

Juliana Ginklings Fróes da Cruz

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO A LONGO PRAZO DA
RECICLAGEM COM ADIÇÃO DE CIMENTO DA RODOVIA SC
355**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Engenharia Civil da Universidade
Federal de Santa Catarina como
requisito parcial à obtenção do
título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Glicério Trichês,
Dr.

Florianópolis
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Cruz, Juliana Ginklings Fróes da
Avaliação do Desempenho a Longo Prazo da Reciclagem
com Adição de Cimento da Rodovia SC 355 / Juliana
Ginklings Fróes da Cruz; orientador, Glicério Trichês -
Florianópolis, SC, 2016.
272 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.
Graduação em Engenharia Civil.

Inclui referências

1. Engenharia Civil. 2. Pavimentação. 3. Desempenho funcional e estrutural. 4. Segmento monitorado. 5. Reciclagem de pavimentos. I. Trichês, Glicério. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO A LONGO PRAZO DA
RECICLAGEM COM ADIÇÃO DE CIMENTO DA RODOVIA SC
355**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Engenheiro Civil e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 01 de dezembro de 2016.

Banca Examinadora:



Prof. Gincério Trichês, Dr.
Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina



João Victor Staub de Melo
Universidade Federal de Santa Catarina



Gislaine Luvizão
Universidade do Oeste de Santa Catarina

À minha mãe, pelo exemplo de força,
e à minha irmã por me dar a melhor
amizade que uma pessoa pode ter.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, meus pais, irmãos e meiga cunhada, em especial à minha mãe, a quem eu tanto devo, por tudo que fez, por ser sempre um exemplo e uma pessoa exigente. A minha irmã Gizele por sua infinita paciência como ouvinte, que junto ao meu irmão André tornaram muitas horas do café em maravilhosos debates, que me fizeram uma pessoa mais crítica.

Ao meu namorado Jonas pelo seu carinho, pelo seu auxílio na minha vida acadêmica e profissional, por me ajudar a voltar ao foco quando tudo parecia muito difícil.

Aos amigos de faculdade, Gilmar, Natália, Igor, Eduardo, Davi, Geisebel e Priscila, por tornarem esses anos mais leves, notoriamente à Melissa Otani, por nossas longas conversas acompanhadas de chocolate, onde eu pude abandonar o estresse. Também a agradeço por seu suporte no idioma inglês.

Ao Giovanni, a Talissa, minha tia Néia, minha tia Ninon e tia Maria por serem pessoas que tornam a vida mais divertida.

À aluna de mestrado Lídia Carolina da Luz por seu auxílio quando eu não sabia nem por onde começar o meu TCC, por estar sempre à disposição para retirar minhas dúvidas.

Aos funcionários e sócios da AR Engenharia pela amizade, flexibilidade, ensinamentos e desafios. Destaco dentre estes, meu chefe, o engenheiro Ricardo Amaral, com quem muito aprendi.

A engenheira Áurea Maria, que eu tive o privilégio de ter como coordenadora de estágio, uma pessoa dedicada ao trabalho e aos funcionários. À engenheira Nezita Trichês, um exemplo de empresária e pessoa, por sempre procurar ajudar e por ser minha referência do quão longe uma mulher pode chegar na área de engenharia.

Ao meu orientador Glicério Trichês por toda sua contribuição para com este trabalho e por sua paciência ao sanar minhas dúvidas.

À professora Liseane Trives que permitiu que eu assistisse a suas aulas de mestrado, as quais foram de grande valia para a formação deste documento.

A todos os professores da graduação que transmitiram seus conhecimentos e testaram minhas capacidades. Em especial ao professor Magnani pelas melhores aulas da minha vida.

À Universidade Federal de Santa Catarina por me proporcionar um excelente curso, onde eu descobri a paixão pela área de engenharia civil.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para minha graduação.

"Nunca deixe que lhe digam que não vale a pena
Acreditar no sonho que se tem
Ou que seus planos nunca vão dar certo
Ou que você nunca vai ser alguém
Tem gente que machuca os outros
Tem gente que não sabe amar
Mas eu sei que um dia a gente aprende
Se você quiser alguém em quem confiar
Confie em si mesmo
Quem acredita sempre alcança"
(RUSSO, Renato, 1987)

RESUMO

A economia brasileira é bastante dependente do sistema rodoviário, o qual apresenta diversos problemas em relação à qualidade. Com intuito de recuperar as rodovias sustentando uma boa relação custo/benefício, a reciclagem profunda de pavimentos é uma solução viável, por proporcionar uma estrutura melhorada, por meio de uma técnica que reaproveita parte dos materiais originais da estrada deteriorada. Neste contexto, este trabalho tem por finalidade avaliar o desempenho funcional e estrutural de três segmentos monitorados, com 700 metros de extensão cada, da rodovia SC-355, que foram recuperados por meio de reciclagem com adição de cimento. Este estudo ocorre dois anos após a abertura ao tráfego e faz um comparativo com as informações retiradas no ano de abertura da rodovia. Como resultados, os segmentos apresentaram bom desempenho funcional em relação a todos os quesitos avaliados: a irregularidade longitudinal, o índice de gravidade global e a aderência pneu-pavimento. Com a análise dos valores obtidos no ensaio deflectométrico, percebeu-se que as deflexões de 2016 eram muito inferiores às medidas em 2014. Tal diferença teve por consequência um elevado aumento nos módulos resilientes retroanalisados nesse trabalho. Desta forma, ao estimar a vida útil do pavimento com esses módulos obteve-se um resultado diferente daquele de 2014.

Palavras-chave: Pavimentação. Desempenho funcional e estrutural. Segmento monitorado. Reciclagem de pavimentos.

ABSTRACT

The Brazilian economy relies a lot on the road system, which presents several quality problems. In order to reclaim the roads cost-effectively, the pavement's full depth reclamation technique is a viable solution, because it provides an improved structure by a technique that reuses part of the original deteriorated road materials. In this context, this thesis has the purpose of evaluating both functional and structural performance of three segments monitored on the SC-355 highway, each 700 meters long, which were reclaimed by recycling with addition of cement. This study is performed two years after the traffic opening and makes a comparison with the information taken in the highway opening year. As a result, the segments presented good functional performance compared to all the evaluated items: longitudinal irregularity, Global Gravity Index and tire-pavement adhesion. Through the analysis of the values obtained in the deflectometric test, it was noticed that the deflections of 2016 were much lower than those of 2014. This difference resulted in a high increase in the resilient modulus retroanalyzed in this work. Thus, by estimating the life cycle of the pavement with these modules, a different from the one in 2014 was obtained.

Keywords: Paving. Functional and structural performance. Monitored segment. Pavement reclamation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Comparativo da densidade da malha rodoviária pavimentada	29
Figura 2 - Comparativo da qualidade das rodovias em alguns países da América do Sul.....	30
Figura 3 - Resultado da pesquisa CNT 2016 para condições gerais das rodovias	31
Figura 4 - Resultado da pesquisa CNT 2016 para condições do pavimento	31
Figura 5 - Estrutura do pavimento	35
Figura 6 - Fatores relacionados à segurança no sistema rodoviário.....	36
Figura 7 - Ábaco para dimensionamento das espessuras H_m , H_n e H_{20}	40
Figura 8 - Espessuras das camadas da estrutura.....	41
Figura 9 - Diferença entre microtextura e macrotextura	44
Figura 10 - Fases da evolução do nível de deflexão durante a vida de um pavimento	45
Figura 11 - Bacia de deflexão durante a aplicação da carga	45
Figura 12 - Trincamento tipo couro de jacaré.....	48
Figura 13 - Panela ou buraco	50
Figura 14 - Afundamento de trilha de rodas	51
Figura 15 - Ondulação	52
Figura 16 - Escorregamento.....	53
Figura 17 - Desgaste	54
Figura 18 - Reciclagem profunda	57
Figura 19 - Camadas do pavimento com a reciclagem profunda	58
Figura 20 - Localização do município de Jaborá	60
Figura 21 - Localização da SC-355 e dos segmentos com suas extensões originais	61
Figura 22 - Segmento 01 – após a restauração.....	61
Figura 23 - Segmento 02 – após a restauração.....	62
Figura 24 - Segmento 03 – após a restauração.....	62
Figura 25 - Principais defeitos encontrados na rodovia na região dos segmentos	64
Figura 26 - Deflexão antes da intervenção.....	65
Figura 27 - Módulos retroanalisados da estrutura existente.....	66
Figura 28 - Enquadramento na Faixa III do DEINFRA/SC de 2012	67
Figura 29 - (a) Distribuição do agregado virgem, (b) verificação da taxa de aplicação	67
Figura 30 - (a) Espalhamento do cimento, (b) Verificação da taxa de aplicação do cimento	68
Figura 31 - Porcentagem de cimento lançado ao longo dos segmentos	69
Figura 32 - Espessura da camada de corte (revestimento mais parte da base)..	70
Figura 33 - Relação da espessura do revestimento com a espessura total reciclada.....	71
Figura 34 - (a) verificação da espessura de lançamento (b) compactação da camada de rolamento	73

Figura 35 - Seção tipo de pavimentação	74
Figura 36 - Resultado do ensaio de dano por umidade induzida. Corpos de prova Moldados	75
Figura 37- Corte das placas, a execução do ensaio no simulador e a aparência de duas placas.....	76
Figura 38 - Deformação permanente	77
Figura 39 - Fluxograma da metodologia empregada	78
Figura 40 - Perfilômetro laser em dianteira e traseira de veículos	80
Figura 41 - Funcionamento de um perfilômetro a laser.....	80
Figura 42 - Posição e distância entre os módulos a <i>laser</i>	81
Figura 43 - Modelo de IRI.....	81
Figura 44 - Treliça padronizada para medição das trilhas de rodas	83
Figura 45 - Disposição das superfícies de avaliação de acordo com o DNIT	83
Figura 46 - Disposição das superfícies de avaliação deste trabalho	83
Figura 47 - <i>GripTester</i>	86
Figura 48 - Equipamento utilizado para a medição das deflexões	87
Figura 49 - Tela de Abertura do software BAKFAA.....	89
Figura 50 - Exemplo de inserção de dados no software BAKFAA	90
Figura 51 - Exemplo de resultado apresentado pelo software BAKFAA	91
Figura 52 - Tela de abertura do software Elmod6	92
Figura 53 - Janela para criação de parâmetros.....	93
Figura 54 - Janela para a criação da estrutura.....	93
Figura 55 - Desenho da estrutura criado pelo programa	94
Figura 56 - Janela de cálculo dos módulos	94
Figura 57 - Dados das camadas	95
Figura 58 - Dados do carregamento.....	96
Figura 59 - Locais de avaliação	96
Figura 60 - Irregularidade longitudinal do segmento 01	98
Figura 61 - Irregularidade longitudinal do segmento 02.....	99
Figura 62 - Irregularidade longitudinal do segmento 03.....	100
Figura 63 - Sentido BR 282 – BR 153, quilometro 2,728 – trinca transversal curta no acostamento	102
Figura 64 - Sentido BR 153 – BR 282, quilometro 2,576 – exsudação	102
Figura 65 - Atrito no segmento 01	104
Figura 66 - Atrito no segmento 02.....	105
Figura 67 -Atrito no segmento 03.....	106
Figura 68 - Deflexões máximas do segmento 01 obtidas em março de 2014 ..	107
Figura 69 - Deflexões máximas do segmento 01 obtidas em maio de 2016	108
Figura 70 - Deflexões máximas do segmento 02 obtidas em março de 2014 ..	109
Figura 71 - Deflexões máximas do segmento 02 obtidas em maio de 2016	109
Figura 72 - Deflexões máximas do segmento 03 obtidas em março de 2014 ..	110
Figura 73 - Deflexões máximas do segmento 03 obtidas em maio de 2016	110
Figura 74 – Comparativo das médias das deflexões máximas medidas nos anos de 2014 e 2016	111
Figura 75 - Raios de curvatura do segmento 01	112

Figura 76 - Raios de curvatura do segmento 02.....	113
Figura 77 - Raios de curvatura do segmento 03.....	113
Figura 78 - Esquema dos dados considerados aceitáveis dentro de uma amostragem.....	115
Figura 79 - Modelo de curva normal	116
Figura 80 - Valores dos módulos da camada de revestimento e base reciclada obtidos por retroanálise em 2014	120
Figura 81 - Fadiga da mistura reciclada.....	122
Figura 82 - Estimativa da vida útil do pavimento reciclado (módulos obtidos na retroanálise)	125
Figura 83 - Estimativa da vida útil do pavimento reciclado (módulos obtidos nos ensaios)	126

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Fator de Carga – Método USACE	38
Quadro 2 - Espessura mínima	41
Quadro 3 - Classificação dos defeitos em pavimentos.....	47
Quadro 4 - Resumo das causas e tipos de deformação permanente	50
Quadro 5 - Resultados do ensaio de deformação permanente.....	77
Quadro 6 - Valores indicadores de irregularidade	82
Quadro 7 - Conceitos de degradação do pavimento.....	86
Quadro 8 - Dados utilizados para cálculo da retroanálise sem união de camadas	114
Quadro 9 - Dados utilizados para cálculo da retroanálise com união da camada base remanescente e sub-base.....	115
Quadro 10 - Valores dos módulos obtidos para a retroanálise com união da camada de base remanescente com sub-base no <i>software BAKFAA</i>	117
Quadro 11 - Dados de entrada para o programa <i>Elmod6</i>	118
Quadro 12 - Módulos obtidos por retroanálise desenvolvida no <i>Elmod6</i>	119
Quadro 13 - Valores médios dos módulos das camadas obtidos por retroanálise em 2014	120
Quadro 14 - Módulo resiliente e RCS - Segmento 1 e 2.....	120
Quadro 15 - Módulo resiliente e RCS - Segmento 3.....	121
Quadro 16 - Características da estrutura final com módulos retroanalizados .	123
Quadro 17 - Características da estrutura final com módulos ensaiados	124
Quadro 18 - Estimativa da vida útil (módulos obtidos na retroanálise)	124
Quadro 19 - Estimativa da vida útil (módulos obtidos nos ensaios)	125
Quadro 20 - Resultado da estimativa de vida útil a partir dos módulos obtidos com o <i>software BAKFAA</i>	127
Quadro 21 - Resultado da estimativa de vida útil a partir dos módulos obtidos com o <i>software Elmod6</i>	127
Quadro 22 - N acumulado para o período de oito anos.....	128

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Granulometria da base	39
Tabela 2 - Coeficiente de Equivalência Estrutural.....	39
Tabela 3 - Relação entre a espessura do revestimento e da base reciclada.	70
Tabela 4 - Dano por umidade induzida – Moldado.....	74
Tabela 5 - Resultado do ensaio de dano por umidade induzida (DUI). Corpos de prova extraídos	75
Tabela 6 - Fator de ponderação.....	85
Tabela 7 - Resumo – Irregularidade Longitudinal	100
Tabela 8 - Índice de Gravidade Global para o segmento 01	101
Tabela 9 - Índice de Gravidade Global para o segmento 02	103
Tabela 10 - Índice de Gravidade Global para o segmento 03	103
Tabela 11 - Valores críticos para retroanálise desenvolvida no <i>BAKFAA</i>	116
Tabela 12 - Valores críticos para retroanálise desenvolvida no <i>Elmod6</i>	118
Tabela 13 - Valores estimados de N acumulado	128

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ARTESP	Agência Reguladora de Transporte de Estado de São Paulo
cm	Centímetro
BR	Brasil
CAUQ	Concreto Asfáltico Usinado à Quente
CBR	California Bearing Ratio
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CP	Cimento Portland
DEINFRA	Departamento Estadual de Infraestrutura
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
ESP.	Espessura
FWD	Falling Weight Deflectometer
GN	Grip Number
IGG	Índice de Gravidade Global
IPR	Instituto de Pesquisas Rodoviárias
IRI	International Roughness Index
kgf	Quilograma força
km	Quilômetro
kN	Quilo Newton
LD	Lado direito
LE	Lado esquerdo
m	Metro
mm	Milímetro
Mód	Módulo
Mpa	Mega Pascal
N	Número de repetições do eixo padrão de 8,2 tf
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PRO	Procedimento
QI	Quociente de Irregularidade
RTCD	Resistência à Tração por Compressão Diametral
SC	Santa Catarina
TER	Terminologia
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

USACE
Vv

United State Army Corpo of Engineers
Volume de vazios

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	29
1.1 OBJETIVOS	32
1.1.1 Objetivo Geral	32
1.1.2 Objetivos Específicos	32
1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	32
2 REVISÃO BILIOGRÁFICA	34
2.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PAVIMENTOS	34
2.2 SEGURANÇA NAS RODOVIAS	35
2.3 DIMENSIONAMENTO DOS PAVIMENTOS	36
2.3.1 Cálculo do número N	36
2.3.2 Dimensionamento com pavimento flexível – MÉTODO DNER 1981 (DNIT).....	38
2.4 DESEMPENHO DOS PAVIMENTOS	42
2.4.1 Desempenho funcional	42
2.4.1.1 Irregularidade longitudinal	42
2.4.1.2 Aderência pneu-pavimento.....	43
2.4.2 Desempenho estrutural	44
2.4.2.1 Bacias de deflexão.....	44
2.5 DEFEITOS DOS PAVIMENTOS	46
2.5.1 Mecanismos de trincamento	48
2.5.1.1 Trincas por fadiga.....	48
2.5.1.2 Trincas por envelhecimento	49
2.5.1.3 Trincas por reflexão	49
2.5.1.4 Panelas (buracos).....	49
2.5.2 Mecanismos das deformações	50
2.5.2.1 Afundamento	51
2.5.2.2 Ondulação/Corrugação.....	52
2.5.2.3 Escorregamento (do revestimento).....	53
2.5.2 Mecanismos da desagregação	53
2.5.3.1 Exsudação	54
2.5.3.2 Desgaste	54
2.5.4 Remendos.....	55
2.5.5 Interações entre defeitos.....	55
2.6 RECUPERAÇÃO DE PAVIMENTOS POR RECICLAGEM	55
2.6.1 Objetivos da reciclagem	56
2.6.2 Seleção da reciclagem	56
2.6.3 Reciclagem profunda.....	57
2.6.3.1 Benefícios do uso de reciclagem profunda.....	59
3 CARACTERIZAÇÃO DOS SEGMENTOS DE ESTUDO	60

3.1 LOCALIZAÇÃO	60
3.2 CONDIÇÕES ESTRUTURAIS E FUNCIONAIS ANTERIORES A RESTAURAÇÃO	62
3.3 PROCESSO CONSTRUTIVO E MATERIAIS EMPREGADOS .	65
3.3.1 Processo executivo da reciclagem.....	67
3.3.1.1 Taxa de aplicação do agregado virgem.....	67
3.3.1.2 Taxa de aplicação do cimento	68
3.3.1.3 Espessura de corte do material reciclado	69
3.3.1.4 Tratamento superficial	71
3.4 DIMENSIONAMENTO DA SEÇÃO TIPO DO PAVIMENTO ...	72
3.5 CARACTERIZAÇÃO DA MISTURA ASFÁLTICA.....	74
3.5.1 Dano por Umidade Induzida	74
3.5.2 Deformação permanente	76
4 MÉTODO DO TRABALHO.....	78
4.1 AVALIAÇÃO FUNCIONAL DO PAVIMENTO.....	78
4.1.1 Irregularidade longitudinal.....	78
4.1.2 Levantamento dos defeitos de superfície	82
4.1.3 Aderência pneu-pavimento	86
4.2 AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO.....	87
4.2.1 Levantamento e análise das deflexões	87
4.2.2 Raios de curvatura.....	88
4.2.3 Retroanálise.....	88
4.2.4 Estimativa da vida útil.....	94
5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES	97
5.1 AVALIAÇÃO FUNCIONAL DO PAVIMENTO.....	97
5.1.1 Irregularidade longitudinal.....	97
5.1.1.1 Irregularidade longitudinal do segmento 01.....	97
5.1.1.2 Irregularidade longitudinal do segmento 02.....	98
5.1.1.3 Irregularidade longitudinal do segmento 03.....	99
5.1.2 Análise dos defeitos de superfície.....	101
5.1.3 Aderência pneu-pavimento	103
5.1.3.1 Condição do atrito do segmento 01.....	104
5.1.3.2 Condição do atrito do segmento 02.....	104
5.1.3.3 Condição do atrito do segmento 03.....	105
5.2 AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO.....	106
5.2.1 Comparativo das deflexões máximas.....	106
5.2.1.1 Comparativo das deflexões máximas obtidas em 2014 e 2016 do segmento 01	107
5.2.1.2 Comparativo das deflexões máximas obtidas em 2014 e 2016 do segmento 02	108

5.2.1.3 Comparativo das deflexões máximas obtidas em 2014 e 2016 do segmento 03	109
5.2.2 Cálculo do raio de curvatura das bacias	112
5.2.3 Retroanálise.....	114
5.3 COMPORTAMENTO À FADIGA DE MISTURA RECICLADA	
121	
5.4 ESTIMATIVA DA VIDA ÚTIL DO PAVIMENTO.....	122
5.4.1 Estimativa a partir dos levantamentos de 2014	122
5.4.2 Estimativa a partir dos levantamentos de 2016	126
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	129
6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	130
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131
ANEXO A – Dados do ensaio de irregularidade longitudinal.....	134
ANEXO B – Levantamento de defeitos	140
ANEXO C – Inventário de superfície	229
ANEXO D – Dados do ensaio aderência pneu-pavimento	238
ANEXO E – Dados do levantamento deflectométrico.....	241
ANEXO F – Raios de curvatura das bacias	247
ANEXO G – Resultados da retroanálise com o <i>software BAKFAA</i> – sem união de camada	253
ANEXO H – Resultados da retroanálise com o <i>software BAKFAA</i> – união da base remanescente com a sub-base	256
ANEXO I – Resultados da retroanálise com o <i>software BAKFAA</i> – união da base remanescente com a sub-base e o subleito	262
ANEXO J – Resultados da retroanálise com o <i>software Elmod6</i> – união da base remanescente com a sub-base	264

1 INTRODUÇÃO

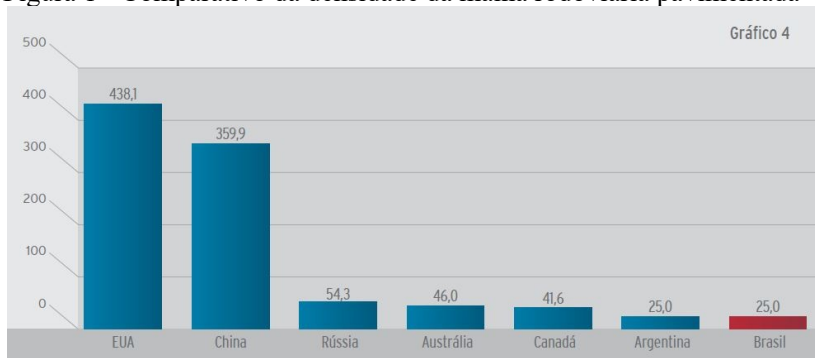
Estudos relativos às condições de pavimentação de estradas são de grande relevância, uma vez que, devido à economia brasileira, há uma grande necessidade desse tipo de estrutura no país, e ainda há pouca infraestrutura adequada na área.

A pesquisa realizada pela CNT (Confederação Nacional do Transporte) em 2016 fez um comparativo da quantidade de rodovias pavimentadas por país. Na figura 1 nota-se que o Brasil possui aproximadamente 25,0 km de extensão de rodovia pavimentada para cada 1000 km² de área enquanto que EUA e China possuem, respectivamente, 359,9 km e 438,1 km.

Além da pouca quantidade de rodovias pavimentadas, estas estradas não estão em condições de atender as necessidades do transporte de cargas, o que prejudica a economia do País, tornando-o pouco competitivo no âmbito internacional, uma vez que cerca de 61,1% do transporte de cargas no Brasil ocorre em rodovias, enquanto 20,7% ocorre em ferrovias, 13,6% nos modais aquaviários, 4,2% nos modais dutoviários e apenas 0,4% por meio de transporte aéreo (CNT, 2016).

Por sua vez, no transporte de passageiros, as rodovias predominam com 95 % de participação (CNT, 2016).

Figura 1 - Comparativo da densidade da malha rodoviária pavimentada



Fonte: CNT (2016)

O relatório da CNT de 2016 relata que no Brasil ocorrem problemas relacionados à estrutura dos pavimentos flexíveis por conta do não atendimento às exigências técnicas da capacidade de suporte do pavimento e do emprego de materiais com qualidade inadequada. Tais

falhas construtivas geram uma degradação acelerada, que tem por consequência um maior custo na reparação das rodovias.

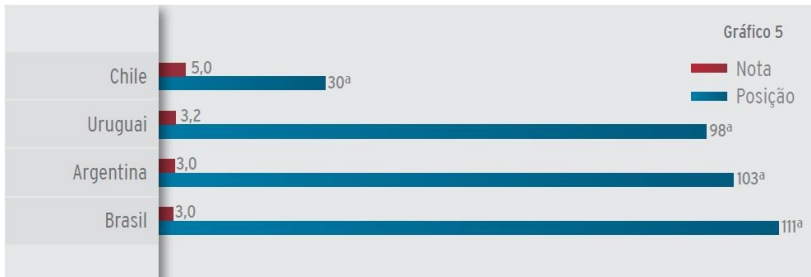
As estradas são projetadas para uma determinada vida útil, durante a qual o pavimento inicia em uma condição ótima e termina numa condição ruim, caso não ocorra manutenção.

Estradas em condições impróprias, com defeitos e irregularidades, têm por consequência um maior número de acidentes e redução do conforto, além de maiores gastos com combustível e manutenção dos veículos. E todas essas implicações resultam em prejuízo não só para os usuários de veículos leves como também afeta o transporte de cargas no país. Na figura 2 tem-se um comparativo da qualidade das rodovias em alguns países da América do Sul. Neste comparativo, onde o Brasil está na 111ª colocação, foram avaliados 138 países, com notas de 1 a 7.

Para Bernucci et al. (2010), os pavimentos brasileiros apresentam baixo conforto para o usuário. O investimento em restauração nas rodovias federais é cerca de 10 a 20% do que seria necessário.

Segundo a pesquisa da CNT de 2016, as condições inadequadas das rodovias brasileiras são consequências tanto da falta de investimento em manutenção e/ou conservação quanto da sobrecarga de demanda, pois cada vez há mais veículos em circulação no país.

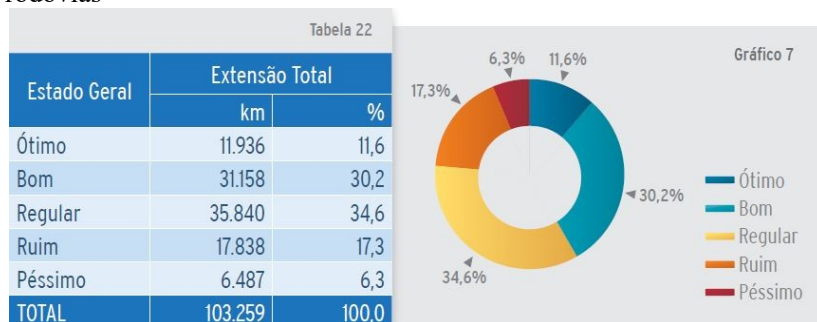
Figura 2 - Comparativo da qualidade das rodovias em alguns países da América do Sul



Fonte: CNT (2016)

O gráfico da figura 3 ilustra as condições gerais das rodovias brasileiras. Ao todo, a pesquisa da CNT de 2016 abrangeu um estudo com 103259 km de rodovias federais e estaduais pavimentadas. Desta extensão avaliada, 58,2% apresentou algum tipo de deficiência, na pavimentação, sinalização ou geometria, que representa o estado geral de “regular” a “péssimo” (CNT, 2016).

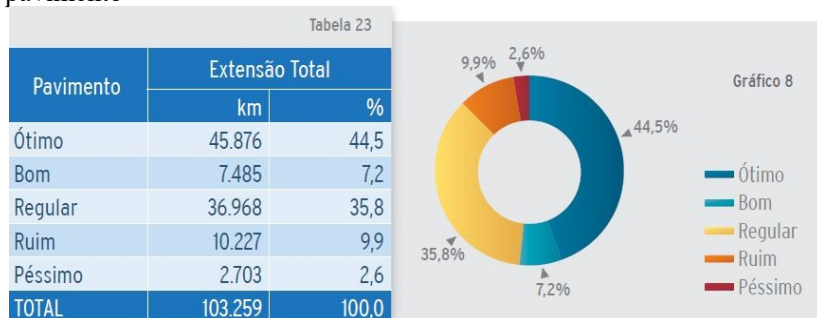
Figura 3 - Resultado da pesquisa CNT 2016 para condições gerais das rodovias



Fonte: CNT (2016)

O gráfico da figura 4 demonstra as condições dos pavimentos das rodovias brasileiras. Neste quesito, a rodovia deve atender às características de segurança, economia e conforto. Segundo o gráfico, a maior parte dos pavimentos foram avaliados como “ótimos” (com 44,5%). Entretanto, as avaliações “péssimo”, “ruim” e “regular” somam quase metade (48,3%) do total avaliado (CNT, 2016).

Figura 4 - Resultado da pesquisa CNT 2016 para condições do pavimento



Fonte: CNT (2016)

Com intuito de recuperar as rodovias, sem, no entanto, deixar de prezar pela economia, a reciclagem de pavimentos é uma solução viável.

A reciclagem profunda permite que os mais diversos tipos de defeitos de pavimentação sejam tratados com uma técnica que reutiliza o revestimento deteriorado e sua base.

Ao criar a nova camada de base por meio da reciclagem pode-se adicionar cimento à camada, de modo a proporcionar um aumento da capacidade estrutural do pavimento.

Além de benefícios como economia de energia e recursos, esse tipo de prática propicia a recuperação do pavimento com pouca interferência no tráfego, pois a liberação do trecho recuperado pode ser feita no dia seguinte a execução.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo geral a análise funcional e estrutural, bem como a estimativa de vida útil, da rodovia SC 355, localizada em Jaborá/SC, cujo trecho foi restaurado por reciclagem com adição de cimento na camada de base.

1.1.2 Objetivos Específicos

Para findar o objetivo geral deste trabalho, definiram-se os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar a evolução das patologias da rodovia, por meio de documentação fotográfica dos anos de 2014 e 2016;
- Analisar a irregularidade longitudinal tendo por base o resultado de ensaio com perfilômetro a laser;
- Analisar a aderência pneu-pavimento por meio de ensaio de medição de atrito com equipamento *GripTester*;
- Analisar as deflexões máximas obtidas;
- Desenvolver a retroanálise com fim de analisar os módulos de resiliência das camadas do pavimento;
- Estimar a vida útil da rodovia, por meio dos dados obtidos em estudos anteriores e das análises realizadas no decorrer desse trabalho.

1.2 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este documento tem por finalidade desenvolver uma breve revisão bibliográfica, apresentar o objeto de estudo e a metodologia utilizada para o desenvolvimento do projeto, além de realizar análises, expor conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

No capítulo 2 são abordados os tipos de defeitos encontrados em pavimentos asfálticos, suas causas e a possibilidade de manutenção por meio de reciclagem. Posteriormente, ao apresentar o objeto de estudo, os segmentos monitorados da rodovia SC-355, no capítulo 3, são descritas as condições do pavimento anteriores à intervenção, os processos construtivos e materiais empregados.

No capítulo 4, referente à metodologia, são apresentadas as etapas necessárias à construção desse trabalho, por meio de um fluxograma e seu posterior detalhamento.

Por fim, em “Apresentação dos Resultados e Discussões”, no capítulo 5, os ensaios de irregularidade longitudinal, aderência pneu-pavimento, e deflexão são avaliados. São apresentadas retroanálises para obtenção dos módulos resilientes das camadas constituintes do pavimento e a estimativa de vida útil do pavimento restaurado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo contém os principais temas e conhecimentos necessários para contextualizar o objeto estudado e permitir o entendimento deste trabalho.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PAVIMENTOS

Bernucci et al. (2010) em seu livro “Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros” define pavimento da seguinte forma:

Pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança. (BERNUCCI et al., 2010a, p.9)

Em geral, os pavimentos podem ser classificados em rígidos e flexíveis. Os pavimentos rígidos possuem como revestimento uma placa de concreto de cimento Portland, enquanto que os pavimentos flexíveis possuem o revestimento composto por uma mistura de agregados e ligantes asfálticos.

Como meio termo desses dois tipos de pavimentos existe o pavimento semirrígido, no qual em sua base ou sub-base são empregados materiais cimentados. A reciclagem de pavimentos com adição de cimento estudada nesse trabalho é, portanto, um pavimento categorizado como semirrígido.

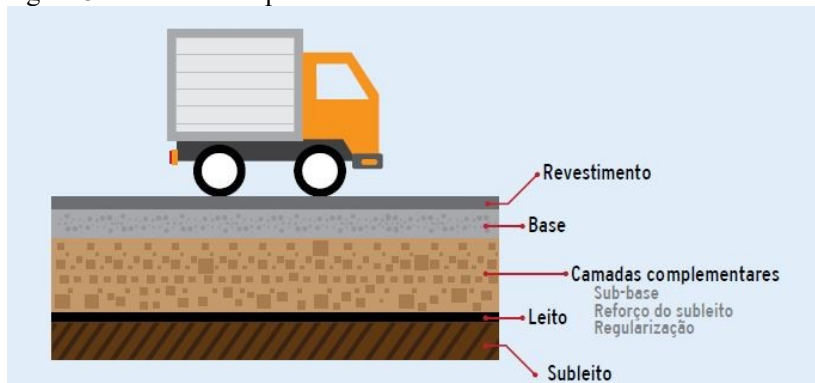
As camadas de espessuras finitas dos pavimentos, ditas na citação acima, possuem uma nomenclatura de acordo com o seu posicionamento e função (ver figura 5).

O revestimento é a camada responsável por resistir às ações do tráfego. Deve impedir que as águas pluviais penetrem nas demais camadas, além de ser confortável e seguro para os usuários (CNT, 2016).

A base deve resistir às ações do tráfego de forma a aliviar as tensões no revestimento e transmitir para as demais camadas esses esforços. A sub-base tem por função corrigir o subleito ou ser complementar a base

quando o leito obtido com a terraplenagem não é adequado para a construção direta do pavimento (CNT, 2016).

Figura 5 - Estrutura do pavimento



Fonte: CNT (2016)

O reforço do subleito é executado sobre o subleito compactado e regularizado com a finalidade de reduzir espessuras elevadas na camada de sub-base, decorrentes da baixa capacidade de suporte do subleito. A regularização pode existir em apenas alguns trechos da rodovia e possuir espessura variável, uma vez que esta camada serve para corrigir eventuais falhas da camada final de terraplenagem. O leito é uma camada de transição entre o terreno e o pavimento. O subleito é o terreno natural ou terreno de fundação do pavimento, logo não é considerado uma camada (CNT, 2016).

2.2 SEGURANÇA NAS RODOVIAS

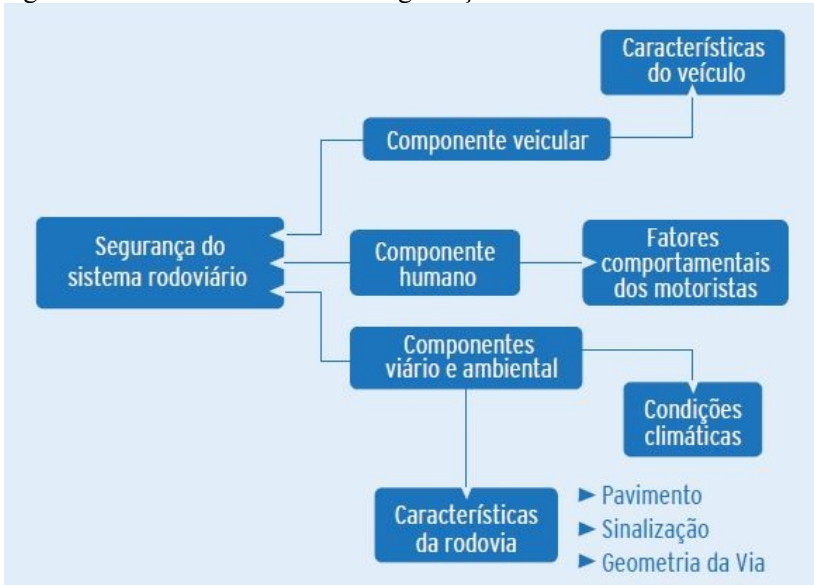
O estado de conservação das estradas, conforme já foi dito, está relacionado com ao risco de ocorrência de acidentes. As más condições da superfície de rolamento, com defeitos como afundamentos, ondulações e/ou buracos, contribuem para a instabilidade dos veículos, de forma a dificultar que o motorista o mantenha na trajetória correta, acarretando, possivelmente, em colisões, devido às mudanças bruscas de direções ou perda de controle de veículo (CNT, 2016).

Além das condições de rolamento das rodovias, existem outros fatores que afetam a condução segura dos veículos. O fator humano (os motoristas), as sinalizações horizontais e verticais, a geometria da via, as

condições dos veículos e as condições climáticas interferem no grau de conforto e segurança.

A figura 6 é um fluxograma contendo esses componentes que influenciam a segurança da rodovia.

Figura 6 - Fatores relacionados à segurança no sistema rodoviário



Fonte: CNT (2016)

Embora as condições adequadas das rodovias não possam garantir totalmente a segurança, por haver outros fatores influentes, ela é um fator preponderante.

2.3 DIMENSIONAMENTO DOS PAVIMENTOS

Este tópico aborda o cálculo do número N a partir do levantamento de tráfego e o dimensionamento dos pavimentos flexíveis por meio do método DNER de 1981.

2.3.1 Cálculo do número N

O cálculo do número N tem por objetivo converter os danos das solicitações as quais a rodovia estará exposta ao longo da sua vida útil em danos equivalentes ao eixo padrão de 8,2 tf. Para tanto, deve-se

transformar as cargas dos eixos dos diferentes veículos que trafegarão na rodovia em danos para um único eixo padrão. O eixo padrão é um eixo simples com rodas duplas de 8,2tf. A superfície de contato dos pneus com o pavimento é representada por uma área circular de 10,8 cm de raio e pressão de contato de 5,6 kgf/cm².

O número N pode ser calculado utilizando os conceitos de dois métodos: USACE (*United State Army Corpo of Engineers*) e AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*). A principal diferença entre os métodos é que enquanto a AASHTO aborda as questões de serventia (conforto) do pavimento, o USACE trata da deformação permanente ou ruptura do solo de fundação. Para cálculo do número N, em nenhum dos dois procedimentos levam-se em consideração os automóveis e as motocicletas, uma vez que a força que seus eixos exercem sobre o pavimento em comparação com os demais veículos é muito pequena e por consequência a sua contribuição com o número N é irrelevante.

Para o cálculo do número N pode-se utilizar as equações (1), (2) e (3):

$$N = 365 * VMD * P * FV * FR * FD \quad (1)$$

$$N = V_t * FV * FR * FD \quad (2)$$

$$N = V_t * FE * FC * FR * FD \quad (3)$$

onde:

- VMD = Volume Médio Diário;
- P = Período de projeto;
- FV = Fator de veículos;
- FR = Fator climático regional (em geral, o valor adotado é 1,0);
- FD = Fator direcional;
- V_t = volume total de veículos num determinado sentido para determinado período de projeto;
- FE = fator de eixo;
- FC = fator de carga.

O fator de eixo (FE) é um coeficiente que corresponde ao número de eixos do caminhão em termos de danos do eixo de 8,2 tf. O fator de carga (FC) é o coeficiente que, multiplicado pelo número de eixos que trafegam, resulta o número equivalente de eixos padrões. O fator climático regional (FR) é o coeficiente que considera a variação de

umidade na localidade da rodovia nas estações do ano e em geral é atribuído 1,0 no Brasil.

O quadro 1 apresenta as fórmulas que devem ser utilizadas para o cálculo do Fator de Carga de acordo com o tipo de eixo pela metodologia USACE.

Quadro 1 - Fator de Carga – Método USACE

TIPO DE EIXO	FAIXA DE CARGAS (t)	EQUAÇÕES (P em tf)
Dianteiro simples e traseiro simples	0 – 8	$FC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	≥ 8	$FC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Tandem duplo	0 - 11	$FC = 1,592 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$
	≥ 11	$FC = 1,528 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$
Tandem triplo	0 - 18	$FC = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
	≥ 18	$FC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$
P = Peso bruto total sobre o eixo		

Fonte: DNIT (2006)

2.3.2 Dimensionamento com pavimento flexível – MÉTODO DNER 1981 (DNIT)

O método de dimensionamento de pavimento flexível pelo DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) é uma adaptação de autoria do engenheiro Murilo Lopes de Souza com base no trabalho “*Design of Flexible Pavements Considering Mixed and Traffic Volume*” desenvolvido pelo Corpo de Engenheiros do Exército Americano.

De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT (2006) a capacidade de suporte do subleito e dos materiais constituintes do pavimento é dada pelo CBR, cujo o ensaio é padronizado pelo DNIT, com corpos de provas indeformados ou moldados em laboratório.

O subleito deve ter expansão menor do que 2% e seu CBR deve ser maior ou igual a 2%.

A base deve ter granulometria de acordo com uma das faixas pertinentes ao valor obtido do número N (ver tabela 1).

Tabela 1 - Granulometria da base

Tipos Peneiras	Para $N > 5 \times 10^6$			Para $N < 5 \times 10^6$			Tolerâncias da faixa de projeto
	A	B	C	D	E	F	
	% em peso passando						
2"	100	100	-	-	-	-	±7
1"	-	75-90	100	100	100	100	±7
3/8"	30-65	40-75	50-85	60-100	-	-	±7
Nº 4	25-55	30-60	35-65	50-85	55-100	10-100	±5
Nº 10	15-40	20-45	25-50	40-70	40-100	55-100	±5
Nº 40	8-20	15-30	15-30	25-45	20-50	30-70	±2
Nº 200	2-8	5-15	5-15	10-25	6-20	8-25	±2

Fonte: DNIT (2006)

O coeficiente de equivalência estrutural (k) é um valor adotado para os diferentes materiais que podem constituir o pavimento (ver tabela 2).

Tabela 2 - Coeficiente de Equivalência Estrutural

Componentes do pavimento	Coefficiente K
Base ou revestimento de concreto betuminoso	2,00
Base ou revestimento pré-misturado a quente, de graduação densa	1,70
Base ou revestimento pré-misturado a frio, de graduação densa	1,40
Base ou revestimento betuminoso por penetração	1,20
Camadas granulares	1,00
Solo cimento com resistência à compressão a 7 dias, superior a 45 kg/cm	1,70
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 45 kg/cm e 28 kg/cm	1,40
Idem, com resistência à compressão a 7 dias, entre 28 kg/cm e 21 kg/cm	1,20

Fonte: DNIT (2006)

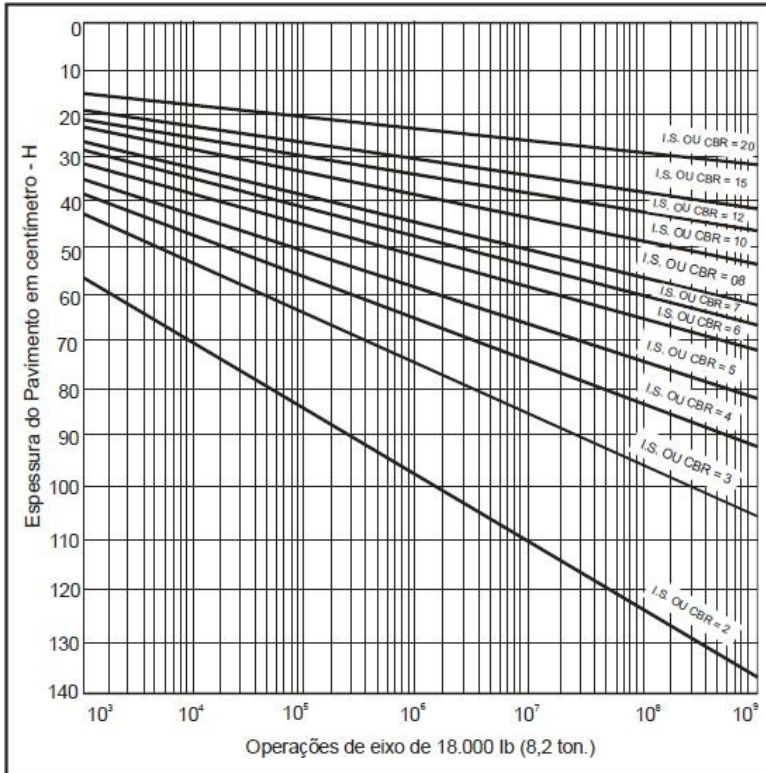
A nomenclatura utilizada para designar os coeficientes de cada camada é:

- Revestimento: k_R ;
- Base: k_B ;
- Sub-base: k_S ;

- Reforço: k_{Ref} .

