05	15	42	0,05	8	1,46	2,50
100	Crixas / Sta. Terezinha de GO	347EGO0010	32,30	93	TSD	2,5	0,04	17	50	0,04	17	50	0,05	10	1,59	2,82
101	GO-320 / Palmeuma	408EGO0010	2,68	93	TSD	2,5	0,04	15	55	0,04	15	49	0,05	12	1,45	2,80
102	Varjão / BR-060	413EGO0030	11,81	85	TSD	2,5	0,04	13	57	0,04	13	57	0,05	15	1,30	2,82
103	Goianápolis / BR-060/153	415EGO0030	5,91	81	TSD	2,5	0,04	20	63	0,05	15	20	0,04	8	1,57	2,62
104	GO-080 / Damolândia	416EGO0010	7,97	85	TSD	2,5	0,04	15	40	0,03	15	20	0,04	8	1,18	2,22
105	GO-320 / Aurilândia	417EGO0010	15,70	90	TSD	2,5	0,04	20	60	0,04	20	60	0,05	15	1,98	3,50
106	Go-060 / Fazenda Nova	418EGO0010	18,57	86	TSD	2,5	0,04	18	63	0,05	18	43	0,05	7	1,75	2,68
107	Fazenda Nova / GO-324	418EGO0030	23,00	86	TSD	2,5	0,04	17	46	0,04	17	40	0,04	8	1,51	2,56
108	GO-070 / Brazabrantes	420EGO0010	6,36	85	TSD	2,5	0,04	20	40	0,03	17	20	0,04	8	1,42	2,47
109	Brazabrantes / Nova veneza	420EGO0030	6,70	93	TSD	2,5	0,04	15	48	0,04	15	45	0,05	10	1,38	2,61
110	Brazabrantes / Nova veneza	420EGO0050	1,20	93	TSD	2,5	0,04	15	48	0,04	15	45	0,05	10	1,38	2,61
111	Div. DF-GO / Padre Bernardo	424EGO0010	46,31	87	TSD	2,5	0,04	17	40	0,03	17	20	0,04	8	1,32	2,37
112	Formosa / GO-118	430EGO0010	21,95	94	TSD	2,5	0,04	15	43	0,04	15	33	0,04	8	1,29	2,37
113	GO-118 / Planaltina	430EGO0050	9,94	94	TSD	2,5	0,04	15	43	0,04	15	43	0,05	8	1,33	2,39
114	Ivolândia / Moiriporã	444EGO0010	9,76	87	TSD	2,5	0,04	18	60	0,04	17	25	0,04	8	1,58	2,63
115	Moiriporã / GO-060	444EGO0020	13,12	87	TSD	2,5	0,04	18	60	0,04	17	25	0,04	8	1,58	2,63
116	Goiânia / S. A. de GO	462EGO0010	15,90	94	TSD	2,5	0,04	15	48	0,04	15	45	0,05	9	1,38	2,53
117	S.A. de Go / GO-420	462EGO0030	13,00	94	TSD	2,5	0,04	15	48	0,04	15	45	0,05	9	1,38	2,53
118	Castrinópolis / Rialma	480EGO0020	10,30	95	TSD	2,5	0,04	17	60	0,04	17	60	0,05	15	1,70	3,22
119	BR-050 / Jazida de Fosfato Nióbio	504EGO0010	11,95	86	TSD	2,5	0,04	15	80	0,05	15	80	0,05	12	1,65	3,02
120	GO-326 / Avelinópolis	512EGO0010	8,60	82	TSD	2,5	0,04	17	47	0,04	0	20	0,04	16	0,76	2,32
121	Panamá / Goiatuba	515EGO0010	8,66	94	TSD	2,5	0,04	15	69	0,05	15	69	0,05	8	1,58	2,63
122	BR-364 / Perolândia	516EGO0010	26,72	94	TSD	2,5	0,04	17	80	0,05	17	80	0,05	8	1,86	2,91
123	GO-324 / GO-326	518EGO0010	14,00	86	TSD	2,5	0,04	15	68	0,05	18	45	0,05	11	1,65	2,95
124	Lago Azul / DF-GO	520EGO0020	7,10	93	TSD	2,5	0,04	17	80	0,05	17	80	0,05	7	1,86	2,79
125	Caturai / GO-222	523EGO0030	5,80	86	TSD	2,5	0,04	17	58	0,04	17	51	0,05	10	1,65	2,92

Tabela A.10 - Número estrutural corrigido para os trechos selecionados

Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	revestimento			base			sub-base			sub-leito	SN	SNC
					tipo	e	a1	e	CBR	a2	e	CBR	a3			
126	GO-116 / Itiquira	524EGO0010	5,34	88	TSD	2,5	0,04	17	55	0,04	15	40	0,04	8	1,50	2,54
127	GO-237 / Copemim	532EGO0010	34,55	93	TSD	2,5	0,04	20	40	0,03	20	40	0,04	10	1,69	2,92
128	Sen. Canedo / GO-020	536EGO0010	7,00	93	TSD	2,5	0,04	17	60	0,04	17	56	0,05	13	1,69	3,09
129	GO-132 / Minaçu	548EGO0010	3,95	93	TSD	2,5	0,04	19	60	0,04	19	60	0,05	12	1,89	3,26

Rodovias em CBUQ

Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	revestimento			base			sub-base			sub-leito	SN	SNC
					tipo	e	a1	e	CBR	a2	e	CBR	a3			
130	S. Bárbara / Claudionópolis	060EGO0050	8,39	90	CBUQ	3,0	0,17	18	52	0,04	15	20	0,04	12	1,81	3,18
131	Claudionópolis / Nazário	060EGO0070	13,34	90	CBUQ	3,0	0,17	18	52	0,04	15	20	0,04	12	1,81	3,18
132	Nazário / Turvânia	060EGO0090	8,88	91	CBUQ	3,5	0,17	15	60	0,04	15	45	0,05	13	1,96	3,37
133	Nazário / Turvânia	060EGO0100	18,33	91	CBUQ	3,5	0,17	15	60	0,04	15	45	0,05	13	1,96	3,37
134	Turvânia / Firminópolis	060EGO0110	18,42	91	CBUQ	3,5	0,17	15	60	0,04	15	45	0,05	13	1,96	3,37
135	Goiânia / Nerópolis	080EGO0010	20,30	89	CBUQ	4,5	0,17	17	52	0,04	17	52	0,05	10	2,28	3,51
136	Goiânia / Nerópolis	080EGO0030	6,11	89	CBUQ	4,5	0,17	17	52	0,04	17	52	0,05	10	2,28	3,51
137	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0050	2,12	89	CBUQ	4,5	0,17	17	52	0,04	17	52	0,05	10	2,28	3,51
138	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0070	12,21	89	CBUQ	4,5	0,17	17	52	0,04	17	52	0,05	10	2,28	3,51
139	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0090	3,59	89	CBUQ	4,5	0,17	17	52	0,04	17	52	0,05	10	2,28	3,51
140	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0110	18,96	89	CBUQ	4,5	0,17	17	52	0,04	17	52	0,05	10	2,28	3,51
141	Petrolina de GO / Jaraguá	080EGO0130	20,02	89	CBUQ	4,5	0,17	17	52	0,04	17	52	0,05	10	2,28	3,51
142	Petrolina de GO / Jaraguá	080EGO0150	5,93	89	CBUQ	4,5	0,17	17	52	0,04	17	52	0,05	10	2,28	3,51
143	Itapaci / Pilar de Goiás	154EGO0330	5,26	90	CBUQ	3,0	0,17	18	52	0,04	17	45	0,05	12	2,04	3,40
144	Itapaci / Pilar de Goiás	154EGO0350	13,99	91	CBUQ	3,5	0,17	17	55	0,04	17	45	0,05	12	2,10	3,47
145	Pilar de Goiás / Luzelândia	154EGO0370	22,07	91	CBUQ	3,5	0,17	17	55	0,04	17	45	0,05	12	2,10	3,47
146	Luzelândia / S. Terezinha de GO	154EGO0390	20,16	91	CBUQ	3,5	0,17	17	55	0,04	17	45	0,05	12	2,10	3,47
147	Mossâmedes / BR-070	164EGO0510	26,08	89	CBUQ	4,5	0,17	17	52	0,04	17	52	0,05	10	2,28	3,51
148	Goiás / Faina	164EGO0550	10,00	89	CBUQ	4,5	0,17	17	52	0,04	17	52	0,05	10	2,28	3,51
149	Goiás / Faina	164EGO0570	40,04	89	CBUQ	4,5	0,17	17	52	0,04	17	52	0,05	10	2,28	3,51
150	Goiás / Faina	164EGO0590	18,52	89	CBUQ	4,5	0,17	17	52	0,04	17	52	0,05	10	2,28	3,51
151	Faina / Araguapaz	164EGO0610	12,73	89	CBUQ	4,5	0,17	17	52	0,04	17	52	0,05	10	2,28	3,51
152	Sta. Fé / Britânia	173EGO0070	23,03	89	CBUQ	4,5	0,17	17	52	0,04	17	52	0,05	10	2,28	3,51
153	Sta. Fé / Britânia	173EGO0090	7,74	89	CBUQ	4,5	0,17	17	52	0,04	17	52	0,05	10	2,28	3,51
154	Ap. do Rio doce / BR-060	174EGO0010	41,68	89	CBUQ	4,5	0,17	17	52	0,04	17	52	0,05	10	2,28	3,51
155	Rio Verde / Montividiu	174EGO0050	7,06	89	CBUQ	4,5	0,17	17	52	0,04	17	52	0,05	10	2,28	3,51
156	Rio Verde / Montividiu	174EGO0070	38,08	89	CBUQ	4,5	0,17	17	52	0,04	17	52	0,05	10	2,28	3,51

Legenda:

e - espessura (cm)

ai - coeficiente estrutural da camada i

SN - numero estrutural

SNC - numero estrutural corrigido

Tabela A.11 - Valores encontrados para os parâmetros Quociente de Irregularidade, Trincamento e Afundamento de Trilha de Roda com o uso de equações de previsão conhecidas para o ano de 1996.

Rodovias em TSD - 1996									
Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	ATR (eq. 2.15)	TRI (eq.2.7)	NA paraTRI (eq. 2.6)	QI (eq. 2.4)	QI (eq. 2.14)
1	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0010	7,52	85	4,58			43,48	35,59
2	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0015	10,82	85	4,64			44,25	35,59
3	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0020	7,31	85	4,41			41,25	35,59
4	Bonfinópolis - L. de Buhões	010EGO0030	20,99	85	4,53			42,80	35,59
5	Bonfinópolis - L. de Buhões	010EGO0050	3,10	85	4,98			47,03	38,31
6	Vianópolis - Luziânia	010EGO0170	21,01	84	5,30			48,99	43,58
7	Vianópolis - Luziânia	010EGO0190	6,67	84	5,12			46,92	43,58
8	GO-215/Pontalina	040EGO0070	4,78	93	3,46			40,15	32,91
9	Aloândia/BR-452	040EGO0090	10,73	93	3,54			41,48	32,91
10	Aloândia/BR-452	040EGO0130	8,99	92	4,31			44,28	51,59
11	Aloândia/BR-452	040EGO0140	12,83	92	4,49			47,10	51,59
12	Aloândia/BR-452	040EGO0150	21,10	92	4,36			45,15	51,59
13	Trindade / Campestre de GO	050EGO0030	14,30	86	4,56			44,69	35,23
14	Trindade / Campestre de GO	050EGO0050	9,75	86	4,69			46,10	35,72
15	GO-174 / GO-220	050EGO0250	15,41	89	4,31			42,18	38,74
16	Firminópolis / S. L. M. Belos	060EGO0130	11,06	94	3,59			42,36	45,95
17	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0150	1,26	94	3,65			43,69	44,80
18	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0170	33,80	94	3,51			41,51	43,80
19	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0180	22,07	94	3,40			39,71	43,17
20	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0190	12,04	94	3,35			39,68	39,82
21	Iporá / Arenópolis	060EGO0230	6,32	85	5,03			46,06	42,82
22	Iporá / Arenópolis	060EGO0240	44,87	85	4,85			44,23	41,46
23	Iporá / Arenópolis	060EGO0245	7,81	85	4,78			43,69	40,21
24	Arenópolis / Piranhas	060EGO0250	18,00	85	4,78			43,69	40,21
25	Arenópolis / Piranhas	060EGO0260	13,08	85	4,78			43,69	40,21
26	Arenópolis / Piranhas	060EGO0270	2,06	85	5,05			47,07	40,21
27	BR-020 / Posse	108EGO0070	6,20	85	4,59			44,68	35,44
28	Formosa / GO-524	116EGO0010	27,22	85	3,90			39,69	31,92
29	BR-010 / GO-430	118EGO0010	6,11	85	4,60			43,08	39,42
30	S. J. da Aliança / Alto Paraíso	118EGO0080	12,42	84	4,45			42,73	35,54
31	Alto Paraíso / Teresina de GO	118EGO0090	65,88	84	4,39			41,61	36,86
32	Taquaral de GO / Itaguari	154EGO0150	9,41	92	3,26			36,85	29,75
33	Itaguari / Itaguari	154EGO0170	17,65	92	3,15			35,35	29,75
34	S. Terezinha de GO / Campos Verdes	154EGO0410	18,75	94	2,57			33,05	27,79
35	BR-060 / Cezarina	156EGO0010	1,34	94	3,25			39,40	36,02
36	Cezarina / GO-050	156EGO0030	18,18	94	2,98			36,69	31,73
37	Palmeiras de GO / Nazário	156EGO0090	23,48	85	4,36			42,45	33,90
38	Anicuns / Americano do Brasil	156EGO0150	7,39	85	4,52			43,73	34,50
39	Anicuns / Americano do Brasil	156EGO0170	16,04	92	4,07			43,20	33,56
40	Itaberai / Heitorai	156EGO0230	34,51	85	4,22			42,44	32,17
41	Heitorai / Itapuranga	156EGO0250	13,01	85	4,07			40,45	32,17

Tabela A.11 - Valores encontrados para os parâmetros Quociente de Irregularidade, Trincamento e Afundamento de Trilha de Roda com o uso de equações de previsão conhecidas para o ano de 1996.

Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	ATR (eq. 2.15)	TRI (eq.2.7)	NA paraTRI (eq. 2.6)	QI (eq. 2.4)	QI (eq. 2.14)
42	Itaguaçu / GO-364 Paranaiguara	164EGO0070	8,55	86	3,94			38,81	32,20
43	S.L. Montes Belos / Sanclerlândia	164EGO0470	17,62	92	3,66			41,35	31,70
44	Mozarlândia / Nova Crixas	164EGO0750	14,29	74	4,51			41,45	40,14
45	Mozarlândia / Nova Crixas	164EGO0770	4,60	74	4,91			45,24	39,86
46	Nova Trindade / Sta. Fé	173EGO0050	12,86	92	3,33			35,24	30,85
47	Quirinópolis / BR-364	206EGO0190	26,00	93	2,87			33,40	28,69
48	Davinópolis / GO-301	210EGO0030	9,80	94	2,25			30,78	26,35
49	GO-301 / BR-050	210EGO0050	27,00	94	2,35			32,63	26,35
50	BR-153 / Panamá	210EGO0290	6,37	79	4,82			45,75	36,82
51	Panamá / GO-515	210EGO0300	9,16	94	2,68			34,17	28,45
52	Pontalina / Edealina	215EGO0030	14,89	94	3,05			37,20	33,04
53	Pontalina / Edealina	215EGO0040	13,90	94	3,40			39,59	44,20
54	Pontalina / Edealina	215EGO0050	27,71	92	3,94			42,10	38,58
55	Edealina / Edéia	215EGO0060	4,67	84	5,49			49,42	50,57
56	Prof. Jamil / Cromínia	217EGO0070	16,98	86	3,87			39,87	30,86
57	Cromínia / Mairipotaba	217EGO0090	12,04	86	3,94			40,79	30,86
58	Iporá / Palestina de GO	221EGO0010	24,04	86	4,36			41,90	35,11
59	Palestina de GO / BR-158 (Caiapônia)	221EGO0050	39,00	86	3,82			38,85	31,25
60	Anápolis / Nerópolis	222EGO0010	29,70	85	5,12			46,74	45,56
61	N. Veneza / Inhumas	222EGO0050	15,83	85	5,01			45,33	43,84
62	N. Veneza / Inhumas	222EGO0070	4,11	85	5,04			45,66	43,84
63	N. Veneza / Inhumas	222EGO0090	2,73	85	4,79			43,08	42,84
64	GO-070 / Caturai	222EGO0130	6,68	86	3,91			38,13	32,64
65	Caturai / Araçu	222EGO0150	17,90	86	3,91			38,14	32,65
66	Corumbá de GO / Pirinópolis	225EGO0050	19,08	88	3,93			38,52	35,97
67	Mimoso de GO / Padre Bernardo	230EGO0050	18,23	93	2,98			34,43	30,22
68	BR-153 / Uruana	230EGO0180	20,28	85	4,77			44,59	37,84
69	Niquelândia / Uruaçu	237EGO0150	4,78	86	4,60			43,39	39,21
70	Niquelândia / Uruaçu	237EGO0170	17,27	86	4,53			42,74	39,21
71	Niquelândia / Uruaçu	237EGO0190	60,66	86	4,39			41,34	39,21
72	Minapu / Campinaçu	241EGO0170	54,14	93	2,82			32,45	28,93
73	Campinaçu / Formoso	241EGO0190	45,74	94	3,20			38,54	37,36
74	Campinaçu / Formoso	241EGO0210	4,00	94	2,62			33,19	29,40
75	Lagoa do Aporé / Itajá	302EGO0050	19,30	84	5,82			57,83	61,25
76	Itajá / Aporé	302EGO0070	19,27	92	3,12			35,01	29,41
77	Itajá / Aporé	302EGO0090	26,00	92	3,10			34,75	29,41
78	Nova Fátima / BR-153	319EGO0270	12,05	93	3,10			36,34	29,75
79	Goiatuba / GO-040	320EGO0030	19,56	85	5,41			49,08	50,04
80	GO-040 / GO-213	320EGO0070	6,89	85	5,60			51,42	50,22
81	Joviânia / GO-319	320EGO0110	20,85	87	5,28			51,01	43,62
82	Edéia / Indiará	320EGO0150	23,96	83	5,27			46,86	45,02
83	Indiará / Jandaia	320EGO0160	18,05	85	4,12			39,35	34,66

Tabela A.11 - Valores encontrados para os parâmetros Quociente de Irregularidade, Trincamento e Afundamento de Trilha de Roda com o uso de equações de previsão conhecidas para o ano de 1996.

Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	ATR (eq. 2.15)	TRI (eq.2.7)	NA paraTRI (eq. 2.6)	QI (eq. 2.4)	QI (eq. 2.14)
84	Jandaia / Paraúna	320EGO0170	17,31	85	4,19			40,02	34,99
85	Jandaia / Paraúna	320EGO0190	20,21	85	4,37			41,93	34,99
86	GO-417 / Cachoeira de GO	320EGO0240	10,09	90	2,60			31,38	27,60
87	GO-222 / Sanclerlândia	326EGO0060	41,19	85	4,67			45,05	35,76
88	Sanclerlândia / Buriti de GO	326EGO0070	18,48	85	4,91			48,98	35,33
89	Buriti de GO / Novo Brasil	326EGO0080	3,65	85	4,85			48,10	35,33
90	Buriti de GO / Novo Brasil	326EGO0090	39,48	85	4,65			45,52	35,33
91	3 Ranchos / Ouvidor	330EGO0030	14,00	89	3,74			39,59	30,49
92	Ouvidor / Catalão	330EGO0050	13,06	86	4,02			40,60	31,82
93	Orizona / Pte. Funda	330EGO0190	32,27	85	4,14			39,63	33,35
94	Pte. Funda / GO-010	330EGO0210	11,67	85	3,68			35,52	32,28
95	Petrolina / Sta. Rosa de GO	330EGO0430	18,08	86	3,57			37,89	30,03
96	BR-153 / Itapaci	336EGO0010	18,52	83	4,33			41,79	33,86
97	Divisa MS/GO / BR-364	341EGO0010	65,51	92	3,58			39,50	33,21
98	Divisa MS/GO / BR-364	341EGO0020	37,58	92	3,44			37,68	32,93
99	Divisa MS/GO / BR-364	341EGO0050	11,00	92	3,50			38,39	33,14
100	Crixas / Sta. Terezinha de GO	347EGO0010	32,30	93	2,84			33,71	28,55
101	GO-320 / Palmeuma	408EGO0010	2,68	93	2,90			34,93	28,34
102	Varjão / BR-060	413EGO0030	11,81	85	4,03			42,12	31,12
103	Goianópolis / BR-060/153	415EGO0030	5,91	81	5,29			49,69	38,77
104	GO-080 / Damolândia	416EGO0010	7,97	85	4,97			49,22	36,50
105	GO-320 / Aurilândia	417EGO0010	15,70	90	2,60			31,38	27,60
106	Go-060 / Fazenda Nova	418EGO0010	18,57	86	4,16			40,85	33,39
107	Fazenda Nova / GO-324	418EGO0030	23,00	86	4,28			41,96	34,16
108	GO-070 / Brazabrantes	420EGO0010	6,36	85	4,77			46,84	35,46
109	Brazabrantes / Nova veneza	420EGO0030	6,70	93	3,23			38,23	30,45
110	Brazabrantes / Nova veneza	420EGO0050	1,20	93	3,43			39,64	33,33
111	Div. DF-GO / Padre Bernardo	424EGO0010	46,31	87	4,31			42,14	36,44
112	Formosa / GO-118	430EGO0010	21,95	94	3,21			39,51	35,48
113	GO-118 / Planaltina	430EGO0050	9,94	94	2,79			35,18	30,49
114	Ivolândia / Moiriporã	444EGO0010	9,76	87	3,62			38,70	29,98
115	Moiriporã / GO-060	444EGO0020	13,12	87	3,65			39,11	29,98
116	Goiânia / S. A. de GO	462EGO0010	15,90	94	3,04			38,32	31,38
117	S.A. de Go / GO-420	462EGO0030	13,00	94	3,11			39,55	31,38
118	Castrinópolis / Rialma	480EGO0020	10,30	95	1,44			23,88	25,46
119	BR-050 / Jazida de Fosfato Nióbio	504EGO0010	11,95	86	3,75			37,64	31,21
120	GO-326 / Avelinópolis	512EGO0010	8,60	82	4,32			42,30	34,73
121	Panamá / Goiatuba	515EGO0010	8,66	94	2,92			38,25	28,84
122	BR-364 / Perolândia	516EGO0010	26,72	94	2,40			31,77	26,88
123	GO-324 / GO-326	518EGO0010	14,00	86	4,20			44,19	31,14
124	Lago Azul / DF-GO	520EGO0020	7,10	93	3,36			38,63	32,66
125	Caturai / GO-222	523EGO0030	5,80	86	4,09			42,30	31,23

Tabela A.11 - Valores encontrados para os parâmetros Quociente de Irregularidade, Trincamento e Afundamento de Trilha de Roda com o uso de equações de previsão conhecidas para o ano de 1996.

Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	ATR (eq. 2.15)	TRI (eq.2.7)	NA paraTRI (eq. 2.6)	QI (eq. 2.4)	QI (eq. 2.14)
126	GO-116 / Itiquira	524EGO0010	5,34	88	3,95			38,43	36,48
127	GO-237 / Copemim	532EGO0010	34,55	93	3,15			36,82	30,14
128	Sen. Canedo / GO-020	536EGO0010	7,00	93	3,09			37,48	28,66
129	GO-132 / Minaçu	548EGO0010	3,95	93	2,82			31,30	30,72

Rodovias em CBUQ - 1996

Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	ATR (eq. 2.15)	TRI (eq.2.7)	NA paraTRI (eq. 2.6)	QI (eq. 2.4)	QI (eq. 2.14)
130	S. Bárbara / Claudionópolis	060EGO0050	8	90	4,29	11,8	1,57E+04	47,1	49,9
131	Claudionópolis / Nazário	060EGO0070	13	90	4,21	10,7	1,57E+04	46,2	48,2
132	Nazário / Turvânia	060EGO0090	9	91	3,69	6,2	2,22E+04	42,5	39,3
133	Nazário / Turvânia	060EGO0100	18	91	3,84	9,2	2,22E+04	44,7	39,3
134	Turvânia / Firminópolis	060EGO0110	18	91	3,75	8,8	2,22E+04	44,2	37,0
135	Goiânia / Nerópolis	080EGO0010	20	89	4,24	12,0	2,84E+04	45,0	47,6
136	Goiânia / Nerópolis	080EGO0030	6	89	4,58	18,9	2,84E+04	50,2	47,6
137	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0050	2	89	4,74	21,3	2,84E+04	52,3	49,5
138	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0070	12	89	4,31	12,7	2,84E+04	45,6	49,5
139	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0090	4	89	4,34	13,2	2,84E+04	46,0	49,5
140	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0110	19	89	4,26	11,6	2,84E+04	44,8	49,5
141	Petrolina de GO / Jaraguá	080EGO0130	20	89	4,44	14,5	2,84E+04	47,0	51,9
142	Petrolina de GO / Jaraguá	080EGO0150	6	89	4,56	15,0	2,84E+04	47,0	51,9
143	Itapaci / Pilar de Goiás	154EGO0330	5	90	2,97	3,0	2,84E+04	37,2	28,8
144	Itapaci / Pilar de Goiás	154EGO0350	14	91	2,88	1,3	2,37E+04	37,0	28,6
145	Pilar de Goiás / Luzelândia	154EGO0370	22	91	2,80	0,0	2,67E+04	35,9	28,4
146	Luzelândia / S. Terezinha de GO	154EGO0390	20	91	2,93	3,4	2,67E+04	38,0	28,4
147	Mossâmedes / BR-070	164EGO0510	26	89	3,57	10,2	2,67E+04	42,1	30,5
148	Goiás / Faina	164EGO0550	10	89	3,76	11,0	2,84E+04	43,1	30,7
149	Goiás / Faina	164EGO0570	40	89	3,84	12,8	2,84E+04	44,3	30,7
150	Goiás / Faina	164EGO0590	19	89	3,99	16,2	2,84E+04	46,8	30,7
151	Faina / Araguapaz	164EGO0610	13	89	3,68	9,0	2,84E+04	41,8	30,7
152	Sta. Fé / Britânia	173EGO0070	23	89	3,07	0,0	2,84E+04	37,1	29,6
153	Sta. Fé / Britânia	173EGO0090	8	89	3,11	3,8	2,84E+04	37,7	29,6
154	Ap. do Rio doce / BR-060	174EGO0010	42	89	3,49	7,6	2,84E+04	40,5	31,7
155	Rio Verde / Montividiu	174EGO0050	7	89	3,69	12,9	2,84E+04	43,9	31,6
156	Rio Verde / Montividiu	174EGO0070	38,08	89	3,57	10,0	2,84E+04	42,0	31,6

Legenda:

ATR - afundamento de trilha de roda (mm)

QI - quociente de irregularidade (contagens/quilometro)

TRI - área de pavimento trincada (%)

As equações 2.4, 2.6, 2.7, 2.14 e 2.15 são apresentadas no Capítulo 03

Tabela A.12 - Valores encontrados para os parâmetros Quociente de Irregularidade, Trincamento e Afundamento de Trilha de Roda com o uso de equações de previsão conhecidas para o ano de 1998.

Rodovias em TSD - 1998									
Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	ATR (eq. 2.15)	TRI (eq.2.7)	NA paraTRIi (eq. 2.6)	QI (eq. 2.4)	QI (eq. 2.14)
1	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0010	7,52	85	6,26			54,8	36,8
2	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0015	10,82	85	6,56			58,9	36,8
3	Goiânia - Bonfinópolis	010EGO0020	7,31	85	5,73			48,2	36,8
4	Bonfinópolis - L. de Buhões	010EGO0030	20,99	85	6,45			57,3	36,8
5	Bonfinópolis - L. de Buhões	010EGO0050	3,10	85	6,80			62,2	36,8
55	Edealina / Edéia	215EGO0060	27,71	84	5,45			47,6	49,3
80	GO-040 / GO-213	320EGO0070	6,89	85	5,71			50,7	47,8
81	Joviânia / GO-319	320EGO0110	20,85	87	4,88			43,9	43,3

Rodovias em CBUQ - 1998									
Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	ATR (eq. 2.15)	TRI (eq.2.7)	NA paraTRIi (eq. 2.6)	QI (eq. 2.4)	QI (eq. 2.14)
130	S. Bárbara / Claudionópolis	060EGO0050	8,39	90	5,15	19,11	1,57E+04	50,6	51,2
131	Claudionópolis / Nazário	060EGO0070	13,34	90	5,31	22,77	1,57E+04	53,3	51,2
132	Nazário / Turvânia	060EGO0090	8,88	91	4,38	10,99	2,22E+04	44,4	40,5
133	Nazário / Turvânia	060EGO0100	18,33	91	4,65	16,30	2,22E+04	48,2	40,5
134	Turvânia / Firminópolis	060EGO0110	18,42	91	4,38	12,61	2,22E+04	45,3	38,1
154	Ap. do Rio doce / BR-060	174EGO0010	41,68	89	3,52	3,48	2,85E+04	40,2	30,3

Legenda:

ATR - afundamento de trilha de roda (mm)

QI - quociente de irregularidade (contagens/quilometro)

TRI - área de pavimento trincada (%)

As equações 2.4, 2.6, 2.7, 2.14 e 2.15 são apresentadas no Capítulo 03

Tabela A.13 - Valores encontrados para os parâmetros Quociente de Irregularidade, Trincamento e Afundamento de Trilha de Roda com o uso de equações de previsão conhecidas para o ano de 2000.

Rodovias em TSD - 2000									
Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	ATR (eq. 2.15)	TRI (eq.2.7)	NA paraTRI (eq. 2.6)	QI (eq. 2.4)	QI (eq. 2.14)
6	Vianópolis - Luziânia	010EGO0170	21,01	84	6,06			49,7	46,3
7	Vianópolis - Luziânia	010EGO0190	6,67	84	6,37			52,3	46,8
16	Firminópolis / S. L. M. Belos	060EGO0130	11,06	94	4,45			42,0	48,4
17	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0150	1,26	94	4,82			45,2	47,3
18	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0170	33,80	94	4,76			46,6	47,3
19	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0180	22,07	94	4,28			40,5	46,6
20	S. L. M. Belos / Israelândia	060EGO0190	12,04	94	4,26			41,1	46,6
30	S. J. da Aliança / Alto Paraíso	118EGO0080	12,42	84	5,24			46,3	53,5
87	GO-222 / Sanclerlândia	326EGO0060	41,19	85	5,24			49,0	47,5
111	Div. DF-GO / Padre Bernardo	424EGO0010	46,31	87	4,67			43,6	55,3

Rodovias em CBUQ - 2000									
Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	ATR (eq. 2.15)	TRI (eq.2.7)	NA paraTRI (eq. 2.6)	QI (eq. 2.4)	QI (eq. 2.14)
135	Goiânia / Nerópolis	080EGO0010	20,30	89	5,94	44	2,84E+04	58,7	50,7
136	Goiânia / Nerópolis	080EGO0030	6,11	89	5,57	40	2,84E+04	53,3	50,7
137	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0050	2,12	89	6,11	46	2,84E+04	60,6	52,5
138	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0070	12,21	89	6,19	50	2,84E+04	61,7	52,5
139	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0090	3,59	89	6,02	44	2,84E+04	59,1	52,5
140	Nerópolis / Petrolina de GO	080EGO0110	18,96	89	5,83	42	2,84E+04	56,4	52,5
141	Petrolina de GO / Jaraguá	080EGO0130	20,02	89	6,15	45	2,84E+04	60,3	54,9

Legenda:

ATR - afundamento de trilha de roda (mm)

QI - quociente de irregularidade (contagens/quilometro)

TRI - área de pavimento trincada (%)

As equações 2.4, 2.6, 2.7, 2.14 e 2.15 são apresentadas no Capítulo 03

Tabela A.14 - Valores encontrados para os parâmetros Quociente de Irregularidade, Trincamento e Afundamento de Trilha de Roda com o uso de equações de previsão conhecidas para o ano de 2001.

