COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE RETROANÁLISE
EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

Eduardo Suassuna Nóbrega

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA CIVIL.

Aprovada por:

_____

Profª. Laura Maria Goretti da Motta D.Sc.

_____

Prof. Jacques de Medina, L.D.

_____

Prof. Salomão Pinto, D.Sc.

_____

Prof. José Afonso Gonçalves de Macêdo, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL
MAIO DE 2003

NÓBREGA, EDUARDO SUASSUNA

Comparação entre métodos de retroanálise em pavimentos asfálticos. [Rio de Janeiro] 2003.

XIX, 365 p., 29,7cm (COPPE/UFRJ, M.Sc., Engenharia Civil, 2003)

Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE

1. Retroanálise de módulos de resiliência, 2. Dimensionamento de reforço, 3. Análise por segmento homogêneo.

I. COPPE/UFRJ II. Título (série)

Dedico este trabalho aos meus pais, Danilo e Alvay, pela formação consolidada através do exemplo diário, onde foram passados conceitos que não fazem parte do conteúdo programático das disciplinas estudadas nos bancos escolares: fraternidade, honestidade, gratidão e amor.

"Aquilo que não me destruir
me tornará mais forte"
(Friedrich Nietzsche)

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora neste trabalho, professora Laura Mª Goretti da Motta que, na minha modesta opinião (e na opinião da maioria dos seus seguidores), deveria constar nos dicionários como sinônimo de dedicação. Obrigado pelos ensinamentos passados durante as aulas, pela compreensão nos momentos mais difíceis e serenidade na fase final da pesquisa, onde o estresse atinge níveis estratosféricos.

À professora Beatriz Susana Ovruski de Ceballos, minha orientadora de iniciação científica na UFPB – CAMPUS II e segunda "mãe". A ela, que é exemplo de competência e sinceridade, meu muito obrigado por ter me agüentado em seu laboratório por três maravilhosos anos, onde aprendi conceitos como espírito de equipe, pontualidade e senso crítico.

Ao professor José Afonso Gonçalves de Macêdo, meu amigo e professor de pavimentação na UFPB – CAMPUS II, que foi quem primeiro me ensinou os conceitos básicos sobre mecânica dos pavimentos, dando o pontapé inicial para que eu entrasse na COPPE. Vou morrer e não conseguirei pagar esta dívida!

Aos professores Jacques de Medina e Salomão Pinto pelo prazer em tê-los como membros da banca examinadora. Um agradecimento especial ao professor Medina, por ter me recebido tão bem em sua casa e me mostrar que espíritos inovadores não têm idade.

Ao Engº Cláudio Ângelo Valadão Albernaz, pela grande ajuda prestada durante toda a pesquisa, por possibilitar a análise com o programa RETRAN5-L e por me ensinar a como me comportar em Minas Gerais. Não segui seus conselhos e quase me dei mal!

Ao Engº Jorge Luís Gomes da Fonseca, sempre presente nesta pesquisa através de críticas construtivas e permitindo o uso da segunda versão do programa REPAV.

Aos colegas de pós-graduação João Darous e José Gustavo, por permitirem a utilização do levantamento deflectométrico realizado na BR-277/PR. Também ao colega Sérgio Benevides, pelos momentos de descontração e por ensinar a utilizar o Raimundo, versão masculina do programa JULEA.

Aos meus "irmãos" de convivência César Augusto, Marcus Vinícius, Rosenil Brandão e Tárcio Filho, por proporcionarem tantos momentos agradáveis (como as visões da internética e da família do nosso ídolo Washington, por exemplo) e pela imensa honra de fazer parte da república CSF (Catete sem ...), onde tivemos o prazer de conviver com ilustres figuras da "mitologia carioca": Botafogo, Carlinhos, Vidal, a loura, entre outras personagens deste bairro tão especial.

A todos meus queridos colegas de batalha: Abdoul, Adriana Doyle, Anderson, Ben-hur, Cíntia, Chico, Eliana, Fabrício, Fernando Navarro, Filipe, Jonas, Juju, Luís Otávio, Luciana, Renilson, Roberto, Rômulo, Rose, Sidclei, Sílvia, Sílvia Suzuki, Socorro, Tatiana, Thaís, Vitor e Viviane. Quase esqueço de Nicolle.

Ao quarteto do setor de pavimentação: Álvaro Dellê, pela prosa fácil e sempre polêmica; Ana Maria, pelo carinho e torcida; Bororó, pelos conselhos e amizade; e Max, por ser o elo de ligação entre a área e o nosso "mui amigo" Teixeira.

À equipe do Laboratório de Geotecnia, da gerência à portaria, que proporcionou momentos inesquecíveis que irão ficar guardados para sempre em minha memória.

À família Soares do Nascimento, pela acolhida nas primeiras semanas da minha estada aqui no Rio de Janeiro.

Finalmente, externo meus sinceros agradecimentos àqueles que contribuíram para realização deste trabalho, independente da magnitude da ajuda.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE RETROANÁLISE EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

Eduardo Suassuna Nóbrega

Maio / 2003

Orientadora: Laura Maria Goretti da Motta

Programa: Engenharia Civil

Este trabalho tem como objetivo principal a comparação entre metodologias de retroanálise de módulos de resiliência a partir de bancos de dados de bacias deflectométricas medidas com deflectômetro de impacto do tipo FWD, visando determinar a sua influência no dimensionamento de reforço das estruturas em análise. Foram utilizados cinco programas de retroanálise: RETRAN2-CL, REPAV, REPAV V2, RETROANA E RETRAN5-L. Foi observado que o método de retroanálise influencia na magnitude dos módulos calculados e que esta diferença se reflete no dimensionamento da camada reforço. Também foi realizado um estudo comparando procedimentos de se representar um segmento homogêneo, onde foi proposto um conjunto de bacias representativas que apresentam resultados semelhantes aos observados na análise pontual.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

COMPARISON BETWEEN BACKANALYSIS METHODS
IN ASPHALT PAVEMENTS

Eduardo Suassuna Nóbrega

May / 2003

Advisor: Laura Maria Goretti da Motta

Department: Civil Engineering

The major purpose of this work is to compare backanalysis methods of resilient moduli from FWD deflection basins data in order to determine their influence in overlay design. Five backanalysis programs were used: RETRAN2-CL, REPAV, REPAV V2, RETROANA e RETRAN5-CL. It was observad that the backanalysis method influences the values of resilient moduli, which reflects upon the overlay design. Also studied different procedures to establish homogeneuos segments; It was proposed to adopt a set of deflection basins that furnish similar results to those obtained in punctual analysis.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS v
SUMÁRIO ix
LISTA DE TABELAS xii
LISTA DE FIGURAS xv
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO 1
CAPÍTULO II – AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DE PAVIMENTOS: ENSAIOS NÃO-DESTRUTIVOS 7
2.1. Avaliação de pavimentos 7
2.2. Avaliação estrutural de pavimentos 9
2.3. Deflexão elástica reversível 11
2.3.1. Deflexão característica ou de projeto 13
2.3.2. Divisão de trecho em segmentos homogêneos 15
2.4. Ensaios não-destrutivos: equipamentos para medição de deflexões 16
2.4.1. Equipamentos de carregamento quase-estático 18
2.4.1.1. Ensaio de placa 18
2.4.1.2. Viga Benkelman 19
2.4.1.3. Viga Benkelman automatizada 22
2.4.1.4. Curvímetro 23
2.4.2. Equipamentos de carregamento vibratório 23
2.4.2.1. *Dynaflect* 24
2.4.2.2. *Road Rater* 25
2.4.3. Equipamentos de carregamento por impulso: *Falling Weight Deflectometer* (FWD) 25
2.4.4. Outros equipamentos para ensaios não-destrutivos 29
2.4.4.1. *Ground penetration radar* (GPR) 29
2.4.4.2. Ensaios de propagação de ondas sísmicas 33
2.5. Equipamentos não-destrutivos utilizados no Brasil 35
2.6. Correlações entre as deflexões medidas com a viga Benkelman e o FWD 37
2.7. Ajuste das medidas de deflexão 38

2.8. Fatores que influenciam nas medições de deflexão 39
2.8.1. Defasagem do pico das medidas de deflexão 39
2.8.2. Posicionamento dos sensores 40
2.8.3. Efeito da temperatura nas medidas de deflexão 41
2.8.4. Efeito da variação sazonal nos valores de deflexão 41
2.9. Controle deflectométrico durante o processo construtivo 43
CAPÍTULO III – RETROANÁLISE DE MÓDULOS DE RESILIÊNCIA 44
3.1. Retroanálise: conceitos básicos 44
3.2. Métodos de retroanálise 47
3.2.1. Métodos iterativos 48
3.2.1.1. Métodos que calculam os parâmetros elásticos durante o processamento 49
3.2.1.2. Métodos que utilizam banco de dados 50
3.2.1.3. Métodos que utilizam equações de regressão estatística 50
3.2.1.4. Desvantagens dos métodos iterativos 50
3.2.1.5. Artifícios usados para simplificar os procedimentos de retroanálise 51
3.2.2. Métodos simplificados 53
3.2.2.1. Método da AASHTO (1993) 53
3.2.2.2. Método de FABRÍCIO et. al. (1988) 55
3.2.2.3. Método de NOURELDIN (1993) e ALBERNAZ (1997) 59
3.3. Fatores que influem no processo de retroanálise 63
3.3.1. Consideração do comportamento não-linear dos materiais granulares 64
3.3.2. Oxidação e deterioração das camadas asfálticas 65
3.3.3. Baixos valores dos módulos de camadas granulares 66
3.3.4. Subleito com elevado valor modular e presença de camada rígida 67
3.3.5. Teor de umidade: efeito da sucção e do grau de saturação 67
3.3.6. Efeito da variação sazonal 68
CAPÍTULO IV – REFORÇO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS: DIMENSIONAMENTO E MÉTODOS PROBABILÍSTICOS 70
4.1. Conceitos básicos 70
4.2. Métodos de dimensionamento de reforço do DNER 72
4.2.1. PRO 10/79 – Avaliação estrutural dos pavimentos flexíveis – procedimento A 72
4.2.2. PRO 11/79 – Avaliação estrutural dos pavimentos flexíveis – procedimento B 73

4.2.3. PRO 159/85 – Projeto de restauração de pavimentos flexíveis e semi-rígidos 75
4.2.4. PRO 269/94 – Projeto de restauração de pavimentos flexíveis – TECNAPAV (Método da Resiliência) 76
4.3. Método mecanístico de dimensionamento de reforço 79
4.4. Métodos probabilísticos e confiabilidade 81
4.4.1. Método de Rosenblueth 81
4.4.2. Determinação de confiabilidade 84
CAPÍTULO V – METODOLOGIA UTILIZADA NESTA PESQUISA 87
5.1. Descrição dos trechos estudados 87
5.1.1. Trecho Curitiba – Paranaguá (BR-277/PR) 87
5.1.2. Trecho Ataléia – Carlos Chagas (BR-418/MG) 89
5.2. Programas de retroanálise estudados 90
5.2.1. RETRAN2-CL 90
5.2.2. REPAV e REPAV V2 91
5.2.3. RETROANA 94
5.2.4. RETRAN5-L 95
5.3. Procedimentos utilizados na retroanálise e no dimensionamento do reforço 96
CAPÍTULO VI – COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE RETROANÁLISE 99
6.1. Resultados da retroanálise 99
6.1.1. BR-277/PR (Curitiba – Paranaguá) 99
6.1.2. BR-418/MG (Ataléia – Carlos Chagas) 125
6.2. Influência do método de retroanálise no dimensionamento de reforço 140
6.2.1. BR-277/PR (Curitiba – Paranaguá) 142
6.2.2. BR-418/MG (trecho Ataléia – Carlos Chagas) 158
6.3. Análise por segmento homogêneo 170
6.4. Considerações finais 193
CAPÍTULO VII – CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS 197
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 199
EDUARDO SUASSUNA NÓBREGA: *Curriculum Vitae* 211
ANEXOS 214
ANEXO I – EXEMPLO DE DIMENSIONAMENTO PROBABILÍSTICO 215
ANEXO II – RESULTADOS DA RETROANÁLISE – BR-277/PR 224
ANEXO III – RESULTADOS DA RETROANÁLISE – BR-418/MG 315

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1: Condições da malha rodoviária federal (TRANSPORTES, 2001) 3
Tabela 2.1: Propriedades eletromagnéticas típicas (GONÇALVES e CERATTI, 1998) 31
Tabela 2.2: Fatores de correção sazonal (DNER, 1979) 42
Tabela 3.1: Fatores de correção da carga em função do μ (AASHTO, 1993) 52
Tabela 3.2: Faixas de módulos sugeridos por CARDOSO (1995)..... 53
Tabela 4.1: Grupos de solos quanto à resiliência (DNER, 1994)..... 77
Tabela 4.2: Valores das Constantes I_1 e I_2 usados no método PRO 269 (DNER, 1994) 78
Tabela 4.3: Confiabilidade C (%) recomendada pela AASHTO (MEDINA, 1997)..... 84
Tabela 5.1: Dados dos segmentos homogêneos da BR-277/PR (JDS, 2000) 88
Tabela 5.2: Dados dos segmentos homogêneos da BR-418/MG 90
Tabela 5.3: Faixa adotada para os parâmetros do banco de dados do REPAV (FONSECA, 2002) 92
Tabela 5.4: Faixas de valores de módulo de resiliência utilizadas neste estudo 97
Tabela 5.5: Valor do número N 98
Tabela 6.1: Resumo da retroanálise – RETRAN2-CL (BR-277/PR)..... 100
Tabela 6.2: Resumo da retroanálise – REPAV – revestimento de 10cm (BR-277/PR) 101
Tabela 6.3: Resumo da retroanálise – REPAV – revestimento de 12cm (BR-277/PR) 102
Tabela 6.4: Resumo da retroanálise – REPAV V2 – revestimento de 10cm (BR-277/PR) 103
Tabela 6.5: Resumo da retroanálise – REPAV V2– revestimento de 12cm (BR-277/PR) 104
Tabela 6.6: Resumo da retroanálise – RETROANA – revestimento de 10cm (BR277PR) 105
Tabela 6.7: Resumo da retroanálise – RETROANA – revestimento de 12cm (BR277PR) 106
Tabela 6.8: Resumo da retroanálise – RETRAN5-L – revestimento de 10cm (BR277PR) 107
Tabela 6.9: Resumo da retroanálise – RETRAN5-L – revestimento de 12cm (BR277PR) 108