A espessura total do pavimento, considerando o material da base granular ($K = 1,0$), é determinado no ábaco da figura 7:

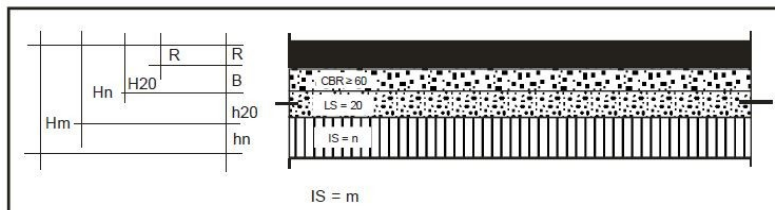
Figura 7 - Ábaco para dimensionamento das espessuras H_m , H_n e H_{20}



Fonte: DNIT (2006)

A figura 8 ilustra as nomenclaturas utilizadas para as espessuras das camadas do revestimento durante o seu dimensionamento.

Figura 8 - Espessuras das camadas da estrutura



Fonte: DNIT (2006)

Com os valores de H_m , H_n e H_{20} e tendo em vista os valores de espessura mínima do revestimento betuminoso de acordo com o número obtido de N (ver quadro 2), podem-se dimensionar as demais camadas do revestimento por meio das inequações (4), (5) e (6).

Quadro 2 - Espessura mínima

N	Espessura Mínima de Revestimento Betuminoso
$N \leq 10^6$	Tratamentos superficiais betuminosos
$10^6 < N \leq 5 \times 10^6$	Revestimentos betuminosos com 5,0 cm de espessura
$5 \times 10^6 < N \leq 10^7$	Concreto betuminoso com 7,5 cm de espessura
$10^7 < N \leq 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 10,0 cm de espessura
$N > 5 \times 10^7$	Concreto betuminoso com 12,5 cm de espessura

Fonte: DNIT (2006)

$$Rk_R + Bk_B \geq H_{20} \quad (4)$$

$$Rk_R + Bk_B + h_{20}k_S \geq H_n \quad (5)$$

$$Rk_R + Bk_B + h_{20}k_S + h_n k_{Ref} \geq H_m \quad (6)$$

onde:

- R = espessura do revestimento;
- k_R = coeficiente de equivalência estrutural do revestimento;
- B = espessura da base;
- k_B = coeficiente de equivalência estrutural da base;
- H_{20} = espessura de pavimento necessária para proteger a sub-base;

- h_{20} = espessura da sub-base;
- k_S = coeficiente de equivalência estrutural da sub-base;
- H_n = espessura de pavimento necessária para proteger o reforço do subleito;
- h_n = espessura do reforço do subleito;
- k_{Ref} = coeficiente de equivalência estrutural do reforço do subleito;
- H_m = espessura total de pavimento.

2.4 DESEMPENHO DOS PAVIMENTOS

Os pavimentos podem ter seu desempenho analisado como funcional ou estrutural.

O desempenho funcional é a capacidade do pavimento de fornecer uma superfície com qualidade de rolamento adequada. A avaliação desta superfície pode ser feita de forma subjetiva ou por meio de medidas físicas, utilizando-se medidores de irregularidade longitudinal, de atrito, etc.

Um modo de interpretar o comportamento estrutural do pavimento é feito por meio de ensaios deflectométricos, complementado com investigação geotécnica.

A avaliação dos defeitos, tais como trincamento, deformação, desagregação e a avaliação estrutural, permite definir se há necessidade de restauração de uma via.

Concluído que há deformações no pavimento, devem-se coletar amostras e ensaiar as diversas camadas para definir o tipo de intervenção que deverá ser realizado no pavimento e/ou revestimento.

2.4.1 Desempenho funcional

2.4.1.1 Irregularidade longitudinal

O perfil longitudinal de um pavimento está relacionado com quatro fatores para o usuário: economia (custo operacional), velocidade do deslocamento, segurança e conforto.

Barella (2008) explica como esses quatro fatores estão relacionados à irregularidade longitudinal. Segundo ele quanto maior a irregularidade menor a velocidade praticada. Pavimentos irregulares diminuem a dirigibilidade, podem dificultar a drenagem e promover o

acúmulo de poças de água, o que aumenta a necessidade de desvios por parte do usuário e diminui sua atenção no trânsito. Pavimentos irregulares aumentam o consumo de combustível e o custo de manutenção dos veículos. Em relação ao conforto, é o fator mais facilmente percebido pelos usuários e até mesmo pelos técnicos.

Além dos impactos negativos que um perfil longitudinal com falhas traz para os usuários também há desvantagens para os responsáveis pela manutenção da rodovia, pois a irregularidade longitudinal faz com que ocorra um aumento nas cargas dinâmicas aplicadas pelos veículos o que tem por consequência a deterioração estrutural do pavimento.

2.4.1.2 Aderência pneu-pavimento

A análise da aderência pneu-pavimento de uma rodovia está diretamente relacionada à questão da segurança viária. No intuito de evitar acidentes, a capacidade de rolamento de uma rodovia deve garantir segurança, mesmo em condições adversas de dirigibilidade.

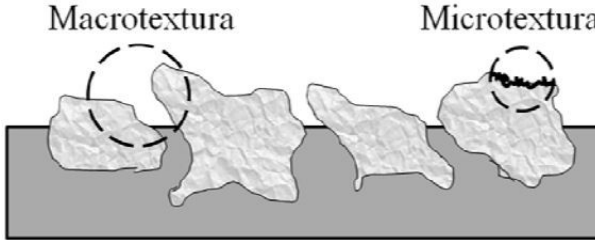
Na fase de desenvolvimento de projeto de rodovia, quando o projetista define o seu traçado geométrico, deve utilizar a equação dada pelo DNER da curva horizontal que faz uso do coeficiente de atrito. Essa equação leva em consideração o equilíbrio das forças no decorrer de uma curva de forma a proporcionar conforto e segurança para os usuários. Também é na fase de projeto que se considera a aplicação de um coeficiente de atrito adequado para garantir a resistência à derrapagem em situações de pavimentos molhados.

No caso do projeto de recuperação da Rodovia 355 já havia um traçado geométrico definido.

As características de aderência superficial de um pavimento com um pneu são definidas por meio da microtextura e da macrotextura. A figura 9 ilustra as diferenças entre esses dois conceitos.

O principal fator do qual a microtextura depende é o material granular, a aspereza da superfície dos agregados usados na mistura asfáltica, tal aspereza está relacionada com a composição mineralógica e estrutural dos agregados, como por exemplo, a existência ou não de arestas vivas. Um bom agregado deve resistir ao tráfego e manter-se resistente ao polimento acelerado.

Figura 9 - Diferença entre microtextura e macrotextura



Fonte: MATTOS (2009)

Quando se trata de uma velocidade inferior a 50 km/h a microtextura é o fator predominante na resistência a derrapagem. Entretanto, em velocidades superiores a 50 km/h, é mais difícil obter-se a ruptura do filme de água, sendo a macrotextura responsável pela drenagem superficial do revestimento.

Dentre os equipamentos mais utilizados para medir o coeficiente de atrito de um pavimento pode-se citar: o Pêndulo Britânico, μ -meter, SCRIM, *DF Tester* e *GripTester*.

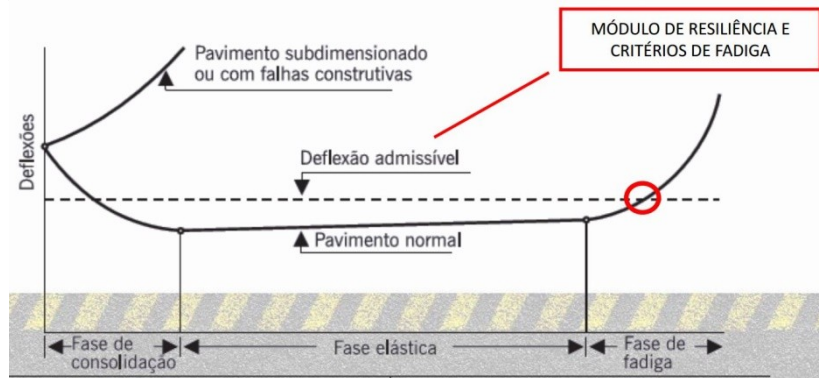
2.4.2 Desempenho estrutural

2.4.2.1 Bacias de deflexão

Para Macêdo (2003), o comportamento mecânico dos pavimentos é determinado tanto pela rigidez do subleito quanto de cada uma das suas camadas constituintes. A partir dos módulos de elasticidade dessas camadas é possível averiguar as tensões e deformações de tração na fibra inferior do revestimento, assim como as tensões de compressão atuantes no subleito. As tensões e deformações de tração do revestimento são utilizadas para estimar a vida útil do revestimento de acordo com modelos de fadiga.

Um pavimento bem projetado e executado possui uma evolução do nível de deflexão durante a exposição às cargas de tráfego e aos agentes de intempéries de acordo com a figura 10. Nesta imagem, notam-se três fases: consolidação, elástica e fadiga.

Figura 10 - Fases da evolução do nível de deflexão durante a vida de um pavimento



Fonte:

http://sinop.unemat.br/site_antigo/prof/foto_p_downloads/fot_1235006_pdf_06.pdf (Outubro, 2016)

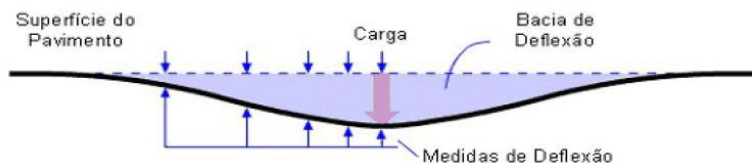
A fase de consolidação inicia assim que finda a execução do revestimento, tendo por característica um decréscimo do valor da deflexão. Com o fim desta fase, a deflexão tende a se estabilizar.

Durante a fase elástica a deflexão mantém-se quase que constante ou sofre um pequeno aumento. É esta fase que define a vida útil do pavimento. Portanto, quanto melhor projetado um pavimento, maior será esta fase.

Por fim, na fase de fadiga, última etapa na vida do pavimento, o valor da deflexão cresce de forma acelerada.

Por meio das bacias de deflexão (ver figura 11) obtidas com o FWD, ou viga *Benkelman*, é possível retroanalisar os módulos resilientes de cada camada do revestimento.

Figura 11 - Bacia de deflexão durante a aplicação da carga



Fonte: LUVIZÃO (2014)

Segundo o Manual de Restauração de Pavimentos do DNIT (2006) todo equipamento que transfere ao pavimento uma carga dinâmica de

impacto é denominado FWD (*Falling Weight Deflectometer*), sendo que os equipamentos mais conhecidos no Brasil são os *Dynatest FWD* e *KUAB FWD*.

Esse tipo de equipamento utiliza um peso que é solto em queda livre de uma altura pré-estabelecida sobre uma placa apoiada na superfície do pavimento. Esta placa transfere a força de impulso para as camadas do pavimento.

A reação do pavimento ao impacto na placa é registrada por meio de sensores posicionados longitudinalmente a partir do centro da placa.

A maior vantagem do uso de equipamentos FWD em relação à viga *Benkelman* é a sua capacidade de simular as características de uma carga de tráfego dinâmica em termos de magnitude e frequência, aproximando-se mais da realidade (DNIT, 2006).

2.5 DEFEITOS DOS PAVIMENTOS

Este tópico trata das características, causas e terminologia dos defeitos ocorridos em pavimentos.

A terminologia é definida e padronizada pela norma DNIT 005/2003 – TER – Defeitos nos pavimentos asfálticos – Terminologia.

O quadro 3 apresenta um resumo da classificação de defeitos dos pavimentos segundo o DNIT.

Os textos sobre a caracterização dos defeitos, suas causas e possíveis prevenções foi elaborado com base no Manual de Restauração dos Pavimentos Asfálticos do DNIT de 2006.

Quadro 3 - Classificação dos defeitos em pavimentos

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
Fissuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Jacaré"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE	-	-	FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Devido à retração térmica ou dissecação da base (solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Bloco"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE	-	-	FC-3

OUTROS DEFEITOS				CODIFICAÇÃO
Afundamento	Plástico	Local	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ALP
		da Trilha	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ATP
	De Consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ALC
		da Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ATC
Ondulação/Corrugação - Ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base				O
Escorregamento (do revestimento betuminoso)				E
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento				EX
Desgaste acentuado na superfície do revestimento				D
"Painéis" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores				P
Remendos		Remendo Superficial		RS
		Remendo Profundo		RP

Fonte: DNIT (2006)

onde:

- FC-1: são trincas com abertura superior à das fissuras e menores que 1,0 mm
- FC-2: são trincas com abertura superior a 1,0 mm e sem erosão nas bordas
- FC-3: são trincas com abertura superior a 1,0 mm e com erosão nas bordas

2.5.1 Mecanismos de trincamento

Os mecanismos de trincamento surgem pelas ações combinadas do tráfego e condições ambientais (alterações de temperaturas durante o dia). Uma vez que há penetração de água no revestimento a estrutura enfraquece, e ao iniciar o trincamento a tendência é que este aumente.

Esses mecanismos possuem impacto significativo na evolução das deformações nas trilhas de roda e da irregularidade longitudinal.

As fendas podem ser descritas como quaisquer descontinuidades ocorridas na superfície do pavimento, sendo classificadas conforme a abertura em FC-1, FC-2 e FC-3 (ver quadro 3).

2.5.1.1 Trincas por fadiga

Trincas por fadiga decorrem dos efeitos cumulativos do carregamento sucessivo gerado pelo tráfego.

A fase final desse tipo de trinca chama-se “couro de jacaré” (ver figura 12), estando, em geral, confinadas nas trilhas de rodas.

Figura 12 - Trincamento tipo couro de jacaré



Fonte: LEP Engenharia. Disponível em <<http://lpe.tempsite.ws/blog/index.php/fissuras-tipo-couro-de-jacare-e-de-fato-um-problema/>>. (Maio, 2016)

2.5.1.2 Trincas por envelhecimento

O ligante perde seus componentes mais leves com a exposição ao ar ao longo do tempo. O trincamento ocorre quando o ligante betuminoso não resiste mais as deformações causadas pelas mudanças de temperaturas ao longo do dia.

Os fatores que influenciam a velocidade do endurecimento do asfalto são:

- Resistência à oxidação do ligante;
- Temperatura ambiente;
- Espessura do filme de ligante.

Teores mais elevados de asfalto e baixa quantidade de vazios causam efeitos favoráveis na vida útil da mistura betuminosa, uma vez que dificultam o processo de oxidação e geram maior durabilidade.

Em geral o trincamento por envelhecimento tem formato irregular, distância entre trincas de 0,5 m e tendência a se propagar assim que é iniciado o processo.

2.5.1.3 Trincas por reflexão

As trincas por reflexão ocorrem pela propagação da trinca de uma camada inferior até a camada asfáltica. Podem ter forma longitudinal, irregular ou interligada. Tem como consequência a redução na vida de fadiga do revestimento.

2.5.1.4 Painelas (buracos)

As painelas são defeitos relevantes, uma vez que afetam a capacidade estrutural do pavimento e permitem o acesso de água no interior da estrutura (ver figura 13).

São cavidades de diversas formas e profundidades, que podem ser geradas no estágio final do trincamento por fadiga.

Figura 13 – Panela ou buraco



Fonte: NEW ROADS. Disponível em <http://newroads.com.br/2015/03/recuperacao-e-reforco-de-pavimentos/>. (Maio, 2016)

2.5.2 Mecanismos das deformações

Os mecanismos de deformações podem ser classificados em:

- Trilha de rodas
- Deformações plásticas
- Depressões

O quadro 4 contém um resumo desenvolvido pelo DNIT que exemplifica as causas dos defeitos.

Quadro 4 - Resumo das causas e tipos de deformação permanente

Causa Geral	Causa específica	Exemplo de defeito
Associada com o carregamento	Carregamento concentrado ou em excesso	Fluência plástica (ruptura por cisalhamento)
	Carregamento de longa duração ou estático	Deformações ao longo do tempo (creep)
	Grande número de repetições de carga	Afundamento nas trilhas de roda
Não associada com o carregamento	Subleito constituído de solo expansivo	Inchamento ou empolamento
	Solos compressíveis na fundação do pavimento	Recalque diferencial

Fonte: DNIT (2006)

A densificação é uma deformação que ocorre pela ação do tráfego, causando uma diminuição de volume no material. Pode ser controlada pela compactação adequada durante a construção do pavimento. Quanto mais compacto estiver o material maior será a sua resistência ao cisalhamento e menor será a possibilidade de ingresso de água.

A fluência plástica, por sua vez, ocorre quando os esforços gerados pelo carregamento ultrapassam a resistência ao cisalhamento dos materiais ou são suficientes para gerar recalque. Este defeito pode ser controlado na fase de projeto na escolha dos materiais de acordo com a sua resistência ao cisalhamento. No caso do solo, deve-se observar o CBR e para as misturas betuminosas a estabilidade Marshall. Durante a fase de execução da rodovia deve-se cuidar para que não seja aplicado ligante além do que foi definido em projeto, pois o seu excesso pode ocasionar fluência.

2.5.2.1 Afundamento

Afundamentos são deformações permanentes, caracterizadas pela depressão da superfície do pavimento. Possuem duas categorias, definidas em função de seu comprimento: aqueles que possuem comprimentos menores do que seis metros são denominados “afundamentos locais”, enquanto os maiores são classificados como “afundamentos de trilha de rodas” (ver figura 14).

Figura 14 - Afundamento de trilha de rodas



Fonte: BERNUCCI, Liedi Bariani. Disponível em:

<<http://www.der.pr.gov.br/arquivos/File/11EncontroTecnico/DeformacoesPermanentesemPavAsfalticosLiediBernucci.pdf>>. (Maio, 2016)

2.5.2.2 Ondulação/Corrugação

O defeito é denominado ondulação/corrugação quando há ondulações transversais, de caráter plástico e permanente, no pavimento (ver figura 15).

Pode ser causado por contaminação da mistura asfáltica, excesso de água na mistura asfáltica, entre outros. É gerado pela ruptura por cisalhamento no revestimento ou na ligação entre revestimento e material de base. Em geral, ocorrem em locais com maiores ocorrências de frenagem ou aceleração dos veículos.

Figura 15 - Ondulação



Fonte: UNIMONTES. Disponível em <http://ppgmcs.unimontes.br/arquivos/enmc/pdfs/336.pdf> >. (Maio, 2016)

2.5.2.3 Escorregamento (do revestimento)

O escorregamento é um movimento horizontal do revestimento, originado pelos esforços tangenciais devido à frenagem e aceleração dos veículos (ver figura 16).

Figura 16 - Escorregamento



Fonte: UNIMONTES. Disponível em <<http://ppgmcs.unimontes.br/arquivos/enmc/pdfs/336.pdf>>. (Maio, 2016)

2.5.2 Mecanismos da desagregação

A desagregação é caracterizada pela perda de agregado por consequência da fratura mecânica do filme do ligante ou pela perda de aderência entre ligante e agregado. Em presença de água este defeito é também denominado arrancamento.

A fratura do ligante no entorno do agregado ocorre quando o ligante torna-se muito endurecido ou o filme pouco espesso, de modo que não haja resistência contra os esforços gerados no pavimento pelos pneus.

O desgaste ocorre quando a viscosidade do ligante diminui devido à evaporação dos óleos mais leves do cimento asfáltico, consequência do aquecimento excessivo na usinagem ou a oxidação durante longa exposição às temperaturas ambientais.

A perda de adesão entre o filme de ligante e o agregado ocorre pela presença de água ou contaminação do agregado. Uma maneira de evitar

que isto suceda é com a utilização de melhoradores de adesividade, tais como a cal hidratada e os sais de amina.

Outra forma de ocorrer a perda de adesão é se o pó existente na superfície do agregado impedir que haja uma ligação adequada com o filme de ligante. Desta forma, o uso de agregado limpo é necessário para evitar que tal defeito suceda.

2.5.3.1 Exsudação

A exsudação pode ser verificada pela ocorrência de manchas no pavimento. Esse defeito compromete a aderência entre o revestimento e os pneus do veículo, especialmente em períodos de chuvas.

Tem por causa a dosagem inadequada da mistura asfáltica, quando esta apresenta teor excessivo de ligante ou índices de vazios baixo, ou ainda, quando a temperatura do ligantes estava acima da especificada durante a mistura.

A exsudação pode ocorrer em qualquer local da superfície do pavimento, sendo mais grave nas trilhas de rodas.

2.5.3.2 Desgaste

O desgaste é caracterizado pela perda dos agregados ou da argamassa fina do revestimento asfáltico (ver figura 17). Pode ter como causa a execução da obra em condições meteorológicas desfavoráveis, redução da ligação entre agregado e ligante, presença de água no interior do revestimento, entre outros.

Figura 17 - Desgaste



Fonte: UNIMONTES. Disponível em <http://ppgmcs.unimontes.br/arquivos/enmc/pdfs/336.pdf> >. (Maio, 2016)

2.5.4. Remendos

O remendo é um local do pavimento onde a estrutura original foi substituída por outro material, devido às falhas causadas pelos defeitos no pavimento.

Os remendos podem ser considerados falhas à medida que causam desconforto para os usuários.

2.5.5 Interações entre defeitos

A fadiga nas camadas tratadas e a deformação das demais camadas são geradas pela repetição de carregamento.

Nos revestimentos realizados sobre camadas granulares a deterioração é controlada pelo nível das deformações específicas de tração ocorridas na face inferior da camada do revestimento e/ou pelas deformações específicas de compressão no topo do subleito.

Nos revestimentos realizados sobre camadas tratadas com aglomerantes (tais como cal ou cimento) a deterioração é inicialmente controlada pela condição das deformações específicas de tração na face inferior da camada tratada e, depois, pelas deformações específicas de compressão causadas no topo do subleito.

A ação das intempéries (chuva e mudança de temperatura) torna o pavimento cada vez mais quebradiço e suscetível ao trincamento e desagregação.

Após o trincamento, com o passar do tempo, há desintegração das bordas das trincas que por consequência desenvolvem o arrebentamento das placas e formação de painéis.

Além disso, as trincas na superfície do revestimento permitem a entrada de água das chuvas, o que acelera o processo de deterioração, reduz a resistência ao cisalhamento dos componentes não tratados e aumenta a velocidade da deformação ocasionada pelo carregamento do tráfego.

O acúmulo das deformações ocorridas na estrutura do pavimento gera o afundamento das trilhas de roda, pela distorção do perfil longitudinal.

2.6 RECUPERAÇÃO DE PAVIMENTOS POR RECICLAGEM

Segundo Luvizão (2014), a reciclagem de pavimentos é uma das formas de aumentar a vida útil de uma rodovia e está sendo implementada em grande escala no Brasil. Ela surgiu em 1915 e apesar

de não ter sido utilizada durante alguns anos, voltou na década de 70, por conta do embargo do petróleo árabe, o que ocasionou um aumento de custo nas construções com ligantes asfálticos novos.

2.6.1 Objetivos da reciclagem

A reciclagem de pavimentos permite solucionar diversos defeitos, de forma mais econômica do que com a reconstrução da estrada.

Dentre os benefícios da reciclagem pode-se citar:

- Conservação do ligante, dos agregados e de energia;
- Preservação do meio ambiente;
- Restauração das condições geométrica existentes.

Embora o ligante envelhecido perca parte de suas propriedades iniciais, ao ser misturado com um asfalto novo ou um agente rejuvenescedor, pode ser reestabelecido. E desta forma pode-se economizar, diminuindo a quantidade necessária de ligante novo.

2.6.2 Seleção da reciclagem

Para optar por reciclar um pavimento ao invés de aplicar outra alternativa de recuperação deve-se observar os seguintes fatores:

- Observação dos defeitos do pavimento;
- Determinação das causas prováveis dos defeitos;
- Informações de projeto e histórico das intervenções de conservação;
- Custos;
- Histórico do desempenho do pavimento;
- Restrições quanto à geometria da rodovia;
- Fatores ambientais;
- Tráfego.

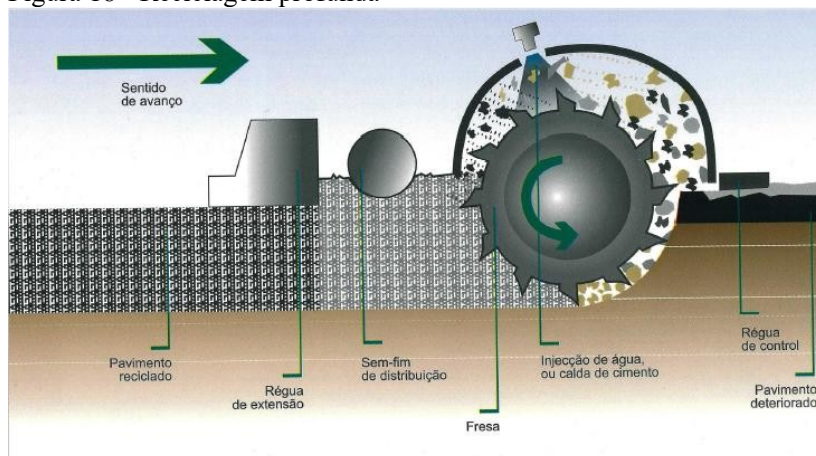
Sendo selecionada a opção de recuperação por meio de reciclagem, deve-se escolher a modalidade. Para tal escolha é considerado a condição da superfície do pavimento, sua capacidade estrutural, a disponibilidade de material virgem, a classe da rodovia, a seção transversal do pavimento, custo, tráfego, etc.

Posteriormente, após a execução da reciclagem, deve ser avaliado o desempenho do pavimento ao longo de sua vida útil, por meio de ensaios de laboratório e de campo. Tais informações devem ser incluídas no Sistema de Gerenciamento de Pavimentos e os dados podem ser usados na decisão de alternativas para futuras recuperações.

2.6.3 Reciclagem profunda

Reciclagem profunda é um processo no qual, por meio da trituração e homogeneização dos materiais existentes no pavimento (revestimento desgastado e parte da base), obtém-se uma estrutura estável capaz de suportar a demanda de tráfego (ver figura 18).

Figura 18 - Reciclagem profunda



Fonte: CABEÇAS, Henrique José Henriques Zacarias. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/7385391-Universidade-de-evora.html>>. (Outubro, 2016)

Luvizão (2014) cita a especificação do DEINFRA/SC-ES-P-09 (2012) para definir reciclagem profunda com adição de cimento:

“A reciclagem profunda de pavimento com adição de cimento Portland tem como objeto a obtenção de uma camada de pavimento “reciclada”, com aproveitamento dos materiais existentes e introdução de cimento Portland e agregados adicionais (quando

necessário), conforme estabelecido no projeto de dosagem da mistura.”

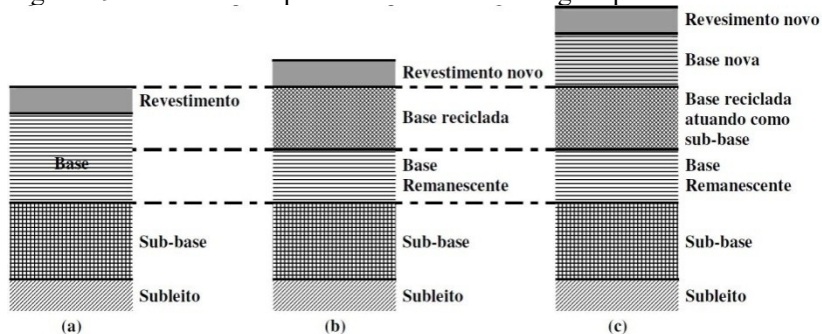
A reciclagem profunda é uma boa opção para recuperação de pavimentos flexíveis deteriorados e com problemas estruturais, pois esta técnica permite reconstruir parcialmente o pavimento antigo, com uma nova camada de base estabilizada de boa qualidade, homogênea, apta a receber a nova camada de revestimento, de modo a proporcionar um novo ciclo de vida útil para o pavimento (OLIVEIRA, 2003).

A técnica de reciclagem profunda pode ser utilizada para tratar trincas em bloco, trincas longitudinais, deformações permanentes de trilhas de rodas, desagregações, buracos, exsudação, etc.

É recomendada para pavimentos com problemas estruturais na base ou sub-base. Para corrigir o subleito, devido, por exemplo, a falta de suporte, o pavimento é triturado e depositado ao lado. Posteriormente o subleito é tratado, e o material triturado é recolado no local (OLIVEIRA, 2003).

A disposição e quantidades de camadas após o pavimento ser reciclado estão tratadas na figura 19. A camada reciclada tanto pode ser transformada em uma nova base ou sub-base, como atuar como um reforço do subleito, quando a estrutura anterior do pavimento for composta apenas de revestimento e base (OLIVEIRA, 2003).

Figura 19 - Camadas do pavimento com a reciclagem profunda



(a) Estrutura original do pavimento;

(b) Estrutura do pavimento após reciclagem – Camada reciclada atuando como base;

(c) Estrutura do pavimento após reciclagem – Camada reciclada atuando como sub-base.

Fonte: OLIVEIRA (2003)

A espessura da camada bem como a sua função dependem da vida útil prevista em projeto, tipo e quantidade de agente estabilizante e a espessura do novo revestimento. Quando a espessura do pavimento deteriorado for muito grande pode ser necessário fresá-lo, de forma a

obter uma espessura adequada a realização da técnica de reciclagem profunda (OLIVEIRA, 2003).

Ainda sobre a fresagem, Oliveira (2003) faz as seguintes considerações:

“Essa fresagem é também feita, às vezes, quando há restrições verticais, como meio fio e canaleta, ou para manter o greide antigo para aplicação de um revestimento asfáltico subsequente. Quanto maior a espessura de capa asfáltica existente, maior será a quantidade de material fresado na mistura reciclada. Normalmente o fresado constitui-se num material de granulometria irregular e com pouca adesão. O excesso desse material poderá prejudicar o comportamento da mistura e, portanto medidas preventivas deverão ser tomadas para evitar problemas futuros” (OLIVEIRA, 2003a, p. 22).

2.6.3.1 Benefícios do uso de reciclagem profunda

Com uso de reciclagem profunda pode-se tratar os mais diferentes tipos de defeitos do pavimento. Além disso, é uma técnica viável e com grandes benefícios ambientais.

Tais benefícios são percebidos na economia de energia e de recursos naturais não renováveis, como o óleo combustível e exploração de novas jazidas, além da reutilização de materiais existentes (OLIVEIRA, 2003).

O processo também traz vantagens para os usuários das rodovias, uma vez que permite a recuperação do pavimento em um único dia, e conseqüentemente não há necessidade de manter o tráfego parado ou desviado por muito tempo (OLIVEIRA, 2003).

Com esta técnica a seção transversal do pavimento pode ser mantida ou ajustada. Além de que, a quantidade de equipamentos necessários para a execução é pequena, logo outra vantagem a ser considerada é a atratividade operacional (OLIVEIRA, 2003).

3 CARACTERIZAÇÃO DOS SEGMENTOS DE ESTUDO

3.1 LOCALIZAÇÃO

Para este trabalho foram analisados os segmentos 01, 02 e 03, pertencentes à rodovia SC-355, localizados no município de Jaborá em Santa Catarina (ver figura 20). A rodovia SC-355 possui 169,16 km de extensão, conecta o município Concórdia a Lebon Régis e está compreendida entre a BR-153 e a BR-282. A restauração contemplou a reciclagem com adição de cimento do revestimento e parte da base.

Tal rodovia tem sua importância por atender dois polos econômicos do Meio-Oeste do Estado, onde são transportados, por caminhões, grãos, maçãs e produtos industrializados.

Figura 20 - Localização do município de Jaborá



Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Jabor%C3%A1> (Agosto, 2016)

O segmento 01 tem como início à estaca 2+300 e término à estaca 3+000, enquanto o segmento 02 inicia na estaca 4+800 e termina na 5+500, o segmento 03 está localizado entre as estacas 8+100 e 8+800. Cada segmento possui 700 metros de extensão, totalizando um objeto de estudo de 2100 metros, que representa cerca de 1,2% da extensão da rodovia SC-355. Quando os segmentos foram definidos, durante a construção, em 2013 eram um pouco maiores, possuindo 1200 metros

de extensão cada (ver figura 21). Ressalta-se que eles foram encurtados com intuito de diminuir os custos da avaliação.

Figura 21 - Localização da SC-355 e dos segmentos com suas extensões originais



Fonte: LUVIZÃO (2014)

As fotografias das figuras 22, 23 e 24 mostram os três segmentos de estudo dois anos após a abertura ao tráfego.

Figura 22 - Segmento 01 – após a restauração



Fonte: LUVIZÃO (2014)

Figura 23 - Segmento 02 – após a restauração



Fonte: LUVIZÃO (2014)

Figura 24 - Segmento 03 – após a restauração



Fonte: LUVIZÃO (2014)

3.2 CONDIÇÕES ESTRUTURAIS E FUNCIONAIS ANTERIORES A RESTAURAÇÃO

Os principais defeitos encontrados nos segmentos antes da restauração foram (ver figura 25):

- Trincas por fadiga tipo couro de jacaré (JE), encontrada em quase toda a extensão dos segmentos;
- Fendas FC – 3 com aberturas superiores a 1,0 mm e com erosão nas bordas;
- Desgaste da superfície (D), presente em toda a extensão dos 3 segmentos;
- Pannels (P);
- Remendos superficiais (RS).

Figura 25 - Principais defeitos encontrados na rodovia na região dos segmentos



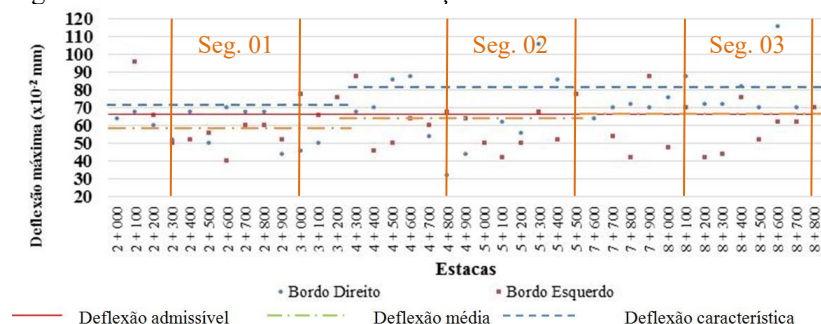
Fonte: LUVIZÃO (2014)

Antes de realizar a intervenção, foi feito um levantamento deflectométrico com uso da Viga Benkelman de acordo com o método DNER ME 024 (DNER, 2006). O levantamento deflectométrico apresentou valores de deflexão máxima média entre 60 e 68 x 10⁻² mm.

A deflexão admissível foi determinada através do modelo do método de restauração PRO 011 (DNIT, 1979), relacionando a deflexão admissível com o valor do N_{8,2 ton}, previsto para o novo período de projeto.

A figura 26 apresenta as deflexões máximas encontradas nos segmentos monitorados antes da intervenção.

Figura 26 - Deflexão antes da intervenção



Fonte: Adaptado de LUVIZÃO (2014)

3.3 PROCESSO CONSTRUTIVO E MATERIAIS EMPREGADOS

Os dados e informações contidos nesse e nos próximos tópicos referentes aos anos de 2013 e 2014, foram retirados da dissertação de mestrado de autoria de Gislaíne Luvizão realizada em 2014.

A reciclagem da rodovia teve início em 2013. O processo utilizou de adição de 15% de pó para composição da granulometria e adição de 2,7% em peso de cimento para os segmentos 01 e 02 e 3% para o segmento 03. O revestimento existente (camada de 8,5 cm de altura) foi triturado junto com parte da base (camada de 9,5 cm de altura). Após a reciclagem o trecho permanecia fechado ao tráfego por três dias para a execução da camada de tratamento superficial. Posteriormente, era aberto ao tráfego por cerca de 20 a 30 dias, para por fim, executar o revestimento. Foi implementada uma camada de massa fina com espessura de 3,0 cm e revestimento em asfalto-borracha com 5,0 cm de espessura. O trecho foi aberto ao tráfego em dezembro de 2013.

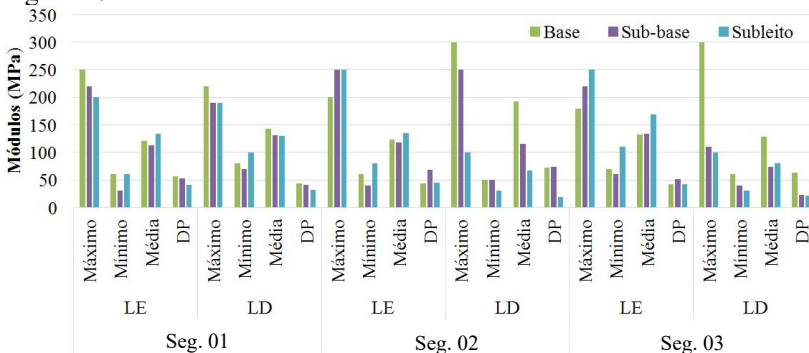
Na rodovia SC 355 a liberação ao tráfego ocorreu no mesmo dia ou no dia posterior a execução do tratamento superficial da camada reciclada, tendo por consequência um ganho significativo na produtividade e um menor impacto no trânsito. No entanto, havia dúvida em relação a eficiência da ação do cimento na estabilização da camada reciclada no revestimento reciclado sujeito ao tráfego com poucos dias de cura.

Para determinar as espessuras das camadas do revestimento foi realizada sondagem a cada 100 metros. Os resultados obtidos variaram bastante (5,0 a 16,0 cm), uma vez que vários trechos haviam sido recapeados e apresentaram espessura elevada. Para que a relação revestimento/base não ultrapassasse 1,0 durante a trituração foi feita uma pré-fresagem em alguns trechos.

Para a camada de sub-base foram encontradas espessuras de 6 a 27 cm. Locais com espessura muito pequena apresentaram total contaminação com material argiloso, oriundo do bombeamento de finos. O segmento 1 apresentou maiores espessuras (20,4 cm) e melhores condições, visto que o material de subleito é mais granular (rocha decomposta), reduzindo assim o bombeamento do subleito. O segmento 3 foi o que apresentou menores espessuras com valor médio de 16,4 cm. Também foi o segmento em que surgiram mais problemas após a reciclagem.

Com os dados de espessura e características dos materiais coletados obteve-se, através da retroanálise (empregando-se o programa *Elsym5*), os módulos das camadas de suporte do pavimento (ver figura 27).

Figura 27 - Módulos retroanalizados da estrutura existente



LE = lado esquerdo; LD = lado direito; DP = desvio padrão.

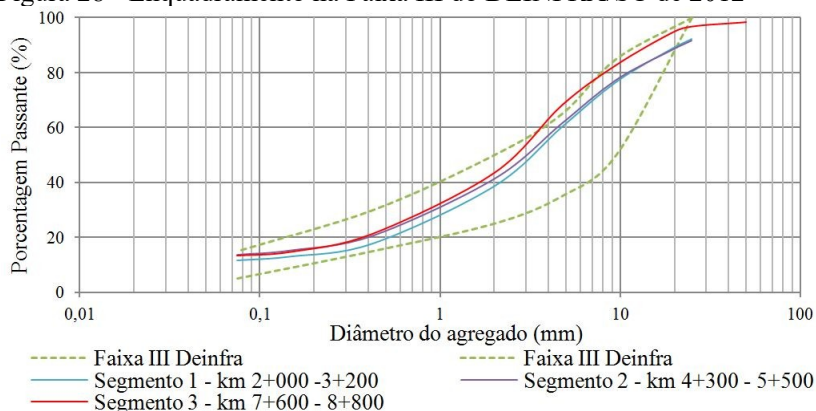
Fonte: Adaptado de LUVIZÃO (2014)

3.3.1 Processo executivo da reciclagem

3.3.1.1 Taxa de aplicação do agregado virgem

Para o enquadramento granulométrico na faixa III do DEINFRA/SC de 2012 (ver figura 28), foi necessário a adição de 15% de agregado virgem. A Figura 29 apresenta a distribuição do agregado (pó de pedra) com auxílio de uma vibroacabadora. A verificação da taxa era feita de duas formas: a primeira através da medição da espessura de espalhamento e a segunda, mais precisa, pelo método da bandeja.

Figura 28 - Enquadramento na Faixa III do DEINFRA/SC de 2012



Fonte: LUVIZÃO (2014)

Figura 29 - (a) Distribuição do agregado virgem, (b) verificação da taxa de aplicação



Fonte: LUVIZÃO (2014)

3.3.1.2 Taxa de aplicação do cimento

O cimento utilizado foi o tipo CP II F 32 (Itambé). Foi distribuído com caminhão, com controle digital de espalhamento. O controle da taxa de aplicação foi realizado pelo método da bandeja, intercalando-se o local de obtenção da taxa, entre a borda e o centro do caminhão (ver figura 30). O controle era realizado a cada 100 metros.

Figura 30 - (a) Espalhamento do cimento, (b) Verificação da taxa de aplicação do cimento

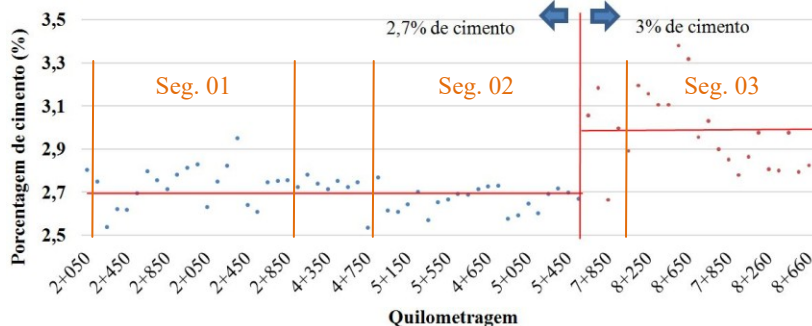


Fonte: LUVIZÃO (2014)

A figura 31 apresenta a variação da porcentagem de cimento ao longo dos segmentos. Os dois primeiros segmentos foram executados com 2,7% de cimento enquanto o terceiro segmento foi executado com 3%.

Nos dois primeiros segmentos monitorados, a variação do teor de cimento foi em torno de 0,2 pontos percentuais para mais e para menos, enquanto que no terceiro segmento, chegou a 0,3 pontos percentuais. A taxa de aplicação do cimento sempre foi constante, porém devido a variação na espessura de corte da camada reciclada houveram diferenças de porcentagens de cimento. Taxas maiores, além de aumentar a rigidez e a resistência do material reciclado, aumenta o custo para execução da restauração, podendo provocar fissurações na camada reciclada.

Figura 31 - Porcentagem de cimento lançado ao longo dos segmentos



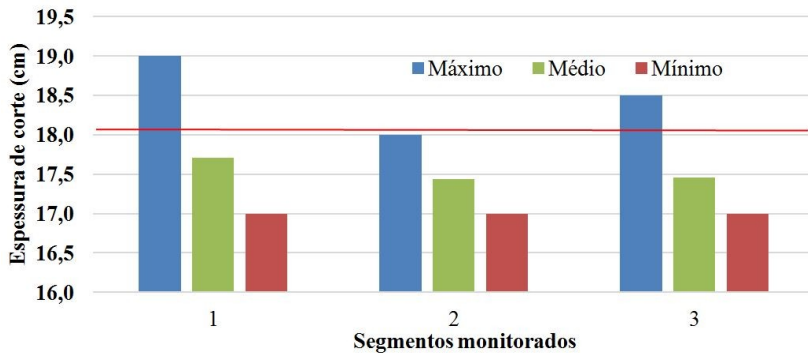
Fonte: Adaptado de LUVIZÃO (2014)

3.3.1.3 Espessura de corte do material reciclado

A espessura de corte que a recicladora atinge, interfere na maioria dos parâmetros avaliados na pesquisa, pois a porcentagem de cimento e pó de pedra está diretamente relacionada com esta espessura. Quanto maior a espessura de corte para uma mesma taxa de aplicação, menor será a porcentagem de cimento e pó de pedra. Portanto, se projetado com uma determinada espessura e executada com outra, pode interferir na vida útil e no desempenho da camada.

A cada 100 metros de camada reciclada foi aferida a espessura de corte com auxílio de uma trena. A localização do ponto de inspeção foi sempre no eixo da pista, tendo como referência a pista existente do outro bordo. A figura 32 apresenta a espessura de corte em cada segmento, comparando-a com a projetada (linha vermelha).