Rodovias em TSD - 2001									
Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	ATR (eq. 2.15)	TRI (eq.2.7)	NA paraTRI (eq. 2.6)	QI (eq. 2.4)	QI (eq. 2.14)
9	Aloândia/BR-452	040EGO0090	10,73	93	5,22			53,4	38,1
10	Aloândia/BR-452	040EGO0130	8,99	92	6,41			60,7	60,5
11	Aloândia/BR-452	040EGO0140	12,83	92	6,45			61,2	60,5
12	Aloândia/BR-452	040EGO0150	21,10	92	6,39			60,4	60,5
13	Trindade / Campestre de GO	050EGO0030	14,30	86	5,72			54,5	39,8
14	Trindade / Campestre de GO	050EGO0050	9,75	86	5,72			54,1	40,4
21	Iporá / Arenópolis	060EGO0230	6,32	85	6,13			54,4	49,4
22	Iporá / Arenópolis	060EGO0240	44,87	85	6,13			55,1	47,7
23	Iporá / Arenópolis	060EGO0245	7,81	85	6,36			58,8	46,1
24	Arenópolis / Piranhas	060EGO0250	18,00	85	6,21			56,7	46,1
25	Arenópolis / Piranhas	060EGO0260	13,08	85	6,08			55,0	46,1
26	Arenópolis / Piranhas	060EGO0270	2,06	85	6,34			58,4	46,1
55	Edealina / Edéia	215EGO0060	4,67	84	6,11			56,1	43,7
29	BR-010 / GO-430	118EGO0010	6,11	85	5,73			53,3	41,4
31	Alto Paraíso / Teresina de GO	118EGO0090	65,88	84	5,36			52,1	39,7
32	Taquaral de GO / Itaguari	154EGO0150	9,41	92	4,94			52,2	33,2
33	Itaguari / Itaguaru	154EGO0170	17,65	92	4,48			47,6	32,2
34	S. Terezinha de GO / Campos Verdes	154EGO0410	18,75	94	5,26			53,8	34,8
38	Anicuns / Americano do Brasil	156EGO0150	7,39	85	5,53			52,3	38,8
39	Anicuns / Americano do Brasil	156EGO0170	16,04	92	5,14			52,1	33,9
40	Itaberá / Heitorá	156EGO0230	34,51	85	4,91			47,7	37,8
43	S.L. Montes Belos / Sanclerlândia	164EGO0470	17,62	92	5,38			51,4	35,7
44	Mozarlândia / Nova Crixas	164EGO0750	14,29	74	6,26			59,6	44,0
45	Mozarlândia / Nova Crixas	164EGO0770	4,60	74	5,69			54,1	44,6
46	Nova Trindade / Sta. Fé	173EGO0050	12,86	92	4,95			49,7	36,6
47	Quirinópolis / BR-364	206EGO0190	26,00	93	3,24			36,5	29,2
48	Davinópolis / GO-301	210EGO0030	9,80	94	3,47			39,2	29,1
49	GO-301 / BR-050	210EGO0050	27,00	94	4,77			50,5	30,8
50	BR-153 / Panamá	210EGO0290	6,37	79	5,47			54,8	41,2
51	Panamá / GO-515	210EGO0300	9,16	94	4,79			47,7	38,0
52	Pontalina / Edealina	215EGO0030	14,89	94	5,57			52,9	42,6
72	Minaçu / Campinaçu	241EGO0170	54,14	93	4,37			45,0	32,2
73	Campinaçu / Formoso	241EGO0190	45,74	94	5,15			50,9	41,0
76	Itajá / Aporé	302EGO0070	19,27	92	4,39			44,2	32,7
77	Itajá / Aporé	302EGO0090	26,00	92	4,52			46,2	32,7
78	Nova Fátima / BR-153	319EGO0270	12,05	93	4,86			51,6	33,2
101	GO-320 / Palmeuma	408EGO0010	2,68	93	4,12			42,6	31,4
104	GO-080 / Damolândia	416EGO0010	7,97	85	6,06			57,9	41,2
105	GO-320 / Aurilândia	417EGO0010	15,70	90	3,46			40,1	30,3
106	Go-060 / Fazenda Nova	418EGO0010	18,57	86	5,48			53,2	37,3
107	Fazenda Nova / GO-324	418EGO0030	23,00	86	5,65			54,6	38,3

Tabela A.14 - Valores encontrados para os parâmetros Quociente de Irregularidade, Trincamento e Afundamento de Trilha de Roda com o uso de equações de previsão conhecidas para o ano de 2001.

Trecho	Segmento	CÓDIGO	extensão (km)	ano de execução	ATR (eq. 2.15)	TRI (eq.2.7)	NA paraTRI (eq. 2.6)	QI (eq. 2.4)	QI (eq. 2.14)
Rodovias em CBUQ - 2001									
143	Itapaci / Pilar de Goiás	154EGO0330	5,26	90	4,09	23	2,37E+04	45,9	33,8
144	Itapaci / Pilar de Goiás	154EGO0350	13,99	91	3,90	28	2,67E+04	48,7	34,2
145	Pilar de Goiás / Luzelândia	154EGO0370	22,07	91	3,96	38	2,67E+04	53,9	32,7
146	Luzelândia / S. Terezinha de GO	154EGO0390	20,16	91	3,92	38	2,67E+04	53,8	32,7
147	Mossâmedes / BR-070	164EGO0510	26,08	89	4,69	31	2,84E+04	50,7	32,1
151	Faina / Araguapaz	164EGO0610	12,73	89	4,93	22	2,84E+04	45,6	31,4
152	Sta. Fé / Britânia	173EGO0070	23,03	89	4,21	23	2,84E+04	46,3	31,4
153	Sta. Fé / Britânia	173EGO0090	7,74	89	4,15	24	2,84E+04	47,2	31,4

Legenda:

ATR - afundamento de trilha de roda (mm)

QI - quociente de irregularidade (contagens/quilometro)

TRI - área de pavimento trincada (%)

As equações 2.4, 2.6, 2.7, 2.14 e 2.15 são apresentadas no Capítulo 03

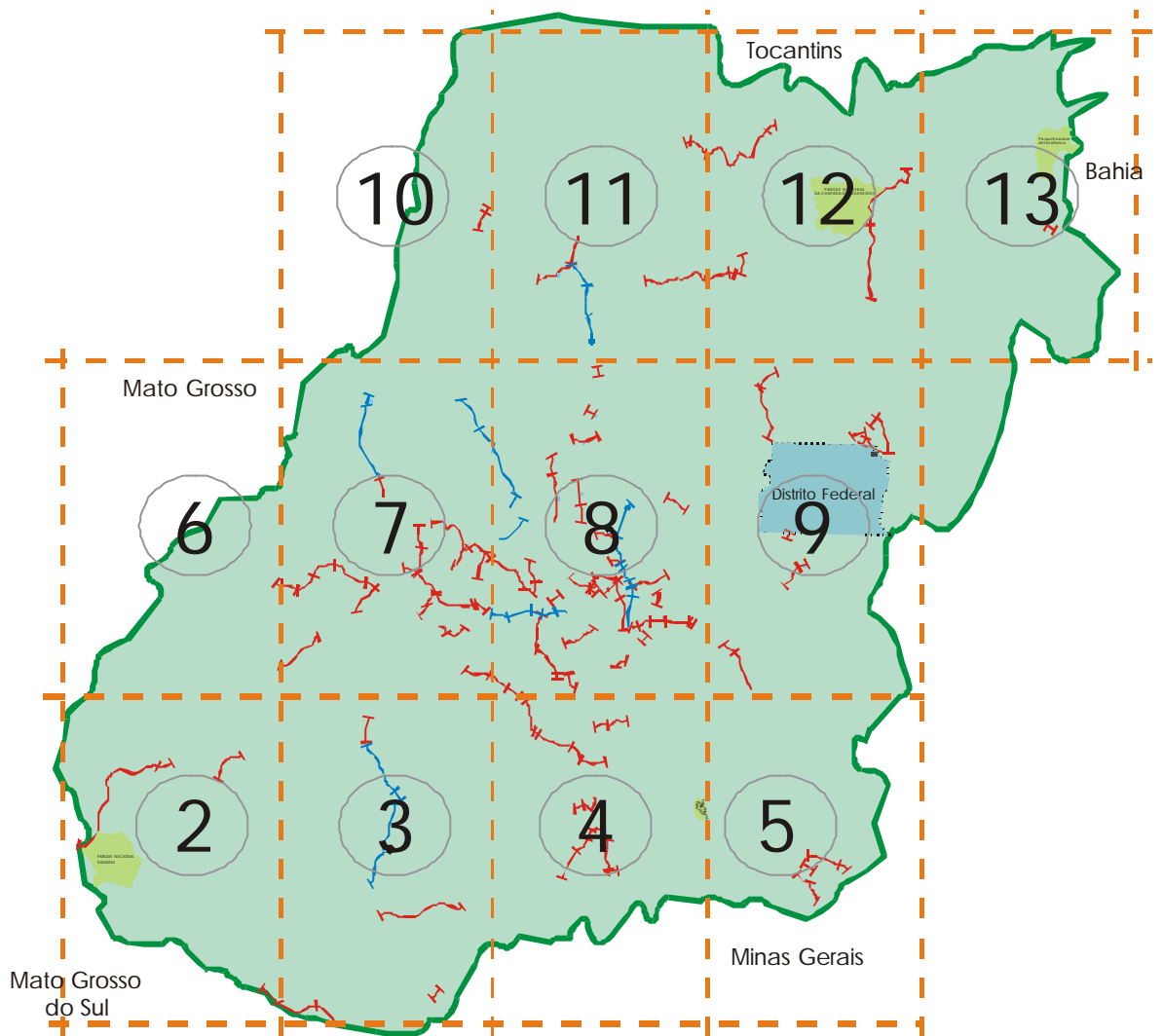
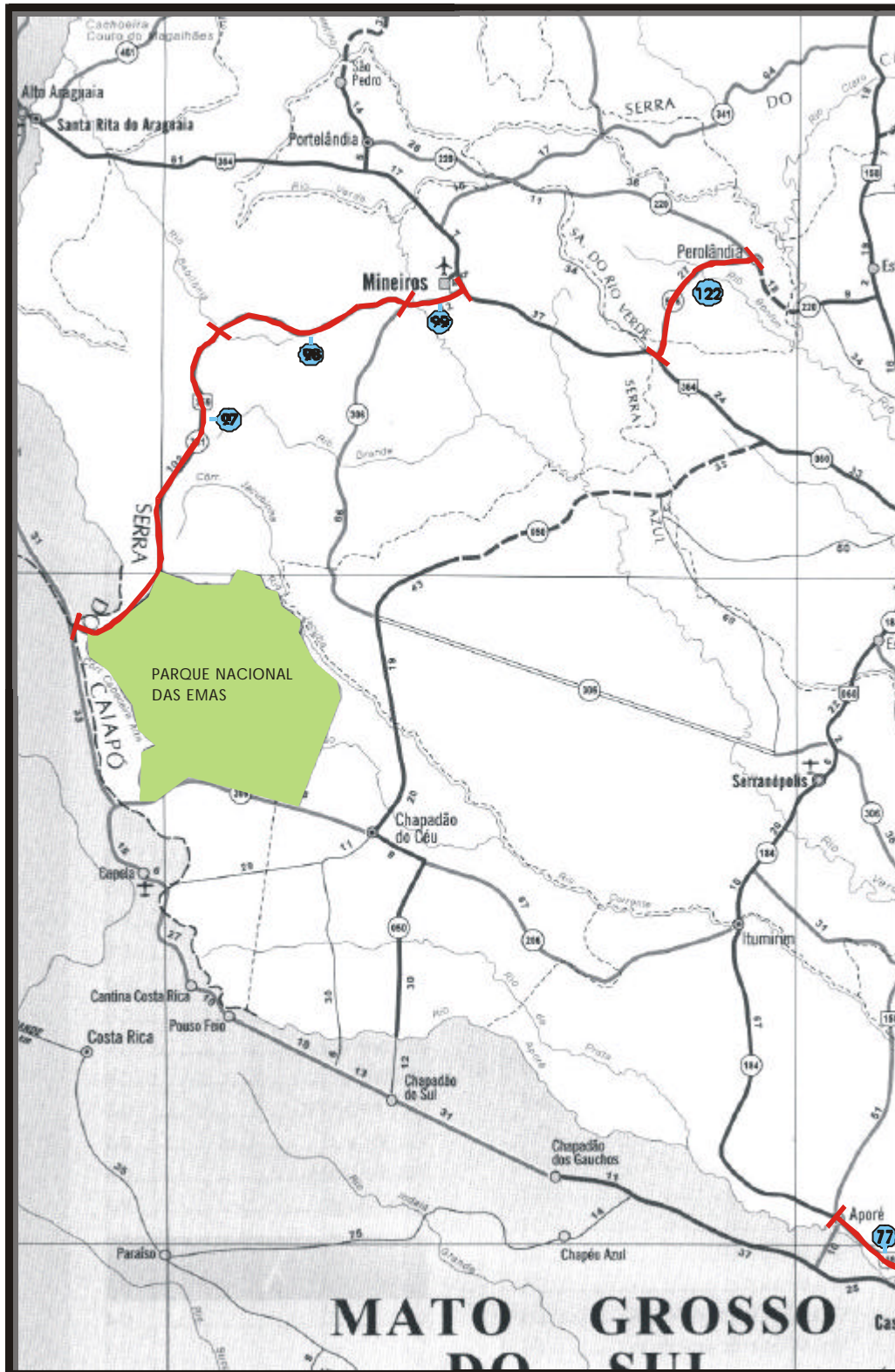


Figura A1- Mapa Geral de Goiás - Localização das Figuras



LEGENDA:

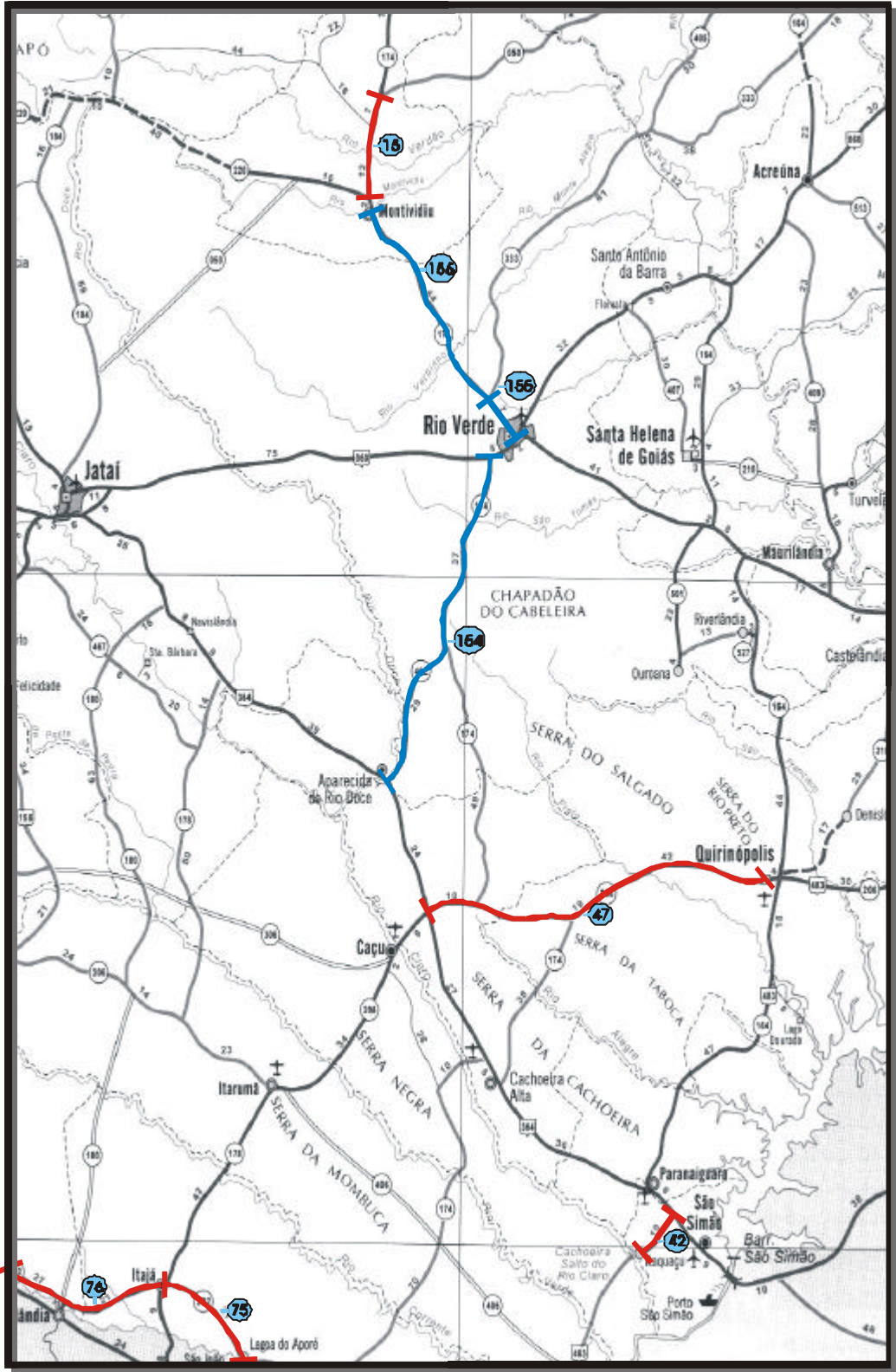
Trechos pavimentados com TSD

Trechos pavimentados com CBUQ

Número do trecho



Figura A2- trechos selecionados para análise






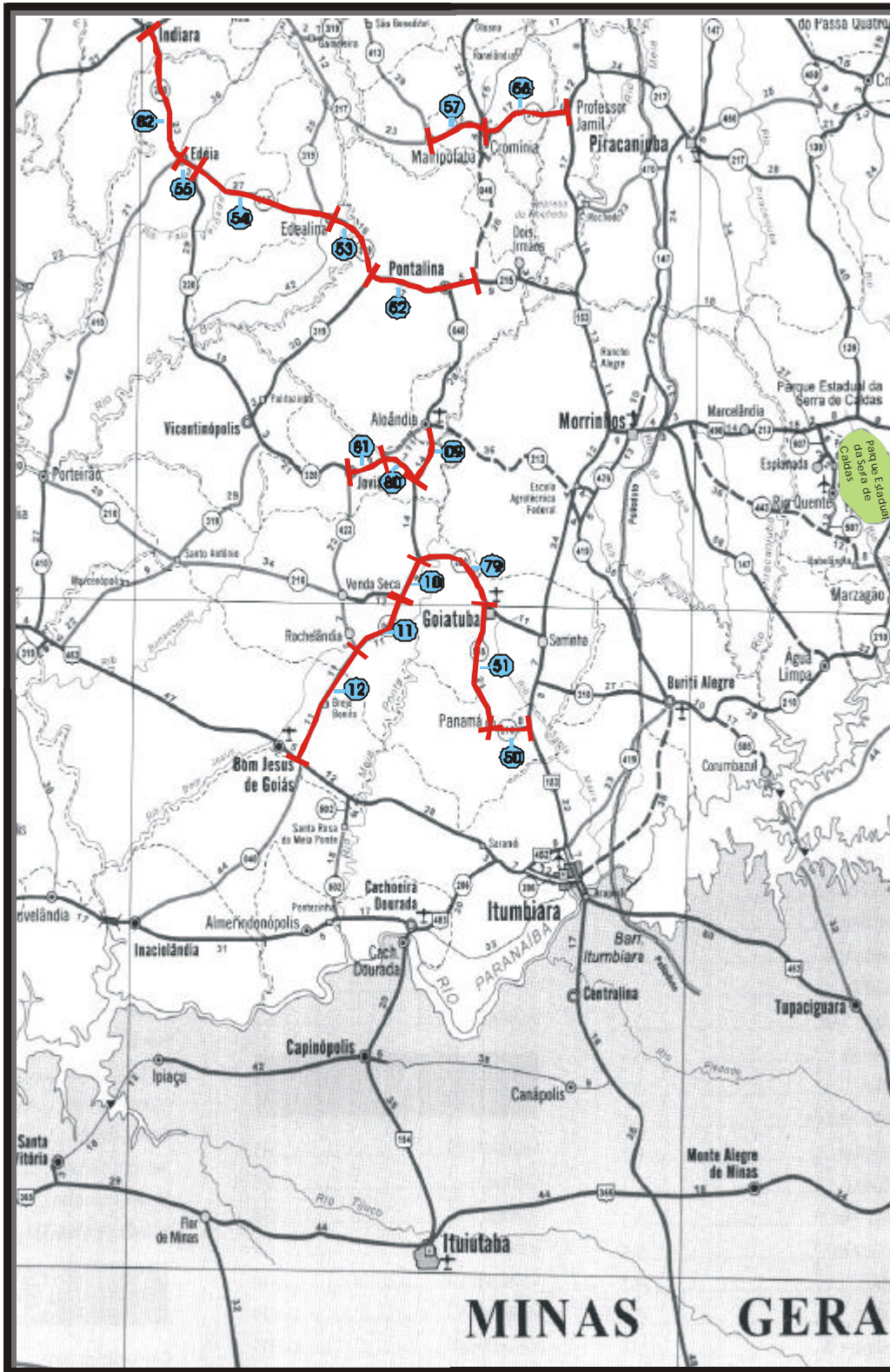
LEGENDA:
 Trechos pavimentados com TSD 
 Trechos pavimentados com CBUQ 
 Número do trecho 

Figura A3- trechos selecionados para análise






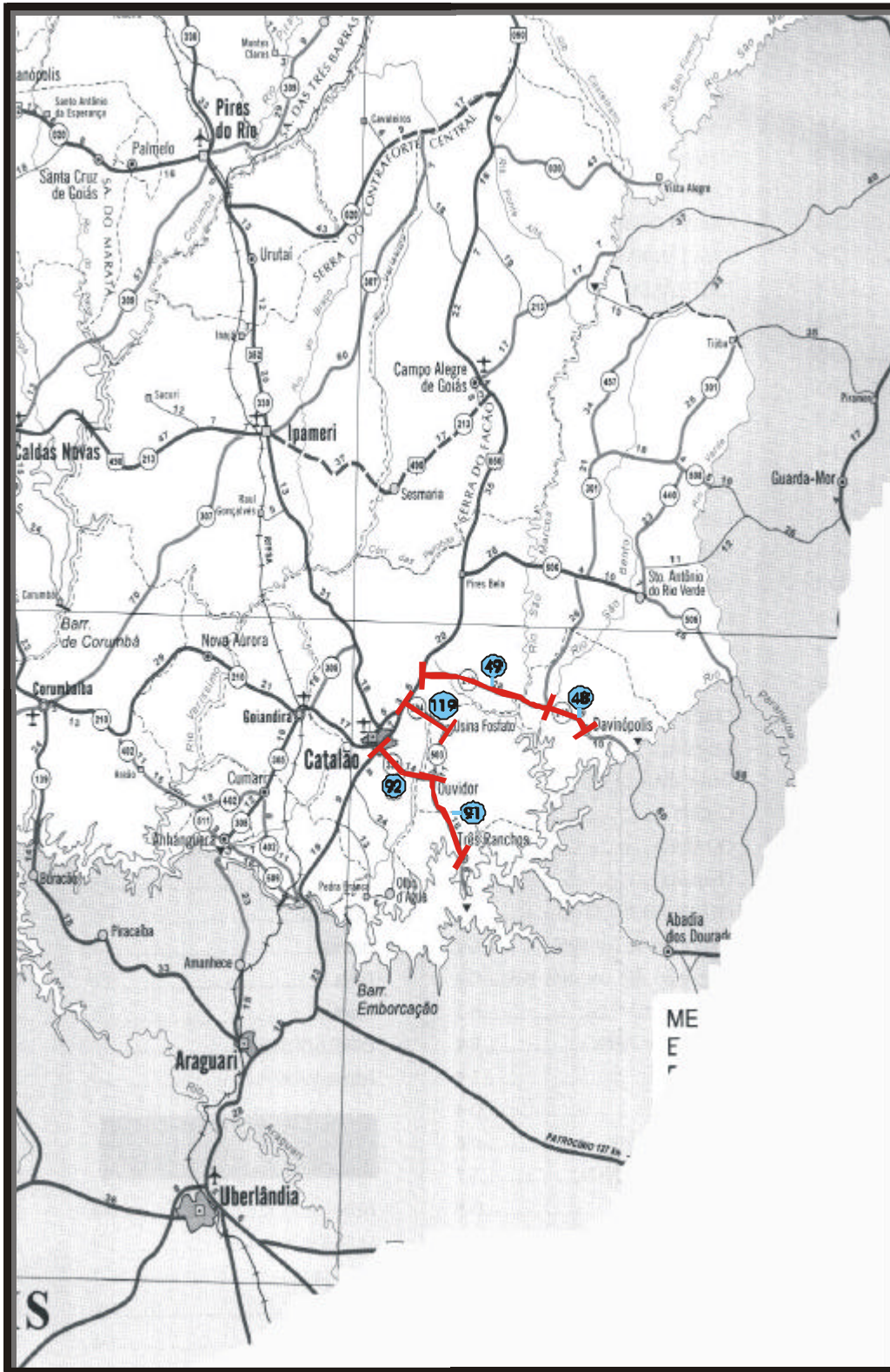
LEGENDA:
 Trechos pavimentados com TSD 
 Trechos pavimentados com CBUQ 
 Número do trecho 

Figura A4- trechos selecionados para análise






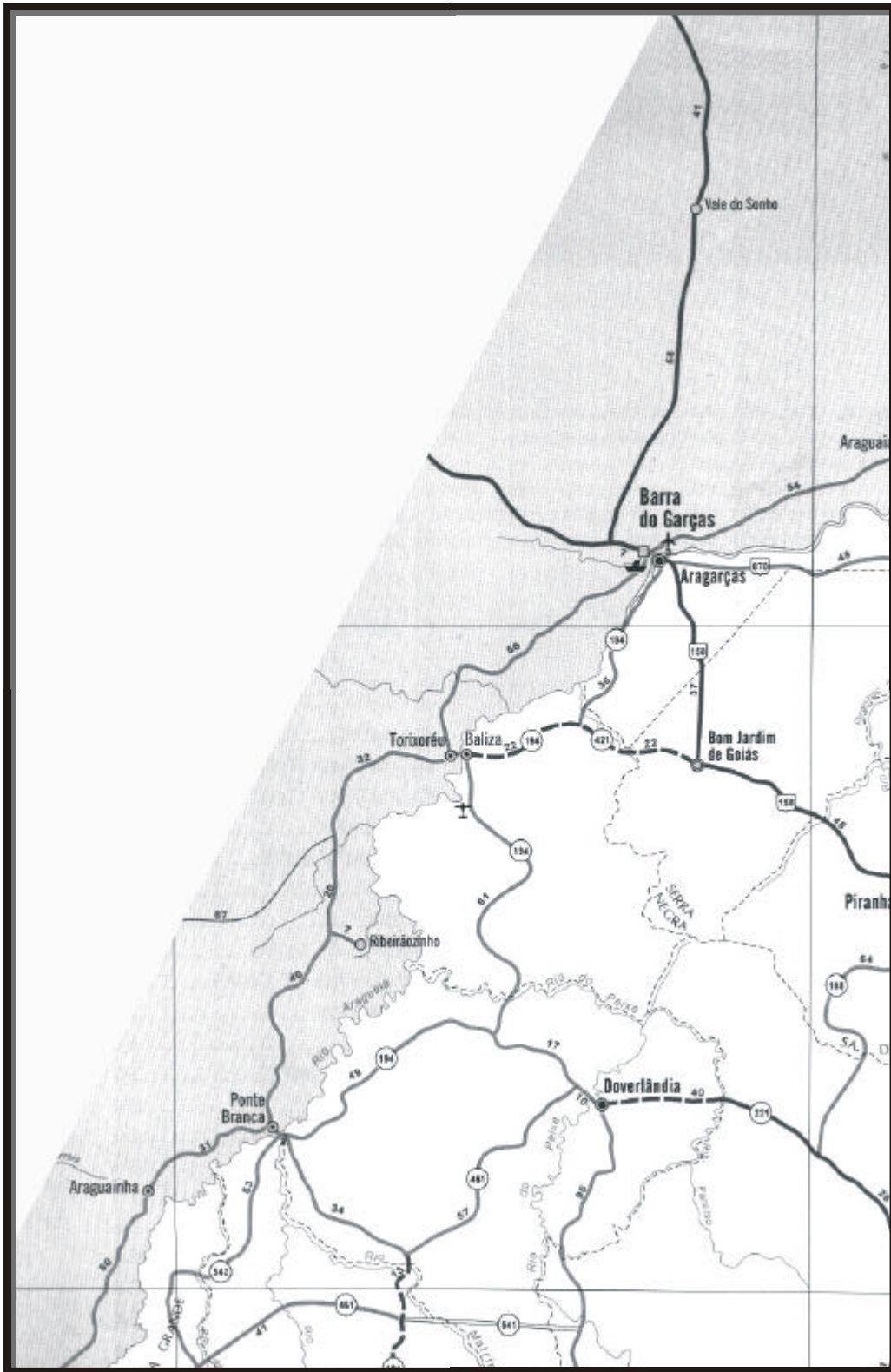
LEGENDA:
 Trechos pavimentados com TSD 
 Trechos pavimentados com CBUQ 
 Número do trecho 