Tabela 6.10: Redução modular percentual em função da aumento de 20% da espessura da camada de revestimento 119
Tabela 6.11: Coeficientes de variação dos módulos retroanalisados da BR-277/PR ... 121
Tabela 6.12: Coeficientes de variação recomendados para módulos retroanalisados utilizados em dimensionamento de camada de reforço de CBUQ (LTPP, 2002) 121
Tabela 6.13: Resumo da retroanálise – RETRAN2-CL (BR-418/MG) 126
Tabela 6.14: Resumo da retroanálise – REPAV (BR-418/MG) 127
Tabela 6.15: Resumo da retroanálise – REPAV V2 (BR-418/MG) 128
Tabela 6.16: Resumo da retroanálise – RETROANA (BR-418/MG) 129
Tabela 6.17: Resumo da retroanálise – RETRAN5-L (BR-418/MG) 130
Tabela 6.18: Coeficientes de variação dos módulos retroanalisados da BR-418/MG . 137
Tabela 6.19: Resumo do dimensionamento – RETRAN2-CL (BR-277/PR) 144
Tabela 6.20: Resumo do dimensionamento – RETRAN2-CL (BR-277/PR) 145
Tabela 6.21: Resumo do dimensionamento – REPAV (BR-277/PR) 146
Tabela 6.22: Resumo do dimensionamento – REPAV (BR-277/PR) 147
Tabela 6.23: Resumo do dimensionamento – RETROANA (BR-277/PR) 148
Tabela 6.24: Resumo do dimensionamento – RETROANA (BR-277/PR) 149
Tabela 6.25: Resumo do dimensionamento – RETRAN5-L (BR-277/PR) 150
Tabela 6.26: Resumo do dimensionamento – RETRAN5-L (BR-277/PR) 151
Tabela 6.27: Resumo do dimensionamento – REPAV V2 – segmento homogêneo 5. 157
Tabela 6.28: Resumo do dimensionamento – RETRAN2-CL (BR-418/MG) 160
Tabela 6.29: Resumo do dimensionamento – RETRAN2-CL (BR-418/MG) 161
Tabela 6.30: Resumo do dimensionamento – REPAV (BR-418/MG) 162
Tabela 6.31: Resumo do dimensionamento – REPAV (BR-418/MG) 163
Tabela 6.32: Resumo do dimensionamento – RETROANA (BR-418/MG) 164
Tabela 6.33: Resumo do dimensionamento – RETROANA (BR-418/MG) 165
Tabela 6.34: Resumo do dimensionamento – RETRAN5-L (BR-418/MG) 166
Tabela 6.35: Resumo do dimensionamento – RETRAN5-L (BR-418/MG) 167
Tabela 6.36: Tipos de bacias representativas de um segmento homogêneo 171
Tabela 6.37: Resultado da retroanálise por segmento homogêneo – BR-277/PR 172
Tabela 6.38: Resultado da retroanálise por segmento homogêneo – BR-277/PR 173
Tabela 6.39: Resultado do dimensionamento: Análise por segmento homogêneo 174
Tabela 6.40: Resultado do dimensionamento: Análise por segmento homogêneo 175
Tabela A.1: Módulos de resiliência do segmento homogêneo 1 (BR-277/PR) 215

Tabela A.2: Valores calculados de média, desvio padrão e coeficiente de variação (%) 218
Tabela A.3: Valores de ε_t e σ_{VSL} calculados pelo JULEA para reforço com 8cm 220
Tabela A.4: Valores calculados de E[Y], E[Y^2], V[Y], σ[Y] e CV (%) 222

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Diferentes bacias deflectométricas para uma mesma deflexão máxima..... 12
Figura 2.2: Esquema da zona submetida a esforços (FABRÍCIO et. al, 1988)..... 13
Figura 2.3: Bacia deflectométrica mais severa (GONTIJO e GUIMARÃES, 1996)..... 15
Figura 2.4: Método das diferenças acumuladas (AASHTO, 1993)..... 17
Figura 2.5: Esquema do ensaio de placa (ALBERNAZ, 1997)..... 19
Figura 2.6: Esquema da viga *Benkelman* (DNER, 1994)..... 20
Figura 2.7: Posicionamento da viga Benkelman (DNER, 1994)..... 21
Figura 2.8: Ensaio realizado com a viga Benkelman (DANTAS NETO et. al., 2001).. 21
Figura 2.9: Carregamento vibratório (HAAS et. al., 1994)..... 24
Figura 2.10: Esquema de aplicação de força do *Dynaflect* (DNER, 1983)..... 25
Figura 2.11: Princípio de funcionamento do FWD (HASS et. al., 1994)..... 26
Figura 2.12: Bacias deflectométricas medida com o FWD (MACÊDO, 1996)..... 28
Figura 2.13: Ensaio realizado com o FWD (VALE et. al., 2001)..... 28
Figura 2.14: Modelo de equipamento de GPR (MASER et. al., 2001)..... 30
Figura 2.15: Princípio de funcionamento do GPR (MASER et. al., 2001)..... 31
Figura 3.1: Modelo elástico de *Hogg* (FABRÍCIO et. al., 1988)..... 56
Figura 3.2: Linhas de iguais deflexões verticais no sistema pavimento-subleito (NOURELDIN, 1993)..... 60
Figura 3.3: Gráficos (r_X x D_X), (T_X x r_X), (E_{SG} x r_X) e (E_P x r_X) (ALBERNAZ, 1997)... 61
Figura 3.4: Fatores que influenciam a umidade de equilíbrio no interior do pavimento (VILLIBOR e NOGAMI, 2001)..... 68
Figura 4.1: Sistema de três camadas usado no método PRO 269..... 78
Figura 4.2: Fluxograma do dimensionamento mecanístico (MOTTA, 1991)..... 79
Figura 4.3: Comportamentos tensão-deformação..... 81
Figura 4.4: Variabilidade das distribuições conhecida e estimada (GERALDO, 1995) 83
Figura 4.5: Distribuição normal (BUSSAB e MORETTIN, 1985)..... 85
Figura 4.6: Influência da modelagem na representação de um fenômeno..... 86
Figura 5.1: Estrutura equivalente do RETRAN2-CL (VILLELA e MARCON, 2001). 90
Figura 5.2: Estruturas típicas do pavimento da BR-277/PR..... 96

Figura 5.3: Estrutura típica do pavimento da BR-418/MG 97
Figura 6.1: Valores médios de módulo de resiliência da camada 1 (revestimento) – revestimento com 10cm – BR-277/PR 110
Figura 6.2: Valores médios de módulo de resiliência da camada 1 (revestimento) – revestimento com 12cm – BR-277/PR 110
Figura 6.3: Valores médios de módulo de resiliência da camada 2 (camada granular) – revestimento com 10cm – BR-277/PR 111
Figura 6.4: Valores médios de módulo de resiliência da camada 2 (camada granular) – revestimento com 12cm – BR-277/PR 111
Figura 6.5: Valores médios de módulo de resiliência da camada 3 (subleito) – revestimento com 10cm – BR-277/PR 112
Figura 6.6: Valores médios de módulo de resiliência da camada 3 (subleito) – revestimento com 12cm – BR-277/PR 112
Figura 6.7: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas REPAV e REPAV V2 – seção 51099 114
Figura 6.8: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas RETRAN2-CL, RETROANA e RETRAN5-L – seção 51099 114
Figura 6.9: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas REPAV e REPAV V2 – seção 51200 115
Figura 6.10: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas RETRAN2-CL, RETROANA e RETRAN5-L – seção 51200 115
Figura 6.11: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas REPAV e REPAV V2 – seção 51299 116
Figura 6.12: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas RETRAN2-CL, RETROANA e RETRAN5-L – seção 51299 116
Figura 6.13: Módulos de resiliência da camada 1 (revestimento) – revestimento com 10cm – Segmento Homogêneo 8 – BR-277/PR 122
Figura 6.14: Módulos de resiliência da camada 1 (revestimento) – revestimento com 12cm – Segmento Homogêneo 8 – BR-277/PR 122
Figura 6.15: Módulos de resiliência da camada 2 (camada granular) – revestimento com 10cm – Segmento Homogêneo 8 – BR-277/PR 123
Figura 6.16: Módulos de resiliência da camada 2 (camada granular) – revestimento com 12cm – Segmento Homogêneo 8 – BR-277/PR 123

Figura 6.17: Módulos de resiliência da camada 3 (subleito) – revestimento com 10cm – Segmento Homogêneo 8 – BR-277/PR 124
Figura 6.18: Módulos de resiliência da camada 3 (subleito) – revestimento com 12cm – Segmento Homogêneo 8 – BR-277/PR 124
Figura 6.19: Valores médios de módulo de resiliência da camada 1 (TSD + base) – BR-418/MG 131
Figura 6.20: Valores médios de módulo de resiliência da camada 2 (sub-base) – BR-418/MG 131
Figura 6.21: Valores médios de módulo de resiliência da camada 3 (subleito) – BR-418/MG 132
Figura 6.22: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas REPAV e REPAV V2 – seção 3767 133
Figura 6.23: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas RETRAN2-CL, RETROANA e RETRAN5-L – seção 3767 133
Figura 6.24: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas REPAV e REPAV V2 – seção 3840 134
Figura 6.25: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas RETRAN2-CL, RETROANA e RETRAN5-L – seção 3840 134
Figura 6.26: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas REPAV e REPAV V2 – seção 3921 135
Figura 6.27: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas RETRAN2-CL, RETROANA e RETRAN5-L – seção 3921 135
Figura 6.28: Módulos de resiliência da camada 1 (TSD + base) – Segmento Homogêneo 8 – BR-418/MG 138
Figura 6.29: Módulos de resiliência da camada 2 (sub-base) – Segmento Homogêneo 8 – BR-418/MG 138
Figura 6.30: Módulos de resiliência da camada 3 (subleito) – Segmento Homogêneo 8 – BR-418/MG 139
Figura 6.31: Dimensionamento do reforço - carregamento e pontos de análise 140
Figura 6.32: Valores médios de ε_t – segmento homogêneo 1 154
Figura 6.33: Valores médios de ε_t – segmento homogêneo 2 154
Figura 6.34: Valores médios de ε_t – segmento homogêneo 9 155
Figura 6.35: Valores médios de σ_{vSL} – segmento homogêneo 1 157

Figura 6.36: Valores médios de ε_t – segmento homogêneo 5 158
Figura 6.37: Valores médios de ε_t – segmento homogêneo 3 168
Figura 6.38: Valores médios de σ_{vSL} – segmento homogêneo 3 169
Figura 6.39: Comparação entre os módulos de resiliência da camada 1 (revestimento) – análise por segmento homogêneo 176
Figura 6.40: Comparação entre os módulos de resiliência da camada 2 (camada granular) – análise por segmento homogêneo 177
Figura 6.41: Comparação entre os módulos de resiliência da camada 3 (subleito) – análise por segmento homogêneo 178
Figura 6.42: Comparação entre os valores de ε_t – reforço de 4cm – análise por segmento homogêneo 179
Figura 6.43: Comparação entre os valores de ε_t – reforço de 8cm – análise por segmento homogêneo 180
Figura 6.44: Comparação entre os valores de ε_t – reforço de 12cm – análise por segmento homogêneo 181
Figura 6.45: Comparação entre os valores de ε_t – reforço de 16cm – análise por segmento homogêneo 182
Figura 6.46: Comparação entre os valores de ε_t – reforço de 20cm – análise por segmento homogêneo 183
Figura 6.47: Comparação entre os valores de σ_{vSL} – reforço de 4cm – análise por segmento homogêneo 184
Figura 6.48: Comparação entre as bacias representativas do segmento homogêneo 1 recalculadas pelo ELSYM5 185
Figura 6.49: Comparação entre os módulos de resiliência da camada de revestimento – Análise das 3 bacias – BR-277/PR 189
Figura 6.50: Comparação entre os módulos de resiliência da camada granular – Análise das 3 bacias – BR-277/PR 189
Figura 6.51: Comparação entre os módulos de resiliência da camada de subleito – Análise das 3 bacias – BR-277/PR 190
Figura 6.52: Comparação entre os módulos de resiliência do revestimento determinados pelas análises pontual, da bacia média e das 3 bacias 190
Figura 6.53: Comparação entre os valores de ε_t determinados pelas análises pontual, da bacia média e das 3 bacias – reforço de 8cm 191

Figura 6.54 : Comparação entre os valores de ε_t determinados pelas análises pontual, da bacia média e das 3 bacias – reforço de 12m 191
Figura 6.55: Comparação entre os valores de ε_t determinados pelas análises pontual, da bacia média e das 3 bacias – reforço de 16cm..... 192
Figura 6.56: Comparação entre os valores de ε_t determinados pelas análises pontual, da bacia média e das 3 bacias – reforço de 20cm..... 192
Figura 6.57: Comparação entre os valores de σ_{vSL} determinados pelas análises pontual, da bacia média e das 3 bacias – reforço de 8cm..... 193
Figura A.1: Estrutura típica do pavimento da BR-277/PR..... 216
Figura A.2: Rotina de dimensionamento de reforço usando o Método de Rosenblueth 219

CAPÍTULO I
INTRODUÇÃO

Define-se pavimento como uma estrutura constituída por um sistema em camadas, assentes sobre a terraplanagem devidamente regularizada (subleito) e que tem três funções:

1. Resistir e distribuir ao subleito as tensões verticais geradas pela ação do tráfego;
2. Melhorar as condições de rolamento no que se refere à comodidade e segurança dos seus usuários;
3. Resistir aos esforços horizontais que nele atuam, no sentido de proporcionar maior durabilidade à superfície de rolamento.

Em outras palavras, a pavimentação de uma rodovia tem como objetivo tornar possível o trânsito de veículos, de forma segura e confortável, através da construção de uma estrutura durável e econômica, em qualquer condição climática.

Após a sua construção, o pavimento é liberado ao tráfego. A partir deste instante a sua superfície começa a ser castigada pela ação do tráfego, do intemperismo, etc. Assim sendo, o valor de qualquer índice que estime as condições e serventia do pavimento varia ao longo de sua vida útil. Alcançando o valor máximo admissível de degradação, deve ser feita uma intervenção a fim de restabelecer condições aceitáveis para a circulação de veículos.

Devido ao rápido crescimento da frota de veículos, principalmente em países em desenvolvimento, como o Brasil, é crescente a necessidade de reabilitação das rodovias, pois muitas vezes elas passam a suportar um tráfego não previsto em seu projeto. Para agravar a situação, não são adotadas políticas de manutenção preventiva, onde devem ser traçadas medidas adequadas à conservação destes pavimentos, além da falta de

recursos sempre alegada quando da necessidade de restauração (SILVA e DOMINGUES, 1994).

Para piorar ainda mais, a idade avançada da maior parte das rodovias brasileiras em conjunto com o constante aumento de solicitações impostas aos pavimentos, seja pelo crescimento do número de veículos da frota nacional e/ou pelo excesso de peso por eixo, têm levado a um processo de deterioração acelerado de nossos pavimentos (BONFIM, 2001).

A malha rodoviária nacional é responsável pela maioria do transporte de pessoas e pelos variados tipos de carga, entretanto o mau estado de conservação destas rodovias eleva o custo operacional dos veículos e diminui o nível de segurança, traduzido pelo crescente número de acidentes nas estradas. É gritante a necessidade de se manter estas rodovias em boas condições de tráfego e segurança, observada a grande influência do seu estado na qualidade do serviço oferecido aos usuários (ALBERNAZ, 1997).

Atualmente, os órgãos responsáveis pelo gerenciamento das rodovias em nosso país se defrontam com um grave problema: a restauração de suas rodovias. Faz-se necessária uma análise das causas que levaram os nossos pavimentos a situação vergonhosa em que eles se encontram, um colapso quase que absoluto dos pavimentos existentes (SOUZA et. al., 1988). Será que o verbete “atualmente” foi mal utilizado no início deste parágrafo? É paradoxal dizer, em 2003, que um panorama observado em 1988 é atual. Mas infelizmente é a pura verdade! Basta “dar uma voltinha” em alguma das rodovias deste belo país chamado Brasil. Soluções tecnológicas para contornar esta situação já existem, faltando apenas “tirá-las do papel”, mas isto já se torna um problema mais político do que técnico.

Segundo a revista TRANSPORTES (2001), o Brasil conta com uma malha de aproximadamente 56.000km de rodovias federais sendo que, devido à falta de recursos financeiros para manutenção e restauração destas vias, menos da metade das rodovias nacionais apresentam-se em bom estado de conservação, ou seja, a maior parte destas rodovias encontra-se em péssimas condições, parcial ou totalmente esburacada, não oferecendo segurança aos seus usuários, como mostra a tabela 1.1.