Figura 32 - Espessura da camada de corte (revestimento mais parte da base)



Fonte: LUVIZÃO (2014)

Pode-se verificar que as espessuras de corte médias ficaram abaixo do especificado nos três segmentos monitorados. A maioria dos pontos com espessura de corte inferior deve-se à pequena espessura da base mais revestimento, ocasionando o contato do tambor da recicladora com a sub-base (em macadame seco).

Espessuras de corte menores acarretam em porcentagens de revestimento asfáltico superior a 50% da mistura total podendo prejudicar o desempenho mecânico da mistura reciclada em função da sua rigidez ou resistência alcançada. Em contrapartida, espessuras de corte menores, porém com taxas de aplicação de cimento iguais, irão proporcionar uma adição superior a projetada, enrijecendo a camada e podendo levar a uma maior incidência de trincas de retração. A tabela 3 apresenta a relação entre a camada de revestimento e a espessura de base reciclada.

Tabela 3 - Relação entre a espessura do revestimento e da base reciclada.

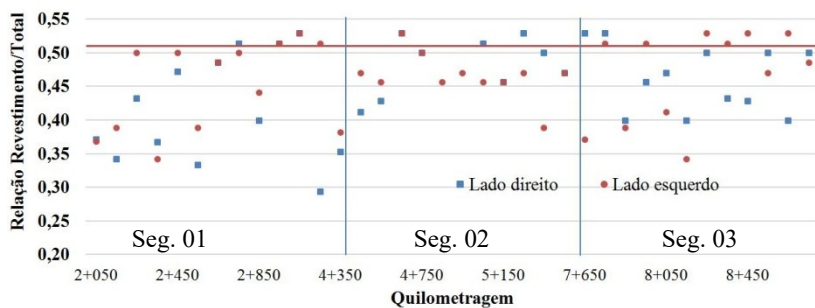
Segmento	LD		LE	
	Média	DP	Média	DP
1	0,79	0,30	0,88	0,23
2	1,01	0,43	0,91	0,25
3	0,87	0,17	1,02	0,39

LE = lado esquerdo; LD = lado direito; DP = desvio padrão.

Fonte: LUVIZÃO (2014)

Valores da relação revestimento/base superiores a 1, representam maior quantidade de material do revestimento que da base. Oliveira (2003) recomenda a utilização de no máximo 50% de revestimento em relação à espessura total reciclada, de forma a proporcionar maior resistência à mistura. A Figura 33 apresenta a porcentagem de revestimento presente na mistura reciclada ao longo de cada segmento.

Figura 33 - Relação da espessura do revestimento com a espessura total reciclada



Fonte: Adaptado de LUVIZÃO (2014)

Observando-se os valores da figura 33, verifica-se que o lado direito do segmento 02 e o lado esquerdo do segmento 03 foram os que apresentaram maior variabilidade sendo também os únicos dois locais que apresentam valores médios de revestimento superiores a 50% da mistura reciclada.

3.3.1.4 Tratamento superficial

Após a reciclagem da camada, a pista permaneceu fechada três dias. Durante este tempo foi aplicado o tratamento superficial da camada, empregando-se emulsão polimerizada. O controle das taxas de emulsão e pedrisco foi feita através do método da bandeja. Após o espalhamento do pedrisco foi feita a compressão do pedrisco com um rolo liso sem vibração. Na sequência, a pista era aberta ao tráfego por período variável de 20 a 30 dias, conforme andamento do serviço.

3.4 DIMENSIONAMENTO DA SEÇÃO TIPO DO PAVIMENTO

O projeto de restauração da rodovia foi realizado pela empresa SOTEPALtda, no ano de 2011. O levantamento de tráfego foi feito com base em dados obtidos pelo DNIT para as rodovias federais próximas. O valor do número N foi estimado em 1×10^7 , por meio do método USACE, para um período de projeto de 10 anos. O relevo foi considerado ondulado, a superelevação máxima foi de 10,56% e a velocidade de projeto de 60 km/h. Para os locais onde não seria modificado a geometria, a faixa de tráfego reciclada foi limitada em 3,30 metros de largura e o acostamento em 1,20 metros (LUVIZÃO, 2014).

Para este projeto o revestimento asfáltico foi subdividido em duas camadas: uma de agregados finos com 3,0 cm de espessura e outra de CAUQ (Concreto Asfáltico Usinado à Quente) com asfalto-borracha com 5,0 cm de espessura. A granulometria da camada de agregados era composta por 50% de pedrisco, 48% de pó de pedra e 2% de cal, com teor de 6,4% de ligante asfáltico, atendendo a Faixa C da especificação DEINFRA/SC-ES-P-05B/05. A compactação da camada foi executada com 12 passadas de rolo de pneu e 8 passadas do liso. O controle de temperatura era verificado na usina, na caçamba (antes da descarga), na mesa da vibroacabadora e no espalhamento.

A camada de rolamento, executada com CAUQ com asfalto-borracha, era composta por 20% de brita I, 30% de pedrisco, 48% de pó de pedra, 2% de cal, sendo sua granulometria classificada como faixa D da especificação do DEINFRA/SC-ES-P-05B/05. A porcentagem de ligante foi diferenciada para os segmentos: para o segmento 01 e 02 utilizou-se 6% de *Ecoflex* enquanto que para o segmento 03 utilizou-se 5,8% (teor de projeto). A camada de revestimento foi executada da mesma forma que na massa fina e com a mesma quantidade de passadas dos rolos (ver figura 34).

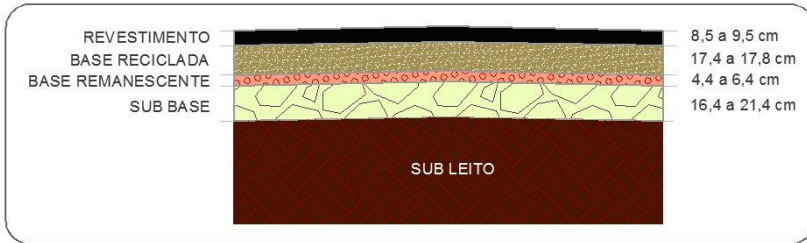
Figura 34 - (a) verificação da espessura de lançamento (b) compactação da camada de rolamento



Fonte: LUVIZÃO (2014)

A camada reciclada, por sua vez, possui espessura de aproximadamente 17,6 cm. A figura 35 ilustra as espessuras e componentes das camadas do pavimento reciclado. Seus dados foram retirados de Luvizão (2014).

Figura 35 - Seção tipo de pavimentação



Fonte: Autoria própria

3.5 CARACTERIZAÇÃO DA MISTURA ASFÁLTICA

3.5.1 Dano por Umidade Induzida

Para verificar a eficiência da mistura asfáltica com a variação extrema das condições ambientais, submeteu-se corpos de prova ao ensaio de dano por umidade induzida (ensaio Lottman), segundo a norma NBR 15617 (ABNT, 2011).

Para cada mistura moldou-se um conjunto de 6 corpos de prova por dia de trabalho em campo e por segmento monitorado. A tabela 4 e a figura 36 apresentam os valores obtidos no ensaio de dano por umidade induzida para a camada de massa fina e a de CAUQ. Na figura, a linha vermelha representa o valor mínimo da resistência sustentada recomendado pelo DNIT.

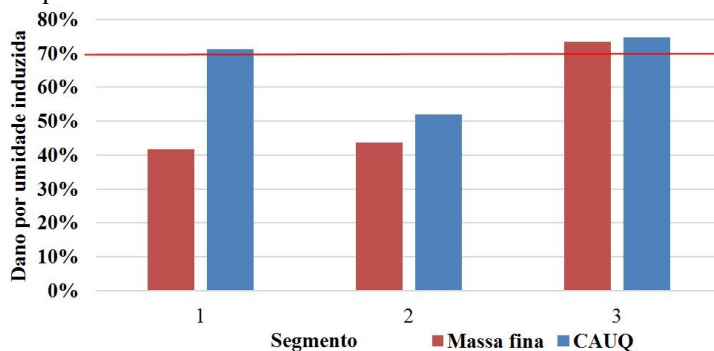
Tabela 4 - Dano por umidade induzida – Moldado

Massa fina	Condicionado		Não Condicionado		Dano por umidade (%)
Segmento	Vv (%)	RT (MPa)	Vv (%)	RT (MPa)	
1	8,0	0,26	8,0	0,61	41,7
2	6,2	0,36	6,2	0,83	43,8
3	7,5	0,43	7,3	0,58	73,4
CAUQ	Condicionado		Não Condicionado		Dano por umidade (%)
Segmento	Vv (%)	RT (MPa)	Vv (%)	RT (MPa)	
1	6,6	0,51	6,8	0,72	71,2
2	6,6	0,45	6,1	0,87	51,9
3	6,7	0,64	6,6	0,85	74,7

Vv = volume de vazios; RT = resistência a tração.

Fonte: LUVIZÃO (2014)

Figura 36 - Resultado do ensaio de dano por umidade induzida. Corpos de prova Moldados



Fonte: LUVIZÃO (2014)

Os valores obtidos no ensaio de dano por umidade induzida em corpos de prova moldados em laboratório mostram que a mistura asfáltica massa fina nos segmentos 01 e 02, não atende à especificação de serviço, com valores abaixo de 70%. Para a mistura asfáltica de CAUQ, os segmentos 1 e 3 apresentam valores acima no mínimo estipulado em projeto, enquanto no segmento 02, obteve-se valor de 52%.

Entretanto, em corpos de prova extraídos em campo com sonda rotativa, os valores de dano por umidade induzida se apresentaram um pouco acima dos valores obtidos em laboratório. É possível que em campo o processo industrial de usinagem pode melhorar a interação dos agregados com o ligante e a cal se comparado com o processo artesanal de homogeneização em laboratório. Ressalta-se, todavia, que os corpos de prova extraídos apresentavam porcentagem de vazios menor que 5%.

A tabela 5 apresenta os resultados obtidos com corpos de prova extraídos em campo. Eles eram compostos por uma camada de aproximadamente 5 cm de CAUQ e uma camada variável de massa fina com aproximadamente 1,5 cm.

Tabela 5 - Resultado do ensaio de dano por umidade induzida (DUI). Corpos de prova extraídos

Segmento	DUI (%)
1	63,7%
2	93,4%
3	82,8%

Fonte: LUVIZÃO (2014)

De acordo com os resultados obtidos, no segmento 01 a resistência sustentada não alcança o valor recomendado pelo DNIT enquanto que nos segmentos 02 e 03, ela atenderia.

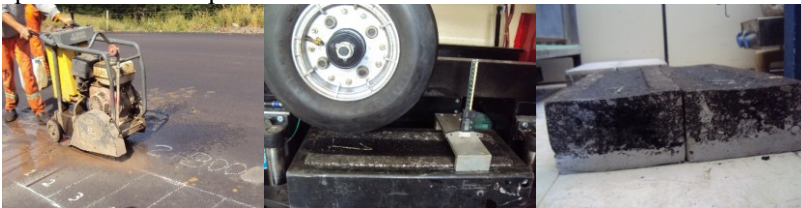
3.5.2 Deformação permanente

Para a determinação da deformação permanente, foram extraídas duas placas por segmento monitorado. Posteriormente as placas foram retificadas até dimensões de 18 cm de largura por 50 cm de comprimento.

Como as placas foram retiradas contendo a camada de massa fina mais a de revestimento, a espessura total ficou entre 7 e 9 cm, foi necessário, então, o preenchimento desta espessura com argamassa no traço 1:2,5 em volume (1 de cimento para 2,5 de pó de pedra e areia) para que os corpos de prova se adaptassem aos moldes de ensaio.

O ensaio de deformação seguiu as prescrições da norma AFNOR NF P 98-254-1 (1993). A temperatura de ensaio foi a 60° C. As leituras de deformação foram feitas após 100, 300, 1.000, 3.000, 10.000 e 30.000 ciclos. A Figura 37 mostra o corte das placas, a execução do ensaio no simulador de tráfego e a aparência de duas placas após os ensaios.

Figura 37- Corte das placas, a execução do ensaio no simulador e a aparência de duas placas



Fonte: LUVIZÃO (2014)

O Quadro 5 e a figura 38 apresentam os resultados obtidos. Para cada segmento foram ensaiadas duas placas. De acordo com a norma francesa, o valor da porcentagem de deformação representa a relação entre o valor da trilha de roda média medida e a espessura média da placa. Ainda em relação a aquela norma, para tráfego pesado, a porcentagem máxima de deformação admitida seria de 5%.

A partir dos resultados obtidos, pode-se admitir que a mistura asfáltica executada não deverá apresentar problemas quanto a

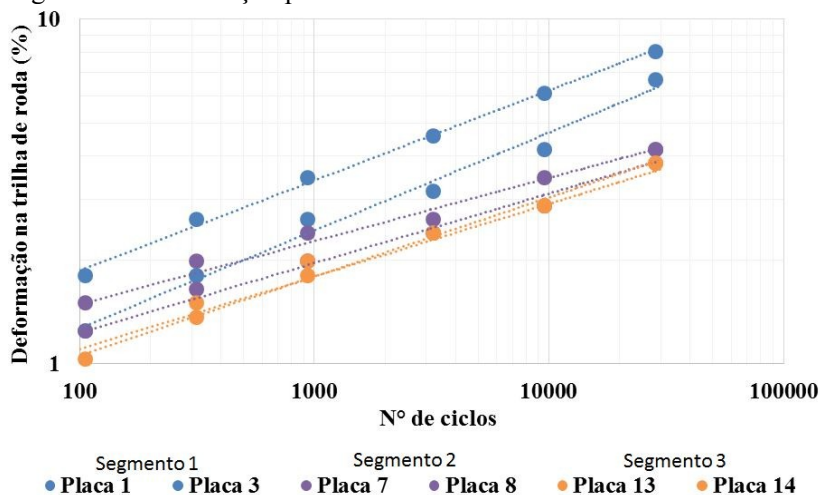
deformação permanente, exceto no segmento 1 onde se poderá esperar alguma deformação, muito embora o tráfego estimado para a rodovia no período de projeto não seja pesado.

Quadro 5 - Resultados do ensaio de deformação permanente

Segmento	1		2		3	
Placa	1	3	7	8	13	14
Altura média, mm	68,9	72,8	77,5	79,6	83,3	84,6
Volume de vazios (%)	3,3	3,7	3,93	3,77	3,57	3,04
Ciclos	Deformação na trilha de roda (%)					
100	1,81	1,22	1,45	1,19	0,97	1,02
300	2,51	1,78	1,89	1,62	1,42	1,46
1000	3,46	2,56	2,29	2,02	1,88	1,89
3000	4,70	3,27	2,72	2,35	2,46	2,32
10000	6,20	4,38	3,40	2,93	2,93	2,76
30000	8,04	6,65	4,31	4,09	3,76	3,64

Fonte: LUVIZÃO (2014)

Figura 38 - Deformação permanente

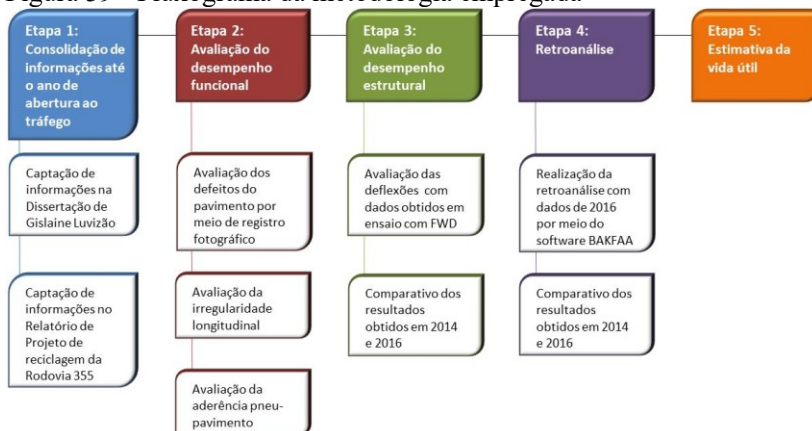


Fonte: LUVIZÃO (2014)

4 MÉTODO DO TRABALHO

A figura 39 apresenta as etapas que constituem o desenvolvimento deste trabalho. Ao todo são cinco etapas, subdivididas em alguns tópicos principais.

Figura 39 - Fluxograma da metodologia empregada



Fonte: Autoria própria

No decorrer deste capítulo serão descritas as etapas de avaliação do desempenho funcional e de avaliação do desempenho estrutural.

4.1 AVALIAÇÃO FUNCIONAL DO PAVIMENTO

4.1.1 Irregularidade longitudinal

Em maio de 2016, 29 meses após a abertura ao tráfego, a empresa BR Distribuidora SA efetuou a medição da irregularidade longitudinal dos segmentos, por meio do equipamento perfilômetro a laser, para cada segmento por sentido de fluxo de trânsito.

Perfilômetro a laser é um equipamento que mede os desvios altimétricos da superfície do pavimento em relação a um perfil ideal, por meio de sensores a *laser* que aferem sem contato direto com a superfície. O aparelho consiste em uma viga de alumínio que pode ser instalada na parte dianteira ou traseira de um veículo (ver figura 40). O modelo usado no ensaio foi o *Ciberlaser 5M*, que possui cinco módulos

de laser, dos quais três são responsáveis pela medição da irregularidade longitudinal do pavimento.

O veículo com o perfilômetro pode ser conduzido com velocidade entre 30 km/h e 100 km/h, de forma a não prejudicar o tráfego da via durante a realização do ensaio. Os dados são obtidos em tempo real.

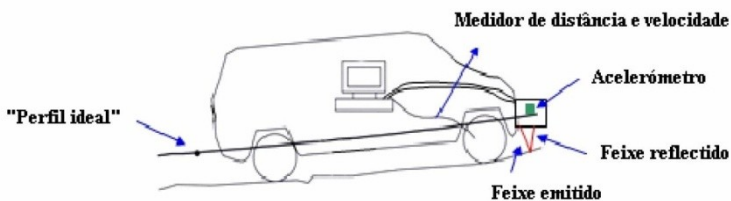
Além da viga com os sensores o equipamento possui um sistema de medição de distância e velocidade, acelerômetros e um computador de aquisição de dados. Os acelerômetros são usados para medir a velocidade vertical do veículo e com isso determinar os deslocamentos nesse sentido (ver figura 41).

Figura 40 - Perfilômetro laser em dianteira e traseira de veículos



Fonte: NATIONAL INSTRUMENTS. Disponível em:
 <<http://sine.ni.com/cs/app/doc/p/id/cs-16037>>. (Setembro, 2016) e
 ENGENHARIA PORTUGAL. Disponível em:
 <<http://www.engenhariaportugal.com/o-perfilometro-laser-da-estradas-de-portugal>>. (Setembro, 2016)

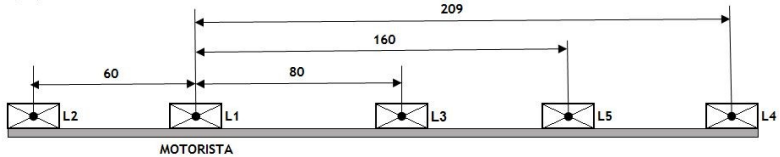
Figura 41 - Funcionamento de um perfilômetro a laser



Fonte: ALVES. Metodologias de auscultação de pavimentos rodoviários (2007)

A figura 42 ilustra o posicionamento dos módulos a laser para a realização das medições em todos os segmentos e sentidos. Os módulos dos quais obtém-se as leituras são os três centrais: L1, L3 e L5.

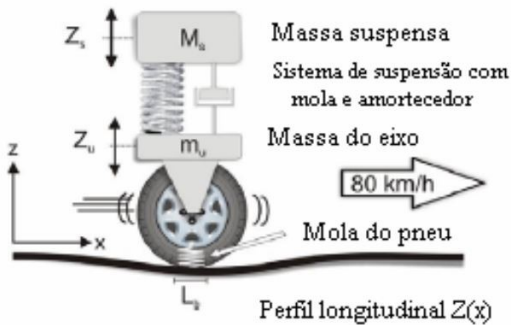
Figura 42 - Posição e distância entre os módulos a laser



Fonte: Relatório de Projeto de Reciclagem da Rodovia 355

As planilhas de levantamento com perfilômetro (ver anexo A) contêm dados tanto em IRI (km) quanto em QI (cont./km). O Índice de Irregularidade Internacional (IRI) é um indicador da irregularidade longitudinal da superfície do pavimento e tem por base um modelo matemático que representa a reação de um pneu numa suspensão de um veículo a uma velocidade de 80 km/h (ver figura 43).

Figura 43 - Modelo de IRI



Fonte: ALVES. Metodologias de auscultação de pavimentos rodoviários (2007)

O Quociente de Irregularidade (QI) é expresso em contagens por quilometro e é o índice de irregularidade oficial do país. Segundo o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT IRI e QI são conceitos bastante similares que podem ser relacionados por meio da equação 7.

$$QI = 13 * IRI \quad (7)$$

O quadro 6 foi retirada do manual do DNIT e conceitua faixas de valores para IRI e QI.

Quadro 6 - Valores indicadores de irregularidade

Conceito	Irregularidade	
	QI (cont./km)	IRI (m/km)
Excelente	13-25	1-1,9
Bom	25-35	1,9 - 2,7
Regular	35-45	2,7 - 3,5
Ruim	45-60	3,5 - 4,6
Péssimo	> 60	> 4,6

Fonte: DNIT (2006)

4.1.2 Levantamento dos defeitos de superfície

Defeitos de superfície são os danos e deteriorações da superfície de um pavimento que podem ser vistos a olho nu.

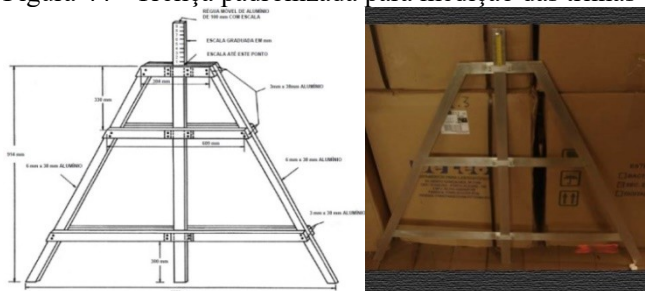
Por sua vez, a superfície de avaliação é definida como a área compreendida por uma seção três metros após e outra seção três metros antes da estação considerada, com a largura delimitada pelas bordas da faixa de tráfego (DNIT 006/2003 – PRO).

Para a avaliação da condição do pavimento deve-se utilizar a norma DNIT 006/2003 – PRO, enquanto a norma DNIT 005/2003 – TER, deve ser usada como definição das terminologias dos tipos de defeitos.

A norma de avaliação da superfície dos pavimentos define que para rodovias de pista única deve-se avaliar as duas faixas de tráfego.

Para o levantamento dos defeitos o DNIT infere o uso de uma trelça alumínio de 1,20 metros de comprimento com uma régua móvel instalada em seu ponto médio para a medição em milímetros das trilhas de rodas (ver figura 44). Porém, neste trabalho, o levantamento das trilhas de rodas foi feito com perfilômetro a *laser*, durante a medição da irregularidade longitudinal.

Figura 44 - Treliça padronizada para medição das trilhas de rodas

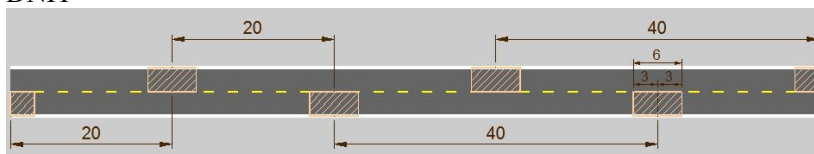


Fontes: a) DNIT 006/2003 – PRO

b) <http://www.solocap.com.br/detalhe.asp?idcod=TRELI%C7A%20PARA%20MEDI%C7%C3O%20DE%20PROFUNDIDADE> (Outubro, 2016)

Para pista simples as superfícies de avaliação devem estar espaçadas de 20 metros, intercaladas entre as duas faixas de rolamento, de forma que em cada faixa a superfícies estejam espaçadas a cada 40 metros (ver figura 45).

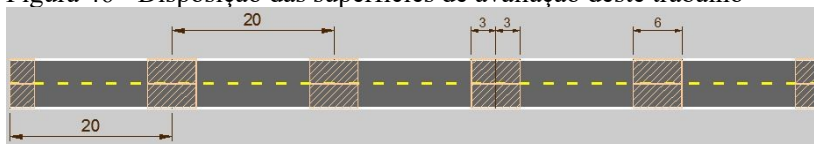
Figura 45 - Disposição das superfícies de avaliação de acordo com o DNIT



Fonte: Autoria própria

No caso deste trabalho, foram definidas superfícies de avaliação para todas as estacas, ou seja, as superfícies foram espaçadas de 20 em 20 metros para cada faixa, totalizando 72 seções amostrais por segmento (ver figura 46). Tal método não está em desacordo com a norma do DNIT, apenas torna a avaliação mais detalhada do que esta, pois aumenta o número de seções amostrais.

Figura 46 - Disposição das superfícies de avaliação deste trabalho



Fonte: Autoria própria

A medição das flechas deve ser feita com a treliça metálica nas trilhas de rodas internas (TRI) e externas (TRE).

Além das anotações de medição das trilhas de rodas deve ser feito um inventário com todos os defeitos encontrados em cada superfície de avaliação.

Neste trabalho, alguns defeitos fora das superfícies de avaliação definidas na figura 46, porém dentro do segmento homogêneo, foram considerados no inventário de superfície, sendo anotados na estação mais próxima da ocorrência. Desta forma a avaliação realizada neste trabalho é mais crítica do que a prevista na norma do DNIT.

Posteriormente, deve ser calculada a frequência absoluta e relativa para cada tipo de defeito. A frequência absoluta é o número de vezes que cada ocorrência foi verificada, enquanto a frequência relativa pode é obtida pela equação:

$$f_r = \frac{f_a * 100}{n} \quad (8)$$

onde:

- f_r = frequência relativa;
- f_a = frequência absoluta;
- n = número de estações inventariadas

Para as rodovias de pista simples, a média e a variância (s^2) das flechas das trilhas de rodas devem ser calculadas para as duas faixas de tráfego, utilizando as seguintes equações:

$$x = \frac{\sum x_i}{n} \quad (9)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x)^2}{n - 1}} \quad (10)$$

onde:

- x = média aritmética dos valores das flechas obtidas nas TRE e TRI;
- x_i = valores individuais das flechas;
- s = desvio padrão dos valores das flechas medidas;
- s^2 = variância.

Para cada defeito encontrado deve ser calculado o IGI (Índice de Gravidade Individual), por meio da equação:

$$IGI = f_r * f_p \quad (11)$$

onde:

- f_r = frequência relativa;
- f_a = fator de ponderação obtido na tabela 6.

Tabela 6 - Fator de ponderação

Ocorrência Tipo	Codificação de ocorrências de acordo com a Norma DNIT 005/2002-TER "Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia" (ver item 6.4 e Anexo D)	Fator de Ponderação f_p
1	Fissuras e Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	0,2
2	FC-2 (J e TB)	0,5
3	FC-3 (JE e TBE) NOTA: Para efeito de ponderação quando em uma mesma estação forem constatadas ocorrências tipos 1, 2 e 3, só considerar as do tipo 3 para o cálculo da frequência relativa em percentagem (f_r) e Índice de Gravidade Individual (IGI); do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências tipos 1 e 2 em uma mesma estação, só considerar as do tipo 2.	0,8
4	ALP, ATP e ALC, ATC	0,9
5	O, P, E	1,0
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Fonte: DNIT 006/2003 – PRO

Por fim, deve ser calculado o IGG (Índice de Gravidade Global) por meio da equação:

$$IGG = \sum IGI \quad (12)$$

onde:

- $\sum IGI$ = somatório dos Índices de Gravidade Individuais. O índice de Gravidade Global deve ser calculado para cada trecho homogêneo.

Com o valor de IGG obtido, pode-se utilizar a tabela de classificação do DNIT para obter o conceito de degradação do pavimento (ver quadro 7).

Quadro 7 - Conceitos de degradação do pavimento

Conceitos	Limites
Ótimo	$0 < IGG \leq 20$
Bom	$20 < IGG \leq 40$
Regular	$40 < IGG \leq 80$
Ruim	$80 < IGG \leq 160$
Péssimo	$IGG > 160$

Fonte: DNIT 006/2003 – PRO

4.1.3 Aderência pneu-pavimento

Neste trabalho, o equipamento utilizado no ensaio de aderência pneu-pavimento foi o *GripTester* (ver figura 47). Este equipamento procura simular o atrito quando o pavimento se encontra exposto à chuva. Para tanto, é liberado água a uma vazão constante na frente da “roda teste” do equipamento, suficiente para criar uma película no pavimento.

Figura 47 - *GripTester*



Fonte: <http://dynatest.com.br/produto.asp?produtoAtivo=22> (Outubro, 2016)

O coeficiente de atrito entre duas superfícies é dado pela natureza de cada uma dessas superfícies e pela força normal atuante no contato. A equação 13 é usada pelo equipamento *GripTester* para medir o coeficiente de atrito, ou o GN (*Grip Number*).

$$GN = \frac{F_V}{F_h} \quad (13)$$

onde:

- GN = Grip Number (coeficiente de atrito);
- F_v = Força vertical;
- F_h = Força horizontal.

4.2 AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO

4.2.1 Levantamento e análise das deflexões

No ano de 2014, no qual a rodovia foi aberta ao tráfego, realizaram-se as medições das deflexões dos segmentos com auxílio de Viga *Benkelman* de acordo com o método DNER ME 024 (DNER, 2006). As figuras 68, 70 e 72, apresentadas no capítulo 5, mostram os resultados obtidos e foram elaboradas por LUVIZÃO (2014). A reta horizontal vermelha indica a deflexão admissível estabelecida em projeto de 38×10^{-2} mm.

Em maio de 2016, dois anos após a abertura ao tráfego, foram realizados os levantamentos deflectométricos dos segmentos em ambas as faixas utilizando o equipamento deflectômetro de impacto FWD da marca KUAB, com raio de placa de 15 cm (ver figura 48).

Figura 48 - Equipamento utilizado para a medição das deflexões



Fonte: <http://www.cdb.sk/files/documents/cestna-databanka/kuab-fwd-50/kuab150.jpg> (Outubro, 2016)

Em cada estaca, os sensores D0, D1, D2, D3, D4, D5 e D6 realizaram a leitura, estando distantes do ponto de aplicação da carga, respectivamente de 0 cm, 20 cm, 30 cm, 45 cm, 60 cm, 90 cm e 120 cm.

4.2.2 Raios de curvatura

O raio de curvatura da bacia de deflexão indica o arqueamento da bacia em seu trecho mais crítico. Em geral, ele é calculado tendo por ponto de referência a deflexão a 25 cm do centro da carga de aplicação (DNIT, 2006):

$$R = \frac{(10 \cdot x^2)}{2 \cdot (d_0 - d_x)} \quad (14)$$

onde:

- R = raio de curvatura (m);
- X = distância ao centro da carga (cm);
- d_0 = deflexão máxima (x 0,01 mm);
- d_x = deflexão no ponto considerado (x 0,01 mm).

Neste trabalho foram avaliadas 166 bacias de deflexão. Segundo o manual de restauração de pavimentos do DNIT (2006), um raio de curvatura pequeno indica arqueamento elevado da deformada, denotando uma condição estrutural crítica. Embora cada estrutura apresente características particulares e sejam necessários maiores estudos para definir valores limites de arqueamento das bacias de deflexão, adota-se como valor crítico geral, de um raio de curvatura, valores inferiores a 100 metros.

4.2.3 Retroanálise

Com o objetivo de estimar os valores de módulos das camadas do pavimento para posteriormente se estimar a vida útil da estrutura, neste trabalho realizou-se quatro métodos para o cálculo da retroanálise:

- Com uso do *software BAFKAA* e dados de entrada de todas as camadas do pavimento;
- Com uso do *software BAFKAA* e união das camadas de base remanescente com sub-base;
- Com uso do *software BAFKAA* e união das camadas de base remanescente, sub-base e subleito;
- Com uso do *software Elmod6e* união das camadas de base remanescente e sub-base.

Inicialmente, utilizou-se o *software BAKFAA*, desenvolvido pela *Federal Aviation Administration*, para atender as pistas de aviação nos Estados Unidos.

A figura 49 ilustra a tela de abertura do programa. As informações de utilização (comandos e campos a serem preenchidos) do *software* foram retiradas do Trabalho de Conclusão de Curso de autoria de Lídia Carolina da Luz (2015).

Figura 49 - Tela de Abertura do software BAKFAA

BAKFAA - FAA Backcalculation (2.0.0.0) with LEAF (2003.6.11.0)

Layer Nbr	Young's Modulus, PSI	Poisson's Ratio	Interface Parameter (0 to 1.0)	Thickness, in	Layer Changeable
1	200,000	0,35	1,00	5,0000	<input type="checkbox"/>
2	75,000	0,35	1,00	8,0000	<input checked="" type="checkbox"/>
3	40,000	0,35	1,00	12,0000	<input checked="" type="checkbox"/>
4	9,000	0,35	1,00	95,0000	<input checked="" type="checkbox"/>
5	60,000	0,35	1,00	0,0000	<input type="checkbox"/>
6	0	0,00	0,00	0,0000	<input type="checkbox"/>
7	0	0,00	0,00	0,0000	<input type="checkbox"/>
8	0	0,00	0,00	0,0000	<input type="checkbox"/>
9	0	0,00	0,00	0,0000	<input type="checkbox"/>
10	0	0,00	0,00	0,0000	<input type="checkbox"/>

Sensor	1	2	3	4	5	6	7
Offset, in	-12,0	0,0	12,0	24,0	36,0	48,0	60,0
Defin, mil	21,04	31,37	17,58	11,25	8,17	5,91	4,33
Calc, mil							

Loaded Deflection, mil	Unloaded Deflection, mil	Calculated J.T.E., %
31,37		

Legend: — Measured — Calculated

Buttons: Approach, Depart, Batch Graph, Help, Exit

Units: English Metric

FWD File Type: No, Distance, Load

Buttons: Load FWD File, Convert to PDDX, Load Structure, Save Structure, Backcalculate, Stop Backcalculate, Show Output, Delete negative offset sensors

Iteration Tolerance: 0.0001, Evaluation Depth, in: 25.0001

Plate Radius, in: 5.91, Plate Load, lb: 24.000

Function RMS, mil: Func RMS, Iteration Number: Iter No

Buttons: Select All, Clear All, Select Load and Run LEAF

Fonte: Autoria Própria

Neste programa é necessário inserir os dados obtidos no ensaio com o FWD (distância dos sensores, deflexões, carga aplicada e raio da placa), o coeficiente de Poisson, as espessuras das camadas e um módulo estimado, também denominado módulo “semente”. Com essas informações, de forma iterativa, o programa calcula as deflexões, estima os módulos e fornece um erro entre os valores medidos e os valores calculados.

A figura 50 apresenta um exemplo de inserção de dados no software, enquanto que a figura 51 apresenta os resultados apresentados no programa para uma estaca.

Figura 50 - Exemplo de inserção de dados no software BAKFAA

The screenshot shows the BAKFAA - FAA Backcalculation (2.0.0.0) with LEAF (2003.6.11.0) software interface. It features several data entry tables and control panels.

Layer Nbr	Young's Modulus, MPa	Poisson's Ratio	Interface Parameter (0 to 1.0)	Thickness, mm	Layer Changeable
1	2760	0.27	1.00	95	<input checked="" type="checkbox"/>
2	1462	0.20	1.00	174	<input checked="" type="checkbox"/>
3	143	0.40	1.00	238	<input checked="" type="checkbox"/>
4	132	0.45	1.00	0	<input checked="" type="checkbox"/>
5	0.00	0.00	1.00	0.00	<input type="checkbox"/>
6	0.00	0.00	0.00	0.00	<input type="checkbox"/>
7	0.00	0.00	0.00	0.00	<input type="checkbox"/>
8	0.00	0.00	0.00	0.00	<input type="checkbox"/>
9	0.00	0.00	0.00	0.00	<input type="checkbox"/>
10	0.00	0.00	0.00	0.00	<input type="checkbox"/>

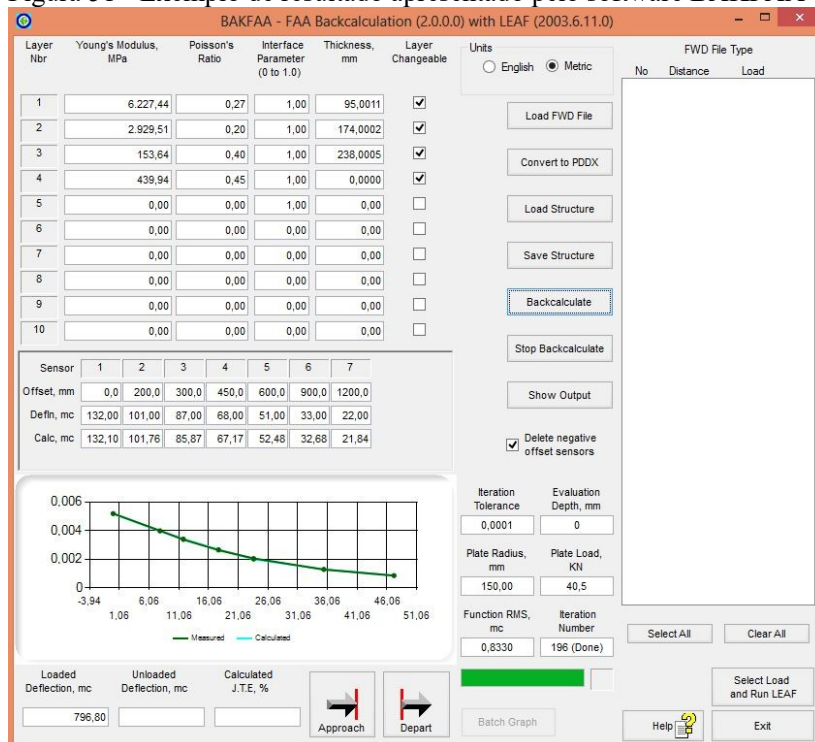
Sensor	1	2	3	4	5	6	7
Offset, mm	0	200	300	450	600	900	1200
Defln, mc	132	101	87	68	51	33	22
Calc, mc							

Control panels on the right include: Units (English/Metric), FWD File Type (No/Distance/Load), Load FWD File, Convert to PDDX, Load Structure, Save Structure, Backcalculate, Stop Backcalculate, Show Output, Delete negative offset sensors (checked), Iteration Tolerance (0,0001), Evaluation Depth (0), Plate Radius (150,00), Plate Load (40,5), Function RMS (mc), Iteration Number (Iter No), Select All, Clear All, Select Load and Run LEAF, and Exit.

Bottom status bar shows: Loaded Deflection, mc (796,80); Unloaded Deflection, mc; Calculated J.T.E. %; Approach/Depart buttons; Batch Graph; and Help/Exit buttons.

Fonte: Autoria Própria

Figura 51 - Exemplo de resultado apresentado pelo software BAKFAA



Fonte: Autoria Própria

O erro é o valor raiz quadrático médio, calculado pela equação 15. Quanto mais próximo à zero, menor a diferença obtida entre a deflexão medida em ensaio e a calculadas pelo programa.

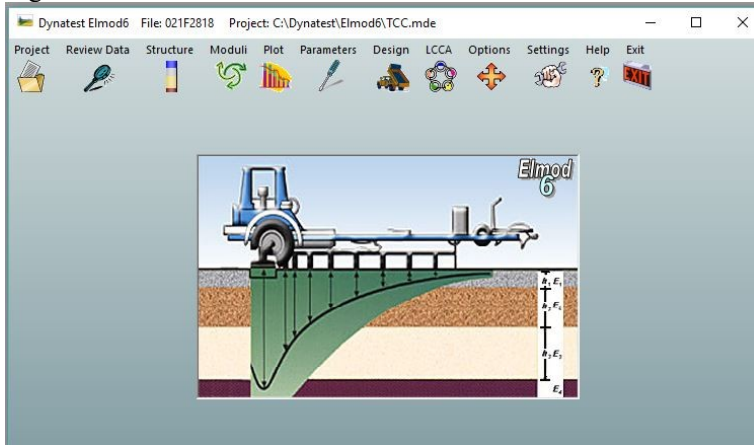
$$RMS (\%) = \left(\sqrt{\frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n \left(\frac{d_{ci} - d_{mi}}{d_{mi}} \right)^2} \right) * 100 \quad (15)$$

onde:

- n = número total de pontos de registro da deflexão para o ponto de ensaio i;
- d_{ci} = deflexão (m/m) calculada para o ponto de ensaio i;
- d_{mi} = deflexão (m/m) medida no ponto de ensaio i.

Também foi realizada a retroanálise das bacias com o *software Elmod6*, cuja a tela de abertura pode ser vista na figura 52. Nesse programa os dados do ensaio (estacas, carga aplicada, deflexões, temperatura do ar e do pavimento, etc.) devem ser inseridos por meio de uma tabela padrão desenvolvida no *Access*. O *Elmod6* possui uma interface mais complexa do que a do *BAKFAA*, sendo possível a inserção de mais detalhes.

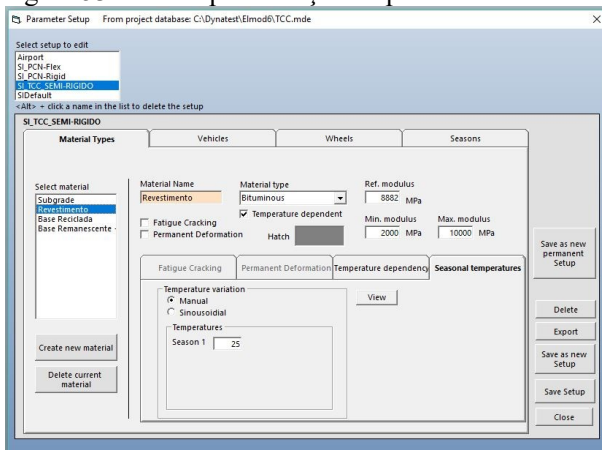
Figura 52 - Tela de abertura do software Elmod6



Fonte: Autoria própria

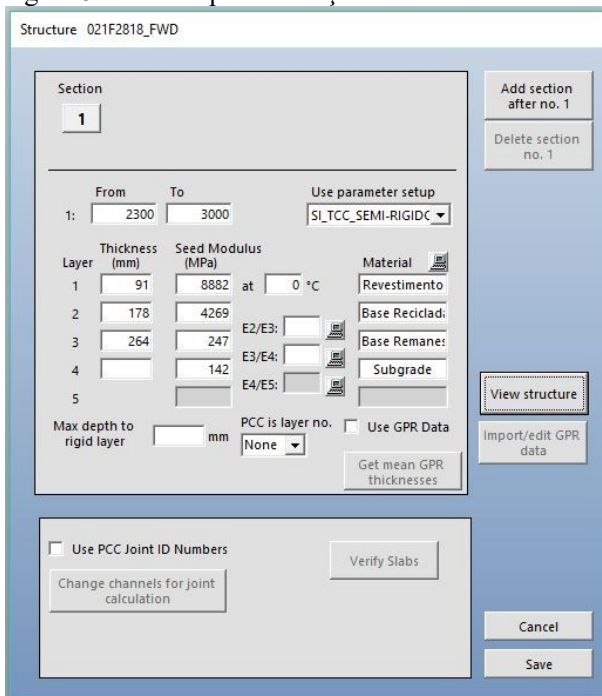
A figura 53 ilustra a tela onde o usuário pode criar um grupo de materiais, com seus módulos “sementes” e margens limites. Posteriormente, em “*Structure*” esses materiais são inseridos, bem como as espessuras das camadas (ver figura 54). Nessa mesma janela, no item “*View structure*” pode ser visualizado o desenho criado pelo software com as camadas (ver figura 55).