Figura A5- trechos selecionados para análise






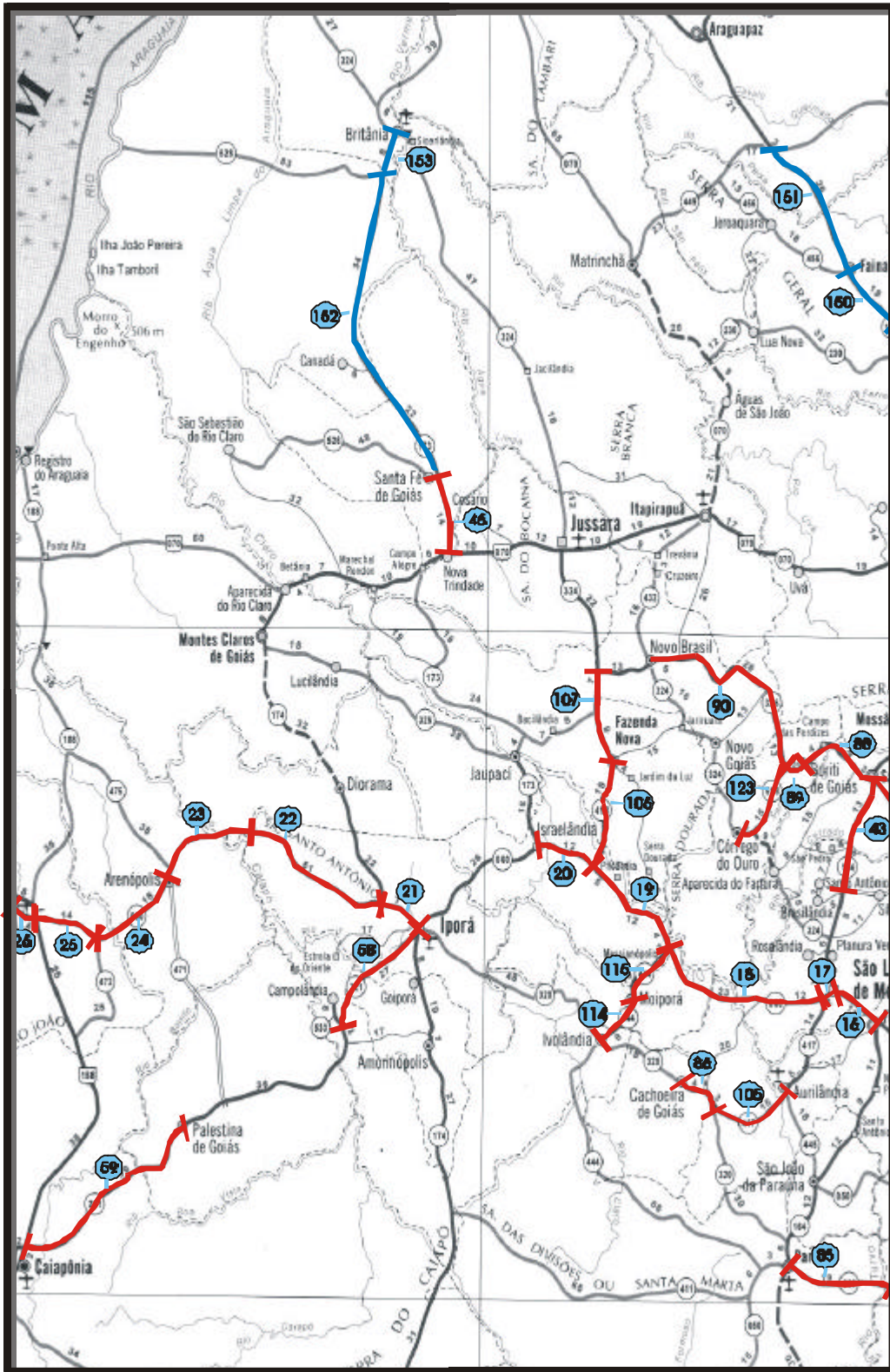
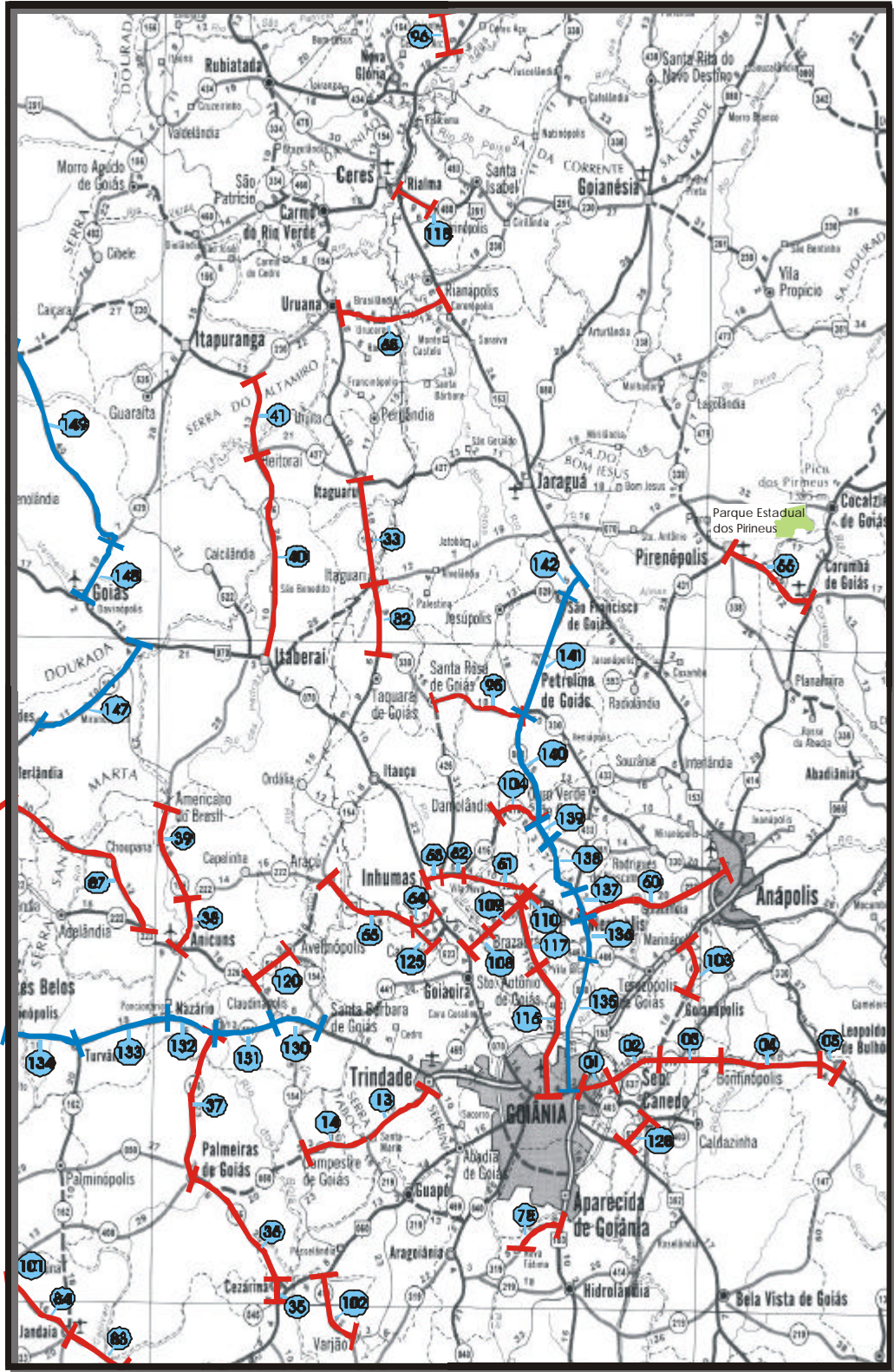
LEGENDA:
 Trechos pavimentados com TSD 
 Trechos pavimentados com CBUQ 
 Número do trecho 

Figura A6- trechos selecionados para análise



LEGENDA:
 Trechos pavimentados com TSD ▬
 Trechos pavimentados com CBUQ ▬
 Número do trecho XX

Figura A7- trechos selecionados para análise






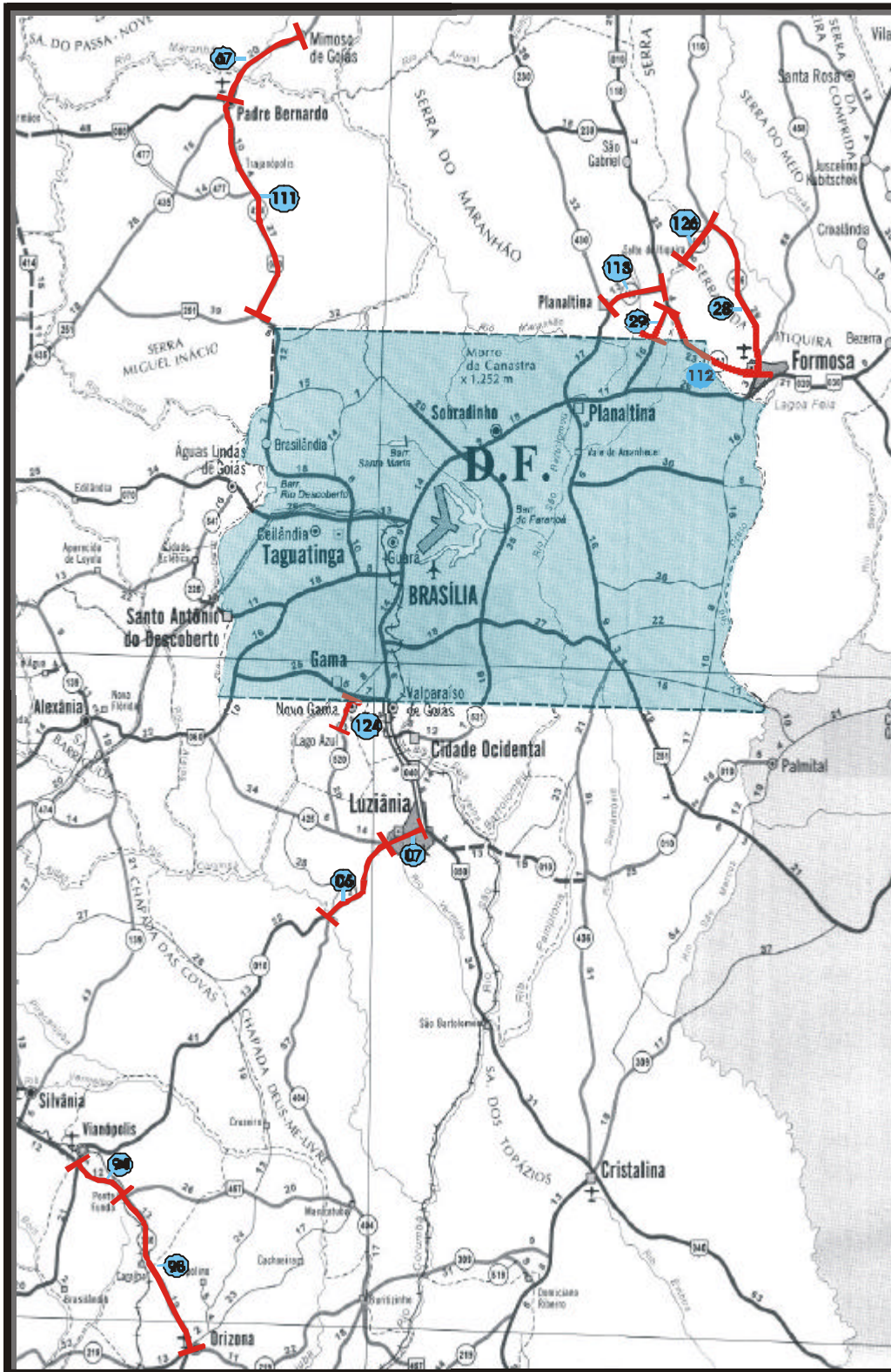



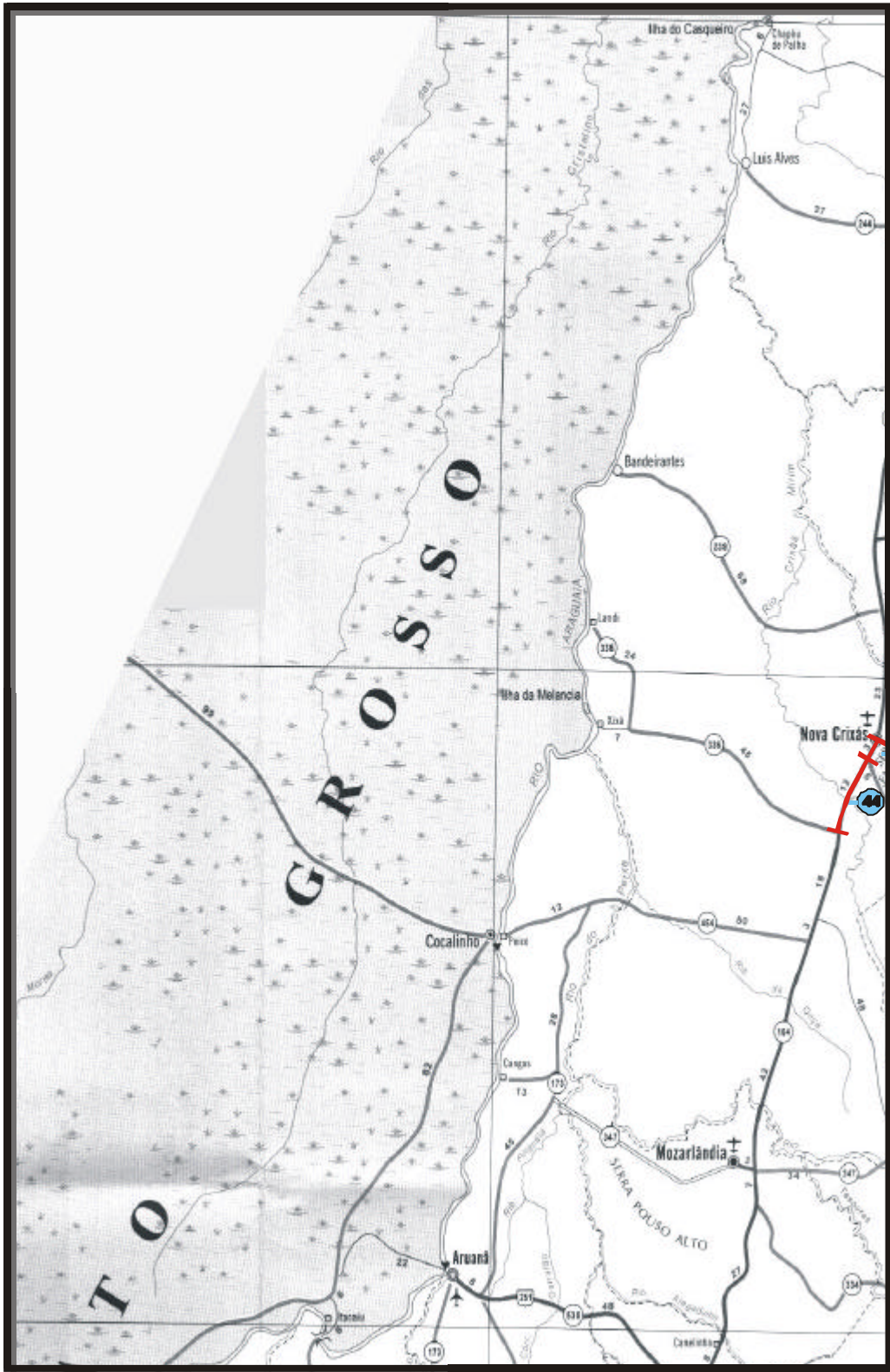
LEGENDA:
 Trechos pavimentados com TSD 
 Trechos pavimentados com CBUQ 
 Número do trecho 

Figura A8- trechos selecionados para análise



LEGENDA:
 Trechos pavimentados com TSD 
 Trechos pavimentados com CBUQ 
 Número do trecho 
Figura A9- trechos seleccionados para análise