Tabela 1.1: Condições da malha rodoviária federal (TRANSPORTES, 2001)

Estado de Conservação	Em Porcentagem (%)	Em Quilômetros (km)
Bom Estado	35	19.600
Situação Regular	42	23.520
Péssimo Estado	23	12.880

Os profissionais que lidam com a engenharia rodoviária estão sempre buscando novas alternativas embasadas em fundamentações teóricas consistentes para a elaboração de projetos e posterior construção dos pavimentos. Entretanto, ainda, são surpreendidos as vezes por uma degeneração precoce, que pode ter três causas principais: (a) projeto inadequado, (b) controle tecnológico e execução deficientes, (c) cargas excessivamente pesadas e volume de tráfego superior ao previsto; os itens (a) e (b) estão evidenciados nos relatórios técnicos para o projeto como também nos relatórios de construção ("*as built*") de que carecemos; o item (c) se define com contagens e pesagens.

Com a finalidade de sanar este problema, os órgãos responsáveis pela gestão das rodovias, de uma forma geral, tentam manter os pavimentos em condições aceitáveis através da superposição de camadas de concreto betuminoso usinado à quente (CBUQ) sobre revestimentos flexíveis ou rígidos, visando aumentar ao máximo a vida de serviço das estradas. Porém, quando o pavimento apresenta altos índices de degradação funcional e estrutural, executar um simples recapeamento de concreto asfáltico pode levar a insucessos no futuro.

O estudo relativo à avaliação de pavimentos tem como objetivo principal a determinação das condições que o pavimento oferece aos usuários das vias, no que diz respeito à qualidade do serviço prestado, ou seja, qual a freqüência de ocorrência de defeitos na superfície dos pavimentos, qual sua natureza, em que eles influenciam no conforto e segurança dos usuários e quais deverão ser as medidas corretivas a serem adotadas para a restauração das condições normais e aceitáveis da via (GONTIJO et. al., 1994).

Com o grande avanço tecnológico experimentado pelo meio rodoviário, foi possível o desenvolvimento de inúmeras técnicas de manutenção e restauração das rodovias, validadas por uma série de estudos realizados no meio acadêmico, tanto a nível nacional como internacional, sendo que atualmente se dispõe de várias formas de contornar o

problema da degradação das nossas rodovias. A medida a ser tomada é função do nível de degradação em que o pavimento se encontra.

No mundo da pavimentação, uma das principais atividades executadas no projeto de reforço de pavimentos flexíveis é a previsão das deflexões recuperáveis. Tais valores são utilizados com a finalidade de se prever, ou ao menos inferir, a vida útil do pavimento restaurado, em função do tráfego esperado (SCHMIDT et. al., 1987).

Desde os anos 1960, a viga Benkelman vem sendo utilizada na avaliação estrutural de pavimentos. Naquela época, tal análise se baseava no valor isolado de deflexão máxima que, posteriormente, foi considerada insuficiente para a determinação do estado estrutural do pavimento. Então, foram adicionadas aos levantamentos leituras de deflexão a uma série de distâncias do ponto de aplicação da carga, sendo este conjunto de valores conhecido como bacias deflectométricas.

Com o desenvolvimento de novos equipamentos de medição de deflexão, como o *Falling Weight Deflectometer* (FWD), e programas computacionais utilizados nas análises estruturais segundo a teoria da elasticidade, foi possível a obtenção de diagnósticos mais acurados das condições estruturais do pavimento, podendo ser determinadas as características elásticas das camadas através de um procedimento conhecido como retroanálise dos módulos de resiliência a partir de bacias deflectométricas (ROCHA FILHO e RODRIGUES, 1996).

Para restaurar as condições do pavimento, são necessárias avaliações que forneçam dados sobre o estado da rodovia. No que se refere às condições estruturais do pavimento, faz-se necessário o conhecimento das características elásticas e geométricas das várias camadas que compõem o pavimento. Este tipo de estudo é denominado avaliação estrutural não destrutiva, que consiste basicamente na obtenção dos valores de deflexão elástica na superfície do pavimento. Através de retroanálise, a partir dos valores de deflexão, são determinados os valores de módulo de resiliência que, em conjunto com as espessuras de cada camada, geram uma base de dados que devidamente interpretados traduzem o nível de degradação estrutural do pavimento e quais os serviços devem ser executados para o restabelecimento das condições ideais de

rolamento. Em outras palavras, se será necessário uma camada de reforço no pavimento existente e qual a sua espessura (ALBERNAZ et. al., 1996).

Na última década, foi desenvolvida uma série de programas de retroanálise baseados nos princípios da teoria da elasticidade. Este cenário foi possibilitado pela implementação de teorias desenvolvidas por pesquisadores como Boussinesq e Burmister, entre outros, em rotinas computacionais que cada vez mais reduzem o tempo gasto na elaboração de projetos de pavimentos.

Tais metodologias variam desde as mais sofisticadas, que utilizam métodos numéricos como a teoria das diferenças finitas, até as mais simples, como as que tratam o pavimento como uma camada equivalente. É de se esperar que diferentes metodologias gerem resultados também diferentes, o que pouco se sabe é a magnitude destas discrepâncias.

Neste sentido, esta pesquisa teve como objetivo principal a comparação entre alguns dos programas de retroanálise desenvolvidos no Brasil, a partir de bancos de dados de ensaios deflectométricos levantados com FWD em estruturas típicas de pavimentos flexíveis construídas neste país. Esta comparação consistiu na análise dos resultados obtidos com cada programa e sua influência no dimensionamento de camada de reforço estrutural. Como conseqüência deste estudo, surgiram mais dois objetivos específicos:

- Comparar os resultados obtidos através de diferentes formas de análise de segmentos homogêneos;
- Verificar a acurácia do programa REPAV, desenvolvido por FONSECA (2002).

Com o intuito de atingir os objetivos acima descritos, esta tese foi estrutura em 7 capítulos e 3 anexos:

- Capítulo I, este próprio capítulo, onde é apresentada a contextualização deste trabalho e os objetivos;
- Capítulo II, que apresenta revisão bibliográfica sobre avaliação estrutural de pavimentos a partir de ensaios não-destrutivos;

- Capítulo III, onde são mostrados os principais conceitos sobre retroanálise de módulos de resiliência;
- Capítulo IV, que apresenta uma breve descrição sobre métodos de dimensionamento de reforço em pavimentos flexíveis e utilização de métodos probabilísticos;
- Capítulo V, que aborda a metodologia aplicada na comparação entre os programas de retroanálise utilizados nesta pesquisa, além de uma breve discussão a respeito dos programas em questão, apresentando suas principais características;
- Capítulo VI, onde são apresentados os resultados das comparações realizadas;
- Capítulo VII, que apresenta as conclusões e sugestões para futuras pesquisas;
- Anexo I, onde é apresentado um exemplo de dimensionamento probabilístico;
- Anexo II, onde são apresentados os resultados da retroanálise pontual realizada a partir dos dados da BR-277/PR;
- Anexo III, onde são apresentados os resultados da retroanálise pontual realizada a partir dos dados da BR-418/MG.

CAPÍTULO II

AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DE PAVIMENTOS: ENSAIOS NÃO-DESTRUTIVOS

2.1. Avaliação de pavimentos

A avaliação de pavimentos consiste numa série de atividades que fornecem informações sobre o seu estado de conservação atual, particularmente no que diz respeito às condições estruturais do pavimento e da capacidade de oferecer aos seus usuários conforto e segurança durante o tráfego de veículos. Estas informações são utilizadas no planejamento e projeto de serviços de gerência de pavimentos, norteando os serviços de manutenção e restauração da rodovia (HAAS et. al., 1994).

A avaliação de pavimentos deve ter como principal objetivo fornecer dados para a execução acertada de intervenções corretivas na sua estrutura, quando se fizer necessário, promovendo o restabelecimento das características de conforto, segurança e economia aos usuários das rodovias, independente de quais atividades sejam efetuadas para proporcionar tal estado, podendo variar entre simples operações de manutenção corretiva até a situação mais extrema, que seria a reconstrução total do pavimento. O conjunto de medidas a serem tomadas é função do conhecimento do estado em que o pavimento se encontra. Este diagnóstico é realizado com base em uma série de parâmetros que definem o comportamento do pavimento (GONTIJO et. al., 1994).

Dessa forma, são feitas inspeções de campo, onde são avaliadas as condições funcionais e/ou estruturais, o que possibilita a identificação de quais medidas tomar para que o pavimento apresente condições satisfatórias de uso ao longo de um determinado período pré-estabelecido.

Segundo o DNER (1983), a avaliação de pavimentos pode basicamente ser dividida em dois tipos: a avaliação funcional e a avaliação estrutural.

A avaliação funcional se refere ao conforto ao rolamento, à segurança, custo do usuário das vias, influências do meio ambiente e aspectos estéticos. São realizadas medições de irregularidade superficiais, de resistência a derrapagem, além de contagem de defeitos que aparecem na superfície de rolamento (MEDINA et. al., 1994).

Desta forma, é fundamental o conhecimento dos tipos de defeitos superficiais e qual sua representatividade, com a finalidade de fazer seu registro e quantificação. Basicamente, há dois modos de avaliação funcional:

1. As avaliações subjetivas, que se baseiam em conceitos qualitativos na definição do estado de degradação em que o pavimento se encontra, onde são atribuídas notas ao pavimento, como apresentado na norma PRO–007/94 (DNER, 1994b);
2. As avaliações objetivas, onde é feita a quantificação numérica em determinados locais onde estão distribuídos os defeitos, que possuem diversos níveis de severidade, como apresentado na norma PRO–008/94 (DNER, 1994c).

A avaliação estrutural é realizada para se conhecer as características das várias camadas que compõem o pavimento, quanto à sua resistência e deformabilidade sob a ação do tráfego, que são função das propriedades dos materiais e das espessuras das camadas (MEDINA et. al., 1994).

As avaliações funcionais, que consistem na caracterização da degradação superficial e de deformação permanente, traduzem as condições de conforto e segurança do usuário. Objetivam a definição da "natureza" e o "tipo" dos serviços corretivos a serem realizados. Já as avaliações estruturais possibilitam a determinação dos mecanismos que, provavelmente, promoveram a destruição parcial ou total da estrutura do pavimento. Define de forma quantitativa a "magnitude" dos serviços necessários ao restabelecimento da condição de capacidade de carga do pavimento. Visando se ter uma avaliação completa do estado que o pavimento se encontra, é de fundamental importância o conhecimento dos parâmetros que definem cada grupo de avaliações observadas (DNER, 1979a; DNER, 1979b).

Neste trabalho será enfatizado o estudo da avaliação estrutural de pavimentos, pois a partir desta é que se pode utilizar os procedimentos de retroanálise, objetivo deste

estudo. Além disso, os procedimentos de análise e de projeto de reforço utilizados a nível nacional, preconizados pelo DNER, levam em conta o critério de deformabilidade elástica como o mais relevante, usando para o cálculo os valores individuais das deflexões recuperáveis máximas.

2.2. Avaliação estrutural de pavimentos

É conhecida como avaliação estrutural de pavimentos o conjunto de procedimentos que determinam as respostas da estrutura quando sujeita às cargas do tráfego, traduzida na forma de tensão, deformações e deflexões em determinados pontos do pavimento, de forma que seja possível verificar sua capacidade de resistir aos mecanismos responsáveis pela degradação do pavimento. A partir deste diagnóstico, torna-se possível definir quais serviços serão necessários ao restabelecimento das condições admissíveis aos usuários da rodovia (RODRIGUES, 1995).

Esta avaliação se faz necessária quando os mecanismos de degradação dos pavimentos são de natureza estrutural, provocada pela repetição das cargas do tráfego, seja por trincamento por fadiga, reflexão de trincas ou acúmulo de deformações permanentes, entre outras.

Segundo CARDOSO (1995), a avaliação estrutural de pavimentos é função de dois fatores:

1. Dos métodos a serem utilizados;
2. Da experiência do avaliador, que aumenta a cada trabalho realizado, sendo fruto da vivência.

A tomada de decisões viáveis, confiáveis e econômicas dependem de uma avaliação fundamentada em conceitos bem aplicados, sendo possível assim a previsão do comportamento da estrutura do pavimento quando sob a ação do tráfego. Neste contexto, torna-se de extrema importância a presença de um profissional qualificado no processo de avaliação estrutural de um pavimento (PITTA e BALBO, 1998).

Basicamente, segundo HAAS et. al. (1994), os métodos de avaliação estrutural de pavimentos são classificados em ensaios destrutivos e ensaios não-destrutivos.

Os ensaios destrutivos são aqueles onde são removidas amostras das camadas do pavimento para determinação, em laboratório, das suas características *in situ*. Segundo VILLELA e MARCON (2001), além da amostragem destes materiais, são verificadas nos furos de sondagem:

1. As espessuras das camadas;
2. As condições dos materiais;
3. As eventuais deformações das camadas;
4. Os tipos de materiais;
5. As condições de umidade.

São realizados por meio de sondagens, onde são abertos poços, com o auxílio de ferramentas como pá e picareta, situados nos bordos do revestimento do pavimento (GONTIJO et. al., 1994). As sondagens objetivam o conhecimento das características geotécnicas das camadas do pavimento e subleito, permitindo a determinação das espessuras de cada camada do pavimento (SANTOS e MOREIRA, 1987).

Este tipo de avaliação destrutiva apresenta como desvantagens principais os seguintes fatores:

1. Dificuldades de reprodução do estado de tensões e condições ambientais;
2. Tempo demandado nesta atividade e retenção do tráfego.

Os ensaios não destrutivos possibilitam a avaliação das condições do pavimento sem danificá-los. Para isto são usados equipamentos para a medição das bacias deflectométricas. A viga Benkelman é o aparelho mais divulgado para este fim, porém o desenvolvimento de equipamentos mais sofisticados proporciona a estas avaliações:

1. Aumentar a acurácia das medidas;
2. Aumentar a produtividade em termos de número de ensaios por dia de trabalho;
3. Simular, de forma mais real possível, as condições de carregamento do tráfego;

4. Reduzir os custos dos ensaios;
5. Obter, de forma simples, dados da análise estrutural dos pavimentos.

Geralmente, a avaliação estrutural de pavimentos é feita através de ensaios não-destrutivos, por oferecer maior rapidez, segurança e acurácia na obtenção dos resultados (CARDOSO, 1995). Os ensaios não-destrutivos têm como objetivo representar o comportamento do pavimento quando submetido a carregamentos cíclicos.

2.3. Deflexão elástica reversível

A deflexão elástica reversível pode ser definida como os deslocamentos verticais na superfície ou no interior do pavimento, gerados pela ação de carregamento intermitente ou transitório, de forma que cessado o esforço, a estrutura retorne à posição inicial (DNER 1994a; SILVA, 1999).

Segundo SOUZA (1967), "a deflexão, em si, constitui um diagnóstico, mas a terapêutica necessita de maiores informações".

As medidas de deflexões máximas consistem num indicativo do comportamento futuro do pavimento, quanto ao trincamento das camadas asfálticas ou cimentadas, mas não suficientes para explicar o comportamento estrutural do pavimento (ROCHA FILHO e RODRIGUES, 1998).

Os métodos tradicionais fazem a caracterização estrutural de um pavimento a partir dos valores individuais de deflexão máxima, considerando-os isoladamente. A deflexão máxima possibilita a determinação dos locais onde o pavimento apresenta variações nas deformações verticais reversíveis quando do carregamento imposto pelo tráfego. Entretanto, um mesmo valor de deflexão reversível máxima pode representar inúmeros níveis de solicitação, tanto mais severas quanto maior a concentração do esforços externada pela zona de concentração do carregamento, dependendo também da resposta oferecida pelos arranjos estruturais existentes. Ou seja, pode-se obter uma mesma deflexão máxima para diversas combinações estruturais e de carregamento, confome ilustra a figura 2.1. Daí a necessidade de se obter medidas de deflexão a outras

distâncias do ponto de aplicação de carga, para saber o comportamento da estrutura como um todo (GONTIJO et. al., 1995).