Figura 53 - Janela para criação de parâmetros



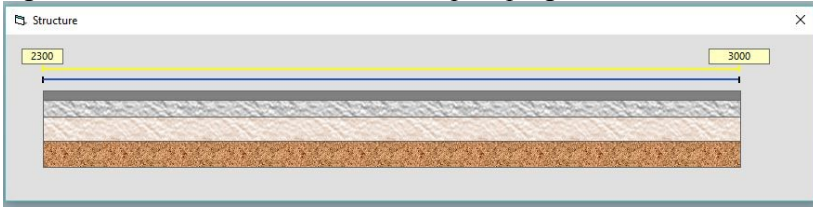
Fonte: Aurtoria própria

Figura 54 - Janela para a criação da estrutura



Fonte: Aurtoria própria

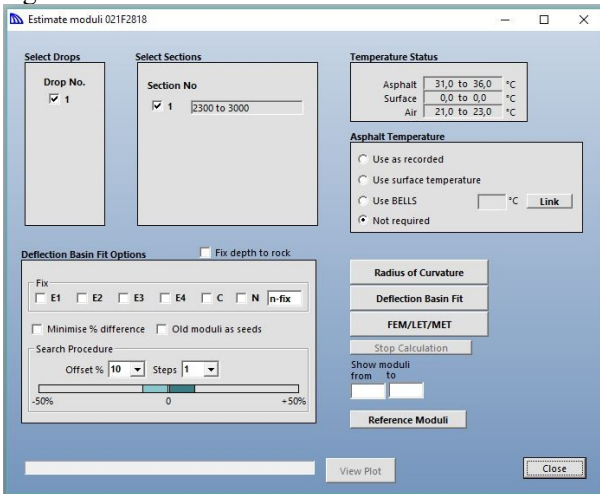
Figura 55 - Desenho da estrutura criado pelo programa



Fonte: Autoria própria

A figura 56 mostra a tela “*Estimate moduli*”, onde o programa realiza a retroanálise. Nesta tela, o usuário pode definir se quer utilizar os dados de temperatura no cálculo da retroanálise, ou até mesmo, se desejar tornar fixo algum dos valores de módulo “semente” de alguma camada.

Figura 56 - Janela de cálculo dos módulos



Fonte: Autoria própria

4.2.4 Estimativa da vida útil

Para o desenvolvimento da estimativa de vida útil do pavimento se usou o software *Elsym5 (Elastic Layered System)*, desenvolvido na Universidade de Berkeley, Califórnia (EUA).

Para adequar as unidades de medida ao programa usou-se como unidade de comprimento o centímetro (cm), de força o quilograma-força

(kgf) e de pressão o quilograma-força por centímetro quadrado (kgf/cm²).

Na tela “*Elastic Layer Data*” deve-se inserir no programa os dados de módulo, espessura e Poisson de cada camada constituinte do pavimento (ver figura 57).

Figura 57 - Dados das camadas

ELASTIC LAYER DATA

Number of layers: 4

Layer Number	(top to bottom)	Thickness (inches)	Poisson's Ratio	Modulus of Elasticity
1		9.10	.27	152380.00
2		17.80	.20	82545.00
3		26.40	.40	3350.00
4		.00	.45	1872.00

*Note: Enter Zero thickness when bottom layer is semi-infinite.

Do you want to modify the data (Y/N)? _

Fonte: Autoria Própria

Na tela “*Load Data*” é informado ao *software* o tipo de carregamento ao qual o pavimento está sujeito. No caso do eixo padrão de 8,2 tf, formado por um eixo simples com rodas duplas, uma roda possui o carregamento de 2050 kgf e uma pressão gerada pela área de contato com a superfície de 5,60 kgf/cm² (ver figura 58).

Na tela “*Evaluation Location Data*” é dada as coordenadas do ponto em que se tem interesse de avaliar os deslocamentos (deflexões), as tensões e as deformações. No caso deste trabalho é ponto contido no centro do carregamento, de um lado do eixo padrão, com a profundidade da camada de base reciclada (ver figura 59).

Para avaliar a tensão de tração da fibra inferior da camada reciclada deve-se considerar a coordenada z (profundidade) de avaliação dentro desta camada e não na superfície de contato entre duas camadas. Por isso adotou-se como valor de z a profundidade 0,01 cm acima do término da camada de base reciclada.

Figura 58 - Dados do carregamento

```

DOSBox 0.72, Cpu Cycles: 3000, Frameskip 0, Program: ELSYM5
LOAD DATA
Enter two of the following, the third is calculated.
Load: 2050.00lbs Pressure: 5.60 psi Load Radius: .00inches
Number of load locations: 2
Location number = Coordinates Y =
1 .00 .00
2 31.00 .00
Do you want to modify the data (Y/N)?

```

Fonte: Autoria Própria

Figura 59 - Locais de avaliação

```

DOSBox 0.72, Cpu Cycles: 3000, Frameskip 0, Program: ELSYM5
EVALUATION LOCATION DATA
Results are evaluated for all combinations of X-Y coordinates and
Depths of Z.
Number of X-Y positions: 3
Number of Z position : 1

```

Position	X	Y	Position	Z
1	15.50	.00	1	25.99
2	15.50	20.00		
3	15.50	30.00		

```

Do you want to modify the data (Y/N)?

```

Fonte: Autoria Própria

5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 AVALIAÇÃO FUNCIONAL DO PAVIMENTO

5.1.1 Irregularidade longitudinal

Os próximos tópicos abordam por meio de gráficos as análises de irregularidade longitudinal para cada segmento por sentido. Para avaliar se as condições do pavimento estão adequadas compararam-se os valores ensaiados com o limite estabelecido pela ARTESP de 2,69 m/km ($IRI \leq 2,69$ m/km). Esse limite teria conceito entre “bom” e “excelente” de acordo com o manual do DNIT (ver quadro 6). Os valores lidos para cada módulo e suas respectivas médias por estaca estão apresentados nas tabelas do anexo A.

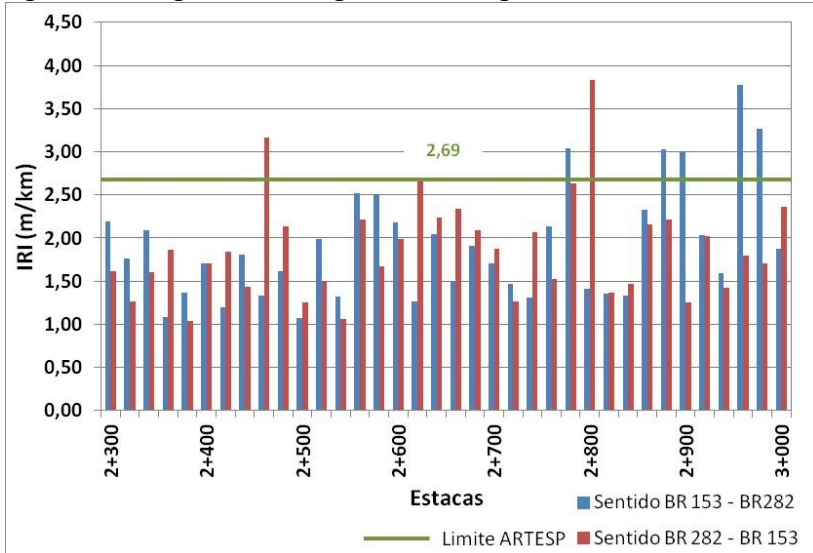
5.1.1.1 Irregularidade longitudinal do segmento 01

Para a elaboração do gráfico da figura 60 utilizou-se no eixo das ordenadas o valor médio da leitura dos três sensores e no eixo das abscissas o estaqueamento do segmento.

Observa-se na imagem que para o sentido BR 153 – BR 282 em cinco das estacas o valor médio do IRI foi superior ao limite estabelecido pela ARTESP de 2,69 m/km e quatro destas estacas se encontram nos últimos 220 metros do trecho.

No mesmo segmento, mas em sentido contrário, apenas duas estacas apresentaram valor de irregularidade superior a 2,69 m/km. Os valores de IRI variam de 1,04 m/km até 3,83 m/km, sendo a média 1,88 m/km, o que classificaria o trecho como “excelente” pelo manual do DNIT (ver quadro 6).

Figura 60 - Irregularidade longitudinal do segmento 01



Fonte: Autoria própria

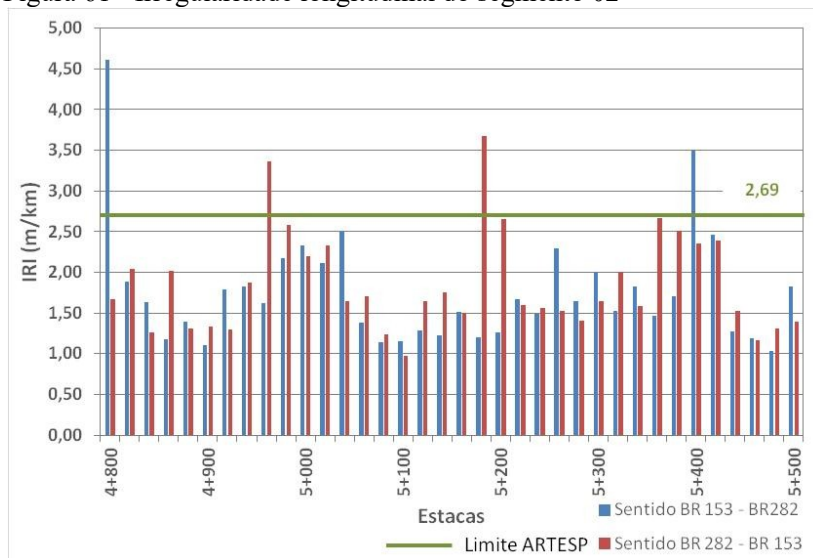
5. 1.1.2 Irregularidade longitudinal do segmento 02

Nesse gráfico, no sentido BR 153 – BR 282, tem-se somente duas estaças que ultrapassam o limite de 2,69 m/km. Entretanto, a primeira estaça apresenta o maior dos valores de irregularidade dentre todos os gráficos com 4,61 m/km (ver figura 61).

Existe uma grande variação dos índices de irregularidade longitudinal para esse trecho, não há homogeneidade, pois, os valores vão desde 1,03 m/km até 4,61 m/km.

O segmento 02 no sentido BR 282 – BR 153, assim como o sentido contrário, possui duas estaças que ultrapassam o valor limite da ARTESP.

Figura 61 - Irregularidade longitudinal do segmento 02



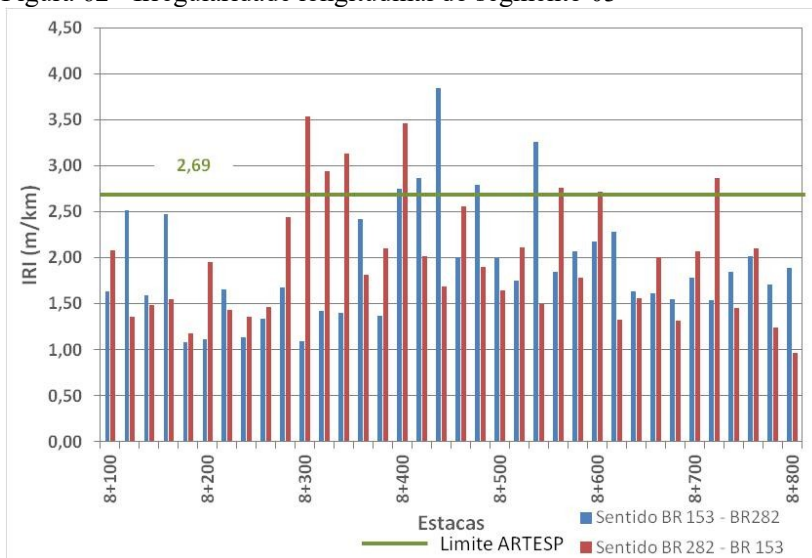
Fonte: Autoria própria

5.1.1.3 Irregularidade longitudinal do segmento 03

O gráfico da figura 62 apresenta o resultado para o segmento 03. No sentido BR 153 – BR 282 verifica-se que cinco estacas do trecho possuem valores acima de 2,69 m/km.

O segmento 03 no sentido BR 282 – BR 153 é aquele que possui mais estacas com valores acima de 2,69 m/km.

Figura 62 - Irregularidade longitudinal do segmento 03



Fonte: Autoria própria

A tabela 7 resume as análises para cada segmento, contendo os valores mínimos e máximos de IRI, a quantidade de estacas que ultrapassam o limite de 2,69 m/km, a média, a variância, o desvio padrão e o conceito do DNIT.

Tabela 7 - Resumo – Irregularidade Longitudinal

IRREGULARIDADE LONGITUDINAL									
Segmento Sentido	IRI (m/km)		Nº estacas IRI ≥ 2,69 m/km	Média (m/km)	Variância	Desvio Padrão (DP)	Conceito DNIT sem DP	Conceito DNIT com DP	
	Menor valor	Maior valor							
01, BR153-BR282	1,07	3,77	5	1,92	0,440	0,66	Bom	Bom	
01, BR282-BR153	1,04	3,83	2	1,88	0,342	0,59	Excelente	Bom	
02, BR153-BR282	1,03	4,61	2	1,76	0,500	0,71	Excelente	Bom	
02, BR282-BR153	0,97	3,67	2	1,85	0,375	0,61	Excelente	Bom	
03, BR153-BR282	1,08	3,85	5	1,92	0,392	0,63	Bom	Bom	
03, BR282-BR153	0,97	3,54	7	1,97	0,435	0,66	Bom	Bom	

Fonte: Autoria Própria

Nota-se pela tabela 7 que o pavimento apresenta um bom estado de conservação em relação à irregularidade longitudinal em todos os segmentos monitorados.

5.1.2 Análise dos defeitos de superfície

No anexo C estão disponíveis as tabelas de inventário de superfície desenvolvidas para este projeto e no anexo B estão os registros fotográficos do levantamento de defeitos, realizado em outubro de 2016, cerca de 34 meses após a abertura ao tráfego.

O número de estações consideradas na avaliação foram 72 para cada segmento para todos os defeitos, com exceção das trilhas de rodas, que por serem medidas em ambas as faixas considerou-se um número de estações igual a 72 para as trilhas interna e externa e 144 para ambas as trilhas (em cada estaca foram medidos quatro afundamentos de trilha de roda).

Todos os segmentos apresentaram um resultado de IGG bem baixo. Apesar disso é importante notar que em diversas estações há registro de trincas transversais no acostamento, que ainda não se propagaram para a faixa de rolamento (ver figura 63). Também há buracos devido ao ensaio destrutivo de extração de corpos de prova. Porém, apesar de esses buracos serem prejudiciais a estrutura é inadequado julgá-los como os buracos gerados por mau comportamento do pavimento.

A tabela 8 apresenta o resultado obtido para o segmento 01, na qual o IGG calculado é 2,95, o que enquadraria este segmento como “ótimo”, de acordo com a norma do DNIT (ver quadro 7).

Tabela 8 - Índice de Gravidade Global para o segmento 01

SEGMENTO 01						
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO		FREQÜÊNCIA ABSOLUTA	FREQÜÊNCIA RELATIVA	FATOR DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL (IGG)
1	(FC-1) FI, TTC,TTL, TLC, TRR		2	2,78	0,2	0,56
2	(FC-2) J, TB		0	0,00	0,5	0,00
3	(FC-3) JE, TBE		0	0,00	0,8	0,00
4	ALP/ATP - ALC/ATC		0	0,00	0,9	0,00
5	O, P		0	0,00	1,0	0,00
6	EX		1	1,39	0,5	0,69
7	D		0	0,00	0,3	0,00
8	R		2	2,78	0,6	1,67
9	Média aritmética dos valores das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 0,03	TRI = 0,00	F = 0,01	1A (X) 1B ()	0,01
10	Média aritmética dos valores das variâncias das flechas medidas nas TRI e TRE	TREv = 0,04	TRiv = 0,00	FV = 0,02	2A (X) 2B ()	0,02
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS*			72	ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG) =		2,95

1A) IGI = $F * 4/3$, quando $F \leq 30$

2A) IGI = FV, quando $FV \leq 50$

1B) IGI = 40, quando $F > 30$

2B) IGI = 50, quando $FV > 50$

* Para as trilhas de roda calculou-se separadamente TRE e TRI e, posteriormente, nos itens F e FV considerou-se ambas as faixas

Fonte: Autoria Própria

Os defeitos encontrados no segmento 01 foram trincas transversais curtas, remendos, e um uma ocorrência de exsudação (ver figura 64).

Figura 63 - Sentido BR 282 – BR 153, quilometro 2,728 – trinca transversal curta no acostamento



Fonte: Levantamento de defeitos (Outubro, 2016)

Figura 64 - Sentido BR 153 – BR 282, quilometro 2,576 – exsudação



Fonte: Levantamento de defeitos (Outubro, 2016)

O segmento 02 apresentou um IGG de 3,33, sendo, portanto, classificado conforme a norma DNIT 006/2003 – PRO como “ótimo” (ver tabela 9). Os defeitos encontrados neste segmento foram os remendos e exsudação.

Tabela 9 - Índice de Gravidade Global para o segmento 02

SEGMENTO 02						
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA RELATIVA	FATOR DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL (IGG)	
1	(FC-1) FI, TTC, TTL, TLC, TRR	0	0,00	0,2	0,00	
2	(FC-2) J, TB	0	0,00	0,5	0,00	
3	(FC-3) JE, TBE	0	0,00	0,8	0,00	
4	ALP/ATP - ALC/ATC	0	0,00	0,9	0,00	
5	O, P	0	0,00	1,0	0,00	
6	EX	1	1,39	0,5	0,69	
7	D	0	0,00	0,3	0,00	
8	R	3	4,17	0,6	2,50	
9	Média aritmética dos valores das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 0,02	TRI = 0,08	F = 0,05	1A (X) 1B ()	0,07
10	Média aritmética dos valores das variâncias das flechas medidas nas TRI e TRE	TREv = 0,01	TRIV = 0,13	FV = 0,07	2A (X) 2B ()	0,07
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS*		72	ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG) =			3,33

1A) IGI = F* 4/3, quando F ≤ 30

2A) IGI = FV, quando FV ≤ 50

1B) IGI = 40, quando F > 30

2B) IGI = 50, quando FV > 50

* Para as trilhas de roda calculou-se separadamente TRE e TRI e, posteriormente, nos itens F e FV considerou-se ambas as faixas

Fonte: Autoria Própria

O segmento 03, com IGG de 2,11, também é classificado como “ótimo” (ver tabela 10). Neste segmento os defeitos encontrados foram uma trinca longitudinal curta e remendos.

Tabela 10 - Índice de Gravidade Global para o segmento 03

SEGMENTO 03						
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA RELATIVA	FATOR DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL (IGG)	
1	(FC-1) FI, TTC, TTL, TLC, TRR	1	1,39	0,2	0,28	
2	(FC-2) J, TB	0	0,00	0,5	0,00	
3	(FC-3) JE, TBE	0	0,00	0,8	0,00	
4	ALP/ATP - ALC/ATC	0	0,00	0,9	0,00	
5	O, P	0	0,00	1,0	0,00	
6	EX	0	0,00	0,5	0,00	
7	D	0	0,00	0,3	0,00	
8	R	2	2,78	0,6	1,67	
9	Média aritmética dos valores das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 0,17	TRI = 0,00	F = 0,08	1A (X) 1B ()	0,11
10	Média aritmética dos valores das variâncias das flechas medidas nas TRI e TRE	TREv = 0,10	TRIV = 0,00	FV = 0,06	2A (X) 2B ()	0,06
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS*		72	ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG) =			2,11

1A) IGI = F* 4/3, quando F ≤ 30

2A) IGI = FV, quando FV ≤ 50

1B) IGI = 40, quando F > 30

2B) IGI = 50, quando FV > 50

* Para as trilhas de roda calculou-se separadamente TRE e TRI e, posteriormente, nos itens F e FV considerou-se ambas as faixas

Fonte: Autoria Própria

5.1.3 Aderência pneu-pavimento

A medição do coeficiente de atrito nos segmentos foi realizada em maio de 2016, por meio do equipamento *GripTester*. Com este ensaio obteve-se o GN (*Grip Number*) por estaca.

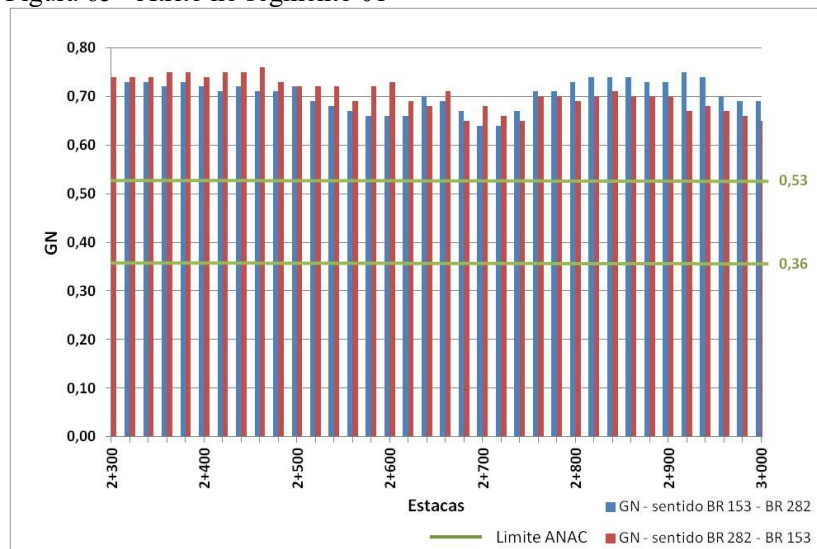
Nos próximos tópicos apresentam-se, por meio de gráficos, os resultados para cada segmento, comparando-os com os limites

recomendados pela ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil): $0,36 \leq GN \leq 0,53$ para manutenção e acima de 0,53 considera-se que o pavimento está em boas condições. Os dados dos ensaios estão no anexo D.

5.1.3.1 Condição do atrito do segmento 01

O segmento 01 apresentou valores bastante elevados de GN. Em todas as estacas ultrapassou o valor de 0,53 da ANAC, sendo que nas estacas iniciais os maiores valores ocorreram no sentido BR 282 – BR 153 enquanto que nas estacas finais o resultado inverte: os maiores valores de GN pertencem ao sentido BR 153 – BR 282 (ver figura 65).

Figura 65 - Atrito no segmento 01

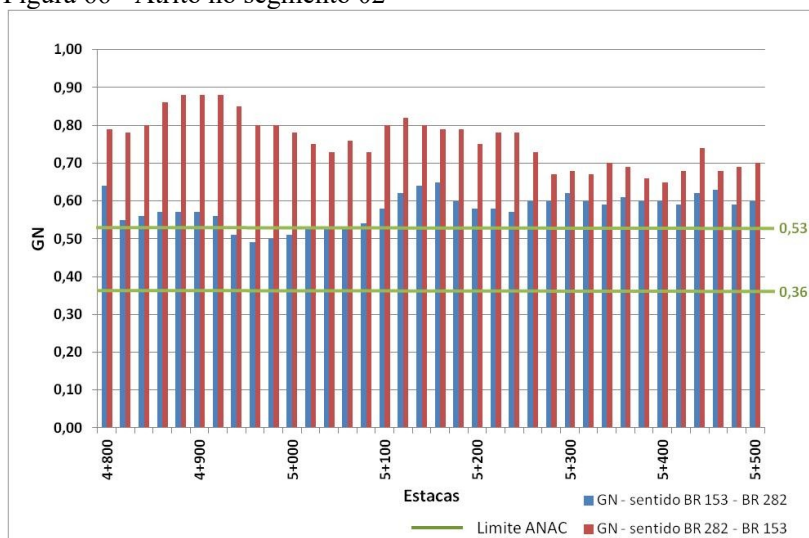


Fonte: Autoria Própria

5.1.3.2 Condição do atrito do segmento 02

Para o segmento 02 no sentido BR 153 – BR 282 nem todas as estacas passaram o valor de 0,53, talvez devido à topografia, pois neste trecho o tráfego ocorre em uma subida. Entretanto, as que não passaram foram poucas e ficaram dentro da faixa estabelecida. Os valores no sentido BR 282 – BR 153, para todas as estacas, passaram de 0,53 e estão maiores do que aqueles do sentido contrário (ver figura 66).

Figura 66 - Atrito no segmento 02

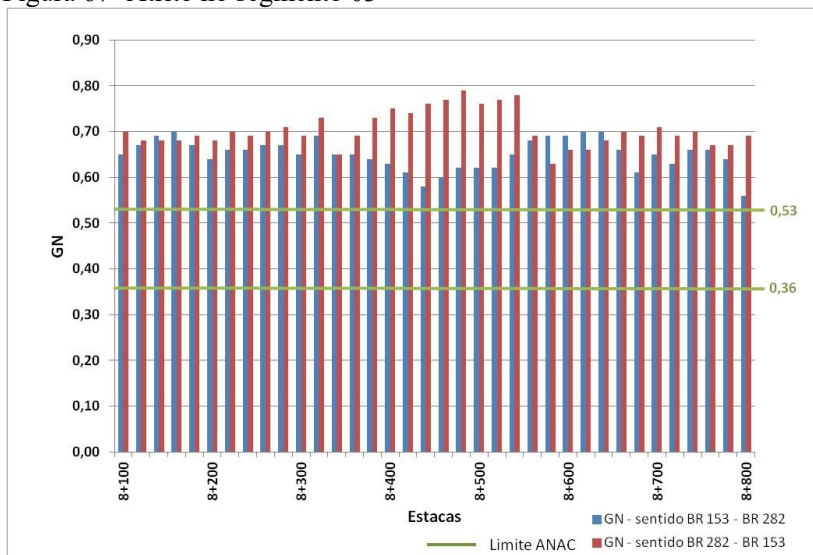


Fonte: Autoria Própria

5.1.3.3 Condição do atrito do segmento 03

O segmento 03 também teve seus valores de GN superiores ao valor de 0,53, sendo que em sua maioria o sentido BR 282 – BR 153 é maior do que o sentido BR 153 – BR 282 (ver figura 67).

Figura 67 -Atrito no segmento 03



Fonte: Autoria Própria

5.2 AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DO PAVIMENTO

5.2.1 Comparativo das deflexões máximas

Os levantamentos de deflexão iniciais foram feitos antes da reciclagem, aos 3 dias após a reciclagem (idade onde ocorreu a liberação da pista para o tráfego), aos 7 dias após a reciclagem (idade onde liberava-se a pista para a execução da massa fina nos casos em que a deflexão era aceitável). Após a conclusão da massa fina era novamente feito o levantamento das bacias. Como o período entre a reciclagem e a execução do revestimento foi em torno de 28 dias, as leituras de deflexão após o revestimento e após os 28 dias da reciclagem, ficaram muito parecidas. Estas medidas foram realizadas com o emprego de viga Benkelman.

Em maio de 2016 foram feitos novamente levantamentos de deflexão, porém empregando-se o FWD (ver Anexo E). Os tópicos seguintes comparam os resultados obtidos no decorrer do tempo.

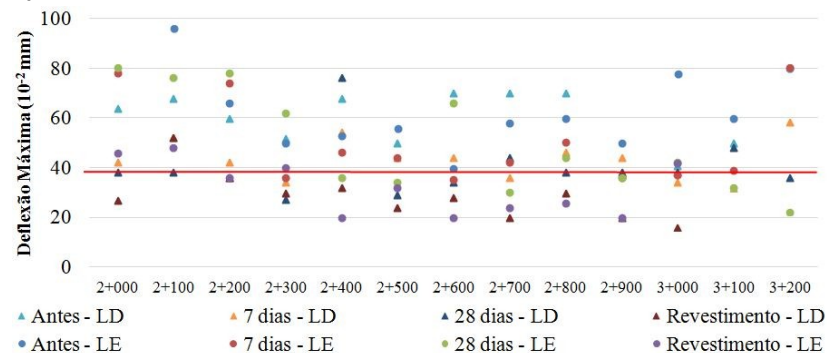
5.2.1.1 Comparativo das deflexões máximas obtidas em 2014 e 2016 do segmento 01

A figura 68 apresenta o gráfico desenvolvido por LUVIZÃO (2014) para as deflexões máximas das duas faixas do segmento 01 medidas em março de 2014, enquanto a figura 69 demonstra as deflexões máximas medidas em maio de 2016. No levantamento realizado em 2016 não há valores de deflexão para todas as estacas no sentido BR 282 – BR 153. A carga média aplicada neste ensaio foi de 40,0 kN.

A linha horizontal vermelha nos gráficos referentes ano de 2014 e verde nos gráficos referentes ano de 2016 indicam a deflexão admissível estabelecida em projeto de 38×10^{-2} mm.

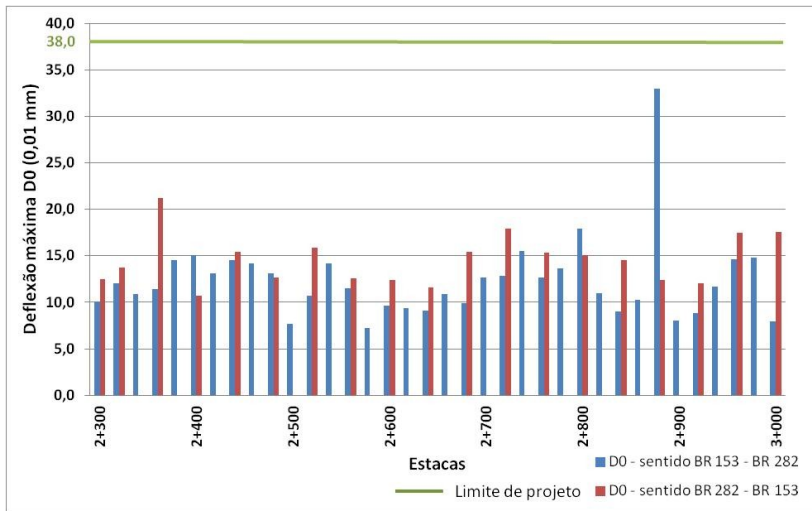
Como pode ser observado nos gráficos das figuras 68 e 69 em 2014 diversos pontos ultrapassaram o limite de 38×10^{-2} mm, mesmo após 28 dias de cura, enquanto que em 2016, nenhum ponto ultrapassou o limite estabelecido em projeto. Tal fato pode ser explicado pela consolidação adicional que o pavimento sofre nos primeiros anos, ocasionada pela ação do tráfego e também pelo ganho de rigidez da mistura cimentada.

Figura 68 - Deflexões máximas do segmento 01 obtidas em março de 2014



Fonte: LUVIZÃO (2014)

Figura 69 - Deflexões máximas do segmento 01 obtidas em maio de 2016

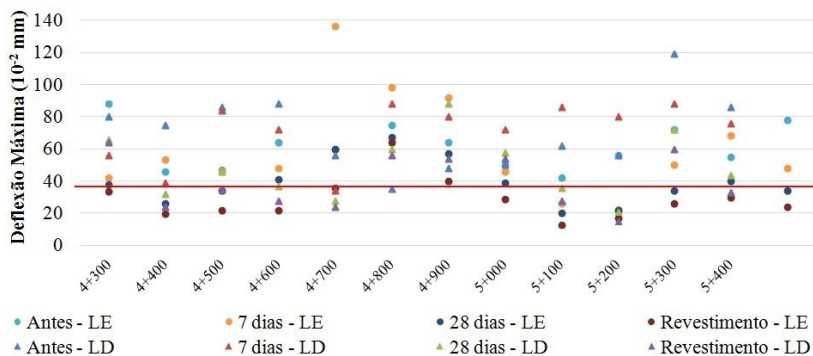


Fonte: Autoria Própria

5.2.1.2 Comparativo das deflexões máximas obtidas em 2014 e 2016 do segmento 02

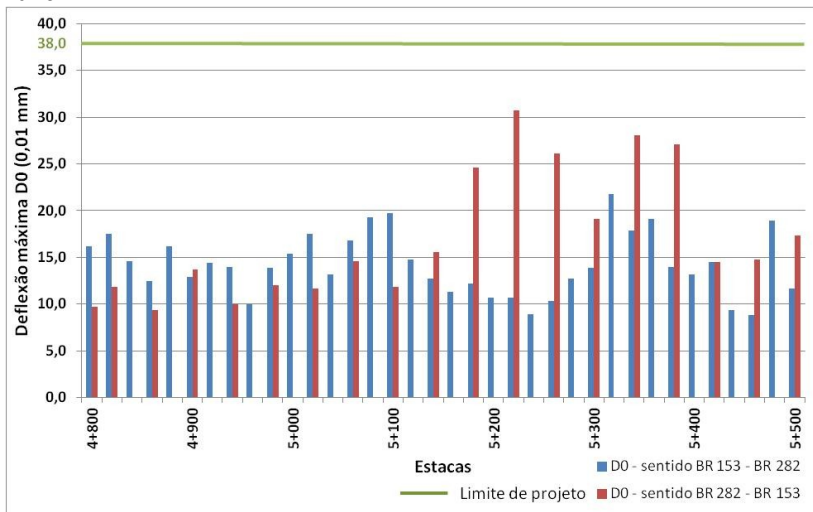
No segmento 02 a carga média aplicada foi de 40,2 kN. Assim como no segmento 01, neste segmento, em 2014, diversos pontos ultrapassaram o limite de 38×10^{-2} mm, mesmo após 28 dias de cura, enquanto que em 2016 nenhum ponto ultrapassou o limite estabelecido em projeto (ver figuras 70 e 71).

Figura 70 - Deflexões máximas do segmento 02 obtidas em março de 2014



Fonte: LUVIZÃO (2014)

Figura 71 - Deflexões máximas do segmento 02 obtidas em maio de 2016



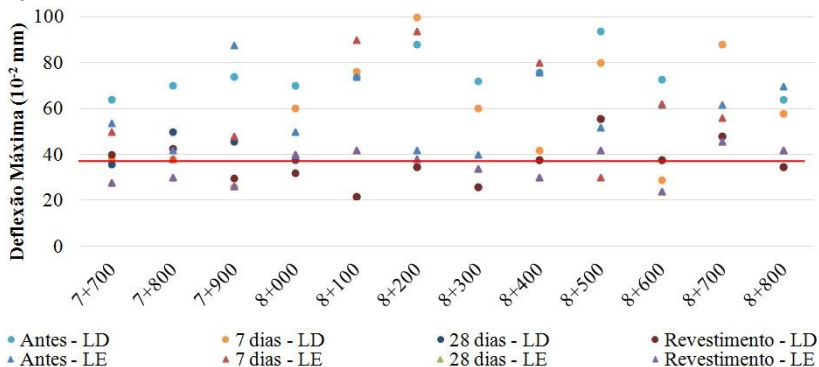
Fonte: Autoria Própria

5.2.1.3 Comparativo das deflexões máximas obtidas em 2014 e 2016 do segmento 03

No segmento 03 a carga média aplicada foi de 40,2 kN e o comportamento foi similar aos outros segmentos: em 2014 diversos

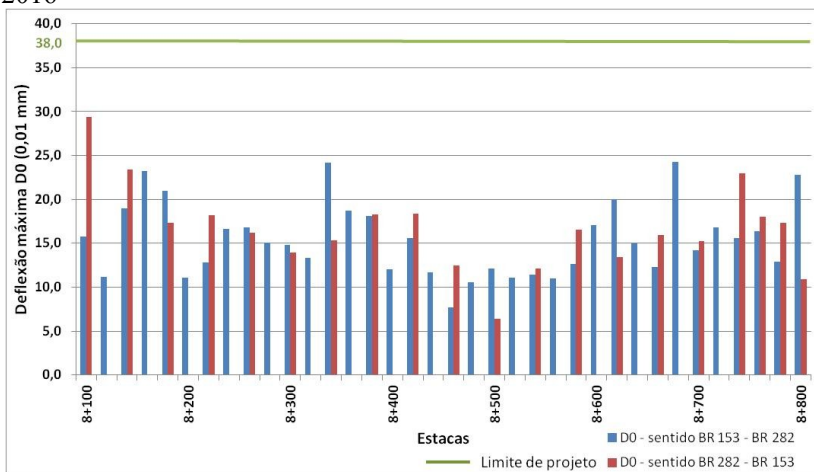
pontos excederam o limite de projeto, enquanto que em 2016, todos os pontos se mantiveram abaixo do limite (ver figuras 72 e 73).

Figura 72 - Deflexões máximas do segmento 03 obtidas em março de 2014



Fonte: LUVIZÃO (2014)

Figura 73 - Deflexões máximas do segmento 03 obtidas em maio de 2016



Fonte: Autoria Própria

A figura 74 faz um comparativo com os valores médios das deflexões máximas medidas para cada segmento durante o ano de 2014 e 2016. A correlação entre o FWD e a viga *Benkelman* é objeto de estudo de diversos trabalhos e cada autor apresenta a sua correlação.

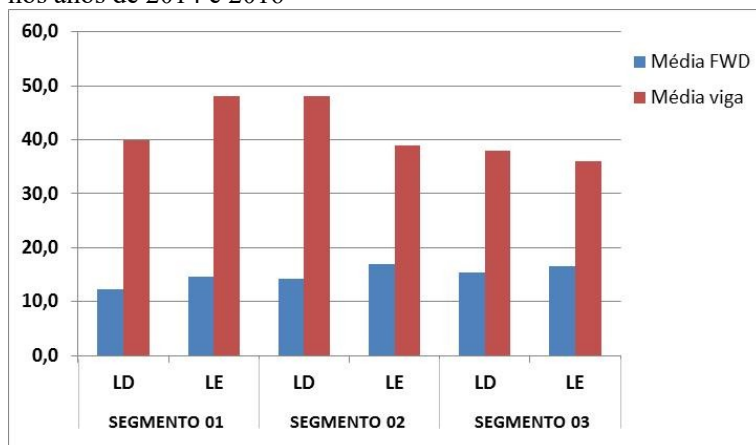
Esses modelos dependem da estrutura do pavimento e da espessura das camadas. Borges (2001), em sua tese, apresenta diversas dessas correlações para diferentes estruturas de pavimentos.

Nos estudos citados por Borges (2001) conclui-se que para valores de deflexão inferiores ou similares a 20×10^{-2} mm a medição em ambos os aparelhos é praticamente a mesma.

“Neste estudos, os autores puderam concluir que as deflexões características medidas com a viga Benkelman são maiores e mais dispersas que as obtidas pelo FWD, e as deflexões características com valores próximos ou menores do que 20×10^{-2} mm são praticamente iguais quando medidas com os dois equipamentos.” (BORGES, 2001)

As médias no ano de 2016, medidas com FWD, variaram de $12,32 \times 10^{-2}$ mm (no segmento 01, sentido BR 153 – BR 282) até $16,98 \times 10^{-2}$ mm (no segmento 02, sentido BR 282 – BR 153). Esses valores são inferiores a 20×10^{-2} mm e, portanto, de acordo com Borges (2001), seriam praticamente os mesmos se fossem medidos com a viga *Benkelman*. Logo, apesar de não haver uma correlação entre os equipamentos para os segmentos desse trabalho, nota-se pela figura 77 que há uma grande diferença entre as deflexões máximas obtidas em cada ano.

Figura 74 – Comparativo das médias das deflexões máximas medidas nos anos de 2014 e 2016

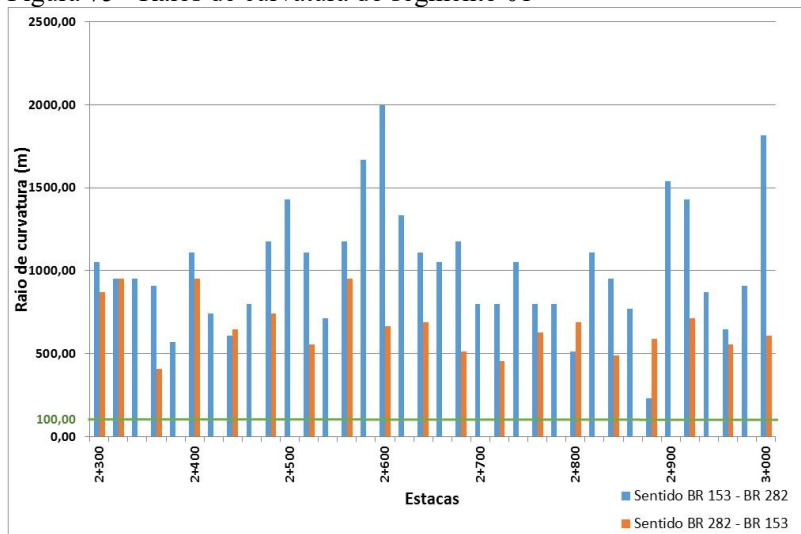


Fonte: Autoria Própria

5.2.2 Cálculo do raio de curvatura das bacias

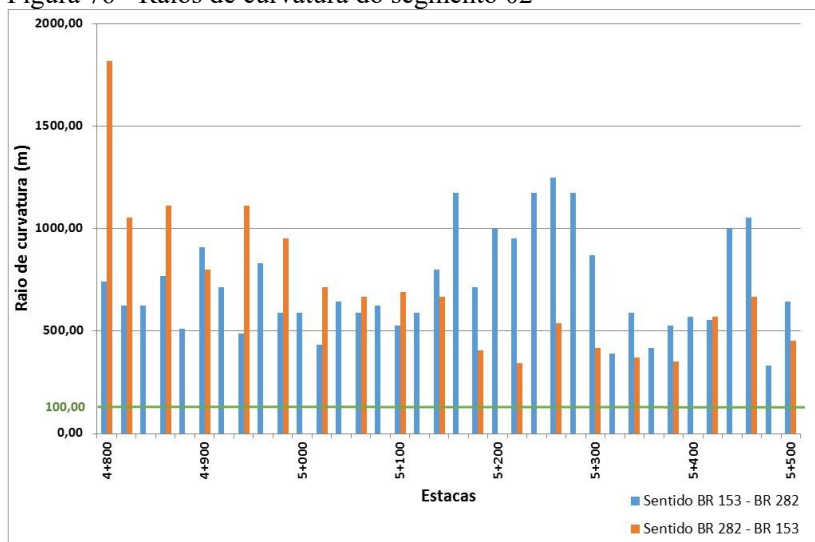
As figuras 75, 76 e 77 contêm os gráficos com os valores dos raios de curvatura das bacias para cada segmento. Nota-se que nenhum destes raios são inferiores ao limite de 100 metros, muitos inclusive, são bem maiores do que esse valor, indicando uma excelente condição estrutural do pavimento reciclado. No anexo F estão apresentadas as tabelas com os valores calculados para cada estaca.

Figura 75 - Raios de curvatura do segmento 01



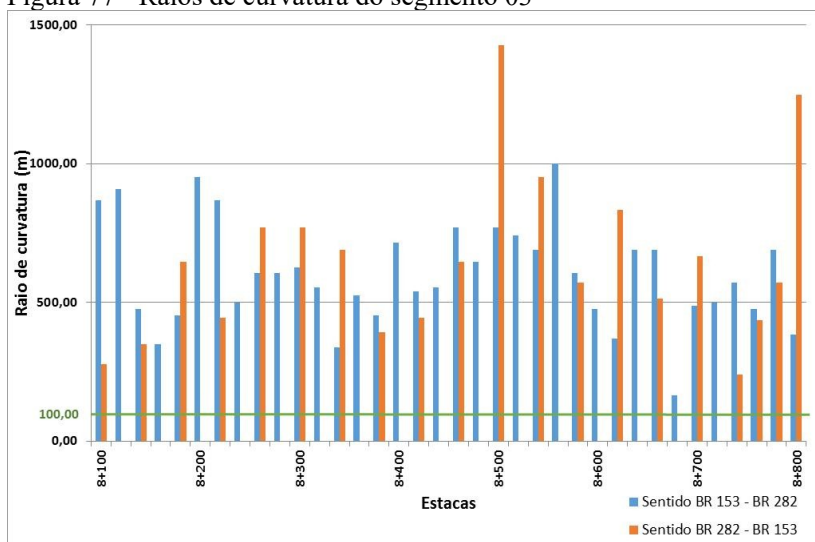
Fonte: Autoria própria

Figura 76 - Raios de curvatura do segmento 02



Fonte: Autoria própria

Figura 77 - Raios de curvatura do segmento 03



Fonte: Autoria própria

5.2.3 Retroanálise

Os valores das espessuras das camadas do pavimento em cada segmento foram retirados do trabalho realizado por LUVIZÃO (2014), bem como os coeficientes de Poisson. Como a autora realizou uma retroanálise para os mesmos segmentos estudados nesse trabalho, julgou-se adequado utilizar os valores de módulos obtidos em 2014 como valores de entrada, ou módulos sementes.

O quadro 8 apresenta os valores de dados utilizados como entrada no programa *BAKFAA* para esta primeira tentativa de retroanálise, enquanto o Anexo G, contém os resultados obtidos por estaca e por segmento.

Entretanto, os resultados obtidos pelo *BAKFAA*, com a configuração de camadas realizadas em 2014, apresentaram muitos valores de módulo dispersos e inadequados.