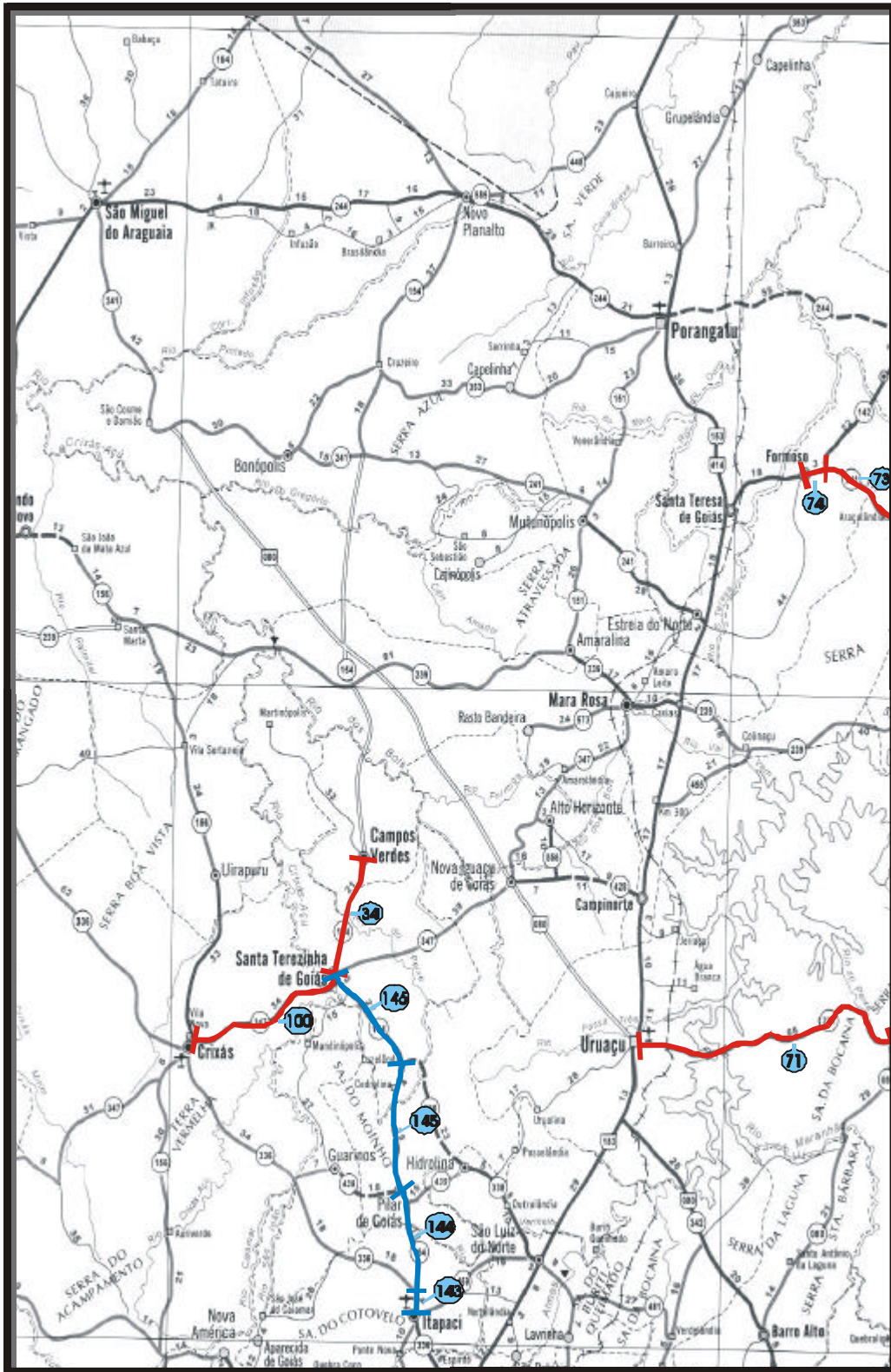



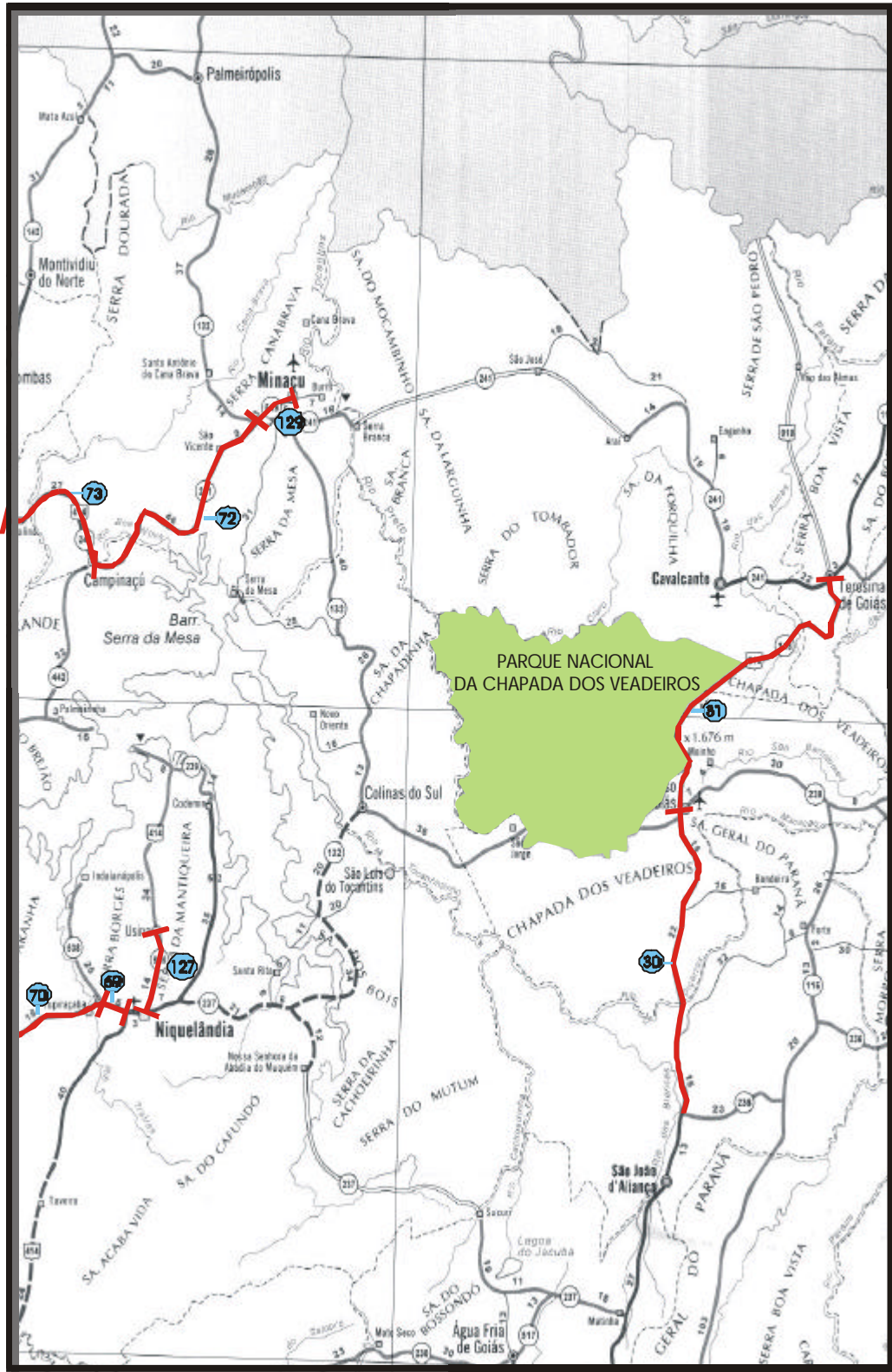
LEGENDA:
 Trechos pavimentados com TSD 
 Trechos pavimentados com CBUQ 
 Número do trecho 

Figura A10- trechos selecionados para análise



LEGENDA:
 Trechos pavimentados com TSD 
 Trechos pavimentados com CBUQ 
 Número do trecho 
Figura A11- trechos selecionados para análise






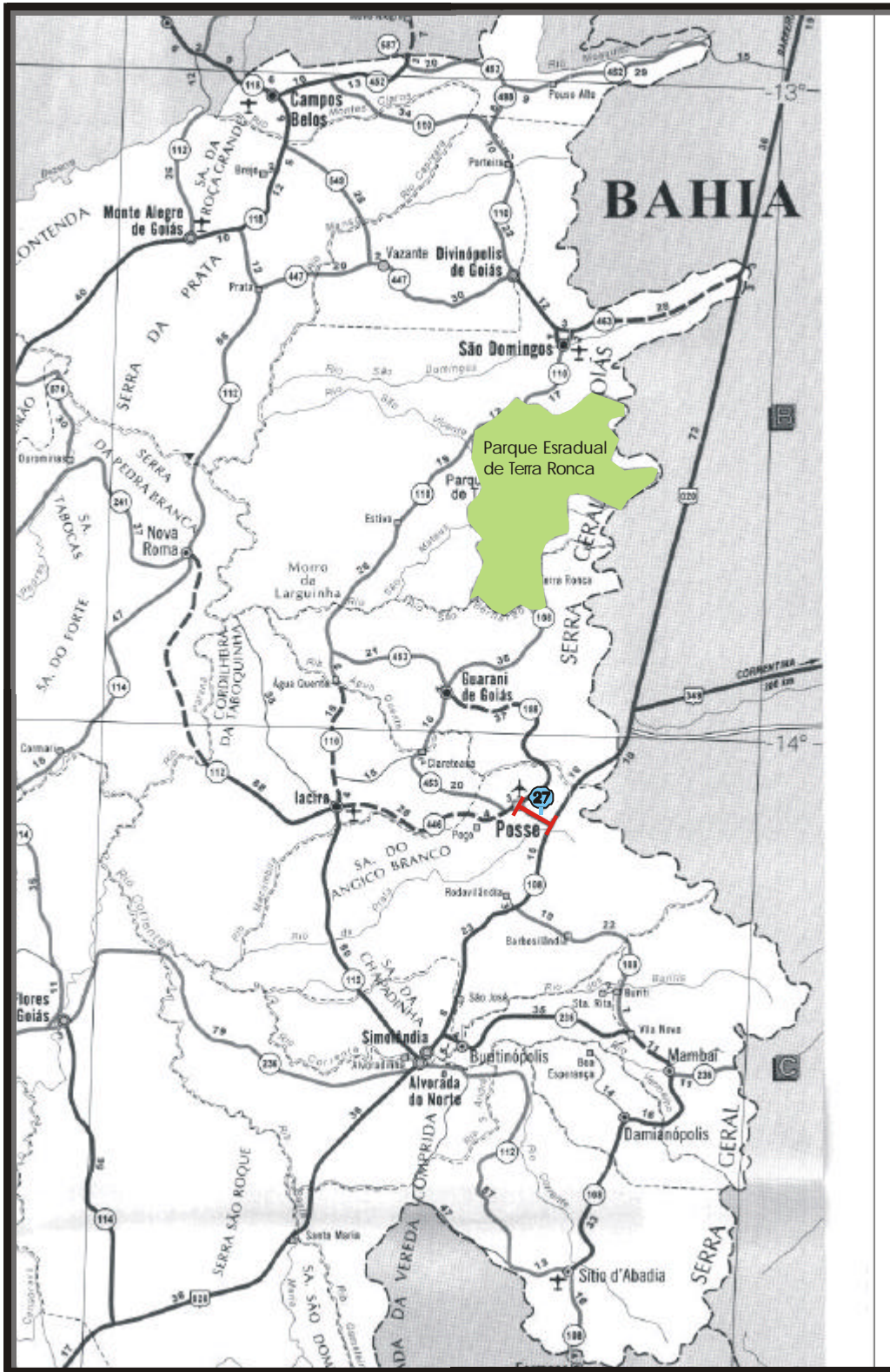
LEGENDA:
 Trechos pavimentados com TSD 
 Trechos pavimentados com CBUQ 
 Número do trecho 

Figura A12- trechos selecionados para análise






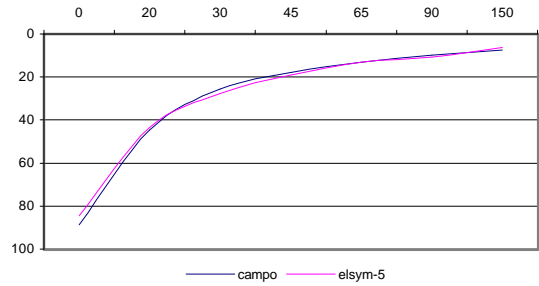
LEGENDA:
 Trechos pavimentados com TSD 
 Trechos pavimentados com CBUQ 
 Número do trecho 

Figura A13- trechos selecionados para análise

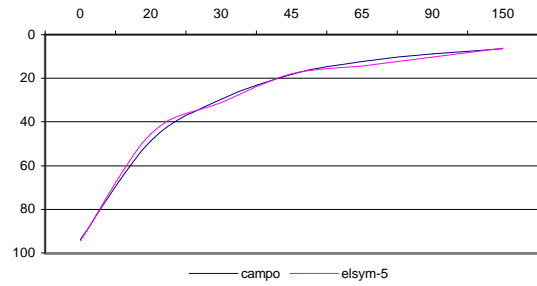
ANEXO B

Neste anexo são apresentados os gráficos das bacias de deflexão levantadas em campo e as resultantes do procedimento de retroanálise

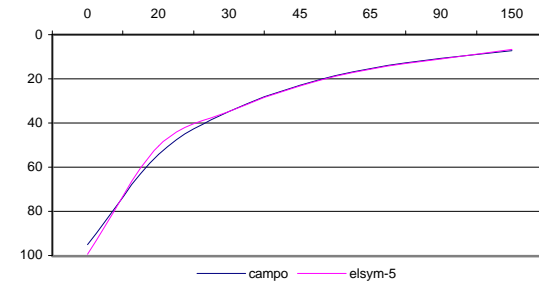
Trecho	Segmento						c	
9	Aloândia/BR-452						040EGO090	
REVEST.	BASE			SUB-BASE		SUB-LEITO		
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		54	2300	35	1800	10	1150	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	88,7	44,7	25,7	17,9	13,0	9,8	7,3	
ELSYM5	84,7	43,5	27,6	19,0	13,0	10,8	6,3	



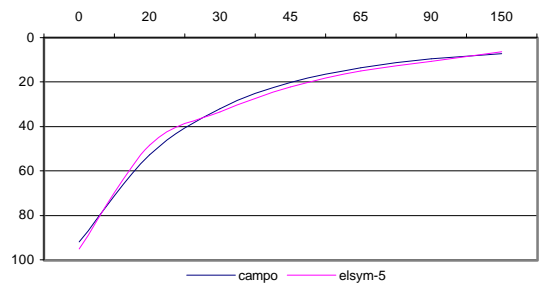
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
10	Aloândia/BR-452						040EGO130	
REVEST.	BASE			SUB-BASE		SUB-LEITO		
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		60	1900	60	1400	8	1200	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	94,0	48,8	29,5	18,3	12,4	8,8	6,5	
ELSYM5	94,4	45,5	31,0	18,0	14,4	10,2	6,0	



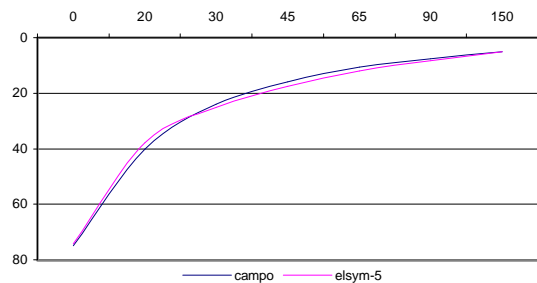
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
11	Aloândia/BR-452						040EGO140	
REVEST.	BASE			SUB-BASE		SUB-LEITO		
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		60	2000	60	1100	8	1100	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	95,0	54,3	34,7	22,9	15,4	10,8	7,3	
ELSYM5	99,5	50,5	34,9	23,1	15,7	11,1	6,6	



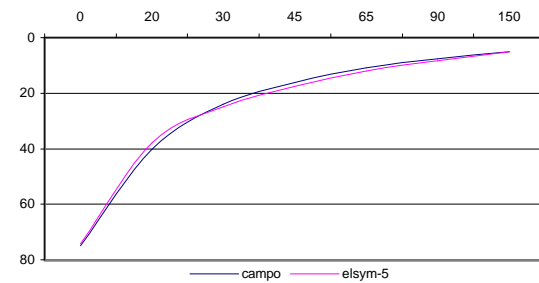
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
12	Aloândia/BR-452						040EGO0150	
REVEST.	BASE			SUB-BASE		SUB-LEITO		
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		54	2100	35	1150	10	1150	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	91,8	52,6	32,1	20,2	13,5	9,5	7,3	
ELSYM5	95,1	48,3	33,4	22,3	15,1	10,6	6,3	



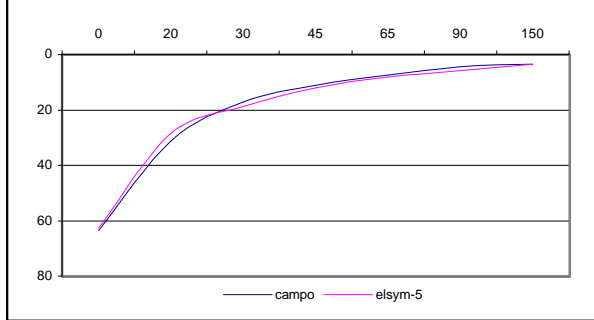
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
13	Trindade / Campestre de GO						050EGO030	
REVEST.	BASE			SUB-BASE		SUB-LEITO		
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		60	2700	2	1500	8	1450	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	75,0	40,2	24,0	15,9	10,7	7,7	5,0	
ELSYM5	74,2	37,8	25,1	17,6	11,9	8,4	5,0	



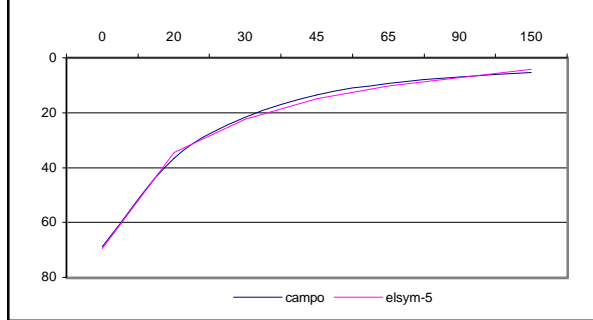
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
14	Trindade / Campestre de GO						050EGO050	
REVEST.	BASE			SUB-BASE		SUB-LEITO		
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		51	2700	34	1500	8	1450	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	75,0	40,2	24,0	16,1	10,9	7,7	5,0	
ELSYM5	74,2	37,9	24,9	17,6	11,9	8,4	5,0	



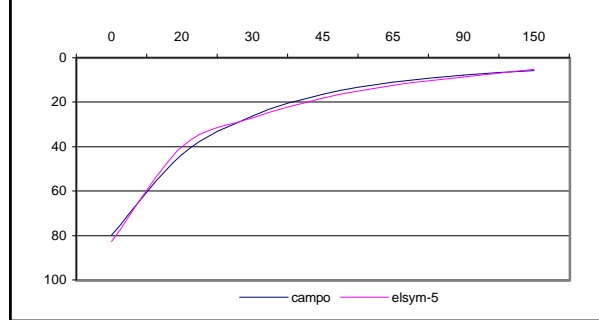
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
21	Iporá / Arenópolis						060EGO0230	
REVEST.	BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO			
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		65	2700	30	1900	10	2100	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	63,6	31,2	17,2	11,1	7,3	4,5	3,5	
ELSYM5	62,6	28,5	18,7	12,1	8,2	5,7	3,4	