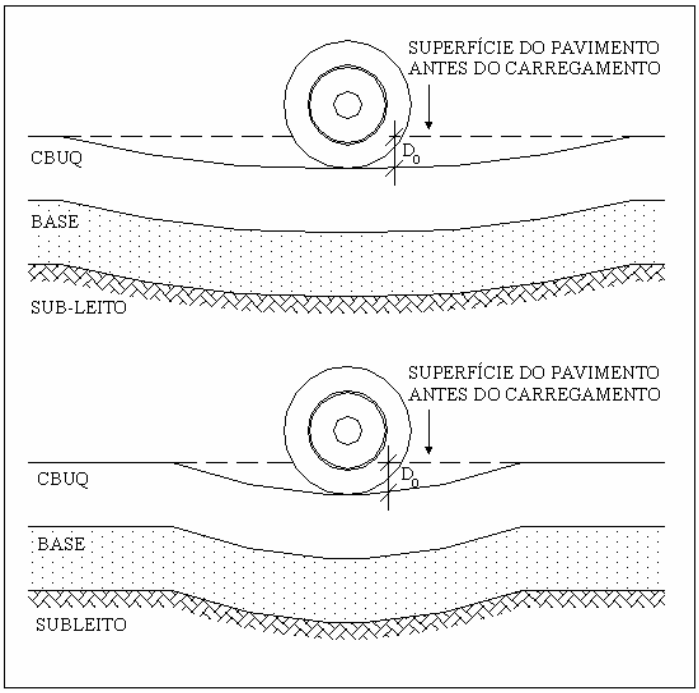


Figura 2.1: Diferentes bacias deflectométricas para uma mesma deflexão máxima

Este perfil de deflexões a vários pontos é conhecido como bacia deflectométrica, que consiste no conjunto de deslocamentos frutos do efeito de um carregamento aplicado à estrutura do pavimento, que se dissipa à medida que se afasta do ponto de aplicação da carga (SILVA, 1999).

As bacias deflectométricas indicam o comportamento elástico das camadas do pavimento. As determinações das bacias deflectométricas são realizadas para melhor caracterização da resistência estrutural dos pavimentos A flexão repetida da camada de revestimento provocado pelo carregamento imposto pelo tráfego é responsável pela fadiga das camadas asfálticas (PREUSSLER, 1983; MOTTA, 1991; PINTO, 1991: MOMM et. al, 2001).

O formato das bacias de deflexão é função tanto do carregamento aplicado na superfície como das características geométricas e elásticas das diversas camadas que compõem o pavimento. Como mostra a figura 2.2, durante o carregamento, a região onde são impostos os esforços no interior das camadas vai se alargando em função da

profundidade e propriedades da cada camada. Desta forma, a deflexão superficial que se apresenta no centro da aplicação da carga depende de todo arranjo estrutural do pavimento, já as deflexões situadas na zona mais afastada deste ponto são influenciadas apenas pelo módulo de elasticidade do subleito. Por último, as deflexões referentes às distâncias intermediárias são função das camadas intermediárias: base, sub-base e, também, do subleito (FABRÍCIO et. al., 1988; PAOLUCCI et. al., 1995).

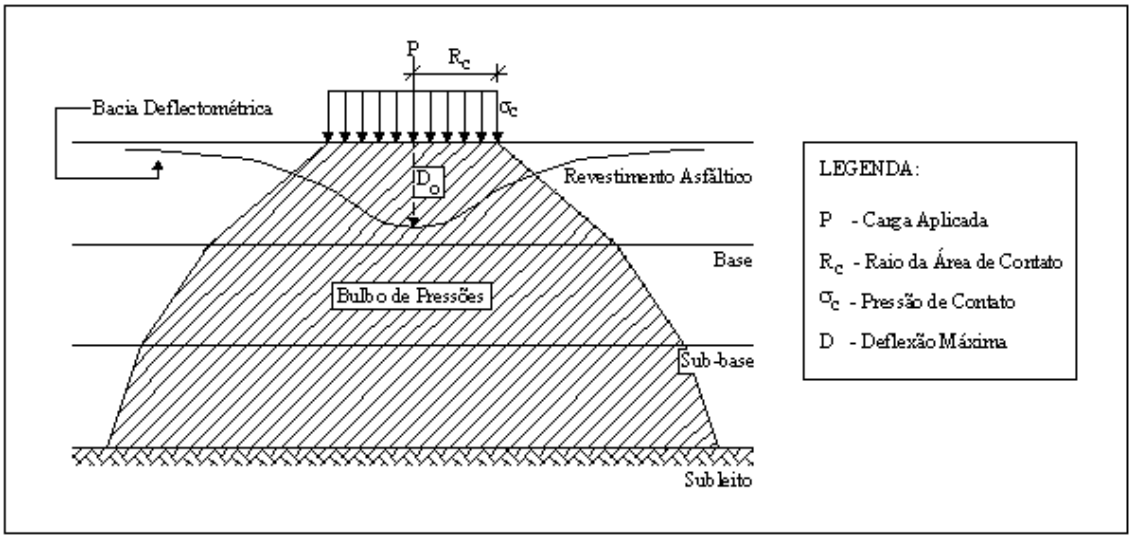


Figura 2.2: Esquema da zona submetida a esforços (FABRÍCIO et. al, 1988)

A obtenção da bacia de deflexões do pavimento é feita através dos ensaios não-destrutivos, conforme exposto nos itens subseqüentes deste capítulo.

2.3.1. Deflexão característica ou de projeto

Já é um consenso no meio técnico que analisar um valor isolado de deflexão não tem sentido, devendo ser escolhidos trechos, com características semelhantes, onde as medições de deflexão são efetuadas. Determinados os trechos homogêneos, faz-se uma análise estatística com os valores medidos, determinando-se um valor máximo, baseado em certo nível de confiabilidade, que é denominado deflexão característica do trecho (SOUZA, 1967).

Segundo DNER (1979a), o valor da deflexão característica é determinado, para cada uma das distribuições, através da expressão:

$$D_C = \overline{D} + \sigma \tag{2.1}$$

onde $\overline{D}$ e σ representam, respectivamente, os valores de média aritmética e desvio-padrão dos valores de deflexão máxima.

GONTIJO e GUIMARÃES (1996) recomendam, como representativa de cada trecho homogêneo, a sua bacia deflectométrica mais severa. Nesta metodologia, é feito o tratamento estatístico de todas as medições efetuadas para cada uma das medidas de deflexão da bacia, devendo ser seguidos os procedimentos abaixo relacionados:

1. São calculados para cada segmento homogêneo os valores médios e o desvio padrão em cada uma das distâncias radias da bacia deflectométrica;
2. É determinado um espectrograma limitado aos valores $d_1 = \overline{x_i} + \sigma_i$ e $d_2 = \overline{x_i} - \sigma_i$;
3. É escolhido como deflectograma característico o que fornecer a bacia de deflexões mais severa em termos de probabilidade de ocorrência.

Com este objetivo, faz-se a integração da máxima deflexão no ponto de aplicação de carga ($D_0 = \overline{D_0} + \sigma$) e a mínima deflexão no ponto mais afastado do carregamento ($D_6 = \overline{D_6} - \sigma$), conforme indicado na figura 2.3. O deflectograma é obtido por meio da equação 2.2.

$$g(x_i) = \frac{(x_6 - x_i).d_1(x_i) + x_i.d_2(x_i)}{x_6} \tag{2.2}$$

onde:

x_6 é o valor da distância radial do último ponto de medida da deflexão;
x_i é o valor da distância radial no ponto i;

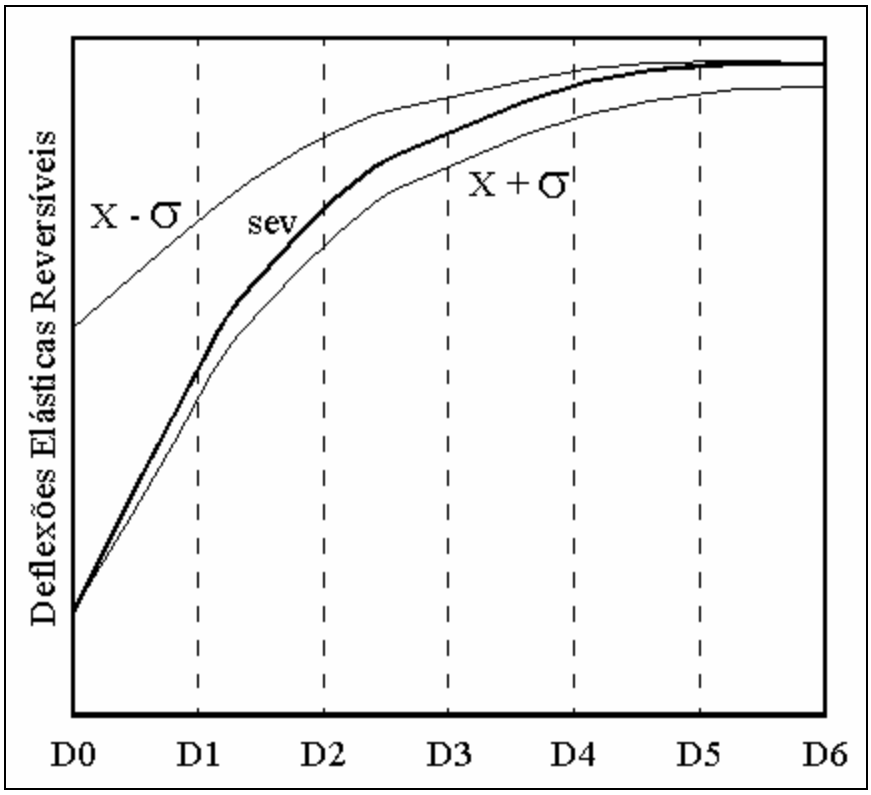


Figura 2.3: Bacia deflectométrica mais severa (GONTIJO e GUIMARÃES, 1996)

2.3.2. Divisão de trecho em segmentos homogêneos

A análise estrutural é realizada, na maioria das vezes, em trechos com grande extensão, sendo inviável, por aspectos de ordem executiva, construtiva e financeira, se promover o diagnóstico a cada estaca do trecho em estudo, embora no caso de zonas de comportamento anômalo, seja necessária esta prática.

Porém, torna-se bastante atraente se promover análise em segmentos que representem um número expressivo de sub-trechos com características semelhantes, que são agrupados em segmentos homogêneos.

Até hoje, o DNER não normalizou nenhum método com o intuito de dividir o pavimento de um trecho em segmentos seqüenciais que apresentem comportamento homogêneo, quando da avaliação estrutural, tendo prevalecido a experiência de cada analista. Esta tarefa é feita através de tentativas e aproximações sucessivas, como exposto no DNER (1985).

Segundo MEDINA et. al. (1994), observa-se que uma das dificuldades nos cálculos de módulos através da retroanálise é a escolha da bacia a ser utilizada. Na análise de cada seção é consumido muito tempo. Pode-se simplificar este problema subdividindo as bacias em trechos homogêneos, em que as bacias levantadas são substituídas pela bacia média, agilizando o processo.

No meio técnico, tem-se quase como norma, promover a definição de segmentos homogêneos através da análise da poligonal gráfica da variação das deflexões reversíveis máximas. Por falta de métodos nacionais, foi-se buscar a solução deste problema no método denominado "Método das Diferenças Acumuladas" (*Analisys Unit Delineation by Cumulative Differences*), recomendado pela AASHTO no Guia de Projeto de Pavimento (1993) (*Guide for Design of Pavements Structures*). Através desta metodologia, pode-se fazer a divisão do trecho em segmentos homogêneos de uma forma racional, podendo ser usado qualquer outro parâmetro que for relevante na análise. Como se trata de uma análise estrutural, usa-se como parâmetro "divisor de águas" a deflexão reversível máxima. Este procedimento é feito obedecendo a construção gráfica apresentada na figura 2.4 e detalhada no guia da AASHTO.

Segundo o DNER (1994), a extensão máxima admitida para um subtrecho homogêneo é de 7000m e, por razões de cunho construtivo, devem ter uma extensão mínima de 200m.

2.4. Ensaios não-destrutivos: equipamentos para medição de deflexões

As técnicas de medição de deflexões são largamente utilizadas nas avaliações estruturais não-destrutivas de pavimentos. Segundo HAAS et. al. (1994), estas são mais utilizadas em relação às técnicas destrutivas em função de seu baixo custo, da menor retenção do tráfego e, de acordo com o nome da técnica, não danifica o pavimento.

São vários os instrumentos que podem ser utilizados na avaliação estrutural não-destrutiva de pavimentos. Nas últimas décadas houve uma relevante evolução tanto nos dispositivos de leitura das deflexões quanto no modo como o carregamento é aplicado ao pavimento (ALBERNAZ, 1994).

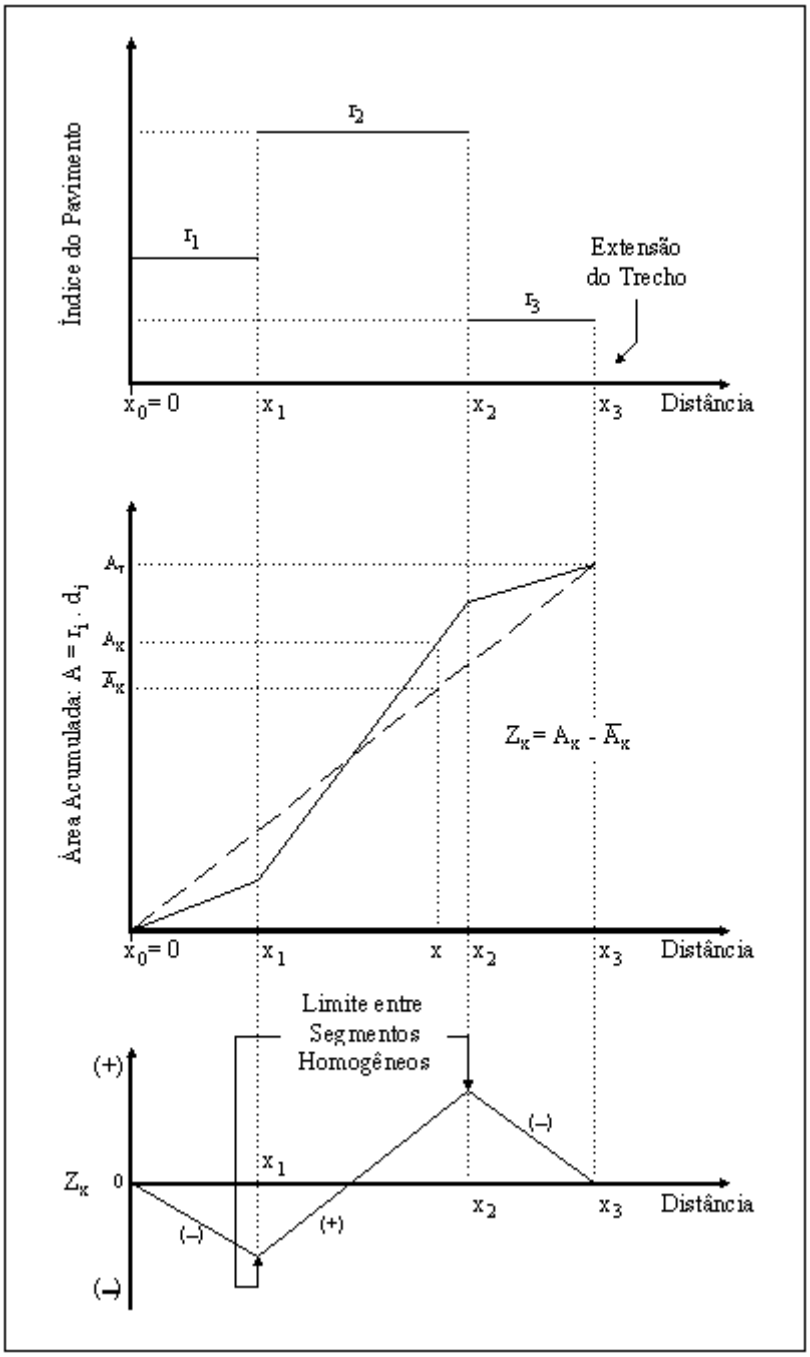


Figura 2.4: Método das diferenças acumuladas (AASHTO, 1993)

A avaliação estrutural deve ser cuidadosamente planejada. Tal plano inclui a seleção do equipamento a ser utilizado, das informações requeridas e do método de análise (HAAS et. al., 1994).