Quadro 8 - Dados utilizados para cálculo da retroanálise sem união de camadas

Camada	Coeficiente Poisson	Segmento 01		Segmento 02		Segmento 03	
		Esp. (cm)	Mód (MPa)	Esp. (cm)	Mód (MPa)	Esp. (cm)	Mód (MPa)
Revestimento	0,27	9,1	3096	9,5	2760	8,5	2896
Base reciclada	0,20	17,8	871	17,4	1462	17,5	866
Base remanescente	0,35	5,0	140	4,4	156	6,4	120
Sub-base	0,45	21,4	148	19,4	130	16,4	100
Subleito	0,45		142		132		120

Fonte: autoria própria

Para CORREIA (2014), diferentes combinações para a estrutura do modelo do pavimento podem resultar em deflexões semelhantes e tal possibilidade de combinações está relacionada ao número de camadas do pavimento. Em um modelo com apenas duas camadas este problema não ocorre, porém com três camadas já há a possibilidade de acontecer. Para pavimentos com 4 ou 5 camadas modelos diferentes podem originar bacias de deflexão semelhantes. Uma alternativa para correção deste problema é reduzir o número de camadas da estrutura, agregando camadas de composição semelhante.

Portanto, como solução uniu-se a camada de base remanescente com a sub-base em uma única camada. Os dados usados como entrada no programa estão no quadro 9.

Quadro 9 - Dados utilizados para cálculo da retroanálise com união da camada base remanescente e sub-base

Camada	Coeficiente Poisson	Segmento 01		Segmento 02		Segmento 03	
		Esp. (cm)	Mód (MPa)	Esp. (cm)	Mód (MPa)	Esp. (cm)	Mód (MPa)
Revestimento	0,27	9,1	3096	9,5	2760	8,5	2896
Base reciclada	0,20	17,8	871	17,4	1462	17,5	866
Base remanescente mais sub-base	0,40	26,4	144	23,8	143	22,8	110
Subleito	0,45		142		132		120

Fonte: autoria própria

Com esta segunda tentativa de retroanálise obteve-se um resultado significativamente melhor. Entretanto, dentro da amostragem de dados há valores dispersos, incoerentes com os demais valores do conjunto. Todos os resultados dos módulos e os respectivos erros calculados pelo programa por estaca e por segmento estão disponíveis no Anexo H.

Para alcançar módulos adequados, calculou-se valores críticos (mínimos e máximos aceitáveis) para definir as zonas de rejeição e não-rejeição dos dados (ver figura 78).

Figura 78 - Esquema dos dados considerados aceitáveis dentro de uma amostragem



Fonte: UFJF. Disponível em:

<http://www.ufjf.br/baccan/files/2011/05/estatistica_aplicada_paulo.pdf>. (Novembro, 2016)

O NC (nível de confiança) utilizado foi de 95%. A equação 16 é usada para definir o intervalo de confiança.

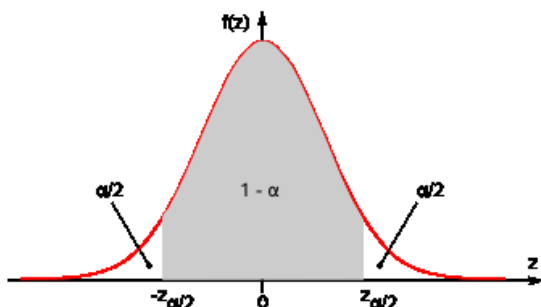
$$E = z_{\frac{\alpha}{2}} * \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (16)$$

onde:

- E = margem de erro;
- $Z_{\alpha/2}$ = coeficiente tabelado em função do nível de confiança, para NC = 95%, $Z_{\alpha/2} = 1,96$;
- σ = desvio padrão;
- n = número de dados.

A figura 79 ilustra essas variáveis de forma gráfica.

Figura 79 - Modelo de curva normal



Fonte: MSPC. Disponível em: <

http://www.mspc.eng.br/matm/prob_est362.shtml>. (Novembro, 2016)

Por meio do *software Excel* obteve-se a tabela 11 com a média, desvio padrão, margem de erro e valores críticos para todas as camadas do pavimento.

Tabela 11 - Valores críticos para retroanálise desenvolvida no *BAKFAA*

Camada	Segmento 01					Segmento 02					Segmento 03				
	Média Múd (MPa)	DP	Margem de Erro (E)	Valor Crit. Inferior	Valor Crit. Superior	Média Múd (MPa)	DP	Margem de Erro (E)	Valor Crit. Inferior	Valor Crit. Superior	Média Múd (MPa)	DP	Margem de Erro (E)	Valor Crit. Inferior	Valor Crit. Superior
Revestimento	9.085,04	5535	1463	7622	10548	6.125,72	4074	1077	5049	7202	6.443,41	3353	878	5565	7322
Base reciclada	4.245,62	2638	697	3549	4943	4.255,50	2613	691	3565	4946	3.310,20	1652	433	2878	3743
Base remanescente mais sub-base	244,25	300	79	165	324	230,08	224	59	171	289	275,79	227	59	216	335
Subleito	900,99	1638	433	468	1334	401,19	267	71	331	472	423,57	515	135	289	558

Fonte: Autoria Própria

O quadro 10 apresenta o resultado dos módulos para cada camada do pavimento obtidos por esta retroanálise. Tais módulos foram calculados por meio da média dos valores que se enquadram dentro da região de dados considerados aceitáveis.

Quadro 10 - Valores dos módulos obtidos para a retroanálise com união da camada de base remanescente com sub-base no *software BAKFAA*

Camada	Coeficiente Poisson	Segmento 01		Segmento 02		Segmento 03	
		Esp. (cm)	Mód (MPa)	Esp. (cm)	Mód (MPa)	Esp. (cm)	Mód (MPa)
Revestimento	0,27	9,1	8882	9,5	5864	8,5	6544
Base reciclada	0,20	17,8	4269	17,4	4118	17,5	3287
Base remanescente n	0,40	26,4	247	23,8	217	22,8	269
Subleito	0,45		714		392		362

Fonte: Autoria própria

Os valores dos módulos encontrados foram maiores do que aqueles alcançados na retroanálise de 2014, porém tal resultado já era esperado uma vez que as deflexões obtidas pelo ensaio de 2016 são bem menores do que aquelas obtidas em 2014.

O principal problema desta retroanálise foram os valores demasiados altos de módulos para o subleito, em especial no segmento 01. Logo, se realizou uma terceira retroanálise, desta vez com a união das camadas base remanescente, sub-base e subleito. Os resultados obtidos encontram-se no Anexo I.

Nesta terceira tentativa de retroanálise há um aumento do erro calculado em relação à segunda tentativa, ou seja, o programa não conseguiu aproximar tão bem os valores das deflexões medidas em ensaios com as calculadas. Além disso, não se obteve o resultado esperado de valores adequados dos módulos do subleito.

CORREIA (2014) salienta a importância de se introduzir módulos “sementes” próximos aos valores reais das camadas do pavimento, pois desta forma facilita-se a convergência para o resultado final, reduzindo-se as iterações necessárias para o cálculo do programa, mitigando erros e resultados inadequados.

Em sua tese, CORREIA (2014) também trata da importância de limitar a margem de valores com que o programa deve trabalhar:

“Conhecendo os materiais que constituem as várias camadas do pavimento é possível introduzir valores “semente” que permitem otimizar os resultados, bem como estipular limites inferiores e superiores para os módulos calculados ao longo das várias iterações realizadas pelos programas de retro-análise, se esta opção estiver disponível no software. Desta forma o utilizador pode evitar que a solução final obtida seja fisicamente inadequada

face aos materiais existentes no pavimento, mesmo que o ajuste esteja matematicamente correto e com percentagens de erro reduzidas.” (CORREIA 2014)

O *software BAKFAA* não permite criar essa margem limite. Então, como quarta tentativa de retroanálise, utilizou-se o programa *Elmod6*, desenvolvido pela *Dynatest*. Os valores usados como módulos “sementes” foram aqueles apresentados no quadro 10 para todas as camadas, com exceção do subleito, para o qual foi usado o módulo obtido por LUVIZÃO (2014).

Como esperado, o programa *Elmod6* apresentou valores ainda maiores para as camadas do pavimento, uma vez que manteve o subleito com valores abaixo dos obtidos pela retroanálise do software BAKFAA (ver resultados no Anexo J).

Os módulos usados como “semente” nesta retroanálise estão no quadro 11.

Quadro 11 - Dados de entrada para o programa *Elmod6*

Camada	Coeficiente Poisson	Segmento 01		Segmento 02		Segmento 03	
		Esp. (cm)	Mód (MPa)	Esp. (cm)	Mód (MPa)	Esp. (cm)	Mód (MPa)
Revestimento	0,27	9,1	8882	9,5	5864	8,5	6544
Base reciclada	0,20	17,8	4269	17,4	4118	17,5	3287
Base remanescente mais sub-base	0,40	26,4	247	23,8	217	22,8	269
Subleito	0,45		142		132		120

Fonte: Autoria Própria

A tabela 12 apresenta as margens de erro calculadas a partir dos valores obtidos no software *Elmod6*, enquanto que o quadro 12 apresenta os resultados de módulo para esta retroanálise.

Tabela 12 - Valores críticos para retroanálise desenvolvida no *Elmod6*

Camada	Segmento 01					Segmento 02					Segmento 03				
	Média Mód (MPa)	DP	Margem de Erro (E)	Valor Crit. Inferior	Valor Crit. Superior	Média Mód (MPa)	DP	Margem de Erro (E)	Valor Crit. Inferior	Valor Crit. Superior	Média Mód (MPa)	DP	Margem de Erro (E)	Valor Crit. Inferior	Valor Crit. Superior
Revestimento	15.337,98	5931	1568	13770	16906	9.652,95	4441	1174	8479	10827	9.716,74	4382	1148	8569	10864
Base reciclada	8.376,77	3305	873	7503	9250	8.203,46	3265	863	7341	9066	5.812,62	2787	730	5083	6543
Base remanescente mais sub-base	333,22	247	65	268	398	354,05	187	49	305	403	560,84	414	108	452	669
Subleito	193,51	96	25	168	219	168,74	40	11	158	179	149,87	45	12	138	162

Fonte: Autoria Própria

Quadro 12 - Módulos obtidos por retroanálise desenvolvida no *Elmod6*

Camada	Coeficiente Poisson	Segmento 01		Segmento 02		Segmento 03	
		Esp. (cm)	Mód (MPa)	Esp. (cm)	Mód (MPa)	Esp. (cm)	Mód (MPa)
Revestimento	0,27	9,1	15238	9,5	9541	8,5	9726
Base reciclada	0,20	17,8	8255	17,4	8264	17,5	6035
Base remanescente mais sub-base	0,40	26,4	335	23,8	350	22,8	524
Subleito	0,45		187		167		148

Fonte: Autoria Própria

O problema desta retroanálise foram os valores de RMS encontrados, os quais foram muito maiores do que os resultantes do programa *BAKFAA*.

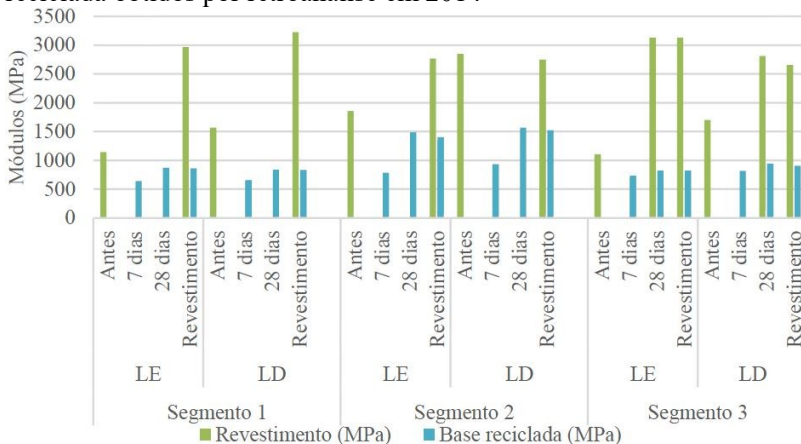
Para CORREIA (2014), o valor limite aceitável como erro máximo é 4%, e os valores encontrados pelo software *Elmod6*, em sua maioria, foram superiores a esse limite.

Entretanto, os módulos obtidos pela análise com o *BAKFAA* apresentaram um valor para o subleito demasiado alto. Os valores encontrados pelo *Elmod6*, apesar do RMS, estão mais coerentes. Como em nenhum dos dois *softwares* atingiu-se a retroanálise desejada, e em ambas há falhas, optou-se por usar os resultados obtidos nas duas como dados de entrada no programa *Elsym5*, para estimar a tensão de tração.

Para efeitos de comparação, os valores dos módulos das camadas do revestimento obtidos por retroanálise em 2014 estão elencados na figura 80 e no quadro13. Nesta análise, em média foram obtidas 14 bacias de deflexão para cada segmento.

Nota-se como os valores dos módulos estimados em 2014 estão bem menores do que aqueles desenvolvidos neste trabalho, tal diferença ocorre, conforme já mencionado, devido as deflexões medidas em cada ano.

Figura 80 - Valores dos módulos da camada de revestimento e base reciclada obtidos por retroanálise em 2014



Fonte: Relatório de Projeto de Reciclagem da Rodovia 355

Quadro 13 - Valores médios dos módulos das camadas obtidos por retroanálise em 2014

Segmentos		1		2		3	
Camada	Coefficiente Poisson	Esp. (cm)	Mód. (MPa)	Esp. (cm)	Mód. (MPa)	Esp. (cm)	Mód. (MPa)
Revestimento	0,27	9,1	3096	9,5	2760	8,5	2896
Base reciclada	0,20	17,8	871	17,4	1462	17,5	866
Base remanescente	0,35	5,0	140	4,4	156	6,4	120
Sub-base	0,45	21,4	148	19,4	130	16,4	100
Subleito	0,45	-	142	-	132	-	120

Fonte: Relatório de Projeto de Reciclagem da Rodovia 355

Em 2014 o módulo resiliente foi calculado como sendo a média dos valores obtidos para cada um dos sete estados de tensões aplicados. O quadro 14 apresenta os resultados de módulo resiliente para os segmentos 01 e 02 e o quadro 15 possui os valores do segmento 03.

Quadro 14 - Módulo resiliente e RCS - Segmento 1 e 2

Segmento	Teor de cimento (%)	Idade (dias)	Desvio Padrão	Média Módulo (MPa)	Média RCS (MPa)
1	2,7	7	88	548	1,36
		28	34	801	2,01
		90	102	1272	3,10
2	2,7	7	77	926	2,18
		28	150	1385	2,67
		90	50	1961	4,07

Fonte: Relatório de Projeto de Reciclagem da Rodovia 355

Quadro 15 - Módulo resiliente e RCS - Segmento 3

Teor de cimento (%)	Idade (dias)	Desvio Padrão	Média Módulo (MPa)	Média RCS (MPa)
2	7	136	837	1,88
	28	42	925	2,03
	90	79	1351	2,83
3	7	56	935	2,10
	28	70	1144	2,53
	90	78	1476	3,60
4	7	127	1203	2,50
	28	48	1354	3,38
	90	91	1904	4,27

Fonte: Relatório de Projeto de Reciclagem da Rodovia 355

5.3 COMPORTAMENTO À FADIGA DE MISTURA RECICLADA

Em 2014, para a determinação do comportamento à fadiga da mistura reciclada, foram moldados corpos de prova de 10,16 cm de diâmetro por 6,4 cm de altura, aplicando 40 golpes em cada face do mesmo (metodologia Marshall).

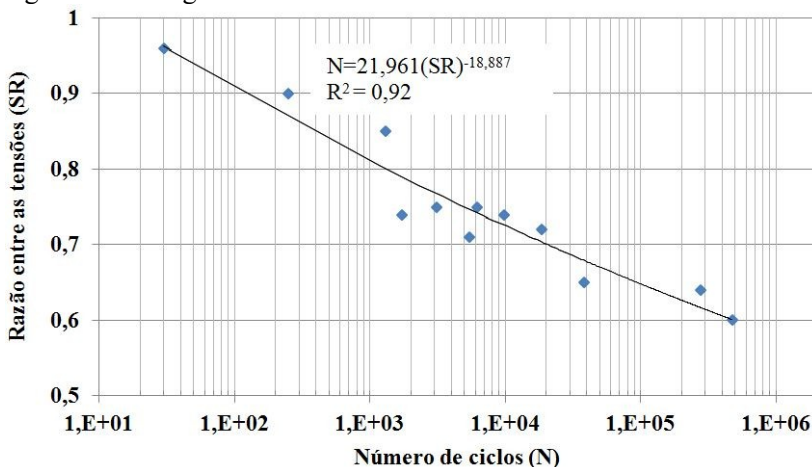
O ensaio foi efetuado apenas com o material oriundo do segmento 03, com adição de 3% de cimento e 15% de pó de pedra, com cura de 28 dias após a moldagem. O ensaio foi realizado à tensão controlada. Foram ensaiados 12 corpos de prova. Cada corpo de prova foi submetido a um carregamento cíclico com um nível de tensão correspondente a uma parcela da resistência à tração da mistura até a sua ruptura.

Os corpos de prova foram moldados em 3 conjuntos de 6 unidades. De cada conjunto, 2 corpos de prova foram rompidos à tração. A média da resistência destes dois corpos de prova foi admitida como sendo representativa dos outros quatro corpos de prova.

Os corpos de prova com mais de duas horas de ensaio, foram envolvidos com uma camada de estopa, que era constantemente molhada para se manter a umidade do corpo de prova e evitar a geração de gradientes de umidade no seu interior. A temperatura de ensaio foi mantida em torno de 20 °C. O ensaio foi utilizado à frequência de 4Hz com valores de SR variando de 0,95 a 0,6.

A Figura 81 apresenta os resultados obtidos nos 12 corpos de prova ensaiados.

Figura 81 - Fadiga da mistura reciclada



Fonte: Relatório de Projeto de Reciclagem da Rodovia 355

O modelo de fadiga encontrado na pesquisa de Luvizão (2014), referente aos ensaios com os materiais do segmento 03, com adição de 15% de pó de pedra e 3% de cimento está descrito na equação 17.

$$N = 21,961 \cdot SR^{-18,887} \quad (17)$$

onde:

- N - Número de ciclos de aplicação de carga para a ruptura;
- SR - Razão entre a tensão de tração aplicada e a resistência à tração da mistura reciclada.

5.4 ESTIMATIVA DA VIDA ÚTIL DO PAVIMENTO

5.4.1 Estimativa a partir dos levantamentos de 2014

Com os valores dos módulos obtidos nos ensaios de laboratório e com aqueles obtidos na retroanálise das bacias de deflexão, efetuou-se uma análise mecanicista da estrutura do pavimento após a reciclagem, com o objetivo de estimar a vida útil da estrutura em termos de número de solicitações do eixo padrão de 8,2 toneladas. O tráfego previsto para o período de projeto é de $9,98 \times 10^6$ segundo o método USACE.

Nesta análise, tomou-se como principal parâmetro avaliado a tensão de tração na face inferior da camada reciclada, pelo fato do revestimento apresentar níveis de deformação à tração muito baixos. As simulações foram conduzidas empregando-se o software *Elsym*, com carregamento do eixo padrão de 82 kN e pressão de contato dos pneus igual a 0,56 MPa.

Para a estimativa da vida útil utilizou-se o modelo de fadiga para a mistura reciclada obtida por Luvizão em 2014 (ver equação 17) e também o modelo de fadiga de Trichês (1993) para o concreto compactado com rolo com consumo de cimento de 120kg/m³ (ver equação 18).

$$N = 10^{(14,961 - 15,014 SR)} \quad (18)$$

onde:

- N - Número de ciclos de carregamento para a ruptura (equivalente ao eixo de 8,2 toneladas, considerando-se fator campo laboratório igual a 1);
- SR - Tensão de tração na face inferior da camada cimentada dividida pela resistência à tração na flexão da camada cimentada.

O quadro 16 apresenta os coeficientes de Poisson, os módulos e as espessuras utilizados para a verificação da vida útil do pavimento reciclado utilizando os valores de módulo encontrados na retroanálise das bacias de deflexão enquanto que o quadro 17 apresenta os valores obtidos nos ensaios de laboratório. Ressalta-se que não foram ensaiados os materiais de subleito e da camada de sub-base, adotando-se desta forma, os mesmos valores obtidos nas retroanálise das bacias.

Quadro 16 - Características da estrutura final com módulos retroanalizados

Segmento		1		2		3	
Camada	Coefficiente Poisson	Esp. (cm)	Mód. (MPa)	Esp. (cm)	Mód. (MPa)	Esp. (cm)	Mód. (MPa)
Revestimento	0,27	9,1	3096	9,5	2760	8,5	2896
Base reciclada	0,20	17,8	871	17,4	1462	17,5	866
Base remanescente	0,35	5,0	140	4,4	156	6,4	120
Sub-base	0,45	21,4	148	19,4	130	16,4	100
Subleito	0,45		142		132		120

Fonte: Relatório de Projeto de Reciclagem da Rodovia 355

Quadro 17 - Características da estrutura final com módulos ensaiados

Segmento		1		2		3	
Camada	Coefficiente Poisson	Esp. (cm)	Mód. (MPa)	Esp. (cm)	Mód. (MPa)	Esp. (cm)	Mód. (MPa)
Revestimento	0,27	9,1	4104	9,5	4459	8,5	4297
Base reciclada	0,20	17,8	801	17,4	1385	17,5	1144
Base remanescente	0,35	5,0	140	4,4	156	6,4	120
Sub-base	0,45	21,4	148	19,4	130	16,4	100
Subleito	0,45		142		132		120

Fonte: Relatório de Projeto de Reciclagem da Rodovia 355

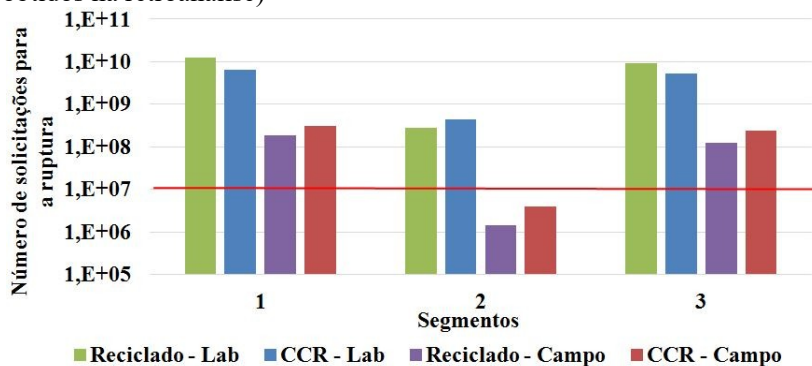
O quadro 18 e a figura 82 apresentam os resultados da análise mecanicista feita com o *Elsym5* e a estimativa da vida útil da estrutura reciclada para os dois modelos de fadiga adotados considerando-se os módulos obtidos por retroanálise.

Quadro 18 - Estimativa da vida útil (módulos obtidos na retroanálise)

Modelo	Reciclado			CCR		
	1	2	3	1	2	3
Tensão de tração (MPa)	0,17	0,24	0,20	0,17	0,24	0,20
Def. calculada (10^{-2} mm)	28,30	27,10	33,40	28,30	27,10	33,40
Deflexão campo (10^{-2} mm)	30,80	33,50	37,00	30,80	33,50	37,00
Campo						
RTCD (MPa)	0,38	0,43	0,45	0,38	0,43	0,45
SR	0,43	0,56	0,44	0,43	0,56	0,44
N	1,8E+08	1,4E+06	1,2E+08	3,2E+08	4,0E+06	2,4E+08
Laboratório						
RTCD (MPa)	0,48	0,57	0,57	0,48	0,57	0,57
SR	0,34	0,42	0,35	0,34	0,42	0,35
N	1,3E+10	2,7E+08	9,4E+09	6,3E+09	4,4E+08	5,2E+09

Fonte: Relatório de Projeto de Reciclagem da Rodovia 355

Figura 82 - Estimativa da vida útil do pavimento reciclado (módulos obtidos na retroanálise)



Fonte: Relatório de Projeto de Reciclagem da Rodovia 355

Considerando-se os valores de RTCD obtidos em campo e os módulos retroanalizados, o segmento 2 não atenderia ao tráfego previsto no período de projeto (10 anos). Porém, se esta avaliação for em relação a valores de RTCD em laboratório, todos os segmentos atenderiam ao tráfego projetado. Ressalta-se que no segmento 2 a taxa de cimento aplicada foi de 2,7%.

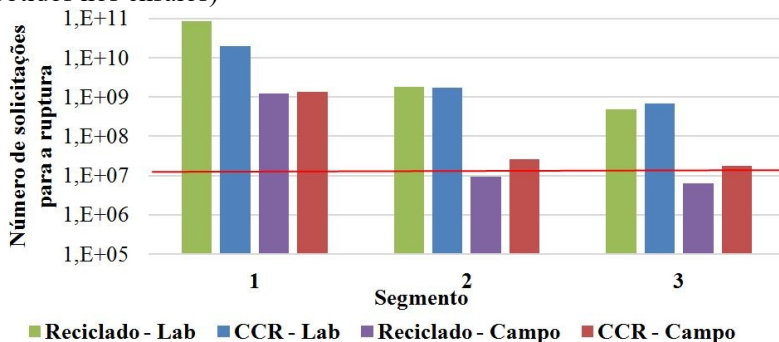
O quadro 19 e a figura 83 apresentam os resultados da estimativa da vida útil da estrutura do pavimento, apresentam os resultados da análise mecanicista com o *Elsym5* e a estimativa da vida útil da estrutura reciclada para os dois modelos de fadiga adotados considerando-se os módulos obtidos nos ensaios.

Quadro 19 - Estimativa da vida útil (módulos obtidos nos ensaios)

Modelo	Reciclado			CCR		
	1	2	3	1	2	3
Tensão de tração (MPa)	0,15	0,22	0,23	0,15	0,22	0,23
Def. calculada (10^{-2} mm)	27,80	25,50	31,00	27,80	25,50	31,00
Deflexão campo (10^{-2} mm)	30,80	33,50	37,00	30,80	33,50	37,00
Campo						
RTCD (MPa)	0,38	0,43	0,45	0,38	0,43	0,45
SR	0,39	0,50	0,51	0,39	0,50	0,51
N	1E+09	9E+06	6E+06	1E+09	3E+07	2E+07
Laboratório						
RTCD (MPa)	0,48	0,57	0,57	0,48	0,57	0,57
SR	0,31	0,38	0,41	0,31	0,38	0,41
N	9E+10	2E+09	5E+08	2E+10	2E+09	7E+08

Fonte: Relatório de Projeto de Reciclagem da Rodovia 355

Figura 83 - Estimativa da vida útil do pavimento reciclado (módulos obtidos nos ensaios)



Fonte: Relatório de Projeto de Reciclagem da Rodovia 355

Considerando-se os valores de RTCD obtidos em campo e os módulos obtidos nos ensaios, pode-se estimar que todos os segmentos atenderiam ao tráfego projetado.

Ressalta-se que na análise conduzida adotou-se para os modelos de fadiga o fator campo laboratório igual 1. Com o acompanhamento do desempenho que se pretende fazer ao longo do tempo, será possível fazer a calibração dos modelos definindo-se desta forma um fator campo laboratório para este tipo de mistura reciclada.

5.4.2 Estimativa a partir dos levantamentos de 2016

Os quadros 20 e 21 apresentam os resultados da estimativa da vida útil considerando-se os módulos encontrados por meio do *software BAKFAA* e *Elmod6*. Nas duas estimativas, assim como no trabalho de Luvizão (2014), calculou-se o número N com os dois modelos de fadiga: o desenvolvido pela autora e o desenvolvido por Trichês (1993), para concreto compactado com rolo.

Os valores de RTCD utilizados nas estimativas foram os obtidos nos ensaios de laboratório por Luvizão (2014). Com o valor da tensão de tração, estimada com o programa *Elsym5*, pode-se obter o RS e utilizar as equações 17 e 18 para calcular o número de solicitações do eixo padrão de 8,2 tf, considerando, no momento, o fator campo/laboratório igual a 1.

Quadro 20 - Resultado da estimativa de vida útil a partir dos módulos obtidos com o *software BAKFAA*

Segmento	RTCD (MPa)	Tensão de tração (MPa)	SR	N (Reciclado)	N (CCR)
01	0,48	0,273	0,57	$9,3 \times 10^5$	$2,6 \times 10^6$
02	0,57	0,310	0,54	$2,2 \times 10^6$	$6,2 \times 10^6$
03	0,57	0,271	0,48	$2,8 \times 10^7$	$6,6 \times 10^7$

Fonte: Autoria própria

Quadro 21 - Resultado da estimativa de vida útil a partir dos módulos obtidos com o *software Elmod6*

Segmento	RTCD (MPa)	Tensão de tração (MPa)	SR	N (Reciclado)	N (CCR)
01	0,48	0,384	0,80	$1,5 \times 10^3$	$8,9 \times 10^2$
02	0,57	0,416	0,73	$8,4 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$
03	0,57	0,341	0,60	$3,6 \times 10^5$	$9,5 \times 10^5$

Fonte: Autoria própria

Como se pode observar, no quadro 21, os valores do número N calculados a partir dos módulos estimados com o *Elmod6* são demasiados pequenos. Enquanto que para a estimativa com os módulos desenvolvidos por meio do programa *BAKFAA*, há uma considerável melhora nos valores, porém ao se comparar esses resultados com aqueles obtidos por Luvizão, para a mesma resistência de tração, há uma diminuição significativa, considerando que a rodovia está aberta ao tráfego há apenas dois anos.

Os valores do número N ao longo do período de projeto foram estimados com base na informação retirada de Luvizão (2014) de que em 2015 trafegariam na rodovia 2845 veículos mistos, enquanto que em 2024 trafegariam 3475 veículos mistos. A partir desses valores, e sabendo que em 2024 o valor acumulado de N é 1×10^7 , estimou-se uma taxa de crescimento de tráfego por ano e desenvolveu-se a tabela 13.

Tabela 13 - Valores estimados de N acumulado

ANO	N	N acum
2015	900.333,00	900.333,00
2016	922.481,19	1.822.814,19
2017	944.629,38	2.767.443,58
2018	966.777,58	3.734.221,15
2019	988.925,77	4.723.146,92
2020	1.011.073,96	5.734.220,88
2021	1.033.222,15	6.767.443,03
2022	1.055.370,34	7.822.813,37
2023	1.077.518,53	8.900.331,90
2024	1.099.666,73	9.999.998,63

Fonte: Autoria própria

De acordo com a tabela 13, o número N acumulado para o período de 2017 a 2024 seria $8,2 \times 10^6$, ou seja, apenas o segmento 03, com os módulos obtido a partir do *software BAKFAA*, atenderia a demanda de tráfego (ver quadro 22).

Quadro 22 - N acumulado para o período de oito anos

N Acumulado para os dois primeiros anos	1.822.814,19
N de 2017 a 2024	8.177.184,44
N de 2017 a 2024	$8,2 \times 10^6$

Fonte: Autoria própria

Portanto, considerando os modelos de estimativa de vida útil utilizados nesse trabalho, a rodovia não estaria capacitada a suportar o tráfego previsto. Entretanto, tal resultado, não é condizente com as demais análises funcionais e estruturais desenvolvidas neste projeto.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho alcançou o seu objetivo de avaliar os segmentos monitorados quanto ao desempenho funcional e estrutural.

Em relação ao desempenho funcional os segmentos tiveram resultados satisfatórios em todos os quesitos avaliados. Na avaliação da irregularidade longitudinal os três segmentos foram categorizados como “bons”.

Quanto aos defeitos levantados, no cálculo do IGG os três segmentos foram avaliados como “ótimo”, apresentando valores de IGG bem abaixo do limite de 20 que os classificaria como “bons” pelo critério do DNIT.

Na análise da condição de coeficiente de atrito os três segmentos foram classificados como “bons”. Os segmentos 01 e 03 não apresentaram GN, em nenhum ponto, abaixo do limite estabelecido pela ANAC de 0,53, enquanto que o segmento 02 apresentou poucos pontos abaixo de 0,53, mas nenhum abaixo do limite de 0,36.

Por sua vez, na análise do desempenho estrutural, as deflexões máximas medidas por FWD encontraram-se todas abaixo do limite de 38×10^{-2} mm. O maior valor médio das deflexões máximas foi obtido no segmento 02, sentido BR282 – BR153, de $16,98 \times 10^{-2}$ mm.

Os raios de curvatura de todas as bacias de deflexão encontraram-se acima do limite de 100 metros, muitos dos quais inclusive atingiram mais de dez vezes esse valor.

O maior desafio encontrado no projeto foi a retroanálise. Foram realizadas quatro tentativas de retroanálise e nenhuma foi considerada totalmente adequada. Isso teve por consequência um prejuízo na estimativa de vida útil do pavimento.

Em 2014 as bacias foram medidas com viga *Benkelman* e a retroanálise foi realizada com o *Elsym5*, enquanto que, em 2016 as bacias foram medidas com FWD e a retroanálise foi realizada com o *BAKFAA* e o *Elmod6*. Os resultados apresentados nos dois trabalhos foram muito diferentes. No primeiro, obteve-se resultados mais coerentes na comparação do N de estudo de tráfego com o N estimado para a vida útil. No segundo, não houve coerência entre o N estimado e a condição da superfície.

6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Desenvolver uma correlação entre medidas de deflexão com a viga *Benkelman* e com o FWD, para verificação da diferença dos resultados obtidos em 2014 e 2016;
- Buscar outros métodos ou *softwares* para a realização da retroanálise;
- Extrair corpos de prova para avaliar os módulos resilientes e comparar os resultados ensaiados com os valores gerados por retroanálise;
- Realizar o acompanhamento do desempenho funcional e estrutural dos segmentos ao longo do tempo, para se definir um fator campo/laboratório para o procedimento adotado na avaliação do desempenho deste tipo de estrutura a partir de resultados de laboratório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR 15617:2011**: Misturas asfálticas – Determinação do dano por umidade induzida. 2011.

AGÊNCIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO - ARTESP. **Anexo 6: Serviços correspondentes às funções de conservação**. p. 42, 2014. Disponível em: <http://www.artesp.sp.gov.br/Media/Default/Rodovias/pppTamoios/06%20-%20Servi%C3%A7os%20Correspondentes%20as%20Fun%C3%A7%C3%B5es%20de%20Conserva%C3%A7%C3%A3o%20_Final_.pdf>. Acesso em: 06 set. 2016.

ALVES, Teresa Sofia Figueiredo. **Metodologias de auscultação de pavimentos rodoviários**: Aplicação prática do radar de prospecção e do Deflectómetro de impacto. Instituto Superior Técnico: Lisboa, 2007.

ANDRIOTTI, José Leonardo Silva. **Técnicas Estatísticas Aplicáveis a Tratamento de Informações Oriundas de Procedimentos Laboratoriais**. CPRM: Porto Alegre, 2005.

BARELLA, Rodrigo Maluf. **Contribuição para a avaliação da irregularidade longitudinal de pavimentos com perfilômetros inerciais**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: São Paulo, 2008.

BARELLA, Rodrigo Maluf. FILHO, Sergio Orlando Massara. BALBO, José Tadeu.

Irregularidade longitudinal de pavimentos: sensibilidade de perfis, correlação entre QI e IRI e comparação de equipamentos. Universidade de São Paulo: São Paulo.

BERNUCCI, Liedi Bariani. MOTTA, Laura Maria Goretti. CERATTI, Jorge Augusto Pereira. SOARES, Jorge Barbosa. **Pavimentação Asfáltica**: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS, ABEDA, 3ª reimpressão, 2010.

BORGES, Clarissa Beatriz Sandoval. **Estudo comparativo entre medidas de deflexão com viga Benkelman e FWD em pavimentos da**

malha rodoviária estadual de Santa Catarina. UFSC: Florianópolis, 2001.

CNT. **Pesquisa CNT de rodovias 2016:** relatório geral. 20ª ed. Brasília: CNT: SEST: SENAT, 2016.

CORREIA, João Miguel Santos. **Retro-Análise de Resultados de Caracterização Estrutural de Pavimentos.** Lisboa, 2014.

DEUCHER, Fernanda Mattos. **Avaliação estrutural e funcional e estimativa de vida útil de segmento da SC-390 com camada de base de solo melhorado com cimento:** primeiro ano de abertura do tráfego. UFSC: Florianópolis, 2016.

DNIT. **Manual de Pavimentação.** 3ª ed. Rio de Janeiro, 2006.

DNIT. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos.** 2ª ed. Rio de Janeiro, 2006.

DYNATEST. **GripTester.** Disponível em:
<<http://dynatest.com.br/produto.asp?produtoAtivo=22>>. Acesso em 20 out. 2016

ECE/CIS. **Probabilidade e Estatística: Margem de Erro. Determinação do tamanho da amostra.** Disponível em:
<https://www.eecis.udel.edu/~portnoi/classroom/prob_estatistica/2005_2/lecture_slides/Aula16-MargemErro.pdf>. Acesso em 09 nov. 2016.

INSTITUTO GOIANO DE MATEMÁTICA. **Intervalos de confiança e tamanho de amostras.** Disponível em:
<http://www.igm.mat.br/aplicativos/index.php?option=com_content&view=article&id=365:inferencia&catid=61:distnormal>. Acesso em 09 nov. 2016.

IPR. **Norma DNIT 006/2003 – PRO:** Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

IPR. **Norma DNIT 005/2003 – TER:** Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia. Rio de Janeiro, 2003.

LUVIZÃO, Gislaíne. **Avaliação do desempenho da reciclagem na rodovia SC 355**: caracterização da mistura reciclada e avaliação estrutural de segmentos monitorados executados. UFSC: Florianópolis, 2014.

LUZ, Lídia Carolina da. **Avaliação do desempenho do segmento monitorado de Itapoá**. UFSC: Florianópolis, 2015.

MACÊDO, Fabrício Nascimento de. **Retroanálise de bacias de deflexão reais e teóricas obtidas por métodos estáticos e dinâmicos**. Universidade de Brasília: Brasília, 2003.

MATTOS, João Rodrigo Guerreiro. **Avaliação da aderência pneu-pavimento e tendências de desempenho para a rodovia BR-290/RS**. UFRGS: Porto Alegre, 2009.

OLIVEIRA, Paulo César Arrieiro de. Contribuição ao estudo da técnica de reciclagem profunda na recuperação de pavimentos flexíveis. Universidade Estadual de Campinas: Campinas, 2003.

TECNOPAV. Reciclagem de pavimentos: tecnologia, sustentabilidade e economia de custos. Disponível em: <<http://www.tecnopav.com.br/reciclagem>>. Acesso em 31 out. 2016.

TRICHÊS, Glicério. **Monitoramento do desempenho da reciclagem da rodovia SC 355, trecho BR 153 – Jaborá**. UFSC: Florianópolis, 2016.

TRIVES, Liseane. **Dimensionamento de Pavimentos**.

TRIVES, Liseane. **Material Didático – Cálculo do Número “N”**. Florianópolis, 2015.