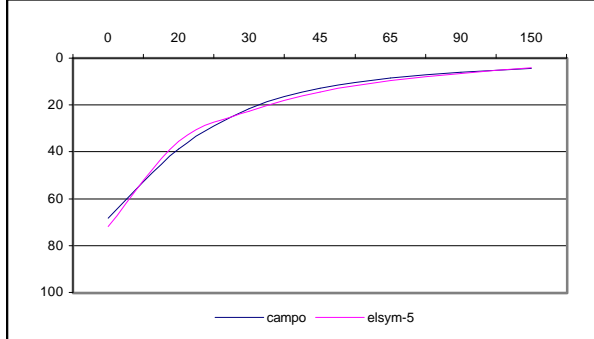
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
22	Iporá / Arenópolis						060EGO0240	
REVEST.	BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO			
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		65	2600	30	1700	10	1700	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	68,7	36,7	21,6	13,5	9,4	7,1	5,4	
ELSYM5	69,5	34,6	22,5	14,9	10,2	7,2	4,2	



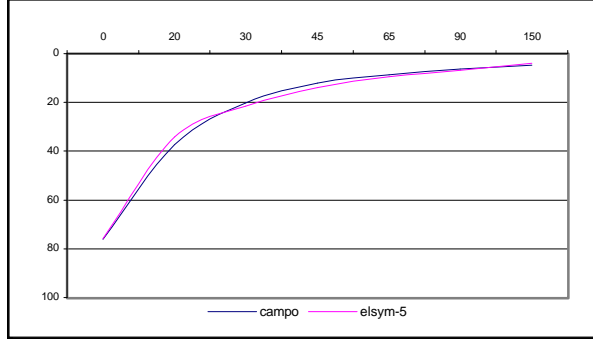
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
24	Iporá / Arenópolis						060EGO0250	
REVEST.	BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO			
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		65	2200	61	1500	10	1400	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	80,0	43,6	26,1	16,6	11,1	7,8	5,7	
ELSYM5	82,8	39,9	27,1	18,1	12,3	8,7	5,2	



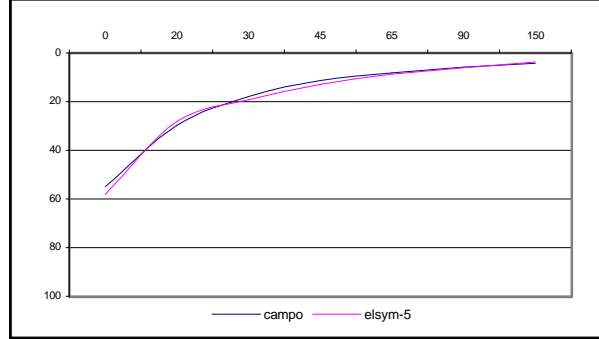
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
25	Iporá / Arenópolis						060EGO0260	
REVEST.	BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO			
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		65	2600	61	1400	10	1800	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	68,3	38,7	21,4	12,9	8,4	5,9	4,3	
ELSYM5	71,75	34,31	22,70	14,50	9,50	6,67	4,00	



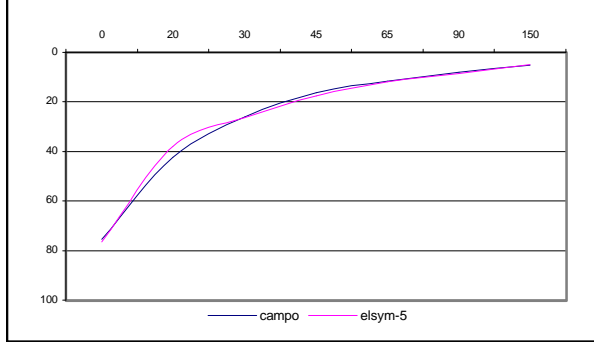
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
26	Iporá / Arenópolis						060EGO0270	
REVEST.	BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO			
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		65	2100	61	1800	10	1800	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	76,0	36,9	20,2	12,2	8,6	6,3	4,8	
ELSYM5	75,9	32,9	21,4	14,0	9,5	6,8	4,0	



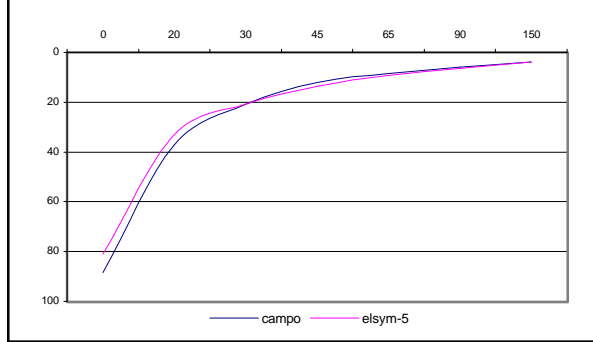
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
29	BR-010 / GO-430						118EGO0010	
REVEST.	BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO			
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		66	3300	48	2000	6	2000	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	55,0	29,9	18,0	11,3	8,2	5,8	4,1	
ELSYM5	58,17	28,14	19,22	12,77	8,63	6,09	3,60	



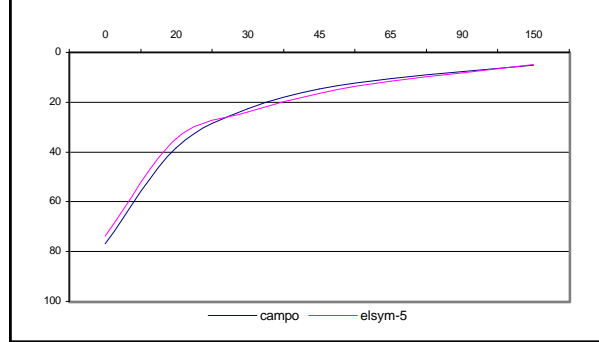
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
33	Itaguari / Itaguaru						154EGO0170	
	REVEST.		BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO	
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		60	2600	60	1500	8	1450	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	75,4	42,4	26,1	16,2	11,7	8,0	5,3	
ELSYM5	76,56	37,98	26,28	17,60	11,94	8,40	4,97	



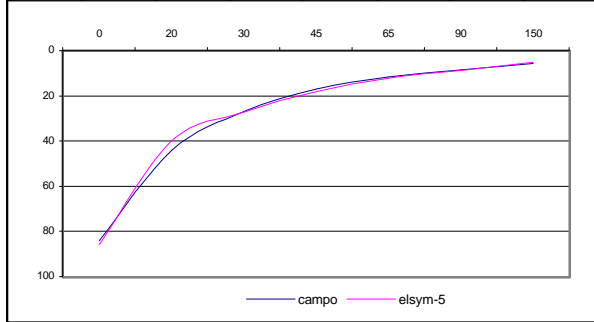
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
34	S. Terezinha de GO / Campos Verdes						154EGO0410	
	REVEST.		BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO	
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		87	1900	87	1800	9	1850	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	88,4	37,3	20,7	12,1	8,4	5,8	4,0	
ELSYM5	81,01	33,12	20,93	13,50	9,20	6,53	3,89	



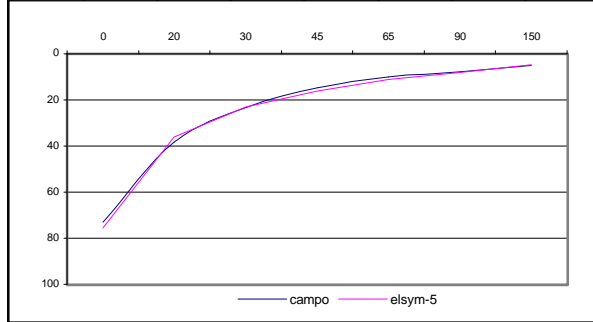
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
38	Anicuns / Americano do Brasil						156EGO0150	
	REVEST.		BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO	
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		65	2400	61	2100	10	1500	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	76,7	38,4	22,5	14,6	10,5	7,8	5,0	
ELSYM5	73,72	34,68	23,98	16,58	11,57	8,20	4,81	



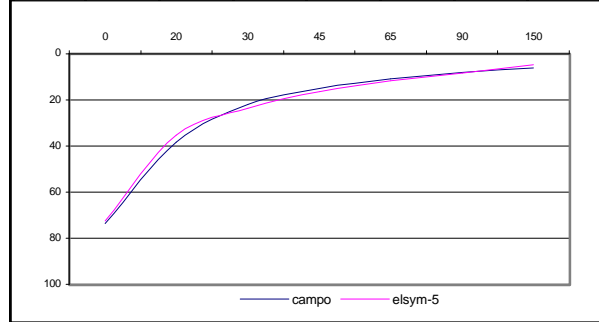
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
39	Anicuns / Americano do Brasil						156EGO0170	
	REVEST.		BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO	
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		52	2100	40	1500	9	1400	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	84,2	44,1	26,9	17,0	11,6	8,6	5,6	
ELSYM5	85,87	40,07	27,09	18,08	12,32	8,72	5,15	



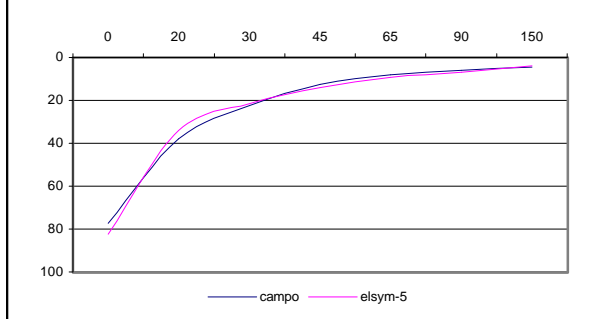
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
40	Itaberai / Heitorai						156EGO0230	
	REVEST.		BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO	
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		65	2200	61	2200	10	1550	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	73,1	38,4	23,4	14,6	10,1	7,7	5,1	
ELSYM5	75,66	34,09	23,19	15,99	11,18	7,96	4,67	



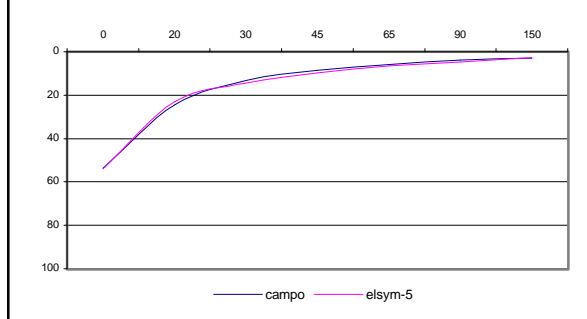
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
43	S.L. Montes Belos / Sanclerlândia						164EGO0470	
	REVEST.		BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO	
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		62	2400	51	2300	8	1500	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	73,6	38,3	22,0	14,9	10,8	8,1	6,1	
ELSYM5	72,52	33,96	23,59	16,49	11,59	8,25	4,83	



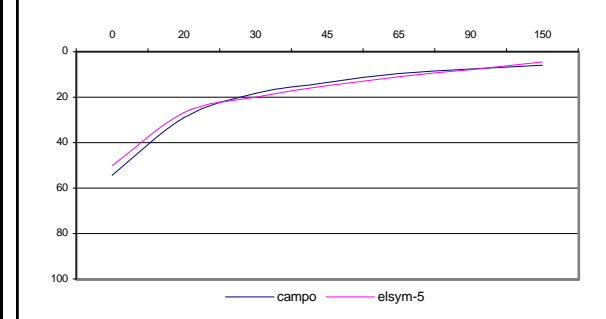
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
46	Nova Trindade / Sta. Fé						173EGO0050	
REVEST.		BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO		
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		78	1850	54	1750	9	1800	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	77,2	37,9	22,3	12,4	8,0	5,9	4,5	
ELSYM5	82,5	34,1	21,5	13,9	9,4	6,7	4,0	



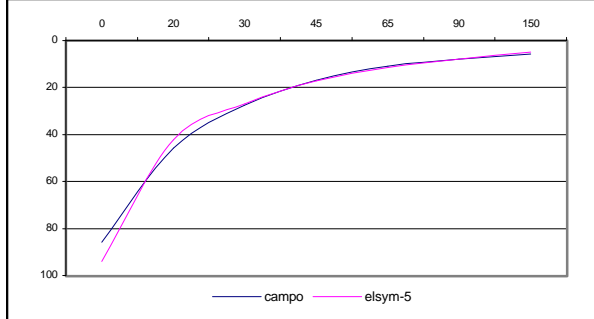
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
47	Quirinópolis / BR-364						206EGO0190	
REVEST.		BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO		
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		80	2800	55	2800	20	2600	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	53,8	24,6	13,3	8,6	5,8	3,9	3,0	
ELSYM5	53,9	22,9	14,6	9,6	6,5	4,6	2,8	



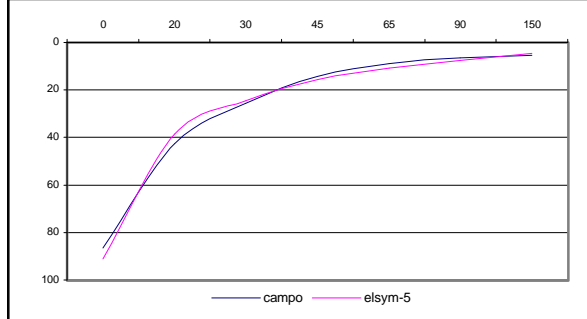
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
48	Davinópolis / GO-301						210EGO0030	
REVEST.		BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO		
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		56	4100	42	4100	12	1600	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	54,4	29,1	18,3	13,4	9,7	7,7	6,0	
ELSYM5	50,00	26,67	20,00	15,02	10,90	7,90	4,60	



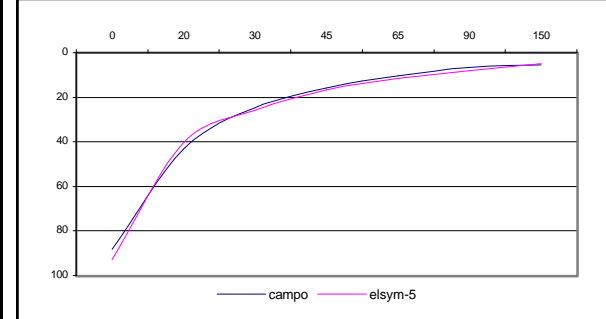
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
49	GO-301 / BR-050						210EGO0050	
REVEST.		BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO		
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		56	1800	42	1200	12	1500	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	85,9	47,2	27,6	16,8	10,9	7,9	5,8	
ELSYM5	93,9	42,1	27,1	17,2	11,4	8,0	4,8	



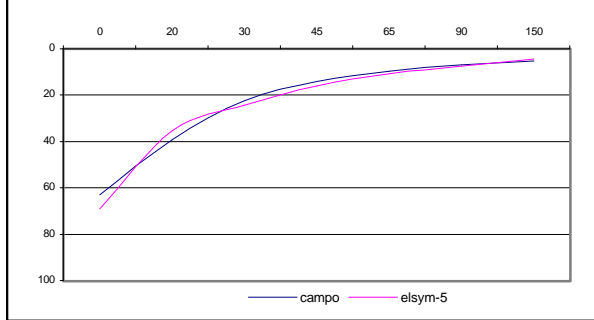
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
50	BR-153 / Panamá						210EGO0290	
REVEST.		BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO		
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		57	1700	43	1600	9	1600	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	86,5	42,7	25,7	14,3	8,9	6,5	5,3	
ELSYM5	91,2	38,6	24,4	15,7	10,7	7,6	4,5	



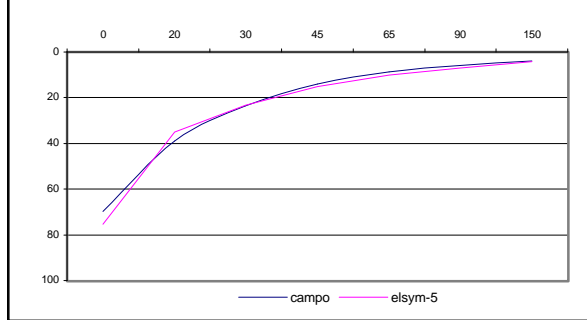
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
51	Panamá / GO-515						210EGO0300	
REVEST.		BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO		
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		69	1700	69	1500	9	1500	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	88,3	43,2	24,6	15,7	10,2	6,7	5,3	
ELSYM5	92,9	40,2	25,8	16,8	11,4	8,1	4,8	