Deve ser feita, sempre, uma análise sobre qual equipamento deve ser utilizado, já que todos medem a mesma variável. Nesta comparação deve ser levado em conta o custo

total que envolve a produção diária e a quantidade de profissionais envolvidos na operação.

Segundo MEDINA et. al. (1994), quanto à forma de aplicação da carga, há três classes de equipamentos utilizados na avaliação estrutural não-destrutiva. São eles:

1. Equipamentos de carregamento quase-estático: viga Benkelman, viga Benkelman Automatizada, entre outros;
2. Equipamentos de carregamento vibratório: *Dynaflect*, *Road Rater*, etc.;
3. Equipamentos de carregamento por impulso: *Falling Weight Deflectometer* (FWD).

Métodos alternativos tem surgido com a finalidade de se avaliar a capacidade estrutural dos pavimentos. São exemplos deles o *Ground Penetration Radar* (MARGARIDO et al., 1998; GONÇALVES e CERATTI., 1998) e os equipamentos que usam ondas sísmicas em sua análise (RYDEN et. al., 2002), que serão apresentados ao longo deste capítulo.

2.4.1. Equipamentos de carregamento quase-estático

Segundo HAAS et. al. (1994), estão incluídos nesta classe os ensaios de placa, a viga Benkelman, a viga Benkelman automatizada e o curvímetro.

Estes equipamentos medem a deflexão provocada pelo carregamento de rodas duplas de um veículo, que se desloca à baixa velocidade. Esta prática tem como finalidade evitar que ocorra a influência de forças inerciais (MEDINA et. al., 1994).

2.4.1.1. Ensaio de placa

Segundo ALBERNAZ (1997), trata-se de um dos primeiros métodos desenvolvidos para a medição de deflexões.

Neste ensaio, ao contrário dos outros de sua categoria, as medidas de deflexão não são tomadas sob o carregamento das rodas do veículo (HAAS et. al., 1994). O carregamento

é aplicado direto numa placa circular rígida, de raio conhecido, sobre a superfície do pavimento, como mostra a figura 2.5.

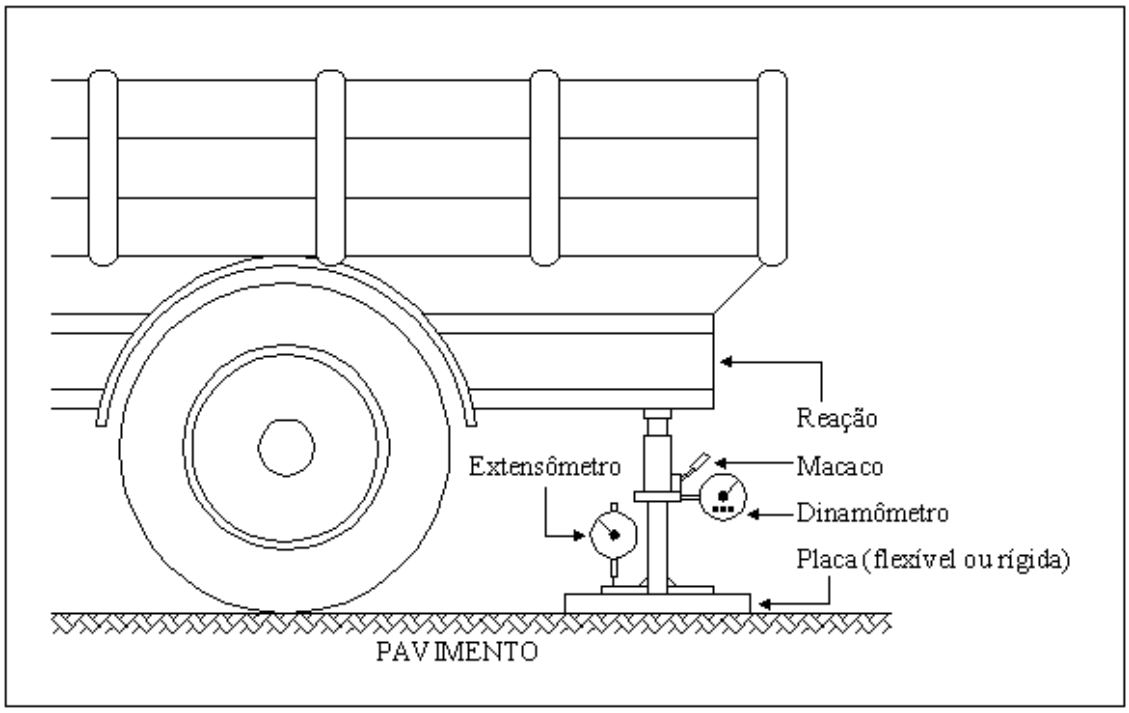


Figura 2.5: Esquema do ensaio de placa (ALBERNAZ, 1997)

O ensaio de placa, em relação aos outros métodos, é considerado demorado, sendo necessário cerca de 30 minutos para ser realizado. Esta é uma das razões que torna este ensaio não usual nos procedimentos de avaliação de pavimentos (HAAS et. al., 1994).

2.4.1.2. Viga Benkelman

A viga Benkelman é um equipamento simples e barato usado nas medidas de deflexão. Foi desenvolvida na década de 1950, na *WASHO Road Test*, por A.C. Benkelman, e tem sido usada extensivamente desde então por órgãos rodoviários para trabalhos de pesquisa, avaliação e projeto de reforço de pavimentos em todo o mundo (HAAS et. al., 1994).

Este equipamento foi desenvolvido com a finalidade de medir deflexões no pavimento quanto submetido ao carregamento estático da rodas do veículo de teste. Em função de

ter seu uso muito difundido, trata-se do teste de campo mais familiar aos engenheiros e projetistas de pavimentos (DNER, 1983).

A viga Benkelman é formada por um conjunto de sustentação em que se articula uma haste metálica interfixa, dividindo a barra em duas partes proporcionais, cujos comprimentos a e b seguem as seguintes relações de 2/1, 3/1 ou 4/1, como o indicado na figura 2.6.

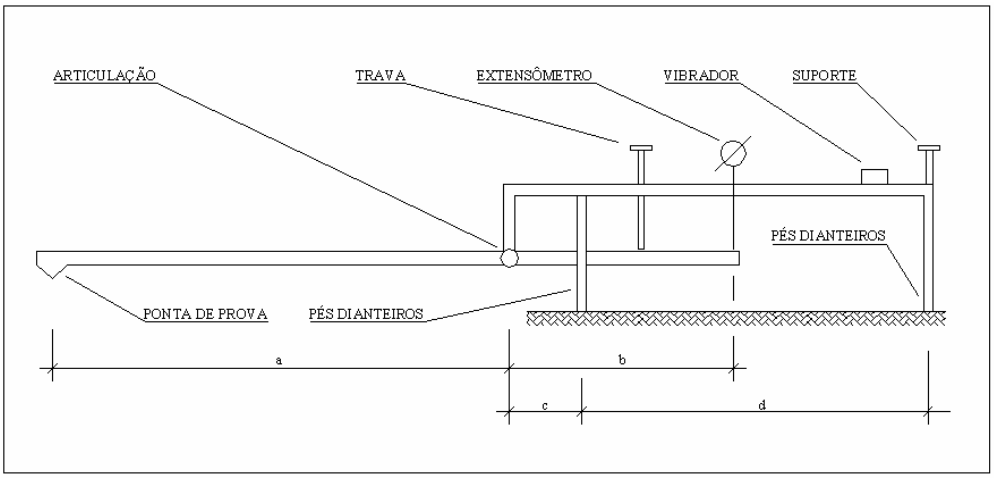


Figura 2.6: Esquema da viga Benkelman (DNER, 1994a)

A extremidade do braço maior contém uma ponta de prova. Um extensômetro com precisão de centésimos de milímetro é fixado na extremidade do braço menor. Com a finalidade de evitar eventuais inibições do ponteiro do extensômetro, é colocado um pequeno vibrador no braço menor (DNER, 1994a).

As medições são feitas inserindo a ponta de prova entre as rodas de um caminhão com 8,2t de carga no eixo traseiro, simetricamente distribuídas em relação às rodas. Posicionado o caminhão e ajustada a viga, são feitas as leituras nos pontos pré-estabelecidos (ALBERNAZ, 1997). O DNER tem esse procedimento normalizado (DNER, 1994a)

Segundo ROCHA FILHO e RODRIGUES (1996), este ensaio pode ser feito de duas formas:

1. Com o caminhão sendo deslocado à frente a baixa velocidade constante e, ao passar sobre cada ponto pré-determinado é feita a leitura, método conhecido como *Creep Speed Normal Deflection*;

2. Quando o caminhão se desloca e pára em cada ponto de medição, método conhecido como *Creep Speed Rebound Deflection*, o mais usado no Brasil.

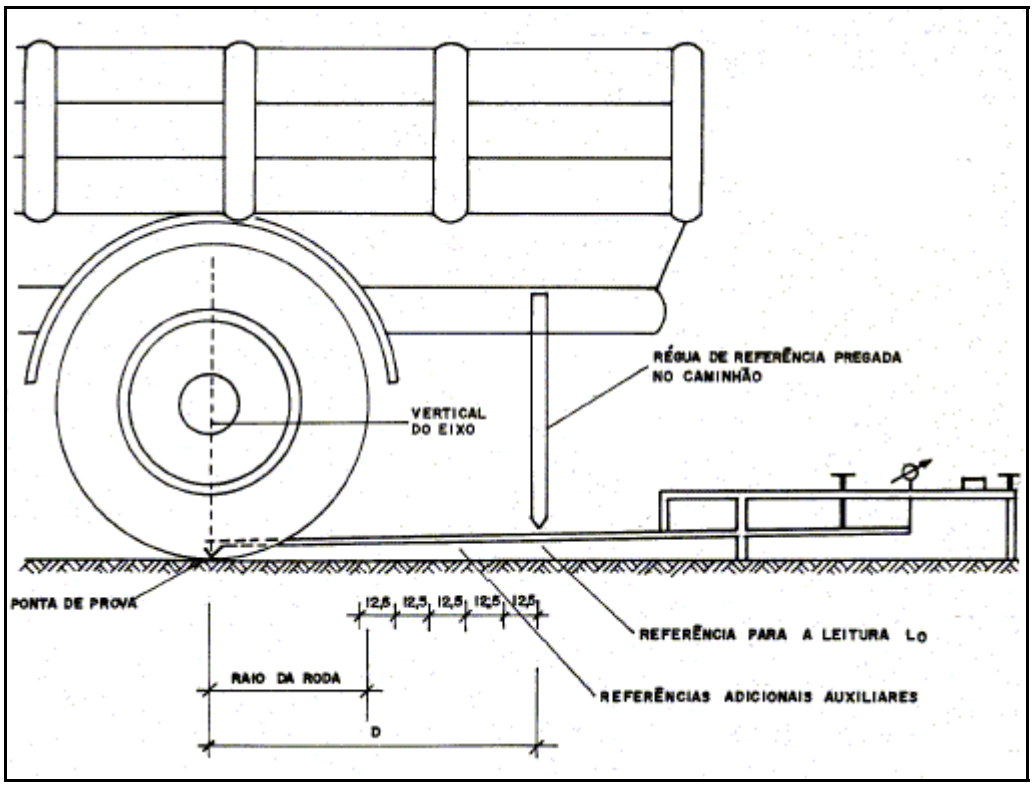


Figura 2.7: Posicionamento da viga Benkelman (DNER, 1994a)

Figura 2.8: Ensaio realizado com a viga Benkelman (DANTAS NETO et. al., 2001)

A viga Benkelman é um equipamento versátil e fácil de operar, entretanto consiste num ensaio lento e trabalhoso, sendo que em alguns casos, particularmente em pavimentos com maior rigidez, os pés de suporte podem estar dentro da área de influência do carregamento, o que resulta em medidas imprecisas (HAAS et. al., 1994). Com o uso de uma segunda viga é possível levar em conta o afundamento dos pés da viga principal. As expressões utilizadas nesta situação são apresentadas em CARNEIRO (1966).

Segundo ROCHA FILHO e RODRIGUES (1996), alguns comentários devem ser feitos em relação à avaliação estrutural feita com a viga Benkelman:

1. Apresentam elevada dispersão nas deflexões medidas;
2. A dispersão aumenta quanto mais distante do ponto de aplicação da carga a medição for feita;
3. A dispersão das leituras é um pouco menor quando realizadas com o caminhão parando em cada ponto;
4. A precisão dos resultados é função de vários fatores como: habilidade do motorista, condições mecânicas do veículo (embreagem e freios), experiência, habilidade e coordenação da equipe responsável pelas leituras.

2.4.1.3. Viga Benkelman automatizada

A viga Benkelman automatizada é operada segundo o mesmo princípio da viga Benkelman comum. A diferença consiste no fato que a viga automatiza mede e grava automaticamente as deflexões ponto a ponto enquanto operador dirige o veículo de teste (HAAS et. al., 1994). CERATTI et. al. (2000) usaram um equipamento automatizado que permite que sejam feitas leituras de deflexão a cada 5cm, desde o ponto de aplicação do carregamento até quando não haja mais influência do próprio, o que possibilita a obtenção de uma bacia deflectométrica mais acurada.

Desde 1969, é utilizada no LNEC de Lisboa a viga Benkelman automatizada, para o levantamento das bacias de deflexão (MEDINA et. al., 1994).

Dentre as principais vantagens deste equipamento, destacam-se:

1. A sensibilidade das medições, uma vez que a viga Benkelman automatizada utiliza em geral sensores do tipo LVDT;
2. Obtenção mais precisa da bacia deflectométrica;
3. Registro automático das deflexões e da distância radial em relação ao ponto de aplicação do carregamento.

São exemplos deste tipo de equipamento:

1. O Defletógrafo *Lacroix*, desenvolvido na França;
2. O *British Pavement Deflection*, desenvolvido no Reino Unido, segundo o mesmo princípio do Defletógrafo *Lacroix*;
3. O *California Traveling Deflectometer*, desenvolvido no Estados Unidos;
4. O Defletógrafo Digital Solotest, desenvolvido no Brasil.

2.4.1.4. Curvímetro

O curvímetro foi desenvolvido na França, com a finalidade de medir deflexões em pavimentos flexíveis a velocidades relativamente altas, da ordem de 18km/h. São usados geofones para medida das acelerações verticais nos pontos da superfície do pavimento, entre as rodas duplas do veículo de teste. Estas medições fornecem os valores da curvatura, ou seja, a bacia deflectométrica (HAAS et. al., 1994).

Os deflectogramas são obtidos através da integração dos sinais captados em cada geofone. As medições de velocidade e de aceleração vertical são combinadas para se determinar a bacia deflectométrica.

2.4.2. Equipamentos de carregamento vibratório

Os equipamentos de carregamento vibratório geram uma força senoidal (força dinâmica) superposta em um carregamento estático (HAAS et. al., 1994).

Incluem-se nesta classe o *Dynaflect* e o *Road Rater*.