ANEXO A – Dados do ensaio de irregularidade longitudinal

RESULTADOS DO LEVANTAMENTO COM PERFILÔMETRO LASER															
VIA SC-355		TRECHO BR-153 - BR-282				LOCAL JABORAÍ/SC			TIPO DE PISTA SIMPLES		DATA 04/05/16				
INÍCIO km 002+300m		FIM km 003+000m		SENTIDO CRESCENTE		CONDIÇÕES CLIMÁTICAS ENSOLARADO			FAIXA DIREITA						
POSICIONAMENTO DOS MÓDULOS LASER (cm)															
NOTAS															
ATR: AFUNDAMENTO DE TRILHA DE RODA; TRI: TRILHA DE RODA INTERNA; TRE: TRILHA DE RODA EXTERNA; DESVIO: DESVIO PADRÃO DA MÉDIA INFORMADA (DISPERSÃO DOS RESULTADOS)															
PONTO	IDENTIF. (ESTACA / MARCO)	ATR (mm)				IRI (m/km)				QI (CONT./km)				VELOC. (km/h)	MACRO-TEXTURA MT (mm)
		INTERNA (ESQ)		EXTERNA (DIR)		LASER			MÉDIA	LASER			MÉDIA		
		TRI	DESVIO	TRE	DESVIO	L1	L3	L5		L1	L3	L5			
0	2+300	-	-	-	-	2,25	2,18	2,13	2,19	24,10	21,90	13,50	19,80	35	0,44
20	2+320	-	-	-	-	2,36	1,74	1,18	1,76	23,00	13,40	3,10	13,10	35	0,49
40	2+340	-	-	-	-	2,21	1,99	2,07	2,09	24,90	19,50	19,10	21,20	35	0,64
60	2+360	-	-	-	-	1,17	1,19	0,89	1,08	5,90	6,70	3,60	5,40	35	0,56
80	2+380	-	-	-	-	1,82	1,45	0,86	1,37	20,80	13,80	4,40	13,00	35	0,57
100	2+400	-	-	-	-	1,87	1,67	1,57	1,70	18,50	19,00	16,10	17,90	35	0,57
120	2+420	-	-	-	-	1,15	1,31	1,13	1,20	6,30	7,90	4,10	6,10	35	0,53
140	2+440	-	-	-	-	2,09	1,92	1,44	1,81	20,30	16,40	8,90	15,20	35	0,58
160	2+460	-	-	-	-	1,67	1,19	1,12	1,33	19,50	8,60	5,20	11,10	35	0,51
180	2+480	-	-	-	-	1,92	1,48	1,43	1,61	19,60	12,20	8,50	13,40	35	0,74
200	2+500	-	-	-	-	0,99	1,09	1,12	1,07	1,30	2,20	4,70	2,70	35	0,48
220	2+520	-	-	-	-	2,00	1,89	2,08	1,99	21,40	18,50	20,00	20,00	35	0,59
240	2+540	-	-	-	-	1,46	1,14	1,36	1,32	12,70	11,00	14,40	12,70	35	0,59
260	2+560	-	-	-	-	2,54	2,70	2,31	2,52	27,80	32,20	23,20	27,80	35	0,61
280	2+580	-	-	-	-	3,37	2,41	1,77	2,51	30,40	20,00	11,90	20,80	35	0,48
300	2+600	-	-	-	-	2,05	1,94	2,56	2,18	23,90	20,40	26,30	23,50	35	0,50
320	2+620	-	-	-	-	1,14	1,07	1,59	1,27	6,80	5,10	14,40	8,80	35	0,34
340	2+640	-	-	-	-	2,23	2,05	1,87	2,05	37,00	16,90	19,50	24,40	35	0,47
360	2+660	-	-	-	-	1,79	1,47	1,22	1,50	9,00	9,70	5,90	8,20	35	0,40
380	2+680	-	-	-	-	2,22	1,74	1,77	1,91	14,30	15,10	12,10	13,80	35	0,70
400	2+700	-	-	-	-	1,78	1,82	1,55	1,71	17,20	19,10	11,90	16,00	35	0,59
420	2+720	-	-	-	-	1,51	1,35	1,54	1,47	16,50	9,50	11,30	12,40	35	0,44
440	2+740	-	-	-	-	1,46	1,24	1,21	1,31	11,30	9,60	8,10	9,70	35	0,44
460	2+760	-	-	-	-	2,40	2,04	1,96	2,13	30,20	22,50	21,30	24,70	35	0,70
480	2+780	-	-	-	-	4,18	2,77	2,18	3,04	63,10	38,80	22,90	41,60	35	0,79
500	2+800	-	-	-	-	1,89	1,30	1,04	1,41	6,30	5,80	3,00	5,00	35	0,63
520	2+820	-	-	-	-	1,46	1,39	1,24	1,36	13,00	12,00	10,60	11,90	35	0,58
540	2+840	-	-	-	-	1,37	1,42	1,22	1,33	14,00	7,50	7,10	9,50	35	0,56
560	2+860	-	-	-	-	2,64	1,91	2,43	2,33	44,60	25,90	45,40	38,60	35	0,78
580	2+880	-	-	1,8	4,3	2,92	2,48	3,67	3,03	35,90	23,90	41,50	33,80	35	0,52
600	2+900	-	-	-	-	2,24	2,54	4,22	3,00	36,70	25,80	39,70	34,10	35	0,58
620	2+920	-	-	-	-	2,42	1,89	1,78	2,03	15,40	6,10	12,00	11,20	35	0,44
640	2+940	-	-	-	-	1,65	1,72	1,39	1,59	10,40	13,50	9,60	11,20	35	0,54
660	2+960	-	-	-	-	4,64	3,41	3,27	3,77	75,80	54,10	51,50	60,50	35	0,70
680	2+980	-	-	-	-	4,06	3,14	2,60	3,27	50,40	32,60	22,00	35,00	35	0,66
700	3+000	-	-	-	-	2,19	1,71	1,71	1,87	18,20	7,20	5,50	10,30	35	0,77

RESULTADOS DO LEVANTAMENTO COM PERFILÔMETRO LASER															
VIA		TRECHO				LOCAL				TIPO DE PISTA		DATA			
SC-355		BR-282 - BR-153				JABORÁ/SC				SIMPLES		04/05/16			
INÍCIO km 003+000m		FIM km 002+300m		SENTIDO DECRESCENTE		CONDIÇÕES CLIMÁTICAS ENSOLARADO				FAIXA DIREITA					
POSICIONAMENTO DOS MÓDULOS LASER (cm)															
NOTAS ATR: AFUNDAMENTO DE TRILHA DE RODA; TRI: TRILHA DE RODA INTERNA; TRE: TRILHA DE RODA EXTERNA; DESVIO: DESVIO PADRÃO DA MÉDIA INFORMADA (DISPERSÃO DOS RESULTADOS)															
PONTO	IDENTIF. (ESTACA / MARCO)	ATR (mm)				IRI (m/km)				QI (CONT./km)				VELOC. (km/h)	MACRO- TEXTURA MT (mm)
		INTERNA (ESQ)		EXTERNA (DIR)		LASER				LASER					
		TRI	DESVIO	TRE	DESVIO	L1	L3	L5	MÉDIA	L1	L3	L5	MÉDIA		
0	3+000	-	-	0,0	0,9	2,06	2,17	2,85	2,36	23,60	29,80	34,40	29,30	35	0,40
20	2+980	-	-	-	-	1,70	1,81	1,61	1,71	4,30	5,60	5,00	5,00	35	0,68
40	2+960	-	-	-	-	2,03	1,58	1,79	1,80	21,50	13,50	20,00	18,30	35	0,93
60	2+940	-	-	-	-	1,61	1,46	1,20	1,42	13,50	14,20	10,00	12,50	35	0,61
80	2+920	-	-	-	-	1,76	2,36	1,93	2,02	11,30	18,80	15,60	15,30	35	0,46
100	2+900	-	-	-	-	1,21	1,25	1,31	1,25	10,40	7,70	10,00	9,40	35	0,56
120	2+880	-	-	-	-	2,20	2,25	2,19	2,21	24,90	25,70	25,00	25,20	35	0,57
140	2+860	-	-	-	-	1,95	2,20	2,32	2,16	18,20	18,90	18,70	18,60	35	0,77
160	2+840	-	-	-	-	1,33	1,36	1,71	1,47	2,90	1,90	2,40	2,40	35	0,63
180	2+820	-	-	-	-	1,16	1,46	1,50	1,37	5,50	8,80	9,60	8,00	35	0,52
200	2+800	-	-	-	-	3,02	3,76	4,70	3,83	29,60	42,20	52,70	41,50	35	0,35
220	2+780	-	-	-	-	2,44	2,52	2,94	2,63	14,30	12,70	19,80	15,60	35	0,57
240	2+760	-	-	-	-	1,48	1,54	1,58	1,53	12,70	14,00	14,30	13,70	35	0,75
260	2+740	-	-	-	-	2,20	2,02	2,00	2,07	28,90	21,60	18,80	23,10	35	-
280	2+720	-	-	-	-	1,14	1,42	1,21	1,26	8,70	12,20	7,10	9,30	35	0,69
300	2+700	-	-	-	-	1,72	1,58	2,30	1,87	11,30	10,80	22,40	14,80	35	0,61
320	2+680	-	-	-	-	1,56	1,84	2,86	2,09	11,80	17,00	29,20	19,30	35	0,70
340	2+660	-	-	-	-	2,24	1,92	2,87	2,34	29,40	18,60	30,40	26,10	35	0,44
360	2+640	-	-	-	-	2,07	1,94	2,72	2,24	20,10	23,70	39,30	27,70	35	0,54
380	2+620	-	-	-	-	2,28	2,72	3,02	2,67	30,00	30,80	16,10	25,70	35	0,63
400	2+600	-	-	-	-	2,21	1,69	2,08	1,99	19,30	14,70	22,20	18,70	35	0,42
420	2+580	-	-	-	-	1,27	1,91	1,83	1,67	6,30	8,50	6,00	6,90	35	0,47
440	2+560	-	-	-	-	1,84	2,56	2,25	2,21	17,30	30,70	29,30	25,80	35	0,75
460	2+540	-	-	-	-	1,01	0,99	1,17	1,06	3,40	3,30	3,50	3,40	35	0,70
480	2+520	-	-	-	-	1,76	1,25	1,48	1,50	19,50	14,70	14,20	16,20	35	0,54
500	2+500	-	-	-	-	1,02	1,13	1,62	1,25	6,30	6,80	18,50	10,50	35	0,59
520	2+480	-	-	-	-	1,92	1,93	2,56	2,14	14,00	12,10	19,80	15,30	35	0,88
540	2+460	-	-	-	-	2,82	3,25	3,40	3,16	25,00	22,90	26,00	24,60	35	0,64
560	2+440	-	-	-	-	2,03	1,42	0,86	1,43	17,70	7,50	2,50	9,30	35	0,59
580	2+420	-	-	-	-	1,20	1,84	2,49	1,84	8,80	22,10	34,30	21,70	35	0,44
600	2+400	-	-	-	-	1,40	1,64	2,10	1,71	13,20	15,70	22,70	17,20	35	0,67
620	2+380	-	-	-	-	1,12	0,93	1,08	1,04	5,20	2,10	6,20	4,50	35	0,58
640	2+360	-	-	-	-	1,54	1,99	2,06	1,86	13,80	22,20	23,90	20,00	35	0,48
660	2+340	-	-	-	-	1,51	1,67	1,60	1,60	11,40	17,90	21,60	17,00	35	0,56
680	2+320	-	-	-	-	1,35	1,71	0,73	1,26	8,70	11,30	2,40	7,40	35	0,71
700	2+300	-	-	-	-	1,67	1,76	1,40	1,61	13,00	16,40	15,00	14,80	35	0,71

RESULTADOS DO LEVANTAMENTO COM PERFILÔMETRO LASER															
VIA SC-355		TRECHO BR-153 - BR-282				LOCAL JABORÁ/SC			TIPO DE PISTA SIMPLES		DATA 04/05/16				
INÍCIO km 004+800m		FIM km 005+500m		SENTIDO CRESCENTE			CONDIÇÕES CLIMÁTICAS ENSOLARADO			FAIXA DIREITA					
POSICIONAMENTO DOS MÓDULOS LASER (cm)															
NOTAS ATR: AFUNDAMENTO DE TRILHA DE RODA; TRI: TRILHA DE RODA INTERNA; TRE: TRILHA DE RODA EXTERNA; DESVIO: DESVIO PADRÃO DA MÉDIA INFORMADA (DISPERSÃO DOS RESULTADOS)															
PONTO	IDENTIF. (ESTACA / MARCO)	ATR (mm)				IRI (m/km)				QJ (CONT./km)				VELOC. (km/h)	MACRO-TEXTURA MT (mm)
		INTERNA (ESQ)		EXTERNA (DIR)		LASER				LASER					
		L2:L1	L3	L3:L5	L4	L1	L3	L5	MÉDIA	L1	L3	L5	MÉDIA		
		TRI	DESVIO	TRE	DESVIO										
0	4+800	-	-	-	-	4,13	4,70	5,00	4,61	10,20	13,20	15,70	13,00	35	0,49
20	4+820	0,4	0,8	-	-	1,98	1,68	2,00	1,89	17,40	10,40	17,40	15,10	35	0,80
40	4+840	2,0	1,3	-	-	1,81	1,49	1,57	1,63	16,80	9,90	9,50	12,10	35	0,77
60	4+860	2,3	0,7	-	-	1,22	1,25	1,08	1,18	7,60	4,80	3,00	5,20	35	1,08
80	4+880	0,7	2,1	-	-	1,68	1,34	1,14	1,39	10,10	7,60	8,10	8,60	35	0,67
100	4+900	-	-	-	-	0,99	1,04	1,25	1,10	5,20	3,10	5,80	4,70	35	0,77
120	4+920	-	-	-	-	1,69	2,05	1,62	1,79	11,40	11,20	11,70	11,50	35	0,90
140	4+940	-	-	-	-	1,94	1,70	1,85	1,83	21,30	9,30	14,20	14,90	35	0,75
160	4+960	-	-	-	-	1,55	1,93	1,37	1,62	13,90	17,40	11,10	14,10	35	0,79
180	4+980	-	-	-	-	2,61	2,07	1,82	2,17	45,20	37,20	15,00	32,50	35	0,78
200	5+000	-	-	-	-	2,50	2,75	1,74	2,33	18,60	23,00	10,80	17,50	35	0,64
220	5+020	-	-	-	-	3,08	1,74	1,54	2,12	36,40	21,60	17,20	25,10	35	0,60
240	5+040	-	-	-	-	2,36	2,28	2,88	2,50	19,90	33,20	51,30	34,80	35	0,55
260	5+060	-	-	0,4	0,7	1,12	1,22	1,81	1,38	7,70	4,90	12,50	8,40	35	0,46
280	5+080	-	-	-	-	1,02	1,10	1,30	1,14	5,00	5,60	6,80	5,80	35	0,34
300	5+100	-	-	-	-	1,20	0,93	1,32	1,15	7,40	5,90	8,00	7,10	35	0,65
320	5+120	-	-	-	-	1,16	1,27	1,43	1,29	2,20	2,30	3,10	2,60	35	0,83
340	5+140	-	-	-	-	1,19	1,26	1,26	1,23	8,40	11,20	12,20	10,60	35	0,61
360	5+160	-	-	-	-	1,88	1,27	1,38	1,51	14,50	8,50	9,10	10,70	35	0,83
380	5+180	-	-	-	-	1,04	1,20	1,35	1,20	6,20	7,60	7,70	7,20	35	0,89
400	5+200	-	-	-	-	1,19	1,21	1,37	1,26	5,60	8,80	10,90	8,40	35	0,65
420	5+220	-	-	-	-	1,60	1,62	1,80	1,67	15,60	11,90	21,80	16,50	35	0,66
440	5+240	-	-	-	-	1,59	1,32	1,55	1,49	14,60	10,50	16,60	13,90	35	0,71
460	5+260	-	-	-	-	2,47	1,97	2,47	2,30	27,20	24,10	29,60	27,00	35	0,70
480	5+280	-	-	-	-	1,41	1,93	1,57	1,64	11,60	20,70	16,90	16,40	35	0,64
500	5+300	-	-	-	-	1,61	2,10	2,33	2,01	5,60	13,80	16,10	11,80	35	0,66
520	5+320	-	-	-	-	1,42	1,71	1,45	1,53	9,70	13,00	5,20	9,30	35	0,70
540	5+340	-	-	-	-	2,02	1,45	2,03	1,83	21,90	17,50	30,30	23,20	35	0,60
560	5+360	-	-	-	-	1,30	1,48	1,62	1,46	3,80	7,70	11,20	7,50	35	0,67
580	5+380	-	-	-	-	1,80	1,65	1,69	1,71	17,10	18,90	20,50	18,80	35	0,57
600	5+400	-	-	-	-	3,49	3,49	3,51	3,50	36,10	32,40	33,60	34,00	35	0,60
620	5+420	-	-	-	-	2,58	2,46	2,36	2,46	14,00	11,90	13,50	13,10	35	0,60
640	5+440	0,5	0,6	-	-	1,13	1,20	1,46	1,27	4,60	6,80	7,70	6,30	35	0,60
660	5+460	1,7	1,0	-	-	1,33	1,38	0,85	1,19	10,40	8,40	1,90	6,90	35	0,64
680	5+480	0,9	1,0	-	-	1,24	0,82	1,03	1,03	6,10	2,80	7,10	5,30	35	0,86
700	5+500	0,2	0,8	-	-	1,23	1,68	2,58	1,83	7,00	19,30	33,20	19,80	35	0,84

RESULTADOS DO LEVANTAMENTO COM PERFILÔMETRO LASER															
VIA		TRECHO				LOCAL				TIPO DE PISTA		DATA			
SC-355		BR-282 - BR-153				JABORÁ/SC				SIMPLES		04/05/16			
INÍCIO km 005+500m		FIM km 004+800m		SENTIDO DECRESCENTE		CONDIÇÕES CLIMÁTICAS ENSOLARADO				FAIXA DIREITA					
POSICIONAMENTO DOS MÓDULOS LASER (cm)															
NOTAS ATR: AFUNDAMENTO DE TRILHA DE RODA; TRI: TRILHA DE RODA INTERNA; TRE: TRILHA DE RODA EXTERNA; DESVIO: DESVIO PADRÃO DA MÉDIA INFORMADA (DISPERSÃO DOS RESULTADOS)															
PONTO	IDENTIF. (ESTACA / MARCO)	ATR (mm)				IRI (m/km)				QI (CONT./km)				VELOC. (km/h)	MACRO- TEXTURA MT (mm)
		INTERNA (ESQ) (L2;L1;L3)		EXTERNA (DIR) (L3;L5;L4)		LASER				LASER					
		TRI	DESVIO	TRE	DESVIO	L1	L3	L5	MÉDIA	L1	L3	L5	MÉDIA		
0	5+500	-	-	-	-	1,35	1,30	1,51	1,39	11,20	8,10	15,90	11,80	35	0,54
20	5+480	-	-	-	-	1,24	1,18	1,53	1,31	8,00	7,20	8,10	7,80	35	0,47
40	5+460	-	-	-	-	1,13	1,21	1,16	1,17	4,10	5,10	7,00	5,40	35	0,66
60	5+440	-	-	-	-	1,10	1,61	1,88	1,53	8,50	14,40	18,70	13,80	35	0,80
80	5+420	-	-	-	-	1,15	2,21	3,82	2,39	6,60	27,20	49,90	27,90	35	0,56
100	5+400	-	-	-	-	2,73	2,24	2,13	2,36	25,30	17,30	19,50	20,70	35	0,63
120	5+380	-	-	-	-	2,81	2,22	2,48	2,51	26,50	20,90	31,70	26,40	35	0,50
140	5+360	-	-	0,1	0,8	2,24	2,71	3,06	2,67	17,20	28,10	37,20	27,50	35	0,79
160	5+340	-	-	-	-	0,97	1,51	2,29	1,59	6,80	11,70	24,20	14,20	35	0,72
180	5+320	-	-	0,7	0,7	1,68	1,99	2,31	2,00	18,40	18,20	17,80	18,10	35	0,84
200	5+300	-	-	0,3	0,9	1,56	1,75	1,63	1,65	9,20	10,30	4,70	8,10	35	0,64
220	5+280	-	-	-	-	1,23	1,51	1,50	1,41	12,20	14,80	12,00	13,00	35	0,54
240	5+260	-	-	-	-	1,26	1,44	1,86	1,52	6,50	10,40	20,50	12,50	35	0,59
260	5+240	-	-	-	-	1,69	1,52	1,47	1,56	17,20	13,40	9,70	13,40	35	0,62
280	5+220	-	-	-	-	1,63	1,85	1,32	1,60	15,90	15,70	7,30	13,00	35	0,59
300	5+200	-	-	-	-	2,79	2,80	2,35	2,65	29,50	30,60	16,10	25,40	35	0,66
320	5+180	-	-	-	-	3,68	3,58	3,75	3,67	59,70	54,40	54,60	56,20	35	-
340	5+160	-	-	-	-	1,41	1,52	1,57	1,50	13,60	13,20	8,60	11,80	35	0,72
360	5+140	-	-	-	-	1,41	2,17	1,67	1,75	13,70	20,70	18,90	17,80	35	0,76
380	5+120	-	-	-	-	1,75	1,71	1,48	1,64	18,40	13,10	9,60	13,70	35	0,80
400	5+100	-	-	-	-	1,19	0,95	0,78	0,97	6,90	4,70	1,40	4,30	35	0,72
420	5+080	-	-	-	-	1,25	1,43	1,04	1,24	6,70	7,40	3,40	5,80	35	0,58
440	5+060	-	-	-	-	1,96	1,57	1,57	1,70	25,40	18,00	11,00	18,10	35	0,69
460	5+040	-	-	-	-	2,27	1,78	0,87	1,64	28,80	17,20	5,30	17,10	35	0,63
480	5+020	-	-	-	-	2,24	2,30	2,45	2,33	21,50	27,30	30,90	26,60	35	0,53
500	5+000	-	-	-	-	1,92	2,05	2,62	2,20	21,30	14,90	24,00	20,10	35	0,56
520	4+980	-	-	-	-	2,55	2,65	2,53	2,58	35,50	29,50	21,50	28,80	35	0,66
540	4+960	-	-	-	-	2,90	3,47	3,70	3,36	32,70	33,50	26,80	31,00	35	0,61
560	4+940	-	-	-	-	2,05	1,63	1,93	1,87	20,40	12,80	15,60	16,30	35	0,59
580	4+920	-	-	-	-	1,05	1,16	1,68	1,30	5,30	5,60	8,70	6,50	35	0,48
600	4+900	-	-	-	-	1,46	1,48	1,05	1,33	12,10	11,10	5,90	9,70	35	0,52
620	4+880	-	-	-	-	1,78	1,19	0,96	1,31	21,50	11,70	7,90	13,70	35	0,57
640	4+860	-	-	-	-	2,26	1,76	2,03	2,02	34,30	20,20	24,90	26,40	35	0,55
660	4+840	-	-	-	-	1,48	1,04	1,25	1,26	14,40	7,00	11,10	10,80	35	0,47
680	4+820	-	-	-	-	2,24	1,97	1,92	2,04	25,30	22,30	19,00	22,20	35	0,50
700	4+800	-	-	-	-	1,73	1,77	1,51	1,67	15,60	14,50	8,10	12,70	35	0,62

RESULTADOS DO LEVANTAMENTO COM PERFILÔMETRO LASER															
VIA SC-355		TRECHO BR-153 - BR-282				LOCAL JABORÁ/SC			TIPO DE PISTA SIMPLES		DATA 04/05/16				
INÍCIO km 008+100m		FIM km 008+800m		SENTIDO CRESCENTE			CONDIÇÕES CLIMÁTICAS ENSOLARADO			FAIXA DIREITA					
POSICIONAMENTO DOS MÓDULOS LASER (cm)															
NOTAS ATR: AFUNDAMENTO DE TRILHA DE RODA; TRI: TRILHA DE RODA INTERNA; TRE: TRILHA DE RODA EXTERNA; DESVIO: DESVIO PADRÃO DA MÉDIA INFORMADA (DISPERSÃO DOS RESULTADOS)															
PONTO	IDENTIF. (ESTACA / MARCO)	ATR (mm)				IRI (m/km)				QJ (CONT./km)				VELOC. (km/h)	MACRO- TEXTURA MT (mm)
		INTERNA (ESQ) (L2;L1;L3)		EXTERNA (DIR) (L3;L5;L4)		LASER			MÉDIA	LASER			MÉDIA		
		TRI	DESVIO	TRE	DESVIO	L1	L3	L5		L1	L3	L5			
0	8+100	-	-	0,0	1,1	1,53	1,33	2,07	1,64	9,40	7,20	16,10	10,90	35	0,67
20	8+120	-	-	0,9	1,5	2,29	2,28	3,00	2,52	28,20	28,80	42,60	33,20	35	0,66
40	8+140	-	-	0,2	0,6	1,82	1,57	1,37	1,59	17,10	15,30	9,30	13,90	35	0,83
60	8+160	-	-	0,2	1,5	2,76	2,43	2,24	2,48	34,60	27,40	18,10	26,70	35	0,79
80	8+180	-	-	0,1	0,9	1,34	1,05	0,85	1,08	5,00	3,30	3,70	4,00	35	0,65
100	8+200	-	-	0,3	1,7	1,23	0,95	1,16	1,12	8,50	8,50	5,80	7,60	35	0,85
120	8+220	-	-	-	-	1,63	1,67	1,67	1,66	12,90	13,50	10,00	12,10	35	0,73
140	8+240	-	-	0,4	0,7	1,28	1,12	1,01	1,14	7,80	5,90	0,70	4,80	35	0,75
160	8+260	-	-	0,6	1,1	1,21	1,33	1,47	1,34	8,00	9,00	7,80	8,30	35	0,74
180	8+280	-	-	-	-	1,65	1,72	1,67	1,68	15,90	10,60	7,90	11,50	35	0,84
200	8+300	-	-	-	-	0,98	1,12	1,16	1,09	5,20	5,10	5,70	5,30	35	0,61
220	8+320	-	-	-	-	1,22	1,54	1,51	1,42	6,20	5,80	7,90	6,60	35	0,59
240	8+340	-	-	-	-	1,41	1,46	1,34	1,40	11,90	10,60	8,30	10,30	35	0,53
260	8+360	-	-	-	-	2,60	2,38	2,27	2,42	19,80	15,40	16,40	17,20	35	0,70
280	8+380	-	-	-	-	1,57	1,53	1,00	1,37	18,20	12,30	1,90	10,80	35	0,63
300	8+400	-	-	-	-	3,03	2,82	2,40	2,75	23,00	18,70	13,40	18,40	35	0,80
320	8+420	-	-	-	-	3,37	3,01	2,25	2,87	13,20	13,00	15,00	13,70	35	0,62
340	8+440	-	-	-	-	4,99	4,21	2,36	3,85	54,80	52,90	23,90	43,90	35	0,63
360	8+460	-	-	-	-	2,34	1,92	1,76	2,01	22,80	19,70	10,80	17,80	35	0,59
380	8+480	-	-	-	-	3,20	2,67	2,52	2,80	41,90	31,40	28,90	34,10	35	0,54
400	8+500	-	-	-	-	2,99	1,81	1,19	2,00	34,00	17,50	7,00	19,50	35	0,37
420	8+520	-	-	0,0	0,5	2,01	1,57	1,68	1,75	20,20	16,40	18,80	18,40	35	0,50
440	8+540	-	-	0,1	0,7	3,94	3,37	2,47	3,26	46,90	30,10	15,80	30,90	35	0,44
460	8+560	-	-	1,4	0,5	2,15	1,98	1,41	1,85	20,40	14,70	8,50	14,50	35	0,52
480	8+580	-	-	0,9	0,8	2,65	1,99	1,58	2,07	29,90	22,60	8,40	20,30	35	0,44
500	8+600	-	-	1,3	0,4	2,76	2,27	1,53	2,18	26,20	19,10	8,90	18,10	35	0,59
520	8+620	-	-	0,7	0,7	2,92	2,29	1,67	2,29	23,50	21,40	12,90	19,30	35	0,72
540	8+640	-	-	0,4	0,4	2,14	1,51	1,27	1,64	21,40	14,40	10,90	15,60	35	0,55
560	8+660	-	-	0,7	0,5	1,69	1,70	1,47	1,62	20,90	17,40	12,20	16,80	35	0,59
580	8+680	-	-	0,1	0,6	1,81	1,57	1,27	1,55	22,60	16,80	8,30	15,90	35	0,66
600	8+700	-	-	-	-	1,76	1,68	1,92	1,79	10,10	8,80	12,40	10,40	35	0,49
620	8+720	-	-	-	-	1,58	1,69	1,36	1,54	13,60	17,10	10,80	13,80	35	0,55
640	8+740	-	-	-	-	2,24	1,50	1,81	1,85	18,80	10,90	15,50	15,10	35	0,66
660	8+760	-	-	-	-	2,12	1,99	1,97	2,02	19,90	14,10	10,50	14,80	35	0,51
680	8+780	-	-	0,4	0,4	1,97	1,74	1,41	1,71	8,10	6,90	4,70	6,60	35	0,42
700	8+800	-	-	-	-	1,84	1,59	2,24	1,89	12,30	9,90	18,90	13,70	35	0,65

RESULTADOS DO LEVANTAMENTO COM PERFILÔMETRO LASER															
VIA		TRECHO				LOCAL				TIPO DE PISTA		DATA			
SC-355		BR-282 - BR-153				JABORÁ/SC				SIMPLES		04/05/16			
INÍCIO		FIM		SENTIDO		CONDIÇÕES CLIMÁTICAS				FAIXA					
km 008+800m		km 008+100m		DESCRESCENTE		ENSOLARADO				DIREITA					
POSICIONAMENTO DOS MÓDULOS LASER (cm)															
NOTAS ATR: AFUNDAMENTO DE TRILHA DE RODA; TRI: TRILHA DE RODA INTERNA; TRE: TRILHA DE RODA EXTERNA; DESVIO: DESVIO PADRÃO DA MÉDIA INFORMADA (DISPERSÃO DOS RESULTADOS)															
PONTO	IDENTIF. (ESTACA / MARCO)	ATR (mm)				IRI (m/km)				QI (CONT./km)				VELOC. (km/h)	MACRO-TEXTURA MT (mm)
		INTERNA (ESQ) (L2;L1;L3)		EXTERNA (DIR) (L3;L5;L4)		LASER				LASER					
		TRI	DESVIO	TRE	DESVIO	L1	L3	L5	MÉDIA	L1	L3	L5	MÉDIA		
0	8+800	-	-	-	-	0,77	1,18	0,98	0,97	8,60	11,30	6,40	8,80	35	0,60
20	8+780	-	-	-	-	1,57	0,93	1,22	1,24	9,90	3,90	3,90	5,90	35	0,49
40	8+760	-	-	-	-	2,32	2,14	1,85	2,10	19,90	17,30	17,40	18,20	35	0,48
60	8+740	-	-	-	-	1,51	1,17	1,69	1,46	6,90	5,50	15,70	9,40	35	0,50
80	8+720	-	-	-	-	3,15	2,78	2,66	2,87	39,60	32,20	29,20	33,70	35	0,55
100	8+700	-	-	-	-	2,68	2,04	1,51	2,07	34,10	20,90	8,20	21,10	35	0,52
120	8+680	-	-	-	-	1,33	1,18	1,45	1,32	11,90	9,50	9,70	10,40	35	0,52
140	8+660	-	-	-	-	2,31	1,87	1,83	2,01	27,00	20,10	18,20	21,80	35	0,70
160	8+640	-	-	0,3	0,9	1,65	1,48	1,55	1,56	14,80	9,40	10,90	11,70	35	0,55
180	8+620	-	-	0,7	0,7	1,66	1,26	1,07	1,33	12,80	5,80	5,30	7,90	35	0,50
200	8+600	-	-	0,9	1,1	3,14	2,55	2,46	2,72	39,80	35,40	34,60	36,60	35	0,78
220	8+580	-	-	0,3	0,4	1,98	1,71	1,68	1,79	9,60	7,00	8,90	8,50	35	0,48
240	8+560	-	-	-	-	3,30	2,54	2,45	2,76	35,40	18,50	16,30	23,40	35	0,43
260	8+540	-	-	-	-	1,86	1,45	1,18	1,50	22,10	12,90	11,00	15,30	35	0,68
280	8+520	-	-	-	-	2,60	1,88	1,84	2,11	23,00	15,20	16,30	18,20	35	0,53
300	8+500	-	-	-	-	1,72	1,71	1,53	1,65	16,90	16,20	10,70	14,60	35	0,53
320	8+480	-	-	-	-	2,23	1,63	1,85	1,90	26,80	19,20	19,60	21,90	35	-
340	8+460	-	-	-	-	2,37	2,66	2,65	2,56	20,50	20,50	13,40	18,10	35	0,72
360	8+440	-	-	-	-	1,56	1,25	2,25	1,69	15,70	11,70	27,00	18,10	35	0,56
380	8+420	-	-	0,4	0,5	2,48	1,81	1,77	2,02	29,70	17,40	13,10	20,10	35	0,49
400	8+400	-	-	0,4	0,7	4,01	3,48	2,89	3,46	37,10	24,80	22,70	28,20	35	0,52
420	8+380	-	-	0,0	0,8	2,47	2,11	1,71	2,10	12,40	13,50	14,50	13,40	35	0,69
440	8+360	-	-	-	-	2,09	1,54	1,83	1,82	14,10	13,40	16,00	14,50	35	0,81
460	8+340	-	-	-	-	3,00	3,26	3,15	3,14	30,20	30,40	36,30	32,30	35	0,47
480	8+320	-	-	0,2	2,4	2,74	2,56	3,52	2,94	22,90	22,00	45,60	30,20	35	0,73
500	8+300	-	-	-	-	3,73	3,36	3,53	3,54	36,40	22,10	19,60	26,00	35	0,64
520	8+280	-	-	-	-	2,65	2,46	2,21	2,44	27,30	27,30	22,70	25,80	35	0,55
540	8+260	-	-	0,0	1,0	1,96	1,29	1,16	1,47	19,30	11,50	11,20	14,00	35	0,48
560	8+240	-	-	-	-	1,65	1,24	1,20	1,36	15,70	9,90	5,00	10,20	35	0,48
580	8+220	-	-	-	-	1,41	1,40	1,47	1,43	12,30	10,00	11,80	11,40	35	0,70
600	8+200	-	-	-	-	2,07	1,89	1,90	1,95	17,70	10,90	11,40	13,30	35	0,66
620	8+180	-	-	-	-	1,82	1,05	0,68	1,18	23,10	8,40	3,80	11,80	35	0,48
640	8+160	-	-	-	-	1,47	1,33	1,83	1,55	12,60	8,70	12,90	11,40	35	0,48
660	8+140	-	-	-	-	1,48	1,45	1,54	1,49	13,50	11,00	15,90	13,50	35	0,63
680	8+120	-	-	-	-	1,89	1,33	0,85	1,36	22,50	13,40	3,40	13,10	35	-
700	8+100	-	-	-	-	1,55	2,05	2,64	2,08	11,40	12,90	23,30	15,90	35	0,51

ANEXO B – Levantamento de defeitos

Segmento 01 – Sentido BR 153– BR 282



Quilometro 2,300



Quilometro 2,320



Quilometro 2,340



Quilometro 2,360



Quilometro 2,380



Quilometro 2,400



Quilometro 2,420



Quilometro 2,440



Quilometro 2,460



Quilometro 2,480



Quilometro 2,478



Quilometro 2,500



Quilometro 2,520



Quilometro 2,530



Quilometro 2,540



Quilometro 2,560



Quilometro 2,576



Quilometro 2,580



Quilometro 2,590



Quilometro 2,600



Quilometro 2,620



Quilometro 2,640



Quilometro 2,660



Quilometro 2,680



Quilometro 2,700



Quilometro 2,720



Quilometro 2,740



Quilometro 2,760



Quilometro 2,780



Quilometro 2,800



Quilometro 2,820



Quilometro 2,840



Quilometro 2,860



Quilometro 2,880



Quilometro 2,900



Kilometro 2,920



Kilometro 2,940



Kilometro 2,960



Quilometro 2,980



Quilometro 3,000

Segmento 01 – Sentido BR 282 – BR 153



Quilometro 3,000



Quilometro 2,980



Quilometro 2,960



Quilometro 2,940



Quilometro 2,920



Quilometro 2,900



Quilometro 2,880



Quilometro 2,860



Quilometro 2,840



Quilometro 2,820



Quilometro 2,800



Quilometro 2,797



Quilometro 2,782



Quilometro 2,780



Quilometro 2,760



Quilometro 2,740



Quilometro 2,728



Quilometro 2,722



Quilometro 2,720



Quilometro 2,720



Quilometro 2,716



Quilometro 2,710



Quilometro 2,700



Quilometro 2,680



Quilometro 2,660



Quilometro 2,657



Quilometro 2,640



Quilometro 2,640



Quilometro 2,632



Quilometro 2,620



Quilometro 2,620



Quilometro 2,606



Quilometro 2,604



Quilometro 2,600



Quilometro 2,580



Quilometro 2,580



Quilometro 2,558



Quilometro 2,560



Quilometro 2,540



Quilometro 2,521



Quilometro 2,520



Quilometro 2,506



Quilometro 2,500



Quilometro 2,488



Quilometro 2,480



Quilometro 2,480



Quilometro 2,468



Quilometro 2,460



Quilometro 2,457



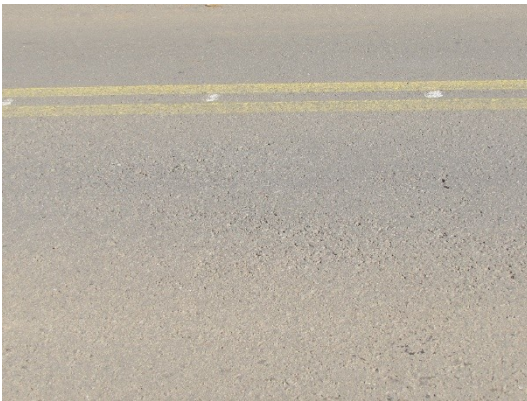
Quilometro 2,440



Quilometro 2,420



Quilometro 2,400



Quilometro 2,390



Quilometro 2,390



Quilometro 2,380



Quilometro 2,360



Quilometro 2,350



Quilometro 2,350



Quilometro 2,340



Quilometro 2,336



Quilometro 2,320



Quilometro 2,300

Segmento 02 – Sentido BR 153 – BR 282



Quilometro 4,800



Quilometro 4,820



Quilometro 4,840



Quilometro 4,860



Quilometro 4,880



Quilometro 4,900



Quilometro 4,920



Quilometro 4,940



Quilometro 4,960



Quilometro 4,980



Quilometro 5,000



Quilometro 5,020



Quilometro 5,040



Quilometro 5,060



Quilometro 5,080



Quilometro 5,100



Quilometro 5,120



Quilometro 5,140



Quilometro 5,160



Quilometro 5,179



Quilometro 5,180



Kilometro 5,200



Kilometro 5,220



Quilometro 5,240



Quilometro 5,250



Quilometro 5,260



Quilometro 5,280



Quilometro 5,300



Quilometro 5,320



Quilometro 5,340



Quilometro 5,360



Quilometro 5,380



Quilometro 5,400



Quilometro 5,420



Quilometro 5,440



Quilometro 5,460



Quilometro 5,480



Quilometro 5,500

Segmento 02 – Sentido BR 282 – BR 153



Kilometro 5,500



Kilometro 5,480



Kilometro 5,460



Quilometro 5,440



Quilometro 5,420



Quilometro 5,400



Quilometro 5,380



Quilometro 5,360



Quilometro 5,340



Quilometro 5,320



Quilometro 5,308



Quilometro 5,300



Quilometro 5,280



Quilometro 5,260



Quilometro 5,240



Quilometro 5,220



Quilometro 5,200



Quilometro 5,180



Quilometro 5,160



Quilometro 5,140



Quilometro 5,120



Quilometro 5,100



Quilometro 5,080



Quilometro 5,060



Quilometro 5,040



Quilometro 5,020



Quilometro 5,000



Quilometro 4,980



Quilometro 4,960



Quilometro 4,940



Quilometro 4,920



Quilometro 4,900



Quilometro 4,880



Quilometro 4,860



Quilometro 4,840



Quilometro 4,820



Quilometro 4,800

Segmento 03 – Sentido BR 153 – BR 282



Quilometro 8,100



Quilometro 8,110



Quilometro 8,120



Quilometro 8,125



Quilometro 8,140



Quilometro 8,160



Quilometro 8,180



Quilometro 8,200



Quilometro 8,220



Quilometro 8,240



Quilometro 8,260



Quilometro 8,280



Quilometro 8,300



Quilometro 8,320



Quilometro 8,340



Quilometro 8,360



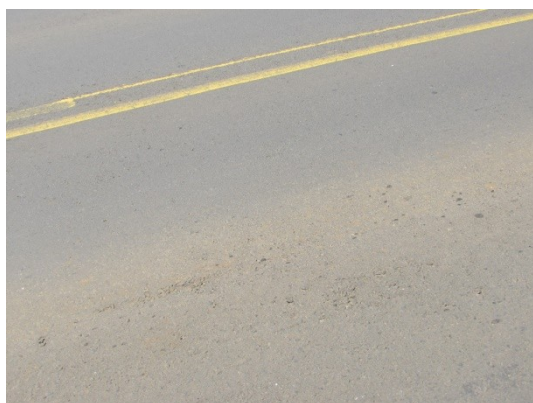
Quilometro 8,380



Quilometro 8,400



Quilometro 8,420



Quilometro 8,425



Quilometro 8,440



Quilometro 8,460



Quilometro 8,480



Quilometro 8,500



Quilometro 8,520



Quilometro 8,540



Quilometro 8,560



Quilometro 8,580



Quilometro 8,600



Quilometro 8,620



Quilometro 8,640



Quilometro 8,645



Quilometro 8,660



Quilometro 8,680



Quilometro 8,700



Quilometro 8,720



Quilometro 8,740



Quilometro 8,760



Quilometro 8,780



Quilometro 8,800

Segmento 03 – Sentido BR 282 – BR 153



Quilometro 8,800



Quilometro 8,780



Quilometro 8,760



Quilometro 8,740



Quilometro 8,720



Quilometro 8,700



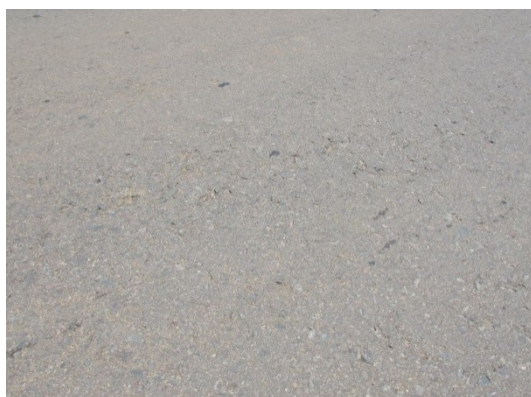
Quilometro 8,700



Quilometro 8,680



Quilometro 8,660



Quilometro 8,660



Quilometro 8,640



Quilometro 8,620



Quilometro 8,600



Quilometro 8,600



Quilometro 8,580



Quilometro 8,560



Quilometro 8,5470



Quilometro 8,540



Quilometro 8,520



Quilometro 8,500



Quilometro 8,480



Quilometro 8,460



Quilometro 8,440



Quilometro 8,420



Quilometro 8,410



Quilometro 8,400



Quilometro 8,380



Quilometro 8,360



Quilometro 8,340



Quilometro 8,330



Quilometro 8,320



Quilometro 8,310



Quilometro 8,300



Quilometro 8,280



Quilometro 8,260



Quilometro 8,240



Quilometro 8,220



Quilometro 8,200



Quilometro 8,180



Quilometro 8,170



Quilometro 8,160



Quilometro 8,140



Quilometro 8,120



Quilometro 8,100

INVENTÁRIO DE SUPERFÍCIE
SEGMENTO 03

Estação	Falha	8+100		8+120		8+140		8+160		8+180		8+200		8+220		8+240		8+260		8+280		8+300		8+320		8+340			
		D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
	OK																												
1	FI																												
	Fissuras																												
	TTC																												
	Trinças Transversais Curtas																												
	TLL																												
	Trinças Transversais Longas																												
	TLC																												
	Trinças Longitudinais Curtas																												
	TLL																												
	Trinças Longitudinais Longas																												
	TRR																												
	Trinças Isoladas de Retração																												
2	J																												
	Couro de Jacaré																												
	TB																												
	Trinças Bloco																												
3	JE																												
	Couro de Jacaré c/ erosão																												
	TBE																												
	Trinças Bloco c/ erosão																												
4	ALP																												
	Afundamento Plástico Local																												
	ATP																												
	Afundamento Plástico Trilha																												
5	OK																												
	Ondulação																												
	P																												
	Panela																												
6	EX																												
	Exsudação																												
7	D																												
	Desgaste																												
8	R																												
	Remendo																												
	AIC																												
	Afundamento Consolidação Local																												
	ATC																												
	Afundamento Consolidação Trilha																												
	E																												
	Escurregimento																												
	TRI																												
	Afundamento Trilha Interna (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	TRE																												
	Afundamento Trilha Externa (mm)	0,0	0,0	0,9	1,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,6	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	0,0	0,0	

INVENTÁRIO DE SUPERFÍCIE
SEGMENTO 03

Estação	Faixa	Tipo	OK	Sem defeito	8+360		8+400		8+420		8+440		8+460		8+480		8+500		8+520		8+540		8+560		8+580				
					D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	
1		FI		Fissuras																									
(FCI)		TTC		Trinças Transversais Curtas																									
		TTL		Trinças Transversais Longas																									
		TLC		Trinças Longitudinais Curtas																									
		TLL		Trinças Longitudinais Longas																									
		TRR		Trinças Isoladas de Retração																									
2		J		Couro de Jacaré																									
(FCI)		TB		Trinças Bloco																									
3		JE		Couro de Jacaré / erosão																									
(FCII)		TBE		Trinças Bloco / erosão																									
4		AUP		Afundamento Plástico Local																									
		ATP		Afundamento Plástico Trilha																									
5		OK		Ondulação																									
		P		Panela																									
6		EX		Exsudação																									
7		D		Desgaste																									
8		R		Remendo																									
		ALC		Afundamento Consolidação Local																									
		ATC		Afundamento Consolidação Trilha																									
		E		Escorregamento																									
		TRI		Afundamento Trilha Interna (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
		TRE		Afundamento Trilha Externa (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	1,4	0,0	0,9	0,3	0,3	

INVENTÁRIO DE SUPERFÍCIE
SEGMENTO 03

Estação Faixa	8+600		8+620		8+640		8+660		8+680		8+700		8+720		8+740		8+760		8+780		8+800	
	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E	D	E
Tipo	OK	Sem defeito																				
1	FI	Fissuras																				
(FCI)	TTC	Trinças Transversais Curtas																				
	TTL	Trinças Transversais Longas																				
	TLC	Trinças Longitudinais Curtas		X																		
	TLL	Trinças Longitudinais Longas																				
	TRR	Trinças Isoladas de Retração																				
2	J	Couro de Jacaré																				
(FCII)	TB	Trinças Bloco																				
3	JE	Couro de Jacaré / erosão																				
(FCIII)	TBE	Trinças Bloco / erosão																				
4	ALP	Afundamento Plástico Local																				
	ATP	Afundamento Plástico Trilha																				
5	OK	Ondulação																				
	P	Panela																				
6	EX	Exsudação																				
7	D	Desgaste																				
8	R	Remendo																				
	ALC	Afundamento Consolidação Local																				
	ATC	Afundamento Consolidação Trilha																				
	E	Escorregamento																				
TRI		Afundamento Trilha Interna (mm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TRE		Afundamento Trilha Externa (mm)	1,3	0,9	0,7	0,7	0,4	0,3	0,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0

ANEXO D – Dados do ensaio aderência pneu-pavimento

RESULTADOS DE MEDIÇÃO DE ATRITO - GRIPTESTER											
VIA				TRECHO			LOCAL				
SC-355				BR-153 - BR-282			JABORÁ/SC				
INÍCIO				FIM			TRILHA DE RODA		DATA		
km 002+300m / km 003+000m				km 003+000m / km 002+300m			EXTERNA		04/05/16		
TRECHO: BR-153 - BR-282					TRECHO: BR-282 - BR-153						
SENTIDO: CRESCENTE (km 002+300m - km 003+000m)					SENTIDO: DECRESCENTE (km 003+000m - km 002+300m)						
DIST. (m)	IDENTIF. (ESTACA / MARCO)	GRIP NUMBER (GN)	VELOC. (km/h)	LOAD	VAZÃO ÁGUA (l/min.)	DIST. (m)	IDENTIF. (ESTACA / MARCO)	GRIP NUMBER (GN)	VELOC. (km/h)	LOAD	VAZÃO ÁGUA (l/min.)
0	2+300	0,72	24	373	22,2	0	3+000	0,65	24	391	21,0
20	2+320	0,73	25	371	20,4	20	2+980	0,66	24	373	20,9
40	2+340	0,73	24	360	19,6	40	2+960	0,67	24	374	20,5
60	2+360	0,72	24	390	19,8	60	2+940	0,68	24	372	19,8
80	2+380	0,73	24	367	19,7	80	2+920	0,67	24	360	19,6
100	2+400	0,72	24	388	20,2	100	2+900	0,70	24	353	19,5
120	2+420	0,71	25	384	20,8	120	2+880	0,70	24	346	19,5
140	2+440	0,72	25	374	20,9	140	2+860	0,70	24	356	19,6
160	2+460	0,71	25	382	20,9	160	2+840	0,71	24	355	19,7
180	2+480	0,71	25	353	20,8	180	2+820	0,70	24	355	19,5
200	2+500	0,72	25	354	20,9	200	2+800	0,69	24	343	19,5
220	2+520	0,69	25	361	21,0	220	2+780	0,70	23	356	20,5
240	2+540	0,68	25	353	21,1	240	2+760	0,70	24	361	20,6
260	2+560	0,67	25	337	21,1	260	2+740	0,65	24	362	20,6
280	2+580	0,66	24	359	21,2	280	2+720	0,66	25	362	20,6
300	2+600	0,66	25	367	21,1	300	2+700	0,68	25	354	20,6
320	2+620	0,66	24	358	21,2	320	2+680	0,65	24	359	20,4
340	2+640	0,70	24	366	21,3	340	2+660	0,71	24	359	20,6
360	2+660	0,69	24	365	21,0	360	2+640	0,68	24	392	20,7
380	2+680	0,67	24	376	21,2	380	2+620	0,69	25	367	20,7
400	2+700	0,64	24	365	21,1	400	2+600	0,73	25	385	20,7
420	2+720	0,64	24	387	21,1	420	2+580	0,72	24	384	20,7
440	2+740	0,67	24	372	21,1	440	2+560	0,69	24	390	20,9
460	2+760	0,71	24	377	19,7	460	2+540	0,72	23	378	20,7
480	2+780	0,71	24	375	19,7	480	2+520	0,72	24	397	20,5
500	2+800	0,73	24	380	19,7	500	2+500	0,72	25	373	19,2
520	2+820	0,74	23	376	19,7	520	2+480	0,73	24	368	19,0
540	2+840	0,74	23	392	19,7	540	2+460	0,76	24	359	20,9
560	2+860	0,74	24	393	19,9	560	2+440	0,75	24	363	21,1
580	2+880	0,73	25	385	19,8	580	2+420	0,75	24	348	21,1
600	2+900	0,73	25	383	20,6	600	2+400	0,74	24	353	20,0
620	2+920	0,75	25	367	21,2	620	2+380	0,75	24	352	20,0
640	2+940	0,74	25	359	21,0	640	2+360	0,75	24	348	20,0
660	2+960	0,70	25	366	22,1	660	2+340	0,74	24	352	20,0
680	2+980	0,69	25	360	22,0	680	2+320	0,74	24	356	20,1
700	3+000	0,69	25	361	22,0	700	2+300	0,74	24	346	19,9