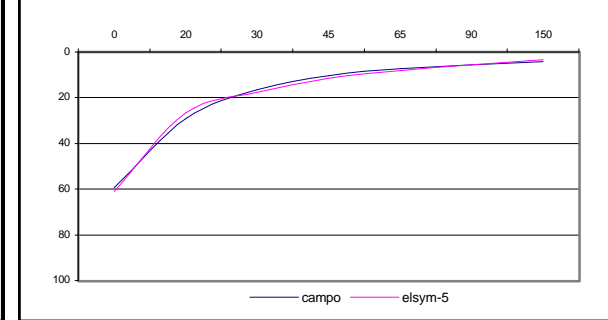
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
55	Edealina / Edéia						215EGO0060	
REVEST.	BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO			
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		50	3000	50	1600	8	1600	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	63,0	39,3	22,5	14,2	9,6	6,9	5,3	
ELSYM5	69,1	35,3	24,2	16,0	10,7	7,6	4,5	



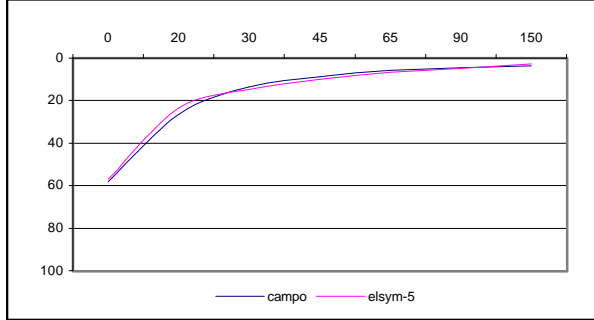
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
72	Minaçu / Campinaçu						241EGO0170	
REVEST.	BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO			
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		65	2300	61	1500	10	1700	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	69,7	39,1	23,5	13,9	8,6	6,0	4,0	
ELSYM5	75,5	35,1	23,3	15,2	10,1	7,1	4,2	



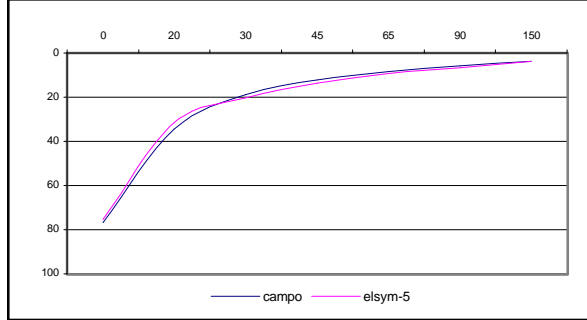
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
73	Campinaçu / Formoso						241EGO0190	
REVEST.	BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO			
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		41	2700	32	2400	8	2150	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	59,4	29,0	16,5	10,4	7,4	5,6	4,1	
ELSYM5	61,0	26,6	17,5	11,4	8,0	5,7	3,4	



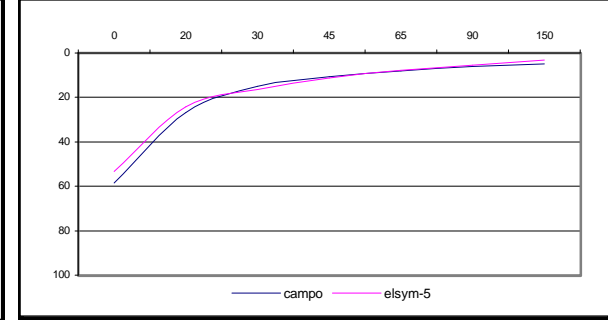
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
76	Itajá / Aporé						302EGO0070	
REVEST.	BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO			
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		41	2600	32	2700	8	2550	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	58,0	26,6	13,6	8,6	5,8	4,6	3,5	
ELSYM5	57,0	23,6	14,9	9,8	6,7	4,7	2,8	



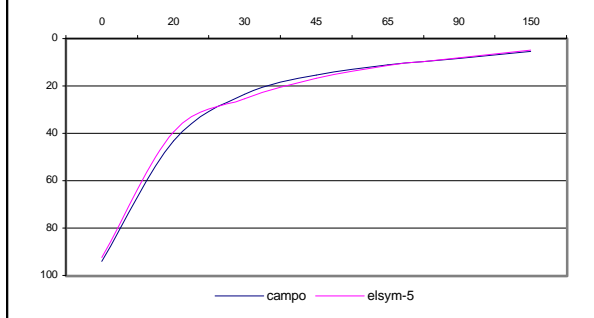
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
78	Nova Fátima / BR-153						319EGO0270	
REVEST.	BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO			
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		62	2100	55	2050	15	1850	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	76,9	34,5	18,9	12,1	8,3	5,7	3,9	
ELSYM5	75,5	31,6	20,4	13,5	9,3	6,6	3,9	



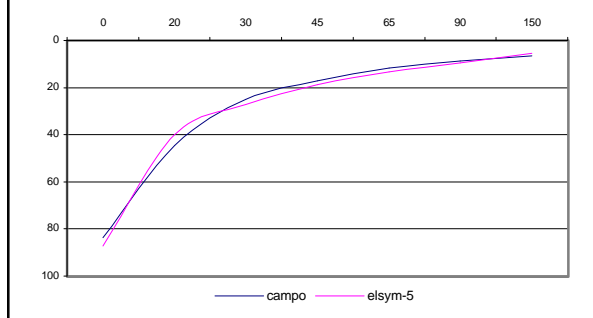
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
101	GO-320 / Palmeuma						408EGO0010	
REVEST.	BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO			
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		55	3200	49	3200	12	2500	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	58,5	26,9	15,1	10,5	8,0	6,0	4,8	
ELSYM5	53,3	24,2	16,5	11,4	7,9	5,6	3,3	



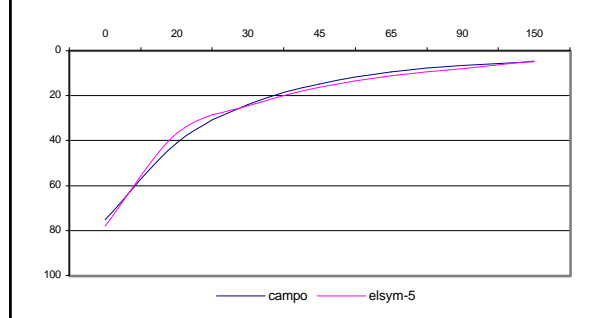
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
104	GO-080 / Damolândia						416EGO0010	
REVEST.	BASE			SUB-BASE		SUB-LEITO		
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		40	1700	20	1600	8	1500	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	94,0	43,3	23,4	15,4	11,2	8,5	5,5	
ELSYM5	92,5	39,5	25,5	16,7	11,4	8,1	4,8	



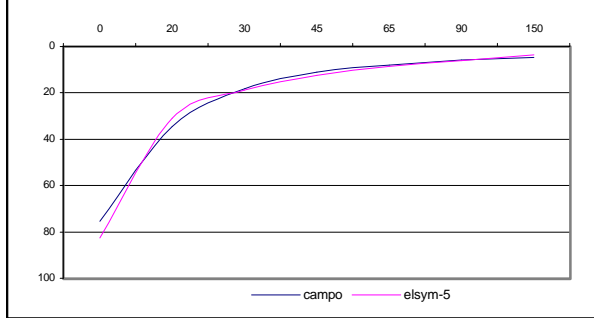
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
105	GO-320 / Auriúndia						417EGO0010	
REVEST.	BASE			SUB-BASE		SUB-LEITO		
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		60	1900	60	1800	15	1300	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	83,7	44,5	25,1	17,1	11,7	8,8	6,5	
ELSYM5	87,3	39,8	27,1	18,8	13,3	9,5	5,6	



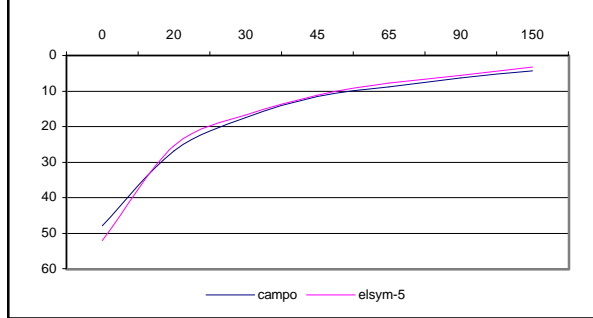
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
106	Go-060 / Fazenda Nova						418EGO0010	
REVEST.	BASE			SUB-BASE		SUB-LEITO		
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		63	2200	43	1600	7	1550	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	75,1	40,9	23,9	14,9	9,5	6,7	4,9	
ELSYM5	78,0	36,7	24,6	16,3	11,1	7,9	4,7	



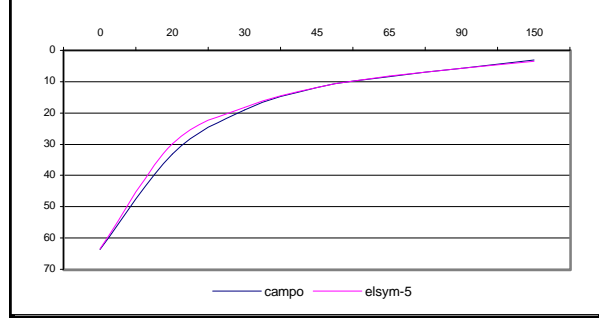
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
107	Fazenda Nova / GO-324						418EGO0030	
REVEST.	BASE			SUB-BASE		SUB-LEITO		
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		46	1600	40	2300	8	2000	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	75,5	34,5	18,2	11,1	7,9	5,9	4,6	
ELSYM5	82,5	30,9	18,8	12,4	8,6	6,1	3,6	



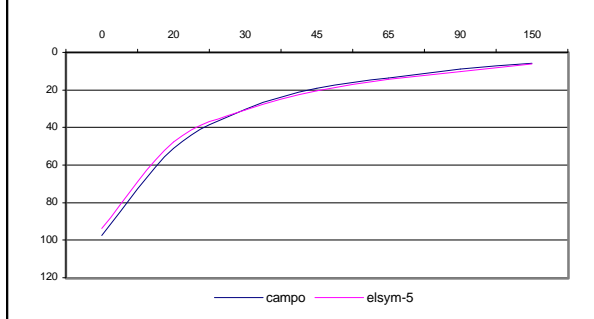
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
143	Itapaci / Pilar de Goiás						154EGO0330	
REVEST.	BASE			SUB-BASE		SUB-LEITO		
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		3,0	52	3000	45	2500	12	2200
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	47,9	26,9	17,5	11,5	8,8	6,2	4,4	
ELSYM5	52,1	25,4	16,7	11,2	7,8	5,6	3,3	



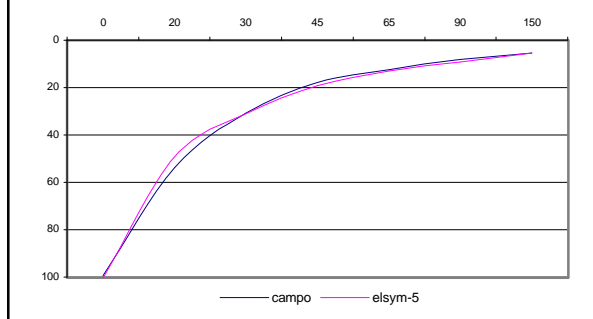
Trecho	Segmento						CÓDIGO	
144	Itapaci / Pilar de Goiás						154EGO0350	
REVEST.	BASE			SUB-BASE		SUB-LEITO		
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
		3,5	55	2100	45	2100	12	2100
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	63,6	33,1	19,1	11,8	8,3	5,7	3,0	
ELSYM5	63,5	29,8	18,3	11,9	8,1	5,8	3,4	



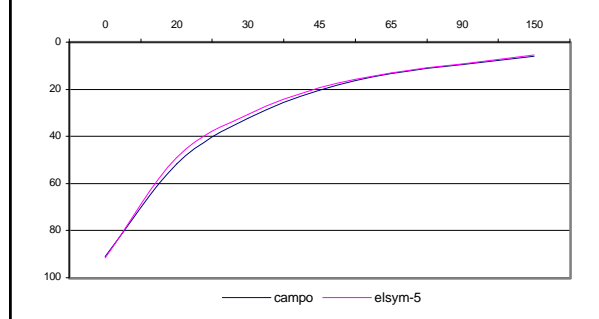
Trecho	Segmento							CÓDIGO
145	Pilar de Goiás / Luzelândia							154EGO0370
	REVEST.		BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO	
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
18000	3,5	56	1500	42	1400	12	1200	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	97,4	51,2	30,5	19,1	13,5	8,9	5,7	
ELSYM5	93,65	47,64	30,63	20,41	14,24	10,20	6,02	



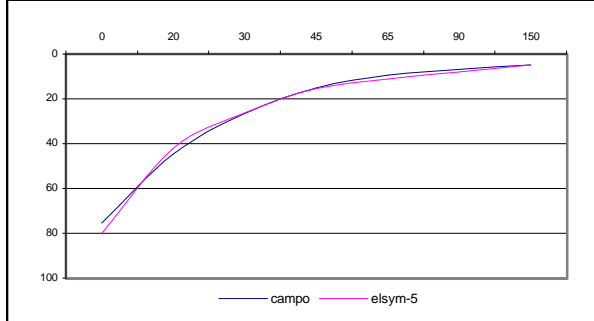
Trecho	Segmento							CÓDIGO
146	Luzelândia / S. Terezinha de GO							154EGO0390
	REVEST.		BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO	
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
25000	3,5	55	1300	45	1200	12	1300	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	99,5	53,7	30,9	17,8	12,4	8,2	5,4	
ELSYM5	100,5	49,3	31,0	19,1	12,9	9,2	5,5	



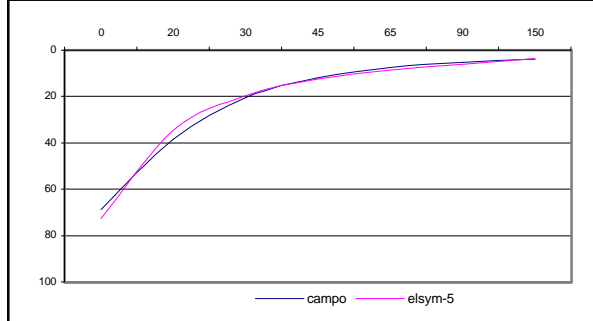
Trecho	Segmento							CÓDIGO
147	Mossâmedes / BR-070							164EGO0510
	REVEST.		BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO	
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
20000	4,5	52	1350	52	1200	10	1300	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	91,1	51,6	32,3	20,3	13,3	9,5	6,1	
ELSYM5	91,7	48,8	30,7	19,3	13,0	9,3	5,5	



Trecho	Segmento							CÓDIGO
151	Faina / Araguaçaz							164EGO0610
	REVEST.		BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO	
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
25000	4,5	52	1500	52	1500	10	1500	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	75,4	44,4	26,6	15,1	9,4	7,0	4,9	
ELSYM5	79,9	42,0	26,3	15,5	11,2	8,1	4,8	



Trecho	Segmento							CÓDIGO
152	Sta. Fé / Britânia							173EGO0070
	REVEST.		BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO	
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
20000	4,5	52	1500	52	2000	10	2000	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	68,9	38,4	20,6	11,9	7,6	5,2	3,8	
ELSYM5	72,7	34,5	19,7	12,3	8,4	6,1	3,6	



Trecho	Segmento							CÓDIGO
153	Sta. Fé / Britânia							173EGO0090
	REVEST.		BASE		SUB-BASE		SUB-LEITO	
MR	esp (cm)	CBR	MR	CBR	MR	CBR	MR	
17000	4,5	52	1400	52	2800	10	2800	
Dist.	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Radial	0	20	30	45	65	90	150	
FWD	66,9	31,6	14,9	7,7	4,9	3,5	2,8	
ELSYM5	68,5	28,4	14,7	8,5	5,9	4,3	2,6	