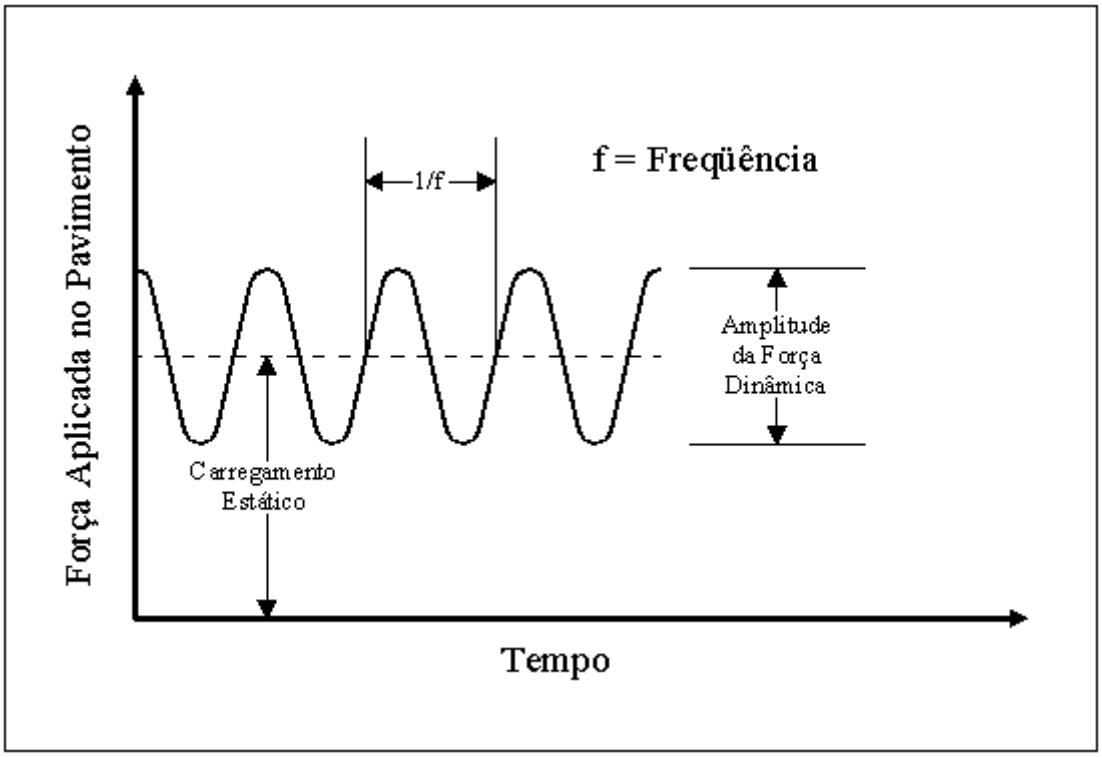


Figura 2.9: Carregamento vibratório (HAAS et. al., 1994)

2.4.2.1. *Dynaflect*

Basicamente, este equipamento consiste num gerador de cargas cíclicas acoplado a um pequeno reboque de rodas duplas, unidade de controle, sensores e um módulo de calibração dos sensores. A unidade de controle e o painel de leitura estão ligados ao reboque, o que permite que a operação seja feita da cabine do veículo (HAAS et. al., 1994).

O *Dynaflect* permite que sejam realizadas medições rápidas e precisas de deflexões na superfície do pavimento em cinco pontos, usando uma força cíclica de magnitude e freqüência conhecidas, que são aplicadas ao pavimento por intermédio de duas rodas de aço, conforme a ilustração apresentada na figura 2.10 (DNER, 1983).

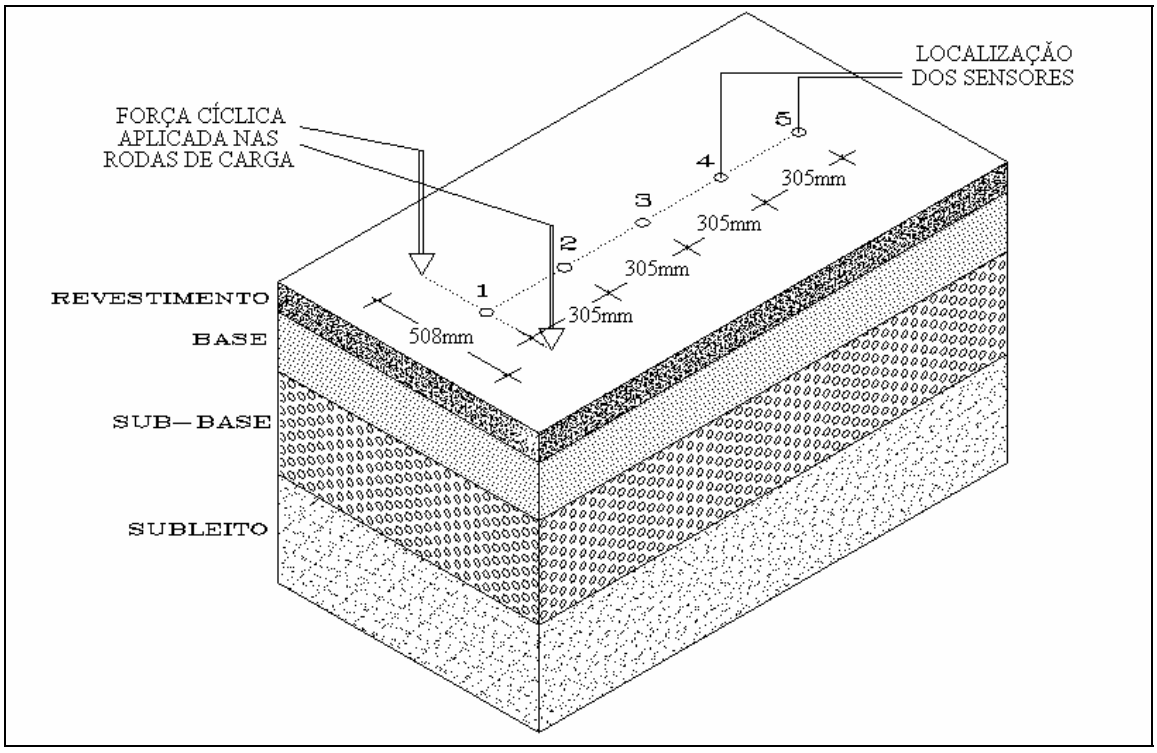


Figura 2.10: Esquema de aplicação de força do *Dynaflect* (DNER, 1983)

2.4.2.2. *Road Rater*

O *Road Rater* é um equipamento vibratório capaz de variar tanto a magnitude do carregamento quanto a sua freqüência. A magnitude do carregamento estático é variada através da transferência da carga do reboque para uma placa de carga. Para gerar o carregamento dinâmico, a massa é hidraulicamente aumentada ou reduzida. Quatro transdutores são utilizados para medição de deflexão no pavimento: um no centro da placa de carga e três localizados ao longo do sentido longitudinal da rodovia, distando cerca de 30cm um do outro (HAAS et. al., 1994).

2.4.3. Equipamentos de carregamento por impulso: *Falling Weight Deflectometer* (FWD)

Os equipamentos de carregamento por impulso geralmente transmitem o esforço ao pavimento através de um conjunto de pesos que caem sobre uma placa de carga. Estes equipamentos são tipicamente conhecidos como *Falling Weight Deflectometer* (FWD) (HAAS et. al., 1994). A figura 2.11 ilustra o princípio de funcionamento.

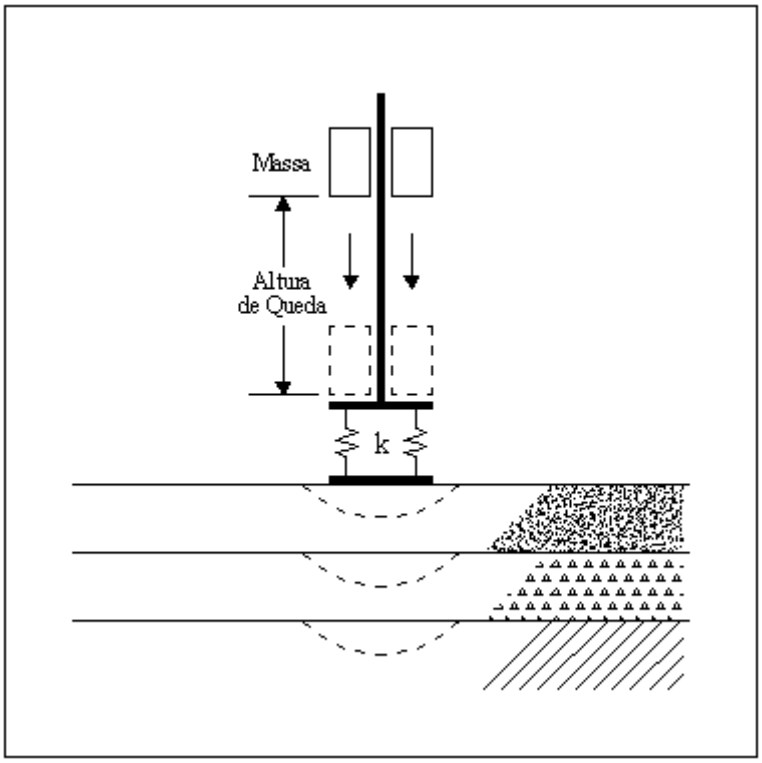


Figura 2.11: Princípio de funcionamento do FWD (HASS et. al., 1994)

Os equipamentos tipo FWD simulam o efeito da passagem de uma roda em movimento sobre o pavimento. Tal simulação é feita através da queda de um conjunto de massas, de uma determinada altura, sobre um sistema de amortecedores capazes de transmitir ao pavimento um pulso de carga com formato aproximadamente igual a uma senóide. A força de pico imposta ao pavimento pode ser determinada através da seguinte expressão:

$$F = \sqrt{2.m.g.h.k} \tag{2.3}$$

Onde:

F é a força de pico;
m é a massa do peso que cai;
g é a aceleração da gravidade;
h é a altura de queda;
k é a constante de mola do sistema amortecedor.

Esta equação 2.3 é obtida igualando-se a energia potencial da massa antes de sua queda ao trabalho desenvolvido pelos amortecedores após a queda (CARDOSO, 1995).

O carregamento é transmitido ao pavimento através de uma placa de 30cm de diâmetro. A carga é medida através de uma célula de carga e tem duração de 25 a 30ms, tempo correspondente ao da passagem de um veículo com velocidade de 60 a 80km/h.

Na realidade, o FWD aplica pulsos de carga no pavimento em forma de ondas, que se propagam no interior da estrutura a velocidades finitas e são registradas em diferentes instantes pelos sensores.

As deflexões são medidas através de sete sensores: geofones, no caso do FWD *Dynatest* e LVDT's, quando as medidas forem feitas com o FWD KUAB. Estes sensores estão dispostos da seguinte forma: um no centro da placa e os outros em distâncias pré-estabelecidas, ao longo de uma barra metálica de até 4,5m de comprimento (CARDOSO, 1995).

As deflexões são medidas e armazenadas em um computador, que está ligado ao FWD através de um cabo. Simultaneamente, são registrados os valores de temperatura da superfície do revestimento e do ar, a força aplicada ao pavimento e a distância percorrida. A figura 2.12 mostra um exemplo de um registro de um ensaio de um ponto, onde o que comumente se chama de bacia de deflexão corresponde aos pontos de máxima de cada geofone. A figura 2.13 mostra uma foto de um FWD atuando em um pavimento de um túnel, por curiosidade o homem de paletó no centro é o Ernesto Preussler, proprietário da Dynatest do Brasil e pioneiro na utilização do FWD para avaliação de pavimentos no Brasil.

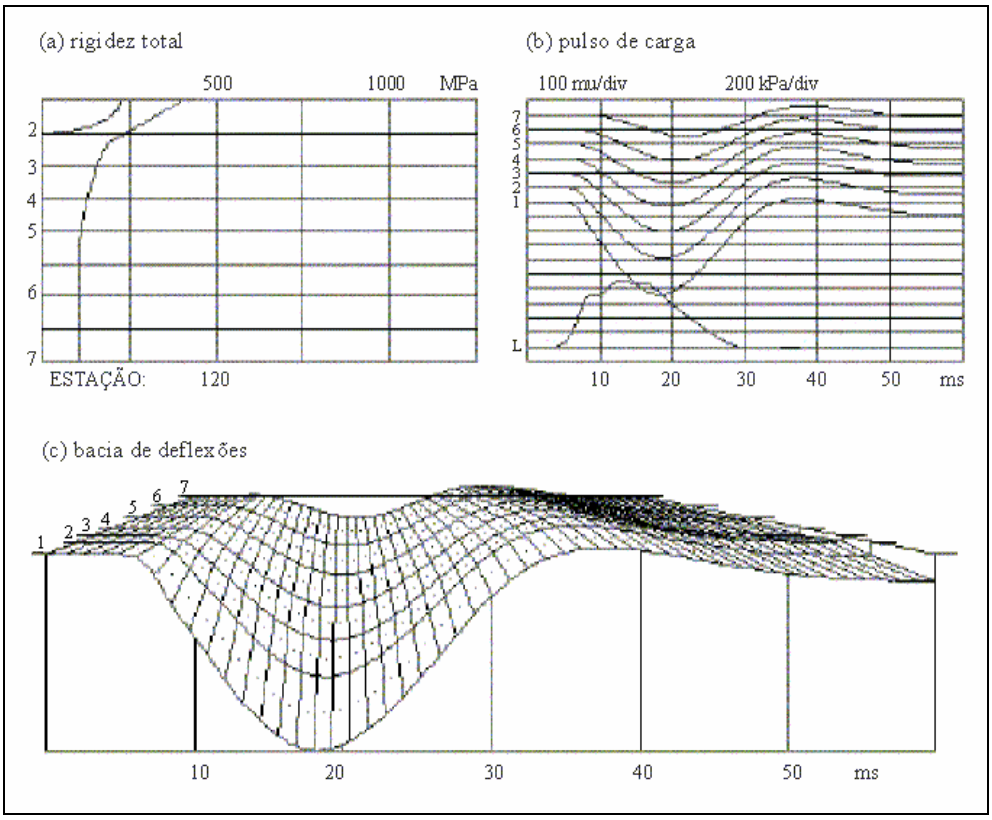


Figura 2.12: Bacias deflectométricas medida com o FWD (MACÊDO, 1996)

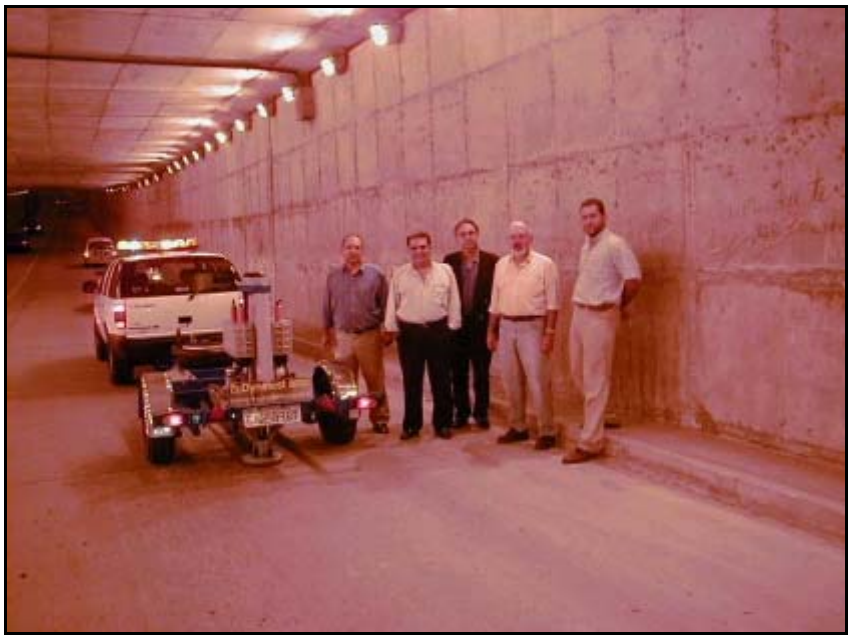


Figura 2.13: Ensaio realizado com o FWD (VALE et. al., 2001)

HUANG (1993) relata que a maioria dos ensaios não destrutivos nos EUA é feita, a partir da década de 1990, com o FWD. Segundo HAAS et. al. (1994), são exemplos de

equipamentos de carregamento por pulso o D*ynatest* FWD, o KUAB FWD e o PHOENIX FWD.