RESULTADOS DE MEDIÇÃO DE ATRITO - GRIPTESTER											
VIA					TRECHO			TIPO DE PISTA			
SC-355					BR-153 - BR-282			SIMPLES			
INÍCIO				FIM		TRILHA DE RODA		DATA			
km 004+800m / km 005+500m				km 005+500m / km 004+800m		EXTERNA		04/05/16			
TRECHO: BR-153 - BR-282					TRECHO: BR-282 - BR-153						
SENTIDO: CRESCENTE (km 004+800m - km 005+500m)					SENTIDO: DECRESCENTE (km 005+500m - km 004+800m)						
DIST. (m)	IDENTIF. (ESTACA / MARCO)	GRIP NUMBER (GN)	VELOC. (km/h)	LOAD	VAZÃO ÁGUA (l/min.)	DIST. (m)	IDENTIF. (ESTACA / MARCO)	GRIP NUMBER (GN)	VELOC. (km/h)	LOAD	VAZÃO ÁGUA (l/min.)
0	4+800	0,64	19	374	17,4	0	5+500	0,70	24	334	20,7
20	4+820	0,55	28	404	16,3	20	5+480	0,69	24	321	20,6
40	4+840	0,56	26	335	15,8	40	5+460	0,68	25	320	20,5
60	4+860	0,57	25	372	16,0	60	5+440	0,74	24	294	20,5
80	4+880	0,57	25	386	17,5	80	5+420	0,68	24	306	20,5
100	4+900	0,57	25	374	21,2	100	5+400	0,65	25	298	20,4
120	4+920	0,56	24	400	21,4	120	5+380	0,66	24	293	20,4
140	4+940	0,51	24	398	21,5	140	5+360	0,69	24	306	20,5
160	4+960	0,49	24	399	21,4	160	5+340	0,70	24	322	20,5
180	4+980	0,50	25	389	21,3	180	5+320	0,67	24	306	20,5
200	5+000	0,51	24	388	21,3	200	5+300	0,68	22	314	20,5
220	5+020	0,53	24	385	20,4	220	5+280	0,67	22	367	20,1
240	5+040	0,53	24	366	20,4	240	5+260	0,73	22	342	18,9
260	5+060	0,53	23	368	20,3	260	5+240	0,78	23	384	19,0
280	5+080	0,54	24	360	20,3	280	5+220	0,78	24	344	18,8
300	5+100	0,58	25	359	20,3	300	5+200	0,75	23	366	18,8
320	5+120	0,62	25	359	20,3	320	5+180	0,79	24	361	20,4
340	5+140	0,64	25	346	20,3	340	5+160	0,79	24	385	20,9
360	5+160	0,65	24	341	20,1	360	5+140	0,80	24	374	20,8
380	5+180	0,60	23	348	20,2	380	5+120	0,82	24	375	20,0
400	5+200	0,58	23	364	20,3	400	5+100	0,80	24	372	19,9
420	5+220	0,58	23	349	20,3	420	5+080	0,73	24	371	20,3
440	5+240	0,57	23	395	20,4	440	5+060	0,76	24	364	20,6
460	5+260	0,60	23	381	19,5	460	5+040	0,73	25	357	20,5
480	5+280	0,60	24	415	19,1	480	5+020	0,75	25	345	20,4
500	5+300	0,62	25	378	19,1	500	5+000	0,78	25	339	21,1
520	5+320	0,60	24	422	20,6	520	4+980	0,80	25	338	21,6
540	5+340	0,59	25	411	21,3	540	4+960	0,80	25	338	21,4
560	5+360	0,61	24	415	21,4	560	4+940	0,85	25	334	21,5
580	5+380	0,60	24	440	21,3	580	4+920	0,88	25	337	21,0
600	5+400	0,60	23	414	20,6	600	4+900	0,88	24	332	20,6
620	5+420	0,59	24	451	20,2	620	4+880	0,88	23	341	20,6
640	5+440	0,62	25	419	20,3	640	4+860	0,86	22	350	19,8
660	5+460	0,63	25	412	20,0	660	4+840	0,80	23	372	18,9
680	5+480	0,59	25	405	19,8	680	4+820	0,78	22	396	18,7
700	5+500	0,60	24	371	20,5	700	4+800	0,79	20	287	18,2

RESULTADOS DE MEDIÇÃO DE ATRITO - GRIPTESTER											
VIA					TRECHO		TIPO DE PISTA				
SC-355					BR-153 - BR-282		SIMPLES				
INÍCIO				FIM		TRILHA DE RODA		DATA			
km 008+100m / km 008+800m				km 008+800m / km 008+100m		EXTERNA		04/05/16			
TRECHO: BR-153 - BR-282					TRECHO: BR-282 - BR-153						
SENTIDO: CRESCENTE (km 008+100m - km 008+800m)					SENTIDO: DECRESCENTE (km 008+800m - km 008+100m)						
DIST. (m)	IDENTIF. (ESTACA / MARCO)	GRIP NUMBER (GN)	VELOC. (km/h)	LOAD	VAZÃO ÁGUA (l/min.)	DIST. (m)	IDENTIF. (ESTACA / MARCO)	GRIP NUMBER (GN)	VELOC. (km/h)	LOAD	VAZÃO ÁGUA (l/min.)
0	8+100	0,65	23	354	20,6	0	8+800	0,69	25	312	19,6
20	8+120	0,67	24	326	19,8	20	8+780	0,67	25	303	20,1
40	8+140	0,69	24	339	19,9	40	8+760	0,67	25	293	20,6
60	8+160	0,70	24	336	19,9	60	8+740	0,70	25	292	22,1
80	8+180	0,67	24	339	20,2	80	8+720	0,69	25	304	23,0
100	8+200	0,64	24	361	21,0	100	8+700	0,71	25	319	23,3
120	8+220	0,66	24	357	20,5	120	8+680	0,69	25	326	22,8
140	8+240	0,66	24	377	20,5	140	8+660	0,70	25	335	21,0
160	8+260	0,67	24	368	20,0	160	8+640	0,68	25	347	21,1
180	8+280	0,67	21	367	19,6	180	8+620	0,66	24	342	21,3
200	8+300	0,65	23	423	22,1	200	8+600	0,66	24	369	21,5
220	8+320	0,69	22	389	19,5	220	8+580	0,63	25	371	20,0
240	8+340	0,65	24	426	20,5	240	8+560	0,69	25	350	18,9
260	8+360	0,65	22	407	18,6	260	8+540	0,78	24	334	18,5
280	8+380	0,64	23	426	19,7	280	8+520	0,77	25	321	20,4
300	8+400	0,63	23	428	19,4	300	8+500	0,76	25	301	20,4
320	8+420	0,61	23	422	19,5	320	8+480	0,79	26	289	21,2
340	8+440	0,58	24	440	20,1	340	8+460	0,77	25	260	20,7
360	8+460	0,60	24	413	19,0	360	8+440	0,76	25	256	21,6
380	8+480	0,62	24	383	18,9	380	8+420	0,74	25	278	23,4
400	8+500	0,62	24	388	21,0	400	8+400	0,75	25	273	24,2
420	8+520	0,62	24	373	19,9	420	8+380	0,73	26	270	22,1
440	8+540	0,65	24	344	18,8	440	8+360	0,69	25	259	20,6
460	8+560	0,68	24	331	19,5	460	8+340	0,65	25	283	23,4
480	8+580	0,69	24	322	20,0	480	8+320	0,73	25	292	23,8
500	8+600	0,69	24	325	20,3	500	8+300	0,69	25	289	21,4
520	8+620	0,70	23	349	21,7	520	8+280	0,71	24	313	21,4
540	8+640	0,70	24	358	22,7	540	8+260	0,70	25	319	20,8
560	8+660	0,66	24	364	21,9	560	8+240	0,69	24	318	20,0
580	8+680	0,61	24	388	20,9	580	8+220	0,70	25	340	21,2
600	8+700	0,65	25	387	20,1	600	8+200	0,68	25	345	21,4
620	8+720	0,63	23	376	19,3	620	8+180	0,69	25	354	21,9
640	8+740	0,66	24	409	20,8	640	8+160	0,68	25	354	20,7
660	8+760	0,66	24	394	20,0	660	8+140	0,68	25	352	21,0
680	8+780	0,64	24	400	20,4	680	8+120	0,68	25	350	21,1
700	8+800	0,56	25	379	19,5	700	8+100	0,70	25	353	21,4

ANEXO E – Dados do levantamento deflectométrico

RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DEFLECTOMÉTRICO - FWD												
VIA SC-355				TRECHO BR-153 - BR-282				LOCAL JABORÁ/SC				
INÍCIO km 002+300m			FIM km 003+000m			SENTIDO CRESCENTE			CONDIÇÕES CLIMÁTICAS ENSOLARADO			
PONTO	IDENTIF. (ESTACA / MARCO)	CARGA		DEFLEXÃO RECUPERÁVEL (0,01mm)							TEMPERATURA (°C)	
		(kgf)	(kN)	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	AR	PAVIM.
				0	20cm	30cm	45cm	60cm	90cm	120cm		
1	2+300	4.119,65	40,4	10,1	8,2	7,4	6,4	5,4	3,9	2,7	25	27
2	2+320	4.119,65	40,4	12,0	9,9	9,0	8,0	6,4	3,6	2,3	25	32
3	2+340	4.109,46	40,3	10,9	8,8	7,6	5,9	4,1	2,2	1,1	25	32
4	2+360	4.078,86	40,0	11,4	9,2	7,9	5,8	3,3	1,8	0,7	24	33
5	2+380	4.078,86	40,0	14,5	11,0	9,2	6,9	5,0	2,5	1,1	25	31
6	2+400	4.078,86	40,0	15,1	13,3	11,9	9,9	7,6	4,3	1,7	24	34
7	2+420	4.078,86	40,0	13,1	10,4	8,7	6,7	4,9	2,9	1,5	24	33
8	2+440	4.058,47	39,8	14,5	11,2	9,6	7,7	5,6	3,1	1,5	25	31
9	2+460	4.068,67	39,9	14,2	11,7	10,1	8,0	5,9	3,4	1,8	25	34
10	2+480	4.078,86	40,0	13,1	11,4	10,6	9,2	7,4	5,1	3,2	24	33
11	2+500	4.078,86	40,0	7,7	6,3	5,7	4,8	3,6	2,1	1,1	24	33
12	2+520	4.068,67	39,9	10,7	8,9	7,9	6,6	5,1	3,1	1,5	25	33
13	2+540	4.068,67	39,9	14,2	11,4	9,9	8,2	6,5	3,9	1,9	25	33
14	2+560	4.068,67	39,9	11,5	9,8	8,8	7,5	5,9	3,8	2,1	25	32
15	2+580	4.078,86	40,0	7,2	6,0	5,5	5,0	4,2	2,9	1,8	25	33
16	2+600	4.068,67	39,9	9,6	8,6	7,9	7,2	6,2	4,9	3,7	25	32
17	2+620	4.048,27	39,7	9,4	7,9	7,2	6,0	4,8	3,3	2,1	25	33
18	2+640	4.048,27	39,7	9,1	7,3	6,6	5,7	4,6	3,1	2,0	25	33
19	2+660	4.038,08	39,6	10,9	9,0	8,3	7,5	6,1	4,7	3,5	25	32
20	2+680	4.038,08	39,6	9,9	8,2	7,4	6,3	5,2	3,4	2,4	26	33
21	2+700	4.038,08	39,6	12,7	10,2	8,2	6,7	5,3	3,3	2,0	25	32
22	2+720	4.027,88	39,5	12,8	10,3	9,1	7,3	5,5	3,6	2,4	26	32
23	2+740	4.038,08	39,6	15,5	13,6	11,8	9,8	7,8	5,7	3,9	24	32
24	2+760	4.058,47	39,8	12,7	10,2	9,0	7,6	5,7	3,3	2,2	24	33
25	2+780	4.048,27	39,7	13,6	11,1	9,7	7,7	5,9	3,5	2,2	24	33
26	2+800	3.997,29	39,2	17,9	14,0	12,4	10,4	8,5	5,9	3,9	23	32
27	2+820	4.017,68	39,4	11,0	9,2	8,3	7,1	5,6	3,6	2,3	23	32
28	2+840	4.007,48	39,3	9,0	6,9	6,1	4,8	3,7	2,1	1,1	23	32
29	2+860	3.997,29	39,2	10,3	7,7	6,7	5,4	4,1	2,4	1,3	23	31
30	2+880	3.987,09	39,1	33,0	24,4	18,9	12,4	7,7	3,2	1,6	22	28
31	2+900	4.109,46	40,3	8,0	6,7	6,1	5,4	4,5	3,1	2,1	22	31
32	2+920	4.129,85	40,5	8,8	7,4	6,9	5,8	4,6	2,5	1,4	23	32
33	2+940	4.129,85	40,5	11,7	9,4	8,6	7,2	5,8	3,8	2,3	23	33
34	2+960	4.129,85	40,5	14,6	11,5	9,8	7,9	5,9	3,4	2,0	23	34
35	2+980	4.129,85	40,5	14,8	12,6	11,5	8,9	7,0	4,7	2,9	23	34
36	3+000	4.150,24	40,7	7,9	6,8	6,3	5,2	4,1	2,6	1,5	23	29

RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DEFLECTOMÉTRICO - FWD													
VIA SC-355				TRECHO BR-282 - BR-153				LOCAL JABORÁ/SC					
INÍCIO km 003+000m			FIM km 002+300m			SENTIDO DECRESCENTE			CONDIÇÕES CLIMÁTICAS ENSOLARADO				
PONTO	IDENTIF. (ESTACA / MARCO)	CARGA		DEFLEXÃO RECUPERÁVEL (0,01mm)								TEMPERATURA (°C)	
		APLICADA (kgf)	(kN)	D0 0	D1 20cm	D2 30cm	D3 45cm	D4 60cm	D5 90cm	D6 120cm	AR	PAVIM.	
1	3+000	4.119,65	40,4	17,6	14,3	13,1	11,1	8,8	6,1	4,2	22	34	
2	2+960	4.078,86	40,0	17,5	13,9	12,4	10,6	8,1	5,3	3,3	23	35	
3	2+920	4.078,86	40,0	12,0	9,2	7,9	5,9	4,2	2,1	1,0	22	35	
4	2+880	4.129,85	40,5	12,4	9,0	7,4	6,1	4,8	3,6	2,6	23	36	
5	2+840	4.109,46	40,3	14,5	10,4	8,3	5,4	3,5	1,5	0,8	23	35	
6	2+800	4.099,26	40,2	15,1	12,2	10,8	8,9	7,0	4,5	2,9	23	34	
7	2+760	4.099,26	40,2	15,3	12,1	10,8	8,6	6,7	4,2	2,4	22	34	
8	2+720	4.089,06	40,1	17,9	13,5	11,3	8,6	6,5	4,1	2,6	23	36	
9	2+680	4.089,06	40,1	15,4	11,5	10,3	8,4	6,6	4,4	2,8	23	36	
10	2+640	4.099,26	40,2	11,6	8,7	7,7	6,2	4,8	3,0	2,0	22	35	
11	2+600	4.119,65	40,4	12,4	9,4	8,4	7,0	5,6	4,0	2,7	21	31	
12	2+560	4.048,27	39,7	12,6	10,5	9,5	7,9	6,2	4,0	2,4	21	34	
13	2+520	4.078,86	40,0	15,9	12,3	10,4	7,9	5,6	2,7	1,2	21	34	
14	2+480	4.078,86	40,0	12,7	10,0	8,9	6,7	4,7	2,4	1,0	22	35	
15	2+440	4.119,65	40,4	15,4	12,3	10,8	8,6	6,5	3,9	2,2	22	35	
16	2+400	4.119,65	40,4	10,7	8,6	7,7	6,4	4,9	3,1	1,7	22	34	
17	2+360	4.068,67	39,9	21,2	16,3	13,3	10,1	7,4	4,1	2,1	22	33	
18	2+320	4.109,46	40,3	13,7	11,6	10,3	8,7	7,0	5,1	3,5	21	34	
19	2+300	4.099,26	40,2	12,5	10,2	9,0	7,4	5,5	3,6	2,1	21	34	

RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DEFLECTOMÉTRICO - FWD												
VIA				TRECHO				LOCAL				
SC-355				BR-153 - BR-282				JABORÁ/SC				
INÍCIO		FIM		SENTIDO			CONDIÇÕES CLIMÁTICAS					
km 004+800m		km 005+500m		CRESCENTE			ENSOLARADO					
PONTO	IDENTIF. (ESTACA / MARCO)	CARGA		DEFLEXÃO RECUPERÁVEL (0,01mm)						TEMPERATURA (°C)		
		APLICADA		D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	AR	PAVIM.
		(kgf)	(kN)	0	20cm	30cm	45cm	60cm	90cm	120cm		
1	4+800	4.109,46	40,3	16,2	13,5	12,2	9,9	7,7	5,1	3,2	26	37
2	4+820	4.109,46	40,3	17,5	14,3	12,6	10,2	7,7	4,7	2,7	26	38
3	4+840	4.089,06	40,1	14,6	11,4	10,2	8,1	6,2	3,9	2,5	27	37
4	4+860	4.109,46	40,3	12,5	9,9	8,9	7,4	6,1	4,1	2,7	27	36
5	4+880	4.078,86	40,0	16,2	12,3	10,8	8,6	6,8	4,7	3,5	27	36
6	4+900	4.058,47	39,8	12,9	10,7	10,0	8,4	7,2	4,8	3,1	27	38
7	4+920	4.038,08	39,6	14,4	11,6	10,4	8,7	6,8	4,5	3,1	27	38
8	4+940	4.027,88	39,5	14,0	9,9	9,3	7,9	6,5	4,6	3,0	27	41
9	4+960	4.038,08	39,6	10,0	7,6	6,9	5,9	4,9	3,5	2,3	27	40
10	4+980	4.017,68	39,4	13,9	10,5	8,8	6,9	5,4	3,6	2,4	28	35
11	5+000	4.129,85	40,5	15,4	12,0	10,3	8,0	5,9	3,5	1,9	28	41
12	5+020	4.109,46	40,3	17,5	12,9	10,8	8,2	5,9	3,4	2,1	28	42
13	5+040	4.129,85	40,5	13,2	10,1	8,7	6,8	5,1	3,3	2,2	28	43
14	5+060	4.129,85	40,5	16,8	13,4	11,8	9,2	7,0	4,2	2,5	28	36
15	5+080	4.140,05	40,6	19,3	16,1	14,4	12,1	9,6	6,0	3,8	27	41
16	5+100	4.140,05	40,6	19,7	15,9	14,1	11,3	8,7	5,3	3,2	27	40
17	5+120	4.170,64	40,9	14,8	11,4	10,1	8,3	6,5	4,4	2,9	26	40
18	5+140	4.180,84	41,0	12,7	10,2	9,3	7,7	6,4	4,7	3,4	26	40
19	5+160	4.160,44	40,8	11,3	9,6	9,1	8,2	7,0	5,4	4,2	26	41
20	5+180	4.170,64	40,9	12,2	9,4	8,7	7,4	6,1	4,5	3,1	27	35
21	5+200	4.180,84	41,0	10,7	8,7	7,8	6,7	5,3	3,6	2,4	27	34
22	5+220	4.170,64	40,9	10,7	8,6	8,0	6,5	5,4	3,9	2,9	27	38
23	5+240	4.191,03	41,1	8,9	7,2	6,4	5,5	4,6	3,3	2,3	27	23
24	5+260	4.170,64	40,9	10,3	8,7	8,0	6,9	5,4	3,6	2,1	26	24
25	5+280	4.119,65	40,4	12,7	11,0	10,1	8,8	7,3	5,4	3,8	26	23
26	5+300	4.109,46	40,3	13,9	11,6	10,7	9,5	8,2	6,4	4,8	26	24
27	5+320	4.058,47	39,8	21,8	16,7	14,2	11,3	8,7	5,9	4,2	25	33
28	5+340	4.078,86	40,0	17,9	14,5	12,6	10,1	8,0	5,4	3,8	25	37
29	5+360	4.058,47	39,8	19,1	14,3	12,0	9,4	7,0	4,5	3,0	25	29
30	5+380	4.068,67	39,9	14,0	10,2	9,0	7,1	5,4	3,8	2,7	25	32
31	5+400	4.089,06	40,1	13,2	9,7	7,9	6,3	5,1	3,5	2,5	25	29
32	5+420	4.048,27	39,7	14,5	10,9	9,7	8,3	6,5	4,6	3,0	25	39
33	5+440	4.068,67	39,9	9,4	7,4	6,3	5,0	3,5	1,8	1,0	25	23
34	5+460	4.068,67	39,9	8,8	6,9	6,1	5,0	3,9	2,5	1,6	25	22
35	5+480	4.038,08	39,6	18,9	12,9	10,7	8,5	6,5	4,1	2,2	25	29
36	5+500	4.068,67	39,9	11,7	8,6	7,9	6,6	5,2	3,5	2,1	25	40

RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DEFLECTOMÉTRICO - FWD													
VIA SC-355				TRECHO BR-282 - BR-153				LOCAL JABORÁ/SC					
INÍCIO km 005+500m		FIM km 004+800m		SENTIDO DECRESCENTE				CONDIÇÕES CLIMÁTICAS ENSOLARADO					
PONTO	IDENTIF. (ESTACA / MARCO)	CARGA		DEFLEXÃO RECUPERÁVEL (0,01mm)								TEMPERATURA (°C)	
		APLICADA (kgf) (kN)		D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	AR	PAVIM.	
1	5+500	4.129,85	40,5	17,3	12,9	10,9	8,4	6,4	4,1	2,5	22	36	
2	5+460	4.099,26	40,2	14,8	11,8	10,0	7,9	6,4	4,2	2,9	22	23	
3	5+420	4.129,85	40,5	14,5	11,0	9,2	7,1	5,3	3,3	1,8	22	29	
4	5+380	4.068,67	39,9	27,1	21,4	17,8	13,9	10,4	6,6	3,9	22	22	
5	5+340	4.058,47	39,8	28,1	22,7	19,1	14,6	11,1	6,9	4,2	22	20	
6	5+300	4.058,47	39,8	26,1	21,3	18,7	15,4	12,5	8,8	6,3	22	20	
7	5+260	4.048,27	39,7	19,1	15,4	12,9	9,8	7,1	3,8	2,0	22	18	
8	5+220	4.017,68	39,4	30,7	24,9	21,0	16,4	12,5	7,6	4,5	22	20	
9	5+180	4.027,88	39,5	24,6	19,7	17,1	13,8	10,6	6,7	3,9	22	24	
10	5+140	4.038,08	39,6	15,6	12,6	10,9	9,1	7,4	5,2	3,7	22	25	
11	5+100	4.058,47	39,8	11,8	8,9	7,9	6,7	5,4	3,8	2,4	22	27	
12	5+060	4.078,86	40,0	14,6	11,6	10,2	8,5	6,6	4,5	2,8	22	24	
13	5+020	4.089,06	40,1	11,7	8,9	7,3	5,6	4,2	2,8	2,1	22	22	
14	4+980	4.089,06	40,1	12,0	9,9	8,6	6,8	5,5	3,8	2,4	22	25	
15	4+940	4.099,26	40,2	10,0	8,2	7,7	6,7	5,6	4,1	2,8	22	36	
16	4+900	4.109,46	40,3	13,7	11,2	9,9	8,3	6,7	4,8	3,2	22	27	
17	4+860	4.099,26	40,2	9,4	7,6	6,8	5,5	4,2	2,7	1,7	22	32	
18	4+820	4.068,67	39,9	11,8	9,9	9,0	7,4	5,5	3,3	1,8	23	30	
19	4+800	4.119,65	40,4	9,7	8,6	8,1	7,4	6,5	5,1	3,7	23	24	

RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DEFLECTOMÉTRICO - FWD												
VIA				TRECHO				LOCAL				
SC-355				BR-153 - BR-282				JABORÁ/SC				
INÍCIO		FIM		SENTIDO				CONDIÇÕES CLIMÁTICAS				
km 008+100m		km 008+800m		CRESCENTE				ENSOLARADO				
PONTO	IDENTIF. (ESTACA / MARCO)	CARGA		DEFLEXÃO RECUPERÁVEL (0,01mm)							TEMPERATURA (°C)	
		APLICADA		D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	AR	PAVIM.
		(kgf)	(kN)	0	20cm	30cm	45cm	60cm	90cm	120cm		
1	8+100	4.140,05	40,6	15,8	13,5	12,3	10,7	8,6	6,1	4,2	27	40
2	8+120	4.140,05	40,6	11,2	9,0	8,2	6,9	5,4	3,5	2,2	28	39
3	8+140	4.140,05	40,6	19,0	14,8	12,9	10,5	8,1	5,6	3,9	28	39
4	8+160	4.129,85	40,5	23,2	17,5	14,5	11,1	8,3	5,4	3,7	28	41
5	8+180	4.119,65	40,4	21,0	16,6	14,5	11,5	8,8	5,8	3,7	28	40
6	8+200	4.150,24	40,7	11,1	9,0	8,4	7,3	6,2	4,7	3,6	28	43
7	8+220	4.109,46	40,3	12,8	10,5	9,4	8,2	6,7	5,0	3,7	29	42
8	8+240	4.109,46	40,3	16,6	12,6	11,1	9,1	7,2	5,0	3,6	29	39
9	8+260	4.089,06	40,1	16,8	13,5	11,5	9,2	7,0	4,8	3,5	29	36
10	8+280	4.058,47	39,8	15,1	11,8	10,2	7,9	5,9	3,8	2,5	29	34
11	8+300	4.089,06	40,1	14,8	11,6	10,1	8,2	6,4	4,4	3,0	29	40
12	8+320	4.058,47	39,8	13,3	9,7	8,4	6,6	4,7	2,9	1,9	29	40
13	8+340	4.017,68	39,4	24,2	18,3	15,7	12,6	9,8	6,8	4,9	29	40
14	8+360	4.038,08	39,6	18,7	14,9	13,1	10,8	8,5	6,1	4,2	29	40
15	8+380	4.027,88	39,5	18,1	13,7	11,7	9,1	6,9	4,5	3,1	29	40
16	8+400	4.048,27	39,7	12,0	9,2	8,2	6,7	5,2	3,1	1,7	29	40
17	8+420	4.038,08	39,6	15,6	11,9	10,6	8,4	6,4	4,3	2,7	29	40
18	8+440	4.038,08	39,6	11,7	8,1	6,9	5,2	3,6	1,7	0,7	29	41
19	8+460	4.048,27	39,7	7,7	5,1	4,4	3,7	2,8	1,6	0,9	29	41
20	8+480	4.048,27	39,7	10,6	7,5	6,5	4,8	3,5	1,9	1,3	29	41
21	8+500	4.038,08	39,6	12,1	9,5	8,3	6,8	5,3	3,3	2,0	29	41
22	8+520	4.027,88	39,5	11,1	8,4	7,5	6,3	5,0	3,2	1,6	29	42
23	8+540	4.099,26	40,2	11,4	8,5	7,9	7,0	5,8	4,2	2,7	28	43
24	8+560	4.129,85	40,5	11,0	9,0	8,3	7,3	6,1	4,6	3,2	30	41
25	8+580	4.119,65	40,4	12,6	9,3	8,2	6,8	5,6	3,8	2,3	30	40
26	8+600	4.099,26	40,2	17,1	12,9	11,1	9,0	6,8	4,7	3,1	30	42
27	8+620	4.109,46	40,3	20,0	14,6	12,6	10,4	8,0	5,7	3,9	30	41
28	8+640	4.140,05	40,6	15,0	12,1	10,7	9,0	7,0	4,9	3,3	30	38
29	8+660	4.109,46	40,3	12,3	9,4	8,3	7,3	5,7	3,9	2,6	30	40
30	8+680	4.068,67	39,9	24,3	12,2	11,0	8,5	6,2	3,8	2,4	29	38
31	8+700	4.078,86	40,0	14,2	10,1	8,8	7,7	6,2	4,4	2,9	29	38
32	8+720	4.089,06	40,1	16,8	12,8	10,8	8,8	7,1	5,0	3,6	30	38
33	8+740	4.068,67	39,9	15,6	12,1	11,2	9,5	7,5	5,3	3,7	30	38
34	8+760	4.099,26	40,2	16,4	12,2	10,7	8,6	7,0	5,0	3,6	29	40
35	8+780	4.109,46	40,3	12,9	10,0	9,2	8,3	7,0	5,5	4,0	29	38
36	8+800	4.048,27	39,7	22,8	17,6	14,9	11,5	8,3	4,9	2,9	29	32

RESULTADOS DO LEVANTAMENTO DEFLECTOMÉTRICO - FWD													
VIA SC-355				TRECHO BR-282 - BR-153				LOCAL JABORÁ/SC					
INÍCIO km 008+800m		FIM km 008+100m		SENTIDO DECRESCENTE				CONDIÇÕES CLIMÁTICAS ENSOLARADO					
PONTO	IDENTIF. (ESTACA / MARCO)	CARGA		DEFLEXÃO RECUPERÁVEL (0,01mm)								TEMPERATURA (°C)	
		APLICADA (kgf) (kN)		D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	AR	PAVIM.	
1	8+800	4.180,84	41,0	10,9	9,3	8,6	7,1	5,4	3,6	2,4	23	21	
2	8+780	4.129,85	40,5	17,3	13,8	11,6	8,8	6,7	4,0	2,5	23	23	
3	8+760	4.129,85	40,5	18,0	13,4	11,1	8,6	6,4	4,2	2,8	23	40	
4	8+740	4.078,86	40,0	23,0	14,7	11,8	8,9	6,3	4,1	2,7	23	39	
5	8+700	4.129,85	40,5	15,2	12,2	10,6	8,4	6,4	3,9	2,4	23	39	
6	8+660	4.119,65	40,4	15,9	12,0	10,6	8,6	6,7	4,1	2,5	23	35	
7	8+620	4.119,65	40,4	13,4	11,0	10,5	9,5	8,1	6,3	4,6	24	40	
8	8+580	4.099,26	40,2	16,5	13,0	10,9	8,3	6,1	3,5	2,0	24	40	
9	8+540	4.140,05	40,6	12,1	10,0	8,9	7,6	6,1	4,1	2,6	24	26	
10	8+500	4.129,85	40,5	6,4	5,0	4,3	3,5	2,7	1,6	0,8	24	27	
11	8+460	4.140,05	40,6	12,5	9,4	8,1	6,5	4,7	2,8	1,4	24	39	
12	8+420	4.089,06	40,1	18,4	13,9	11,8	9,2	6,9	4,1	2,4	23	39	
13	8+380	4.099,26	40,2	18,3	13,2	10,5	7,9	6,0	3,7	2,4	23	36	
14	8+340	4.119,65	40,4	15,3	12,4	11,1	9,9	8,6	6,9	5,3	23	37	
15	8+300	4.129,85	40,5	13,9	11,3	10,4	9,3	7,7	5,6	4,1	23	34	
16	8+260	4.109,46	40,3	16,2	13,6	12,4	10,8	9,0	6,7	5,2	23	35	
17	8+220	4.099,26	40,2	18,2	13,7	11,9	9,7	7,7	5,7	4,6	23	38	
18	8+180	4.068,67	39,9	17,3	14,2	12,3	10,2	7,8	5,3	3,5	23	38	
19	8+140	4.068,67	39,9	23,4	17,7	14,6	11,0	8,1	4,8	2,9	23	37	
20	8+100	4.038,08	39,6	29,4	22,2	18,8	15,3	12,5	9,0	6,4	23	36	

ANEXO F – Raios de curvatura das bacias

SEGMENTO 01 - Sentido BR 153 - BR 282				
PONTO	ESTACA	D0	D1	Raio de curvatura (m)
		0	20cm	
1	2+300	10,1	8,2	1052,6
2	2+320	12,0	9,9	952,4
3	2+340	10,9	8,8	952,4
4	2+360	11,4	9,2	909,1
5	2+380	14,5	11,0	571,4
6	2+400	15,1	13,3	1111,1
7	2+420	13,1	10,4	740,7
8	2+440	14,5	11,2	606,1
9	2+460	14,2	11,7	800,0
10	2+480	13,1	11,4	1176,5
11	2+500	7,7	6,3	1428,6
12	2+520	10,7	8,9	1111,1
13	2+540	14,2	11,4	714,3
14	2+560	11,5	9,8	1176,5
15	2+580	7,2	6,0	1666,7
16	2+600	9,6	8,6	2000,0
17	2+620	9,4	7,9	1333,3
18	2+640	9,1	7,3	1111,1
19	2+660	10,9	9,0	1052,6
20	2+680	9,9	8,2	1176,5
21	2+700	12,7	10,2	800,0
22	2+720	12,8	10,3	800,0
23	2+740	15,5	13,6	1052,6
24	2+760	12,7	10,2	800,0
25	2+780	13,6	11,1	800,0
26	2+800	17,9	14,0	512,8
27	2+820	11,0	9,2	1111,1
28	2+840	9,0	6,9	952,4
29	2+860	10,3	7,7	769,2
30	2+880	33,0	24,4	232,6
31	2+900	8,0	6,7	1538,5
32	2+920	8,8	7,4	1428,6
33	2+940	11,7	9,4	869,6
34	2+960	14,6	11,5	645,2
35	2+980	14,8	12,6	909,1
36	3+000	7,9	6,8	1818,2

SEGMENTO 01 - Sentido BR 282 - BR 153				
PONTO	ESTACA	D0	D1	Raio de curvatura (m)
		0	20cm	
1	3+000	17,6	14,3	606,1
2	2+960	17,5	13,9	555,6
3	2+920	12,0	9,2	714,3
4	2+880	12,4	9,0	588,2
5	2+840	14,5	10,4	487,8
6	2+800	15,1	12,2	689,7
7	2+760	15,3	12,1	625,0
8	2+720	17,9	13,5	454,5
9	2+680	15,4	11,5	512,8
10	2+640	11,6	8,7	689,7
11	2+600	12,4	9,4	666,7
12	2+560	12,6	10,5	952,4
13	2+520	15,9	12,3	555,6
14	2+480	12,7	10,0	740,7
15	2+440	15,4	12,3	645,2
16	2+400	10,7	8,6	952,4
17	2+360	21,2	16,3	408,2
18	2+320	13,7	11,6	952,4
19	2+300	12,5	10,2	869,6

SEGMENTO 02 - Sentido BR 153 - BR 282				
PONTO	ESTACA	D0	D1	Raio de curvatura (m)
		0	20cm	
1	4+800	16,2	13,5	740,7
2	4+820	17,5	14,3	625,0
3	4+840	14,6	11,4	625,0
4	4+860	12,5	9,9	769,2
5	4+880	16,2	12,3	512,8
6	4+900	12,9	10,7	909,1
7	4+920	14,4	11,6	714,3
8	4+940	14,0	9,9	487,8
9	4+960	10,0	7,6	833,3
10	4+980	13,9	10,5	588,2
11	5+000	15,4	12,0	588,2
12	5+020	17,5	12,9	434,8
13	5+040	13,2	10,1	645,2
14	5+060	16,8	13,4	588,2
15	5+080	19,3	16,1	625,0
16	5+100	19,7	15,9	526,3
17	5+120	14,8	11,4	588,2
18	5+140	12,7	10,2	800,0
19	5+160	11,3	9,6	1176,5
20	5+180	12,2	9,4	714,3
21	5+200	10,7	8,7	1000,0
22	5+220	10,7	8,6	952,4
23	5+240	8,9	7,2	1176,5
24	5+260	10,3	8,7	1250,0
25	5+280	12,7	11,0	1176,5
26	5+300	13,9	11,6	869,6
27	5+320	21,8	16,7	392,2
28	5+340	17,9	14,5	588,2
29	5+360	19,1	14,3	416,7
30	5+380	14,0	10,2	526,3
31	5+400	13,2	9,7	571,4
32	5+420	14,5	10,9	555,6
33	5+440	9,4	7,4	1000,0
34	5+460	8,8	6,9	1052,6
35	5+480	18,9	12,9	333,3
36	5+500	11,7	8,6	645,2

SEGMENTO 02 - Sentido BR 282 - BR 153				
PONTO	ESTACA	D0	D1	Raio de curvatura (m)
		0	20cm	
1	5+500	17,3	12,9	454,5
2	5+460	14,8	11,8	666,7
3	5+420	14,5	11,0	571,4
4	5+380	27,1	21,4	350,9
5	5+340	28,1	22,7	370,4
6	5+300	26,1	21,3	416,7
7	5+260	19,1	15,4	540,5
8	5+220	30,7	24,9	344,8
9	5+180	24,6	19,7	408,2
10	5+140	15,6	12,6	666,7
11	5+100	11,8	8,9	689,7
12	5+060	14,6	11,6	666,7
13	5+020	11,7	8,9	714,3
14	4+980	12,0	9,9	952,4
15	4+940	10,0	8,2	1111,1
16	4+900	13,7	11,2	800,0
17	4+860	9,4	7,6	1111,1
18	4+820	11,8	9,9	1052,6
19	4+800	9,7	8,6	1818,2

SEGMENTO 03 - Sentido BR 153 - BR 282				
PONTO	ESTACA	D0	D1	Raio de curvatura (m)
		0	20cm	
1	8+100	15,8	13,5	869,6
2	8+120	11,2	9,0	909,1
3	8+140	19,0	14,8	476,2
4	8+160	23,2	17,5	350,9
5	8+180	21,0	16,6	454,5
6	8+200	11,1	9,0	952,4
7	8+220	12,8	10,5	869,6
8	8+240	16,6	12,6	500,0
9	8+260	16,8	13,5	606,1
10	8+280	15,1	11,8	606,1
11	8+300	14,8	11,6	625,0
12	8+320	13,3	9,7	555,6
13	8+340	24,2	18,3	339,0
14	8+360	18,7	14,9	526,3
15	8+380	18,1	13,7	454,5
16	8+400	12,0	9,2	714,3
17	8+420	15,6	11,9	540,5
18	8+440	11,7	8,1	555,6
19	8+460	7,7	5,1	769,2
20	8+480	10,6	7,5	645,2
21	8+500	12,1	9,5	769,2
22	8+520	11,1	8,4	740,7
23	8+540	11,4	8,5	689,7
24	8+560	11,0	9,0	1000,0
25	8+580	12,6	9,3	606,1
26	8+600	17,1	12,9	476,2
27	8+620	20,0	14,6	370,4
28	8+640	15,0	12,1	689,7
29	8+660	12,3	9,4	689,7
30	8+680	24,3	12,2	165,3
31	8+700	14,2	10,1	487,8
32	8+720	16,8	12,8	500,0
33	8+740	15,6	12,1	571,4
34	8+760	16,4	12,2	476,2
35	8+780	12,9	10,0	689,7
36	8+800	22,8	17,6	384,6

SEGMENTO 03 - Sentido BR 282 - BR 153				
PONTO	ESTACA	D0	D1	Raio de curvatura (m)
		0	20cm	
1	8+800	10,9	9,3	1250,0
2	8+780	17,3	13,8	571,4
3	8+760	18,0	13,4	434,8
4	8+740	23,0	14,7	241,0
5	8+700	15,2	12,2	666,7
6	8+660	15,9	12,0	512,8
7	8+620	13,4	11,0	833,3
8	8+580	16,5	13,0	571,4
9	8+540	12,1	10,0	952,4
10	8+500	6,4	5,0	1428,6
11	8+460	12,5	9,4	645,2
12	8+420	18,4	13,9	444,4
13	8+380	18,3	13,2	392,2
14	8+340	15,3	12,4	689,7
15	8+300	13,9	11,3	769,2
16	8+260	16,2	13,6	769,2
17	8+220	18,2	13,7	444,4
18	8+180	17,3	14,2	645,2
19	8+140	23,4	17,7	350,9
20	8+100	29,4	22,2	277,8

ANEXO G – Resultados da retroanálise com o *software BAKFAA* – sem união de camada

SEGMENTO 01, SENTIDO BR 153 - BR 282							
(ESTACA /MARCO)	Módulo (Mpa)						RMS
	Revestimento	Base Reciclada	Base Remanescente	Sub-base	Subleito		
2+300	9.200,37	5.682,43	461,05	442,47	331,94	1,0511	
2+320	5.632,57	3.712,22	423,38	541,68	291,50	6,3044	
2+340	34.206,04	1.925,75	15,36	1.425,82	1.282,72	1,0246	
2+360	14.584,08	2.368,11	53,68	67,16	1.138,25	3,3882	
2+380	6.591,38	7.035,58	985,31	66,38	562,49	1,6951	
2+400	96.594,74	141,85	5,98	12.166,80	12.744,42	1,2942	
2+420	4.759,79	2.004,41	350,50	509,94	360,20	5,9337	
2+440	4.425,28	1.842,57	287,82	425,81	329,26	6,7907	
2+460	4.415,96	2.162,38	329,60	391,81	305,18	7,3595	
2+480	6.376,00	3.872,27	523,54	457,04	228,02	5,7320	
2+500	8.684,29	4.728,71	565,43	825,02	499,71	4,3260	
2+520	19.571,95	4.043,63	1.276,05	15,29	2.466,92	0,8596	
2+540	2.336,04	8.847,89	1.114,63	24,63	546,08	2,2990	
2+560	116.878,94	77,88	1.397,35	1.643,05	522,83	1,8008	
2+580	38.655,90	10.036,44	9,83	3.024,53	1.256,73	1,3386	
2+600	8.293,54	17.314,83	1.214,85	193,53	262,89	0,8480	
2+620	24.244,14	4.924,61	25,83	1.549,23	471,57	1,1864	
2+640	13.828,20	6.716,33	48,23	161,03	524,50	1,1437	
2+660	10.212,83	6.199,71	681,82	323,34	269,41	1,4487	
2+680	9.222,15	4.546,26	468,83	524,83	338,79	2,3738	
2+700	4.808,83	2.633,57	385,31	460,64	341,05	3,7530	
2+720	3.279,00	6.783,96	776,28	50,58	448,21	1,8093	
2+740	7.759,64	3.948,60	17,13	392,70	283,98	2,3456	
2+760	2.614,03	9.838,15	1.082,47	33,67	516,08	2,4194	
2+780	16.721,10	2.464,91	22,31	117,12	528,31	0,6549	
2+800	5.643,71	1.878,37	246,26	327,81	206,73	2,7334	
2+820	8.762,13	2.648,47	484,55	756,70	302,27	4,9494	
2+840	10.880,35	5.491,29	15,96	712,15	1.511,94	0,8914	
2+860	12.196,36	3.522,20	24,49	677,03	781,59	1,5754	
2+880	4.324,80	528,24	9,10	217,55	644,78	2,0316	
2+900	18.052,74	10.401,35	16,88	794,69	660,38	0,7744	
2+920	7.372,90	4.329,90	637,47	792,02	404,93	5,9683	
2+940	6.609,22	3.533,13	386,37	543,91	313,04	3,9153	
2+960	4.079,49	2.151,60	334,12	367,44	322,04	5,5096	
2+980	11.693,74	3.389,79	9,72	523,60	507,09	2,3097	
3+000	8.304,22	5.970,72	706,93	781,97	432,84	4,2965	