No Brasil existem dois tipos de deflectômetros de impacto FWD: o Dynatest versão norte-americana e o KUAB, sueco, sendo hoje 9 (nove) equipamentos no total em uso. As principais diferenças entre os dois tipos de deflectômetro de impacto existentes no país são em relação à placa de aplicação do carregamento e ao número de pesos usados para simular a ação do tráfego. Enquanto o modelo da Dynatest possui uma placa rígida e um conjunto de massas, o modelo KUAB possui placa segmentada em 4 (quatro) partes unidas por êmbolos e dois conjuntos de massa.

Segundo (MEDINA et. al., 1994), a carga gerada pelo impacto de 2 pesos parece preferível a de um peso estático, quando da simulação da carga de roda em movimento. Outro fator que merece destaque é que o pulso gerado por uma massa apresenta distorções. Se estas distorções ocorrerem antes do pico da carga principal, a carga de pico medida não é compatível com as leituras de deflexão obtidas nos sensores mais distantes do carregamento imposto.

Segundo PINTO e DOMINGUES (2001), a utilização do FWD apresenta as seguintes vantagens:

1. Grande acurácia na medição de deflexões e pequena dispersão das medidas;
2. Possibilita a aplicação de vários níveis de carga num mesmo ponto;
3. Rapidez e facilidade de operação, independente das condições climáticas;
4. Medida e registro automáticos da temperatura do ar e do pavimento e distância entre pontos pré-estabelecidos.

2.4.4. Outros equipamentos para ensaios não-destrutivos

2.4.4.1. *Ground penetration radar* (GPR)

Este equipamento consiste num tipo de radar capaz de detectar estruturas e artefatos enterrados. O GPR, através da transmissão de ondas eletromagnéticas de curta

freqüência, permite o levantamento contínuo ao longo da profundidade do sistema de camadas em estudo. Na avaliação de pavimentos é utilizado na determinação da localização e natureza das camadas que compõem o pavimento, através da emissão de pulsos eletromagnéticos que se refletem no interior do pavimento e retornam com um tempo e amplitude relacionados às propriedades de cada material, sendo possível identificar as interfaces das camadas de pavimentos através das constantes dielétricas de cada meio que a onda atravessa (GONÇALVES e CERATTI, 1988; MASER et. al., 2001). A figura 2.14 mostra um dos modelos de GPR.

Figura 2.14: Modelo de equipamento de GPR (MASER et. al., 2001)

O GPR se torna útil porque consiste numa forma não destrutiva de se determinar as espessuras das camadas do pavimento, além de interferir pouco no tráfego da rodovia. Ele possibilita a determinação da estrutura do pavimento de forma contínua, melhorando a demarcação dos segmentos homogêneos (MARGARIDO et. al., 1998).

Baseado no princípio da propagação de ondas eletromagnéticas (figura 2.15), o GPR possibilita a definição do perfil do pavimento através da emissão e captação de pequenos pulsos através de antenas que operam em alta freqüência. A onda emitida é refletida quando verifica diferentes planos de reflexão, ou seja, quando detecta a interface entre duas camadas, que possuem constantes dielétricas diferentes (MASER et. al., 2001).

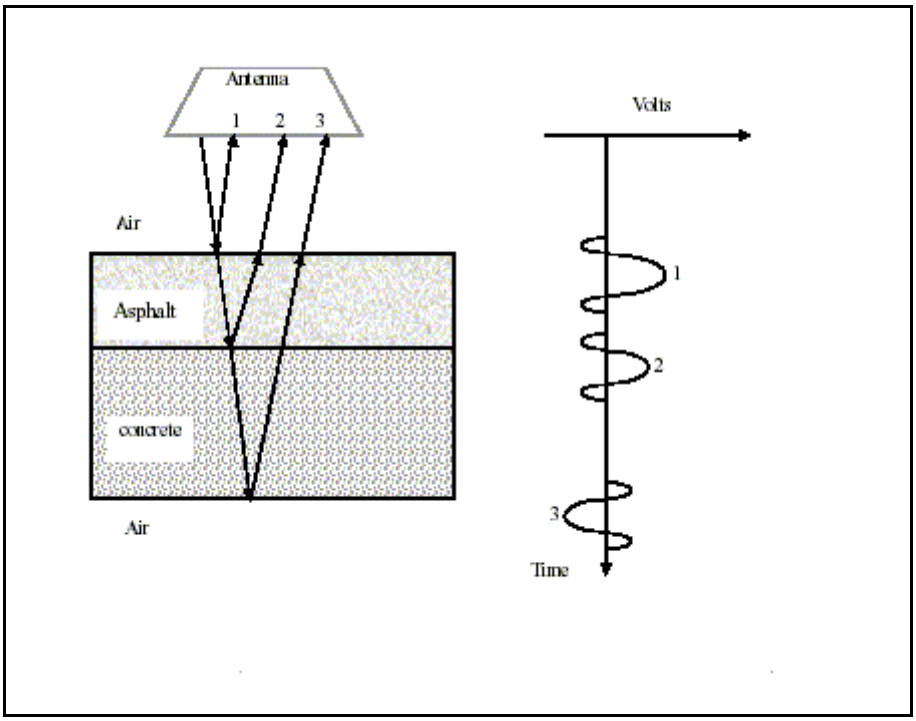


Figura 2.15: Princípio de funcionamento do GPR (MASER et. al., 2001)

A tabela 2.1 mostra as propriedades eletromagnéticas para os materiais usados em pavimentação, que são a base da interpretação dos resultados do GPR.

Tabela 2.1: Propriedades eletromagnéticas típicas (GONÇALVES e CERATTI, 1998)

Material	**Constante dielétrica relativa**	**Condutividade elétrica (mS/m)**	**Velocidade (m/ηs)**	**Atenuação (dB/m)**
Ar	1	0	0,30	0
Água	81	0,05	0,033	0,1
Água do mar	80	3×10^4	0,0015	10^3
Areia seca	3 – 5	0,01	0,015	0,01
Areia saturada	20 - 30	0,1 – 1,0	0,06	0,03 – 0,3
Siltes	5 – 30	1 – 100	0,07	1 – 100
Argilas	5 – 40	2 – 1000	0,06	1 – 300
Granito	4 – 6	0,01 – 1	0,13	0,01 – 1
Concreto asfáltico	3 – 6	0,5 – 1,5	0,12	0,05 – 0,5
Concreto cimento	6 – 11	1 – 3	10	0,5 – 1,5

A espessura de cada camada pode ser obtida através da equação 2.4.

$$d = \frac{\Delta t}{\sqrt{E}} . \frac{1}{2{,}564} \qquad (2.4)$$

onde:

d é a espessura da camada, em centímetros;
Δt é o tempo armazenado de ida e volta, em ηs;
E é a constante dielétrica do meio.

Quando duas camadas apresentam materiais semelhantes, como duas camadas asfálticas, a detecção da interface entre elas é mais difícil, por apresentarem constantes dielétricas parecidas. No caso de um CBUQ sobre um solo granular, esta identificação é mais fácil (GONÇALVES e CERATTI, 1998).

Este aparelho pode ser utilizado em uma série de vertentes da engenharia geotécnica como investigação de tubulações soterradas, caracterização de fraturas em maciços rochosos, na obtenção de perfis estratigráficos, determinação da posição do nível d'água, entre outras.

Na pavimentação, o GPR pode ser usado para:

1. Identificar as espessuras das camadas do pavimento;
2. Verificar as condições dos materiais de cada camada;
3. Investigação da presença de vazios sob placas de concreto cimento.

Os resultados obtidos pelo GPR podem ser utilizados como complemento das seguintes atividades:

1. Inventário de pavimentos em nível de rede;
2. Retroanálise de levantamentos deflectométricos realizados com FWD ou Viga Benkelman;
3. Controle de qualidade da execução de espessuras das camadas do pavimento.

2.4.4.2. Ensaios de propagação de ondas sísmicas

Hoje em dia, existem dois tipos principais de ensaios não destrutivos para a avaliação estrutural de pavimentos: Os ensaios para obtenção das bacias deflectométricas e os ensaios de propagação de ondas sísmicas (RYDEN et. al., 2002).

O resultado final de ambos os métodos é o módulo de resiliência em função da profundidade de cada camada da estrutura. As diferenças mais significativas entre os procedimentos usados nos dois métodos são o nível e a taxa de duração do carregamento.

A acurácia dos resultados da retroanálise das propriedades dos materiais das camadas do pavimento feita a partir dos ensaios tipo FWD aumentam com a profundidade da camada em análise (FONQUINOS, 1995).

As análises espectrais das ondas de superfície (*Spectral Analysis of Surface Wave* - SASW) são em sua maioria estabelecidos através dos ensaios de propagação de ondas sísmicas. Este método foi desenvolvido na Universidade do Texas (*UT Austin*) na década de 1970 (AOUAD et. al., 2000).

A técnica das SASW é usada na avaliação estrutural de pavimentos para se determinar à rigidez do pavimento submetido a baixos níveis de deformação (AUOAD et. al., 2000).

As análises sísmicas de pavimentos (*Seismic Pavement Analysis* – SPA) consistem numa versão das técnicas de SASW, que começou a ser desenvolvida na década de 1980 (TAWFIQ et. al., 2000).

Segundo RYDEN et. al. (2002), estes ensaios são baseados na relação entre a rigidez do pavimento e a velocidade de propagação da ondas sísmicas em um meio. Em solos naturais, o comportamento tensão-deformação é considerado como elástico-linear para baixos níveis de deformação. Baseada nesta hipótese, a velocidade de propagação da onda é determinada pelo módulo E, densidade específica ρ, e coeficiente de Poisson μ

do material atravessado pela onda. A partir de ρ e da velocidade da onda cisalhante (V_S), o módulo *G* pode ser determinado usando a seguinte expressão:

$$G = \rho.(V_S)^2 \tag{2.5}$$

A partir de *G* e μ, o módulo *E* poder ser determinado de forma direta:

$$E = 2.(1+\mu).G \tag{2.6}$$

A partir das medidas da onda de compressão (V_P), o μ pode ser calculado de forma direta:

$$\mu = \frac{0{,}5.\alpha^2 - 1}{\alpha^2 - 1} \tag{2.7}$$

onde $\alpha = (V_P / V_S)$.

Para calcular o módulo a partir da velocidade da onda de superfície (V_R), a seguinte relação é primeiramente usada para converter V_R em V_S:

$$V_S = V_R.(1{,}13 - 0{,}16.\mu) \tag{2.8}$$

Estas equações são todas válidas para teoria da elasticidade. Para descrever um material isotrópico e elástico-linear só dois parâmetros são necessários: *E* e μ. Entretanto, pode-se também usar V_P e V_S.

As espessuras das camadas com grandes diferenças de impedância sísmica podem ser calculadas a partir da freqüência ressonante de cada camada. Esta ressonância ocorre quando a amplitude (λ) da onda de compressão é duas vezes a espessura da camada. A amplitude da onda é calculada a partir da velocidade e freqüência (*f*), usando a seguinte expressão:

$$\lambda = V/f \tag{2.9}$$

A maioria dos testes sísmicos para ensaios não destrutivos de pavimentos é baseada no mapeamento da dispersão das ondas de superfície. No meio das camadas elásticas, a velocidade da onda na superfície é função da amplitude da onda.

Os ensaios sísmicos feitos no pavimento possibilitam a obtenção das propriedades principais das camadas asfálticas (isto é, módulo de resiliência, coeficiente de Poisson e espessuras). Com o método sísmico pode-se também obter as características das diversas camadas do pavimento, com diferentes propriedades de rigidez, entre outras (RYDEN et. al., 2002).

Esta informação sobre as camadas do pavimento é essencial na retroanálise dos dados obtidos através do FWD. A natureza deste método implica que ensaios sísmicos podem ser usados em conjunto com os testes tipo FWD, com a finalidade de testar a acurácia deste modelo para retroanálise. Em conjunto com o FWD, esta metodologia pode ser usada para determinação da profundidade e espessura de camadas rígidas no subleito (AOUAD et. al., 2000).

2.5. Equipamentos não-destrutivos utilizados no Brasil

Sem sombra de dúvida, o equipamento de avaliação estrutural de uso mais difundido, tanto no Brasil como no mundo, é a viga Benkelman. Este equipamento vem sendo utilizado neste país desde os anos 1960. Entretanto, os equipamentos do tipo FWD, a partir da década de 1980, experimentaram um crescimento no seu uso devido à quantidade de informações que podem ser obtidas em uma única campanha e pela sua elevada produtividade (ALBERNAZ et. al., 1995).

Atualmente, é crescente o uso do FWD para se medir deflexões, já que este apresenta maior acurácia e produtividade do que a viga. Outro fator que é relevante nas medições realizadas com a viga consiste em que os resultados frutos deste ensaio apresentam grande dispersão, que aumenta à medida que a distância radial dos pontos de leitura se afasta do ponto de aplicação da carga, o que acontece em menor intensidade nas

medições realizadas com o FWD. Só são verdadeiramente confiáveis as deflexões máximas quando do uso da viga *Benkelman* (ROCHA FILHO e RODRIGUES, 1998).

Segundo MONTEIRO et. al. (1996), a maior vantagem do uso do FWD em relação à viga Benkelman é a capacidade do FWD de simular as condições de uma carga transiente em termos de magnitude e freqüência, o que não ocorre nos levantamentos feitos com o uso da viga. Desta forma, as deflexões lidas se aproximam da promovida por um carregamento dinâmico. Outro fator importante é que o FWD proporciona leituras rápidas e acuradas, com sistema de aquisição de dados automático.

Observa-se que o FWD é mais preciso do que a viga Benkelman, mas que o primeiro apresenta um custo elevado quando utilizado em trechos de curta extensão, sendo mais viável para as prefeituras o uso da viga, que é mais acessível (PAIVA e CAUSIM, 2000).

Da mesma forma que a viga Benkelman, os deflectômetros de impacto medem os deslocamentos verticais na superfície quando da aplicação de um carregamento. A diferença está no modo que esta carga é aplicada. As cargas são aplicadas por impacto no FWD e as deflexões obtidas resultam da propagação de ondas elásticas nas diversas camadas que compõe o pavimento, inclusive o subleito (MEDINA, et. al., 1994).

Ainda não foram exploradas no Brasil, de maneira mais ampla e sistemática, as versões mais recentes da viga Benkelman, como o defletógrafo *Lacroix*, desenvolvido na França e/ou o *Travelling Deflectometer*, de origem californiana (EUA). Estes instrumentos, que existem há cerca de 40 anos, permitem maior rendimento quanto ao número de medições e proporcionam maior acurácia aos resultados obtidos, da mesma ordem que o FWD. (MEDINA et. al., 1994).

Enfim, os dois equipamentos usados para avaliação estrutural no Brasil são a viga Benkelman e o FWD.

2.6. Correlações entre as deflexões medidas com a viga Benkelman e o FWD

Desde os anos de 1960, a viga Benkelman é usada no Brasil. Com o desenvolvimento dos procedimentos de avaliação estrutural do DNER, as medidas feitas com a viga Benkelman são usadas no cálculo de reforço de pavimentos flexíveis. Nos últimos anos, têm surgido equipamentos para a medição de deflexões como o FWD, entre outros, que apresentam maior acurácia e rendimento. Apesar disso, a viga Benkelman é tida como referência universal para medida de deflexões, pois muitos métodos foram concebidos para uso de suas medidas.