SEGMENTO 02, SENTIDO BR 153 - BR 282						
(ESTACA /MARCO)	Módulo (Mpa)					RMS
	Revestimento	Base Reciclada	Base Remanescente	Sub-base	Subleito	
4+800	7.065,72	3.845,34	10,76	98,91	417,58	1,4833
4+820	5.286,91	3.512,85	6,58	628,79	626,39	1,2174
4+840	3.872,04	4.633,75	649,02	39,47	428,82	1,1469
4+860	5.241,53	3.710,17	548,79	439,62	299,60	2,3922
4+880	3.992,88	2.527,83	389,02	231,95	273,23	1,0872
4+900	2.815,16	12.152,82	1.507,56	95,08	273,21	3,1430
4+920	27.876,59	1.228,94	91,66	309,30	284,43	2,1865
4+940	1.697,50	9.303,23	1.148,10	300,14	280,45	2,0209
4+960	6.602,57	4.714,59	754,87	579,41	364,05	1,5941
4+980	9.492,50	1.316,57	327,12	454,27	336,76	1,3080
5+000	2.712,78	2.537,84	435,52	343,05	309,74	6,3501
5+020	3.329,25	2.311,31	317,00	56,15	440,59	0,7716
5+040	3.251,54	3.041,52	547,37	427,92	351,86	3,3835
5+060	4.963,86	3.306,34	103,92	29,44	457,18	1,0780
5+080	3.587,16	4.348,19	1.329,59	11,79	415,89	1,4905
5+100	6.267,19	1.786,94	2.127,12	12,64	492,88	1,6427
5+120	3.812,40	2.965,35	460,00	368,01	284,07	2,5960
5+140	6.708,16	3.797,61	577,74	457,56	274,71	1,1607
5+160	4.396,82	24.500,87	1.331,16	70,12	258,55	0,8768
5+180	6.357,63	4.197,05	589,76	477,12	293,07	1,7507
5+200	6.611,55	4.287,45	787,75	539,84	339,30	2,7434
5+220	7.372,58	4.654,46	749,24	551,03	322,99	1,5110
5+240	8.192,49	5.579,50	826,67	826,65	385,22	1,1677
5+260	7.254,91	4.561,00	750,74	566,38	330,34	4,6271
5+280	8.970,00	7.821,45	729,81	31,74	307,77	0,7601
5+300	6.460,11	6.318,72	429,60	413,10	199,72	0,8806
5+320	3.899,17	1.542,70	127,10	159,01	220,99	0,9817
5+340	3.395,62	2.388,84	329,43	274,13	223,03	3,4574
5+360	3.445,96	1.820,01	647,59	78,94	306,71	0,9351
5+380	3.160,69	2.905,95	526,54	392,22	328,73	1,6815
5+400	3.116,64	3.031,35	535,76	425,24	367,54	0,8853
5+420	4.088,11	3.023,86	458,53	367,76	275,98	2,2741
5+440	3.490,55	4.555,77	998,99	618,77	493,53	5,5599
5+460	6.032,77	5.080,59	841,00	669,31	450,46	2,5432
5+480	1.741,73	2.557,51	219,37	141,25	333,41	2,2761
5+500	4.424,38	3.756,56	624,46	472,53	355,11	2,8528

SEGMENTO 03, SENTIDO BR 153 - BR 282						
(ESTACA /MARCO)	Módulo (Mpa)					RMS
	Revestimento	Base Reciclada	Base Remanescente	Sub-base	Subleito	
8+100	25.719,01	3.063,19	406,67	24,66	273,65	1,4723
8+120	21.989,72	4.252,35	220,34	41,53	497,37	1,5366
8+140	4.984,27	1.989,74	251,90	218,00	230,79	1,7882
8+160	5.371,48	1.161,77	138,81	127,76	246,55	0,9096
8+180	6.819,94	1.914,11	109,69	57,05	256,99	1,3907
8+200	10.126,81	6.446,57	691,03	427,89	275,54	1,1746
8+220	7.862,08	4.576,82	523,04	376,73	257,14	0,9127
8+240	5.593,07	2.368,58	300,70	259,49	259,32	1,3882
8+260	5.602,81	2.490,08	402,53	96,83	282,65	1,6934
8+280	4.629,12	2.278,59	291,58	314,42	308,07	3,4287
8+300	4.757,27	3.603,76	389,19	120,53	313,61	0,7400
8+320	13.981,20	1.497,51	262,57	282,60	417,28	2,4986
8+340	2.628,17	1.672,22	286,75	142,72	188,63	1,1988
8+360	6.151,76	2.297,33	263,72	130,58	219,09	1,3009
8+380	6.417,53	1.656,45	243,73	126,72	289,38	1,0815
8+400	6.589,55	2.944,87	380,30	369,75	372,06	3,8754
8+420	5.062,28	2.287,97	295,31	285,34	286,53	2,8885
8+440	1.982,85	8.996,02	17,20	1.690,23	3.433,17	0,5830
8+460	10.530,90	3.700,79	488,92	526,37	760,02	2,3842
8+480	8.310,10	2.152,22	376,07	445,86	556,82	2,4358
8+500	7.412,30	2.852,23	376,51	357,70	357,43	2,9740
8+520	6.935,06	3.441,64	457,73	424,59	383,21	3,6018
8+540	2.947,80	8.071,92	879,74	832,49	304,27	2,3528
8+560	6.437,32	7.330,97	720,86	566,17	281,58	1,3574
8+580	7.305,67	3.020,92	397,50	366,11	350,53	2,3299
8+600	2.809,18	3.256,08	511,14	109,84	295,74	1,2398
8+620	2.736,66	1.927,51	354,25	333,50	225,89	1,9268
8+640	6.245,30	2.918,24	361,07	293,53	260,51	2,3751
8+660	3.766,92	5.190,47	592,14	422,61	324,37	2,0648
8+680	464,82	3.452,22	424,49	292,96	310,95	3,7400
8+700	6.130,07	2.825,35	363,30	326,64	310,46	3,5011
8+720	3.826,85	2.424,94	287,65	373,43	258,64	0,4537
8+740	6.161,66	3.013,83	368,39	283,00	237,83	2,6620
8+760	2.824,52	3.026,83	340,08	474,00	258,26	0,7376
8+780	9.144,08	5.158,81	582,55	389,37	243,23	2,8947
8+800	4.235,49	1.791,29	82,17	32,86	329,65	1,2686

ANEXO H – Resultados da retroanálise com o *software BAKFAA* – união da base remanescente com a sub-base

SEGMENTO 01, SENTIDO BR 153 - BR 282						
(ESTACA /MARCO)	Módulo (Mpa)					RMS
	Revestimento	Base Reciclada	Base Remanescente + Sub-base	Subleito		
2+300	8.492,62	4.396,78	755,02	314,74	1,7615	
2+320	4.437,42	14.131,38	20,65	11410,70	1,8782	
2+340	5.524,65	2.696,10	332,45	495,40	5,4976	
2+360	8.517,70	3.051,23	84,17	968,18	4,3640	
2+380	9.607,84	2.032,30	66,81	855,89	0,9892	
2+400	3.691,48	7.104,72	25,59	908,03	5,0108	
2+420	7.972,98	3.021,90	69,06	745,91	0,8614	
2+440	8.163,06	2.798,33	51,42	802,95	1,3542	
2+460	8.751,06	3.041,16	55,05	600,12	1,7094	
2+480	6.767,22	3.492,86	500,73	226,72	5,9653	
2+500	8.897,37	4.473,84	679,64	515,98	4,2182	
2+520	18.438,55	4.933,24	30,35	3369,70	0,8071	
2+540	10.826,43	3.497,76	36,43	843,82	1,5790	
2+560	5.966,34	3.187,04	537,90	304,76	6,0067	
2+580	11.767,48	6.308,24	1160,90	403,60	2,9218	
2+600	9.412,07	7.130,86	1251,62	231,99	2,2103	
2+620	30.808,91	4.705,08	81,53	561,92	0,7612	
2+640	17.825,89	5.770,36	122,01	522,87	1,2601	
2+660	5.190,07	6.806,22	819,32	254,03	1,9062	
2+680	8.065,34	3.997,26	677,62	331,93	2,9595	
2+700	14.758,86	1.934,59	181,58	426,33	1,5865	
2+720	3.852,66	6.348,34	78,20	492,22	1,5894	
2+740	9.370,40	3.568,78	75,14	277,67	2,2122	
2+760	7.336,24	4.764,34	55,60	614,73	1,5650	
2+780	5.575,87	2.195,92	321,48	325,10	4,9997	
2+800	3.194,05	2.561,11	307,60	210,23	2,6400	
2+820	6.392,93	3.600,28	544,27	311,79	4,4850	
2+840	9.819,81	5.679,73	77,45	1185,65	0,8033	
2+860	7.600,06	4.543,28	105,68	748,75	1,2078	
2+880	6.576,21	338,40	52,73	455,41	0,7426	
2+900	30.787,97	7.732,49	87,19	585,58	0,9606	
2+920	8.626,76	12.185,43	32,24	5330,94	1,5943	
2+940	3.778,92	13.117,50	45,21	676,25	0,5298	
2+960	7.626,05	2.964,73	64,42	576,02	0,8017	
2+980	10.481,30	3.667,06	41,68	492,11	2,3682	
3+000	9.597,24	4.823,74	792,31	437,77	4,4243	

SEGMENTO 01, SENTIDO BR 282 - BR 153					
(ESTACA /MARCO)	Módulo (Mpa)				RMS
	Revestimento	Base Reciclada	Base Remanescente + Sub-base	Subleito	
3+000	5.840,39	3.906,29	71,50	258,14	1,6810
2+960	10.355,18	2.541,56	54,21	340,65	2,5699
2+920	7.740,51	3.393,00	58,65	1473,79	0,7520
2+880	5.254,85	2.048,12	742,18	357,19	0,7972
2+840	11.592,44	1.043,73	120,96	997,68	0,9070
2+800	7.675,48	3.525,21	67,93	385,25	0,7424
2+760	7.524,78	3.258,99	56,09	480,87	1,1957
2+720	4.356,75	1.944,83	122,81	356,38	0,6520
2+680	6.420,79	2.526,02	175,44	317,46	2,2574
2+640	6.430,73	2.722,44	413,71	400,95	2,3013
2+600	5.929,93	3.224,14	455,78	322,81	1,5368
2+560	5.756,75	2.821,56	459,51	287,93	5,4254
2+520	3.192,25	3.761,76	42,90	1141,76	1,3226
2+480	20.303,99	2.212,30	45,72	1828,78	1,5687
2+440	7.388,50	3.201,04	46,94	601,46	0,8547
2+400	14.242,12	4.851,54	56,36	826,48	1,1349
2+360	4.596,13	1.610,14	53,76	462,21	0,8647
2+320	9.583,99	4.359,45	109,20	297,97	0,9734
2+300	10.991,63	3.954,40	59,13	601,13	1,2402

SEGMENTO 02, SENTIDO BR 153 - BR 282						
(ESTACA /MARCO)	Módulo (Mpa)				RMS	
	Revestimiento	Base Reciclada	Base Remanescente + Sub-base	Subleito		
4+800	5.805,74	4.440,62	35,88	430,58	1,5623	
4+820	3.920,37	4.100,65	41,50	412,76	2,0167	
4+840	6.003,82	3.480,01	76,13	424,07	1,2218	
4+860	4.018,99	8.330,50	103,53	383,10	0,4190	
4+880	3.740,74	2.804,29	233,96	279,11	1,0884	
4+900	5.216,98	4.509,89	426,82	251,10	3,9191	
4+920	6.563,07	4.089,36	81,11	341,92	1,1229	
4+940	4.865,31	3.758,74	297,68	290,14	3,6859	
4+960	6.233,73	5.505,42	496,74	372,92	1,4850	
4+980	3.750,67	3.264,05	191,28	383,39	0,6209	
5+000	3.381,18	4.337,87	52,62	605,47	1,1083	
5+020	3.891,04	2.107,17	88,49	453,58	0,8340	
5+040	6.227,44	2.929,51	153,64	439,94	0,8330	
5+060	4.368,23	3.597,17	44,30	497,61	1,1822	
5+080	6.310,21	3.578,35	23,45	441,36	1,0064	
5+100	6.426,33	2.486,37	35,66	395,77	1,1054	
5+120	5.573,98	3.275,19	158,28	327,41	1,2821	
5+140	5.253,18	4.673,79	446,50	278,85	1,1061	
5+160	6.115,16	10.020,82	762,13	226,03	1,4309	
5+180	5.614,15	4.801,55	461,01	296,19	1,6380	
5+200	5.987,82	5.038,86	455,41	352,32	2,4185	
5+220	7.940,04	5.889,61	305,23	347,06	1,1232	
5+240	7.228,34	6.939,55	647,76	396,25	0,8835	
5+260	9.862,16	10.294,91	25,39	1.774,08	0,9927	
5+280	12.074,53	6.629,25	59,83	307,88	0,7357	
5+300	7.255,29	5.897,20	387,99	200,24	0,9821	
5+320	3.318,81	1.730,61	143,06	226,27	1,0455	
5+340	3.418,87	2.723,80	186,94	240,20	2,4091	
5+360	3.390,56	1.979,73	122,14	309,81	0,8868	
5+380	4.092,89	2.748,02	307,13	345,68	1,4584	
5+400	2.741,59	3.922,22	344,07	383,35	1,1637	
5+420	4.240,13	3.396,96	284,98	287,66	2,0701	
5+440	11.208,77	4.428,10	63,39	1.573,38	0,9024	
5+460	5.299,34	5.831,61	519,14	481,47	2,0687	
5+480	2.681,99	1.644,71	200,79	325,84	3,0212	
5+500	5.691,93	3.858,64	315,58	378,23	2,5444	

SEGMENTO 02, SENTIDO BR 282 - BR 153						
(ESTACA /MARCO)	Módulo (Mpa)					RMS
	Revestimento	Base Reciclada	Base Remanescente + Sub-base		Subleito	
5+500	3.708,60	2.328,02	123,21	361,77		0,8375
5+460	4.672,68	3.369,42	141,91	339,46		0,9323
5+420	6.231,75	2.442,92	105,16	495,43		0,9986
5+380	5.923,03	971,20	62,77	230,01		1,5795
5+340	8.290,13	773,47	58,58	218,05		0,9904
5+300	5.102,66	1.531,94	106,27	152,17		0,7175
5+260	8.686,23	1.600,94	36,04	649,87		0,8189
5+220	6.113,16	940,61	36,16	219,83		0,9002
5+180	5.493,63	1.651,66	38,04	265,99		1,4404
5+140	4.823,71	3.461,15	184,96	257,94		0,5536
5+100	2.350,76	13.868,06	114,60	421,17		0,7375
5+060	5.661,67	3.971,18	78,60	378,20		1,3233
5+020	9.549,34	1.803,68	379,22	450,66		0,7312
4+980	3.803,58	6.882,88	131,70	407,88		1,9027
4+940	6.287,50	7.173,33	685,73	304,27		2,0919
4+900	5.726,47	5.018,49	129,44	309,93		0,7866
4+860	32.181,84	2.546,01	175,37	549,64		1,1219
4+820	4.969,31	3.696,64	279,24	358,92		5,7946
4+800	7.624,94	10.976,01	1.207,61	233,18		2,2792

SEGMENTO 03, SENTIDO BR 153 - BR 282						
(ESTACA /MARCO)	Módulo (Mpa)				RMS	
	Revestimento	Base Reciclada	Base Remanescente + Sub-base	Subleito		
8+100	12.524,35	4.666,54	41,65	293,14	1,2861	
8+120	16.966,91	4.921,58	64,15	543,57	1,4127	
8+140	5.440,54	2.215,52	156,91	244,97	1,3165	
8+160	5.090,55	1.202,56	130,02	250,81	0,9090	
8+180	6.580,12	1.955,48	73,08	264,54	1,3731	
8+200	8.626,49	5.457,31	829,53	264,64	1,0876	
8+220	6.561,91	4.346,86	579,96	250,64	1,2261	
8+240	5.276,92	2.403,87	283,74	259,02	1,3464	
8+260	5.994,24	2.536,43	143,00	286,30	1,5703	
8+280	5.467,16	2.247,35	217,63	333,87	2,5135	
8+300	5.714,96	2.602,89	315,69	288,20	1,6506	
8+320	5.974,21	2.887,45	145,69	485,29	1,6132	
8+340	2.492,28	1.777,68	174,95	189,66	1,1639	
8+360	5.828,06	2.417,21	159,05	221,44	1,2844	
8+380	4.940,99	1.975,48	144,03	297,98	0,9429	
8+400	8.472,43	4.671,85	64,46	628,80	1,6021	
8+420	5.131,76	2.195,06	142,91	387,74	10,5000	
8+440	1.884,49	9.956,55	46,47	3956,98	0,7905	
8+460	9.121,01	6.305,73	235,52	873,12	2,5909	
8+480	6.350,65	3.448,32	171,96	714,83	1,2361	
8+500	14.107,15	3.340,25	94,98	484,95	1,2590	
8+520	11.023,53	4.779,82	79,46	585,34	2,4574	
8+540	7.371,57	4.354,90	636,94	308,07	2,9143	
8+560	7.031,57	5.341,67	884,62	272,45	1,9100	
8+580	6.460,33	3.224,61	368,30	354,19	2,2469	
8+600	5.354,81	2.189,66	191,63	290,35	1,5710	
8+620	3.234,97	1.773,30	320,63	227,49	2,0571	
8+640	6.715,21	4.005,62	118,56	302,03	1,1817	
8+660	6.886,85	3.513,74	431,26	325,06	2,3547	
8+680	559,62	1.858,10	493,49	302,17	5,0694	
8+700	6.073,03	2.927,55	342,14	308,21	3,4855	
8+720	4.418,26	2.155,54	354,02	257,51	0,4028	
8+740	7.049,90	3.385,22	191,68	251,60	2,4833	
8+760	5.327,10	2.435,68	282,43	268,44	1,7690	
8+780	7.123,15	4.838,84	688,50	235,10	2,3581	
8+800	3.118,45	2.191,47	40,23	392,19	1,6711	

SEGMENTO 03, SENTIDO BR 282 - BR 153						
(ESTACA /MARCO)	Módulo (Mpa)					RMS
	Revestimiento	Base Reciclada	Base Remanescente + Sub-base	Subleito		
8+800	7.827,99	4.186,67		509,80	329,01	4,4690
8+780	5.229,33	1.734,27		198,41	306,61	4,0170
8+760	5.162,79	1.719,92		171,16	325,09	0,8586
8+740	1.559,19	1.205,67		256,45	303,69	1,8705
8+700	4.062,31	5.003,21		51,23	508,64	0,9547
8+660	4.684,47	3.666,28		85,11	383,55	1,7287
8+620	8.305,70	5.001,87		782,39	194,25	2,5226
8+580	6.585,22	2.478,22		56,14	538,90	0,7328
8+540	7.216,72	3.720,32		469,08	300,81	3,3060
8+500	19.534,79	7.727,63		115,78	1347,58	0,6987
8+460	10.000,02	3.243,60		79,30	679,59	1,7488
8+420	5.670,65	2.074,09		76,64	383,33	1,2388
8+380	3.017,61	1.896,51		160,90	368,12	0,7903
8+340	6.549,41	4.471,25		592,49	186,61	2,0766
8+300	7.296,13	3.922,16		581,38	218,86	2,3989
8+260	4.841,86	3.113,41		750,98	176,33	2,8634
8+220	3.272,58	2.096,39		484,68	219,55	1,7853
8+180	7.209,73	2.973,56		73,19	293,08	1,2973
8+140	4.259,56	1.423,15		68,61	313,95	0,6197
8+100	2.249,41	1.205,54		241,26	141,71	0,8876

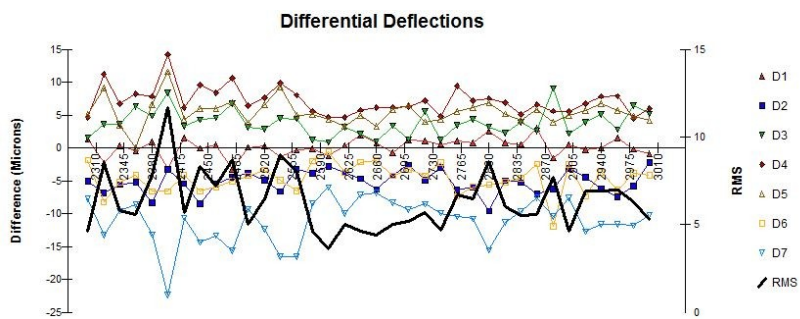
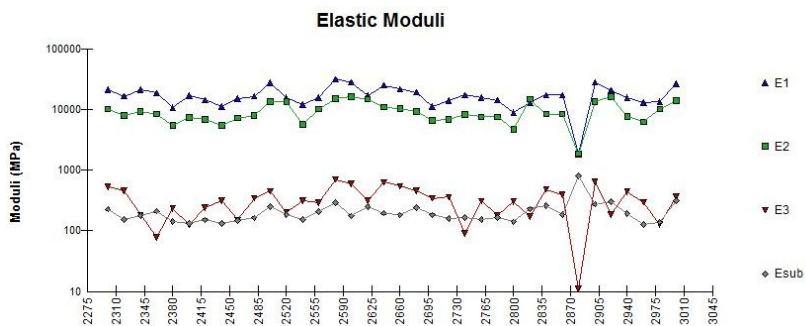
**ANEXO I – Resultados da retroanálise com o software BAKFAA –
união da base remanescente com a sub-base e o subleito**

SEGMENTO 01, SENTIDO BR 153 - BR 282				
(ESTACA /MARCO)	Módulo (Mpa)			RMS
	Revestimento	Base Reciclada	Base Remanescente + Sub-base + Subleito	
2+300	13.870,22	4.983,58	339,91	1,1062
2+320	7.394,57	4.101,79	305,69	5,3579
2+340	6.654,73	2.550,96	438,15	6,0146
2+360	57.024,12	105,03	1224,57	2,2874
2+380	5.480,20	1.385,71	377,66	6,8153
2+400	6.719,06	2.365,17	249,39	10,5595
2+420	44.063,74	225,96	492,25	2,0009
2+440	5.446,87	1.801,34	333,21	6,2752
2+460	5.632,61	2.011,34	314,96	6,6750
2+480	9.190,89	4.229,53	241,67	4,4891
2+500	18.383,83	3.805,95	518,43	3,6890
2+520	8.300,22	3.485,30	369,83	5,0406
2+540	6.068,25	2.385,96	297,72	5,5771
2+560	116.533,20	89,93	511,69	1,8010
2+580	88.052,19	3.292,12	443,88	2,1361
2+600	25.108,41	8.269,59	258,09	0,7281
2+620	10.201,46	5.205,12	374,19	2,3852
2+640	12.108,47	4.834,88	401,67	1,8952
2+660	10.462,38	6.959,38	276,36	1,4662
2+680	12.192,09	4.516,51	352,85	1,8445
2+700	6.305,69	2.338,39	356,79	3,0248
2+720	6.564,15	2.714,91	323,79	3,1900
2+740	41.626,77	812,87	231,79	1,2608
2+760	6.440,77	2.861,76	325,73	4,4846
2+780	6.081,84	2.413,67	311,92	4,7514
2+800	5.175,74	2.323,83	215,79	2,0103
2+820	8.153,04	4.286,36	324,68	3,4198
2+840	8.359,42	3.295,10	507,86	3,3897
2+860	7.583,59	2.913,29	449,25	3,3322
2+880	11.045,00	65,22	395,23	2,8785
2+900	21.314,76	6.034,40	407,03	1,6166
2+920	11.543,48	4.640,18	424,28	4,9969
2+940	7.797,13	3.917,11	328,00	3,1430
2+960	5.682,49	2.041,32	319,74	5,0327
2+980	6.871,62	2.638,56	258,73	5,3009
3+000	13.104,44	5.724,18	455,80	3,5523

SEGMENTO 01, SENTIDO BR 282 - BR 153					
(ESTACA /MARCO)	Módulo (Mpa)			RMS	
	Revestimiento	Base Reciclada	Base Remanescente + Sub-base + Subleito		
3+000	5.892,48	2.746,90		207,14	3,1122
2+960	3.802,97	2.750,56		228,81	4,5627
2+920	5.784,67	1.960,83		436,58	6,1117
2+880	6.668,49	2.474,62		393,55	2,1066
2+840	8.496,08	600,15		537,41	5,9302
2+800	6.757,43	2.395,27		266,82	3,5092
2+760	5.415,04	2.255,10		281,64	4,6856
2+720	6.580,20	1.075,60		289,89	2,8960
2+680	2.725,66	3.729,77		287,19	2,3592
2+640	7.109,12	2.743,47		395,85	2,2083
2+600	3.097,60	6.410,38		335,31	0,9066
2+560	6.303,06	3.699,59		295,63	4,2797
2+520	40.907,09	100,59		611,45	3,0255
2+480	6.342,31	1.868,18		388,20	7,6171
2+440	5.442,45	2.050,93		289,38	5,6056
2+400	86.426,86	218,55		499,99	2,3971
2+360	22.125,03	164,15		324,06	3,8874
2+320	8.085,77	3.650,58		254,91	1,8656
2+300	6.832,63	2.888,91		330,93	4,1598

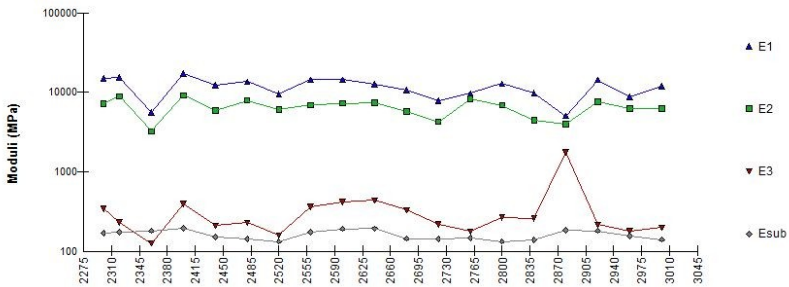
ANEXO J – Resultados da retroanálise com o *software Elmod6* – união da base remanescente com a sub-base

SEGMENTO 01, SENTIDO BR 153 - BR 282						
(ESTACA /MARCO)	Módulo (Mpa)					RMS
	Revestimento	Base Reciclada	Base Remanescente + Sub-base		Subleito	
2+300	20.943,29	10.066,08	529,47	226,41	4,6	
2+320	16.521,76	7.940,93	459,45	154,31	8,5	
2+340	20.930,20	9.145,26	182,70	178,84	5,8	
2+360	18.605,56	8.326,30	77,62	210,64	5,6	
2+380	10.740,50	5.426,99	232,46	144,06	7,8	
2+400	16.875,79	7.373,72	125,44	131,22	11,7	
2+420	14.304,55	6.875,27	239,66	151,67	5,7	
2+440	11.284,58	5.423,76	313,81	131,60	8,3	
2+460	14.982,23	7.200,98	151,31	148,32	7,2	
2+480	16.559,30	7.958,98	342,69	163,23	8,7	
2+500	27.858,10	13.389,58	448,46	250,51	5,0	
2+520	15.567,92	13.389,58	198,96	187,52	6,5	
2+540	11.848,81	5.694,95	313,81	152,70	9,0	
2+560	15.735,00	10.066,08	289,99	207,90	8,0	
2+580	31.429,65	15.106,19	697,67	293,81	4,6	
2+600	27.938,87	16.248,36	599,36	175,98	3,6	
2+620	17.135,42	14.737,75	312,64	251,56	5,0	
2+640	25.024,62	10.934,28	632,65	195,44	4,6	
2+660	21.466,87	10.317,73	542,70	182,43	4,4	
2+680	19.082,63	9.171,78	459,45	238,98	5,0	
2+700	11.118,54	6.531,50	343,55	182,59	5,2	
2+720	14.125,74	6.789,33	357,11	159,38	5,7	
2+740	17.304,47	8.298,28	89,59	164,01	4,7	
2+760	15.725,17	7.558,07	309,40	155,07	6,7	
2+780	14.200,84	7.543,89	176,97	166,78	6,5	
2+800	8.793,18	4.695,90	298,87	140,58	8,6	
2+820	12.745,35	14.737,75	171,24	228,69	6,0	
2+840	17.308,51	8.319,07	481,33	257,06	5,5	
2+860	17.308,51	8.319,07	393,82	185,70	5,6	
2+880	1.849,62	1.860,60	11,05	806,19	7,7	
2+900	27.875,52	13.397,95	634,25	273,95	4,6	
2+920	20.733,86	16.211,52	186,48	304,39	6,9	
2+940	15.842,53	7.614,48	440,57	190,87	6,9	
2+960	13.004,14	6.250,24	295,88	126,39	7,0	
2+980	13.355,89	10.063,73	128,08	139,76	6,3	
3+000	26.481,74	14.000,86	363,02	316,41	5,3	

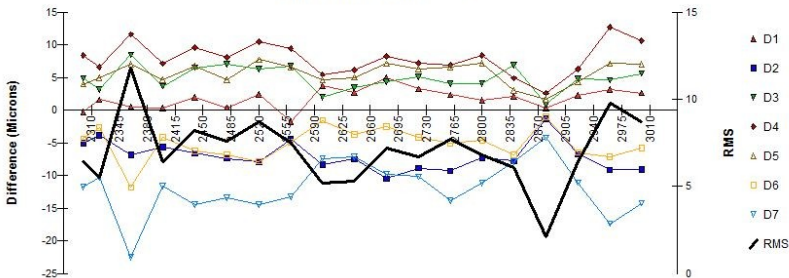


SEGMENTO 01, SENTIDO BR 282 - BR 153						
(ESTACA /MARCO)	Módulo (Mpa)					RMS
	Revestimiento	Base Reciclada	Base Remanescente + Sub-base	Subleito		
3+000	11.821,94	6.250,24		198,07	140,58	8,7
2+960	8.793,18	6.250,24		178,26	156,20	9,8
2+920	14.304,55	7.562,79		215,70	181,60	6,4
2+880	5.039,43	4.009,13		1752,72	183,04	2,1
2+840	9.745,77	4.437,63		258,12	139,68	6,1
2+800	12.841,58	6.875,27		262,96	132,33	6,8
2+760	9.672,50	8.319,07		176,48	146,33	7,7
2+720	7.893,88	4.269,00		219,52	142,00	6,7
2+680	10.747,22	5.682,04		328,76	144,91	7,2
2+640	12.713,17	7.468,26		437,58	192,66	5,3
2+600	14.369,64	7.251,88		419,59	190,97	5,2
2+560	14.402,30	6.922,25		362,37	173,96	7,5
2+520	9.525,95	6.093,99		158,01	133,19	8,7
2+480	13.620,21	7.921,08		228,31	142,48	7,6
2+440	12.353,93	5.937,73		209,07	151,14	8,2
2+400	17.308,51	9.150,98		393,82	194,13	6,4
2+360	5.536,11	3.226,94		125,05	180,41	11,8
2+320	15.341,63	8.922,21		231,34	174,35	5,5
2+300	14.948,25	7.184,65		340,12	168,03	6,4

Elastic Moduli

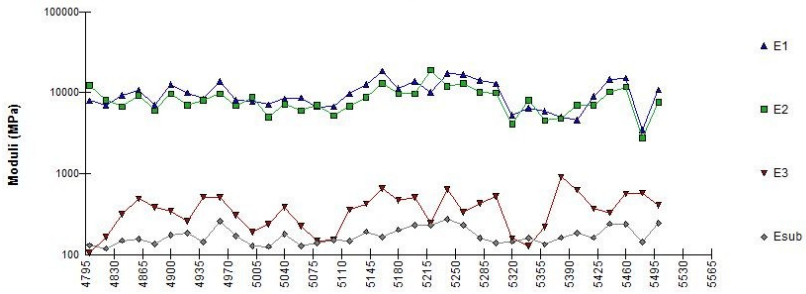


Differential Deflections

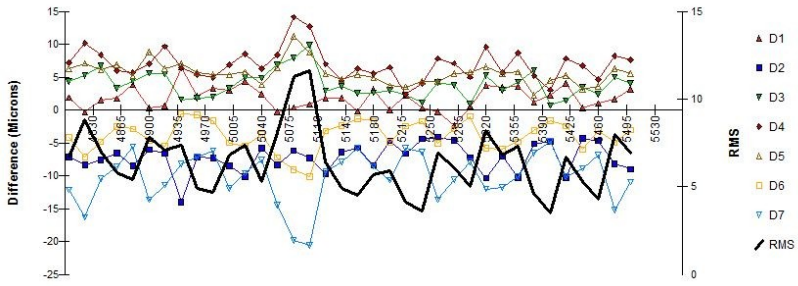


SEGMENTO 02, SENTIDO BR 153 - BR 282						
(ESTACA /MARCO)	Módulo (Mpa)					RMS
	Revestimento	Base Reciclada	Base Remanescente + Sub-base	Subleito		
4+800	7.935,94	12.305,75	105,53	130,00		6,7
4+820	7.020,10	8.019,80	163,77	118,24		8,8
4+840	9.325,98	6.714,98	313,74	148,44		7,0
4+860	10.747,35	9.224,53	486,09	156,47		5,8
4+880	6.954,24	6.029,16	384,43	134,92		5,4
4+900	12.570,00	9.710,03	342,53	173,94		7,8
4+920	9.938,77	6.979,51	259,29	183,60		7,1
4+940	8.393,59	8.043,06	512,84	143,07		7,4
4+960	13.827,01	9.710,03	511,67	257,23		4,9
4+980	8.011,86	6.876,64	303,99	168,90		4,7
5+000	7.726,93	8.827,30	189,50	128,84		6,8
5+020	7.095,44	4.982,78	238,70	125,23		7,4
5+040	8.393,38	7.204,10	379,62	177,77		5,3
5+060	8.580,12	6.025,40	224,65	128,87		8,1
5+080	6.673,26	6.930,52	148,78	138,60		11,3
5+100	6.740,67	5.207,01	150,28	152,46		11,6
5+120	9.680,13	6.797,88	358,22	146,25		6,4
5+140	12.570,00	8.827,30	422,87	191,33		4,9
5+160	18.445,57	12.953,42	650,08	163,59		4,5
5+180	11.398,71	9.732,10	466,22	201,96		5,7
5+200	13.827,01	9.710,03	511,67	231,51		5,9
5+220	10.079,89	18.922,10	244,73	231,51		4,1
5+240	17.148,94	12.042,86	634,60	273,12		3,6
5+260	16.730,68	12.924,05	335,71	231,51		6,9
5+280	14.237,17	9.998,07	431,28	161,11		6,1
5+300	12.884,25	9.952,78	524,47	138,75		5,0
5+320	5.277,60	4.076,82	158,19	145,20		8,2
5+340	6.385,90	8.024,82	126,85	159,72		6,8
5+360	5.864,00	4.529,80	217,00	133,51		7,3
5+380	5.018,95	4.786,44	906,46	162,31		4,6
5+400	4.605,08	6.950,41	626,57	182,54		3,5
5+420	9.012,66	6.995,37	368,62	161,44		6,7
5+440	14.482,06	10.170,04	326,30	240,34		5,3
5+460	15.209,71	11.749,13	562,84	239,79		4,3
5+480	3.462,63	2.769,37	576,91	142,23		8,0
5+500	10.855,91	7.623,58	401,73	245,54		6,9

Elastic Moduli

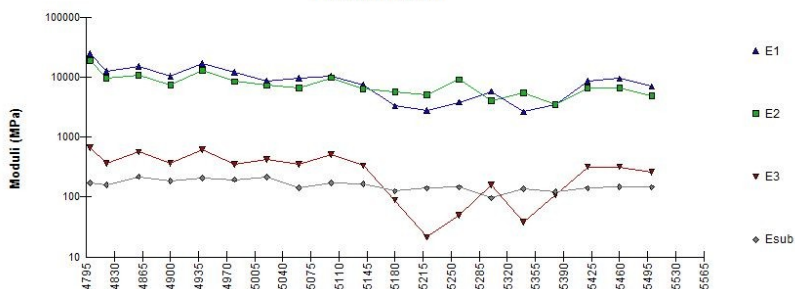


Differential Deflections

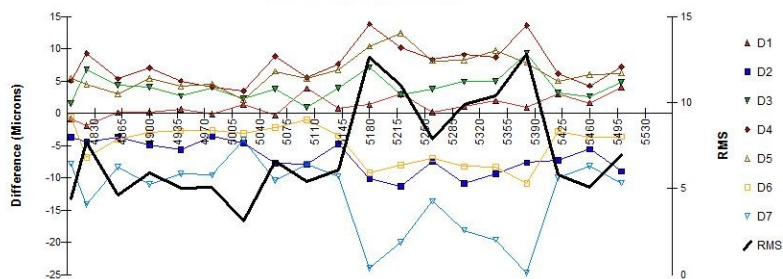


SEGMENTO 02, SENTIDO BR 282 - BR 153						
(ESTACA /MARCO)	Módulo (Mpa)				RMS	
	Revestimento	Base Reciclada	Base Remanescente + Sub-base	Subleito		
5+500	7.006,75	4.920,50		259,29	145,54	7,0
5+460	9.444,03	6.632,08		317,71	148,15	5,1
5+420	8.585,48	6.632,08		317,71	140,28	5,8
5+380	3.472,25	3.458,67		109,86	123,49	12,8
5+340	2.637,85	5.459,37		38,31	135,84	10,4
5+300	5.747,31	4.036,05		158,19	96,23	9,9
5+260	3.804,14	9.089,62		49,85	145,68	7,9
5+220	2.748,92	5.007,04		21,37	140,89	11,0
5+180	3.298,64	5.626,48		88,99	124,74	12,6
5+140	7.340,59	6.300,48		332,01	166,03	6,1
5+100	10.258,84	9.732,10		512,84	172,46	5,4
5+060	9.465,49	6.647,15		350,27	142,83	6,6
5+020	8.499,63	7.295,29		422,87	215,17	3,1
4+980	12.080,64	8.483,64		348,53	195,04	5,1
4+940	16.730,68	12.924,05		619,13	208,36	5,0
4+900	10.412,04	7.311,87		366,95	183,60	5,9
4+860	15.209,71	10.681,03		562,84	218,51	4,6
4+820	12.562,15	9.703,96		361,79	157,83	7,7
4+800	24.495,38	18.922,10		667,49	170,47	4,4

Elastic Moduli

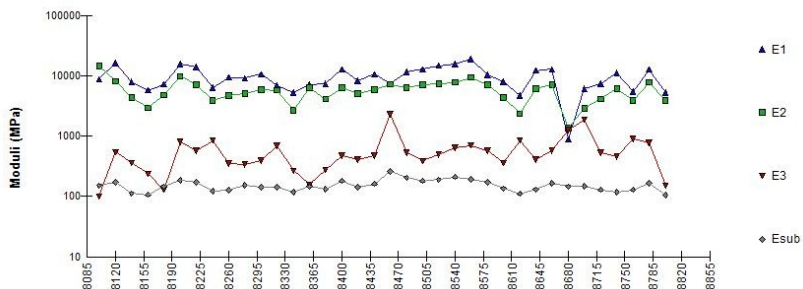


Differential Deflections

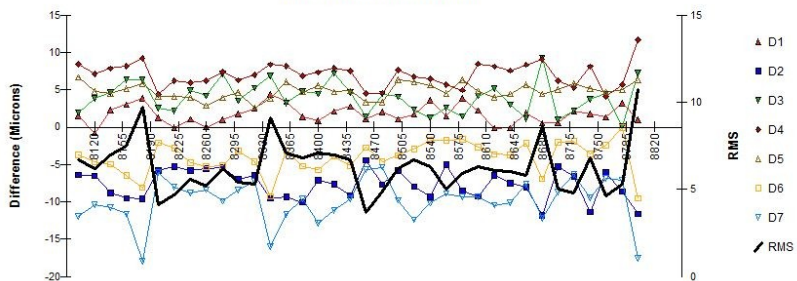


SEGMENTO 03, SENTIDO BR 153 - BR 282						
(ESTACA	Módulo (Mpa)					RMS
/MARCO)	Revestimiento	Base Reciclada	Base Remanescente + Sub-base	Subleito		
8+100	8.767,65	14.381,10		99,66	150,94	6,7
8+120	16.201,93	8.138,10		544,91	172,78	6,2
8+140	7.918,24	4.375,00		358,04	111,77	7,0
8+160	5.743,28	2.957,84		236,09	106,91	7,5
8+180	7.198,40	4.764,37		128,66	145,20	9,7
8+200	15.658,01	9.852,97		806,34	186,55	4,1
8+220	14.027,65	7.045,98		576,63	173,94	4,7
8+240	6.286,14	3.859,14		844,24	123,55	5,6
8+260	9.395,51	4.719,29		349,43	126,30	5,2
8+280	9.102,02	5.029,06		340,14	154,14	6,2
8+300	10.512,83	5.836,36		390,79	142,81	5,4
8+320	6.828,32	5.750,33		689,00	141,62	5,3
8+340	5.300,64	2.662,47		266,31	118,80	9,1
8+360	7.126,42	6.405,43		157,25	145,20	7,1
8+380	7.378,36	4.076,70		272,97	131,09	6,8
8+400	12.752,40	6.405,43		476,55	181,04	7,1
8+420	8.191,82	5.029,06		411,57	141,22	7,0
8+440	10.539,18	5.823,12		476,55	161,42	6,7
8+460	7.253,54	7.178,54		2304,45	261,52	3,7
8+480	11.593,10	6.405,43		524,20	203,75	4,9
8+500	12.752,40	7.045,98		386,01	180,93	6,2
8+520	14.729,03	7.398,28		495,37	190,11	6,7
8+540	15.430,41	7.750,57		634,29	210,46	6,3
8+560	18.670,80	9.378,19		697,72	191,33	5,0
8+580	10.407,70	7.061,99		577,94	171,08	5,9
8+600	7.918,24	4.375,00		358,04	135,07	6,3
8+620	4.722,87	2.348,54		844,24	111,18	6,1
8+640	12.172,75	6.114,28		409,40	129,81	6,0
8+660	12.752,40	7.045,98		576,63	164,73	5,8
8+680	886,69	1.370,55		1250,22	145,05	8,6
8+700	6.161,05	2.854,81		1854,94	146,13	5,0
8+720	7.449,12	4.135,49		528,99	129,35	4,8
8+740	11.066,14	6.114,28		454,89	118,91	6,8
8+760	5.391,04	3.888,38		892,51	128,68	4,6
8+780	12.593,32	7.768,19		769,23	165,24	5,3
8+800	5.297,33	3.935,04		151,00	104,84	10,7

Elastic Moduli

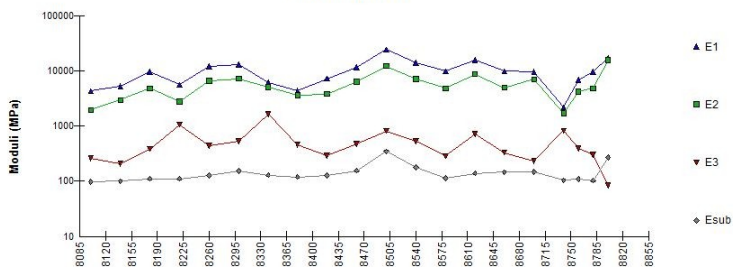


Differential Deflections



SEGMENTO 03, SENTIDO BR 282 - BR 153						
(ESTACA /MARCO)	Módulo (Mpa)				RMS	
	Revestimento	Base Reciclada	Base Remanescente + Sub-base	Subleito		
8+800	17.258,25	15.661,02		83,28	270,09	4,9
8+780	9.575,08	4.809,49		306,32	103,01	6,4
8+760	6.788,90	4.176,13		395,64	110,55	5,5
8+740	2.179,72	1.696,74		823,34	103,86	5,6
8+700	9.461,31	6.957,90		231,97	147,80	7,4
8+660	9.820,60	4.932,81		330,29	144,98	8,3
8+620	15.816,17	8.738,77		715,16	138,75	6,0
8+580	9.820,60	4.809,49		285,62	112,93	7,1
8+540	14.123,51	7.094,13		525,27	178,15	6,2
8+500	24.229,56	12.170,32		814,90	345,29	3,8
8+460	11.593,10	6.405,43		476,55	155,71	6,4
8+420	7.193,90	3.798,74		288,50	128,33	8,7
8+380	4.329,40	3.606,66		458,00	119,68	5,3
8+340	6.099,44	5.085,15		1645,18	129,37	3,7
8+300	13.071,21	7.222,13		537,31	154,17	6,4
8+260	11.882,92	6.565,57		439,62	127,41	5,7
8+220	5.556,84	2.791,16		1062,86	111,50	3,6
8+180	9.579,57	4.811,74		384,06	110,76	7,1
8+140	5.287,39	2.950,90		207,00	99,98	9,4
8+100	4.293,52	1.940,94		261,01	97,20	9,6

Elastic Moduli



Differential Deflections