Por exemplo, no Brasil, o Sistema de Gerência de Pavimentos do DNER e o modelo HDM adotado pelo Banco Mundial, fazem uso das deflexões obtidas pela viga Benkelman como critério de projeto e de estudos. Dessa forma, muitos estudiosos do meio rodoviário pesquisam formas de se estabelecer correlações entre as medidas realizadas com outros equipamentos mais sofisticados com as medidas feitas com a viga Benkelman. No Brasil, em particular, tem-se procurado correlacionar os valores de leituras feitas como o FWD com os da viga, pois o uso do FWD apresenta grande aceitação no meio rodoviário nacional (DUARTE et. al., 1996).

Segundo CAMPOS et. al. (1995), as deflexões máximas determinadas através da viga Benkelman e do FWD podem ser diferentes devido aos seguintes fatores:

1. Apresentam diferentes configurações quanto à aplicação e geometria do carregamento. O carregamento da viga Benkelman é quase-estático, enquanto a aplicação do carregamento do FWD é de impacto, transmitindo um pulso de carga similar ao de veículos a cerca de 70km/h;
2. O sistema de medição da viga Benkelman possui um grau de dispersão maior, incluindo dependência quanto ao operador;

Deve-se ressaltar que uma determinada correlação só é válida no local onde ela foi desenvolvida e ajustada. Segundo DUARTE et. al. (1996), sempre deve se verificar as correlações obtidas em uma determinada localidade em outras regiões e/ou países, visando o seu aprimoramento.

Determinar uma correlação entre as medidas feitas com a viga Benkelman e com o FWD parece difícil, já que as leituras da viga são muito dependentes dos fatores ambientais e operacionais, além dos diferentes tipos de carregamento entre os dois ensaios (ROCHA FILHO e RODRIGUES, 1996).

Afinal, qual é o objetivo da determinação de uma correlação entre as deflexões máximas determinadas com o FWD e a viga? Se for a utilização desta para se possibilitar o dimensionamento da espessura da camada de reforço através dos métodos preconizados pelo DNER trata-se de um desperdício de tempo. Não que os métodos desenvolvidos pelo DNER não sirvam para esta finalidade. Muito pelo o contrário! Na opinião do autor desta tese o que deve ser feito é o seguinte: quando o levantamento das deflexões for realizado com o FWD, deve-se ser feita uma análise mecanística destes dados a fim de se obter os módulos de resiliência das camadas do pavimento através de retroanálise.

No caso do levantamento ser efetuado através da viga Benkelman, deve ser utilizado algum dos métodos de dimensionamento de reforço preconizados pelo DNER, já que o processo de retroanálise começa pela determinação dos módulos de resiliência do subleito, sendo necessários ajustes das deflexões dos pontos mais afastados do ponto de aplicação da carga, justamente os que apresentam maior dispersão quando obtidos pela viga Benkelman, gerando erros que, certamente, serão propagados no cálculo dos módulos das camadas superiores, comprometendo todo o processo de retroanálise, que forneceria dados não condizentes com os do pavimento real. Resumindo: cada tecnologia tem seu espaço, o que define o uso de uma ou outra é o tipo de equipamento utilizado no levantamento deflectométrico. Por este prisma, torna-se impraticável a correlação destes valores.

2.7. Ajuste das medidas de deflexão

O ajuste das deflexões é realizado com a finalidade de transformar leituras discretas em contínuas. Segundo ALBERNAZ (1997), as deflexões podem ser ajustadas de acordo com a seguinte equação:

$$D_X = \frac{1}{M.r_x^{Ex} + B} \qquad (2.10)$$

onde:

D_x é a deflexão no ponto referente à distância radial r_x;
r_x é a distância radial;
D_0 é a deflexão máxima, que ocorre no centro da área carregada (r_x = 0cm);
B é um dos coeficientes da equação ($B = 1/ D_0$);
M, Ex são os coeficientes da equação obtidos no ajuste da bacia.

2.8. Fatores que influenciam nas medições de deflexão

Segundo MOMM et. al. (2001), os valores de deflexão são função de uma vasta série de fatores como:

1. Geometria do carregamento;
2. Magnitude do carregamento;
3. Pressão de inflação do pneu;
4. Ponto de aplicação da carga;
5. Posição do ponto de medida em relação à posição da carga.

Além destes fatores supracitados, as deflexões são ainda influenciadas pelas condições ambientais e pelos equipamentos utilizados para este fim. Alguns destes fatores serão discutidos nos itens subseqüentes do capítulo.

2.8.1. Defasagem do pico das medidas de deflexão

O FWD é comumente usado nas análises não-destrutivas de pavimentos para estimar os módulos das camadas da estrutura. A maioria dos atuais procedimentos de retroanálise prevê o módulo das camadas a partir das deflexões de pico medidas em cada geofone. As análises assumem que o carregamento do FWD é estaticamente aplicado sobre o pavimento, que é modelado com um sistema elástico em camadas com comportamento linear ou não-linear (FERNANDO et. al., 2002).

Quando uma análise estrutural de pavimentos é feita usando o FWD, o maior deslocamento conforme mostrado na figura 2.12 em um determinado tempo é medido

para cada geofone, mas usualmente só as deflexões de pico são usadas no processo. Os programas de campo usados para capturar os resultados do FWD podem ser ajustados para mostrar na tela do computador o tempo do teste, toda variação de deflexões em função do tempo de carregamento para cada sensor. Porém, normalmente, só a deflexão de pico do FWD são gravadas no disco e o resto é descartado (SALT et. al., 2002).

Já é sabido que o pico das deflexões apresenta uma defasagem quanto ao carregamento, tanto maior quanto mais afastado estiver o sensor (MEDINA et. al., 1994).

Segundo MACÊDO (1996), as deflexões medidas pelos sensores do FWD não correspondem ao instante de aplicação do carregamento durante o ensaio em função da diferença de fase (*phase lag*) dos sinais dinâmicos lidos pelos sensores.

Segundo SALT et. al. (2002), esta defasagem tem sido considerada em pesquisas de análises dinâmicas, o que proporcionaria o desenvolvimento de avaliações não-destrutivas pseudo-estáticas, mas esses métodos demandam elevada capacidade computacional bem como a incorporação de parâmetros dinâmicos adicionais (viscosidade e propriedades visco-elásticas dos materiais). Por estas razões, geralmente não são usadas, na prática, nos métodos convencionais de avaliação estrutural.

2.8.2. Posicionamento dos sensores

As deflexões são medidas em 0,01mm. Pequenos erros nas leituras deste parâmetro podem gerar efeitos profundos nos resultados de uma avaliação estrutural. Neste sentido, torna-se de extrema importância se saber a que distância do centro da área carregada estão posicionados os sensores ao longo da bacia de deflexões. Segundo STUBSTAD et. al. (2000), o posicionamento correto dos sensores é de vital importância a fim de se obter resultados acurados nas leituras de deflexão.

Como o resultado dos levantamentos deflectométricos pode ser influenciado pelo posicionamento dos sensores, a escolha das posições de leitura deve ser feita em função da rigidez e espessura do pavimento em análise. Por exemplo, pavimentos flexíveis de grande espessura requerem que o último sensor fique mais afastado do ponto de aplicação da carga, para se registrar as deflexões devidas somente à camada de subleito.

Já em pavimentos delgados, como de TSS ou TSD, o último sensor pode ficar mais próximo (ROCHA FILHO e RODRIGUES, 1996).

Isto consiste numa forma de reduzir as incertezas com relação à análise estrutural. Deve-se posicionar os sensores da forma mais adequada, a fim de se determinar valores modulares que levem a um ajuste tão mais acurado quanto possível entre as bacias medida e calculada. Segundo PINTO e DOMINGUES (2001), geralmente são empregados os seguintes posicionamentos dos sensores:

1. Para pavimentos flexíveis: 0, 20, 30, 45, 65, 90 e 120cm;
2. Para pavimentos rígidos: 0, 20, 30, 80, 100, 160 e 200cm.

2.8.3. Efeito da temperatura nas medidas de deflexão

No caso de pavimentos flexíveis, a temperatura influi na rigidez dos revestimentos asfálticos, podendo alterar a distribuição das cargas do tráfego às camadas inferiores, influindo nos valores de deflexão (ROCHA FILHO e RODRIGUES, 1996a).

Segundo CHEN et. al. (2000), a temperatura é um dos parâmetros mais importantes que afetam as medidas de deflexão, devendo ser feita a correção destes valores em função de uma temperatura de referência.

Tanto no Guia de Gerência de Pavimentos do DNER (1983) como no guia da AASHTO (1993) é destacada a necessidade da correção quanto à temperatura a fim de indicar ou padronizar as leituras de deflexão para uma temperatura padrão. Nestes guias são apresentados ábacos para se fazer tais correções. Por outro lado MOTTA e MEDINA (1986) mostraram que esta correção é relativa ao tipo de estrutura e ao clima, não sendo tão relevante em climas tropicais e estruturas esbeltas como temos no Brasil.

2.8.4. Efeito da variação sazonal nos valores de deflexão

Segundo OLIVEIRA e FABRÍCIO (1967), uma dúvida que imperava na área de pavimentação era a seguinte: Qual a época do ano mais favorável às medições de deflexões no pavimento, sendo seus valores função das condições meteorológicas?

Já naquela época, o meio técnico, de maneira geral, estava de acordo que a época mais adequada para realização de tais medições era após a estação chuvosa, em que o subleito apresentava o pior desempenho em relação a sua capacidade de suporte. Entretanto, se esta linha de raciocínio fosse empregada como regra, o uso da viga Benkelman ficaria restrito a um pequeno período de tempo durante o ano, não sendo utilizado nas demais épocas.

Achava-se no início que a deflexão é sensível a variação sazonal, não tendo sentido a determinação de uma deflexão sem a referência do período em que foi executada (SOUZA, 1967). Mas pesquisas posteriores realizadas no Brasil, tais como a pesquisa ICR e PAEP, mostraram que esta sazonalidade é baixa, além da ausência do ciclo gelo-degelo (MEDINA, 1997). Nestas pesquisas chegou-se a variações sazonais da ordem de 20 a 40% entre a estação seca e a estação chuvosa. No caso dos EUA esta variação pode chegar a 400%, ou seja, cinco vezes entre a medida do inverno e da primavera.

Os métodos de dimensionamento de reforço de pavimentos consideram as variações sazonais ou ambientais de diferentes formas. Alguns procedimentos são baseados na deflexão crítica de primavera, enquanto outros usam as deflexões normais ou as de verão. Desta forma, o planejamento da avaliação estrutural deve ser desenvolvido em conjunto com o método de análise (HAAS et. al., 1994).

De acordo com o DNER-PRO 10 (1979a), a época do ano mais indicada a realização de levantamentos deflectométricos é imediatamente após a estação chuvosa, onde o subleito se encontra na condição mais desfavorável. Entretanto, isto não é sempre possível. O artifício proposto neste procedimento é o de se corrigir as medidas de deflexão através da utilização de fatores de correção sazonal. Os valores sugeridos são apresentados na tabela 2.2.

Tabela 2.2: Fatores de correção sazonal (DNER, 1979a)

Natureza do Subleito	**Fator de Correção Sazonal - F_S**	
	Estação Seca	**Estação Chuvosa**
Arenoso e Permeável	1,10 – 1,30	1,00
Argiloso e Sensível à Umidade	1,20 – 1,40	1,00

2.9. Controle deflectométrico durante o processo construtivo

Este procedimento deve ser feito com o intuito de se controlar a deformabilidade de cada camada, ou seja, da rigidez do pavimento, já que a deformabilidade das camadas influem de forma relevante no mecanismo de fadiga dos revestimentos betuminosos. Desta forma, tem-se meios de se limitar a contribuição de cada camada na deflexão total do pavimento, o que eleva a possibilidade de se executar a camada final de revestimento dentro do limite admissível de deflexão para a estrutura acabada.

Todavia, segundo TRICHÊS (1999), a adoção deste procedimento apresenta o obstáculo de não existir qualquer referência de qual o nível deflectométrico deve ser atingido após a execução de cada camada da estrutura do pavimento, desde que o dimensionamento continue pelo CBR.

Medições de deflexão com o auxílio da viga Benkelman podem apresentar uma grande variabilidade, quando são realizados em camadas de solo e brita. Esta imprecisão pode ser devida a irregularidade na superfície destas camadas, além do pouco "efeito de placa" na transmissão do carregamento, pois estes materiais são particulados. Neste caso, é aconselhável fazer um controle estatístico nessas medições, ao invés de considerar somente valores médios. De forma geral, é adotada a distribuição normal na análise dos dados obtido, visando o tratamento e o ajuste dos dados experimentais (MOTTA et. al., 1995). No entanto, em muitos casos estas medidas são adequadas e muito úteis (SOARES et. al., 2000).

CAPÍTULO III
RETROANÁLISE DE MÓDULOS DE RESILIÊNCIA

3.1. Retroanálise: conceitos básicos

Os métodos usuais de dimensionamento de pavimentos foram desenvolvidos de forma empírica, tendo como principal desvantagem a limitação do seu uso, podendo ser utilizados só em casos similares ao do seu desenvolvimento. Com o surgimento dos programas computacionais, o dimensionamento passou a ser baseado na teoria da elasticidade, onde os principais parâmetros necessários ao cálculo são o módulo de resiliência e o coeficiente de Poisson (MEDINA, 1997).

O módulo de resiliência, que define a relação entre as tensões e as deformações nas camadas do pavimento, pode ser determinado de duas formas:

1. Em laboratório, através do ensaio triaxial dinâmico (solos) e de compressão diametral (misturas asfálticas, materiais cimentados);
2. Analiticamente, através da retroanálise dos módulos de resiliência a partir das bacias deflectométricas obtidas sob a superfície do pavimento.

O coeficiente de Poisson define a relação entre as deformações específicas radiais (horizontais) e axiais (verticais) dos materiais. Sua influência nos valores das tensões e deformações calculadas é pequena, salvo no caso das deformações radiais, as quais lhe são proporcionais. Na maioria das vezes este valor é adotado para cada material quando são usados programas de cálculo de tensões e deformações em pavimentos.

Segundo MAINA et. al. (2002), na maioria dos casos de retroanálise são adotados a espessura e o coeficiente de Poisson para cada camada.

A retroanálise é um processo que permite a obtenção dos módulos de resiliência das camadas do pavimento e subleito. Esta determinação é feita a partir das bacias deflectométricas que o pavimento apresenta quando submetido ao carregamento externo, que é simulado através de ensaios não-destrutivos, podendo utilizar equipamentos como a viga Benkelman, universalmente divulgada ou o FWD, instrumento mais sofisticado capaz de obter determinações mais precisas (VILLELA e MARCON, 2001).

O objetivo principal da retroanálise é fornecer as propriedades das camadas do pavimento *in situ*, dados estes que são utilizados na manutenção e/ou restauração das características aceitáveis do pavimento (VILLELA e MARCON, 2001).

A retroanálise se baseia na interpretação do formato e magnitude do deslocamento da superfície do pavimento, conhecida como bacia deflectométrica, quando esta é submetida à ação de cargas (ALBERNAZ et. al., 1995). De forma geral, a retroanálise é realizada com os seguintes objetivos:

1. A obtenção dos módulos de resiliência dos materiais na condição em que se encontram no campo;
2. Minimizar o número de sondagens para determinação das espessuras e coletas de amostras para determinação dos parâmetros desejados, que são de difícil reprodução em laboratório, além de serem onerosas, perigosas e demoradas.

Segundo ALBERNAZ (1997), a retroanálise é importante porque:

1. Permite a avaliação estrutural comparativa entre trechos de uma mesma rodovia ou de rodovias diferentes;
2. Fornece dados para projetos de drenagem, indicando a presença de possíveis camadas rígidas no subleito;
3. Proporciona a elaboração de projetos mais racionais, que se convertem em pavimentos mais duráveis e de custo mais baixo;
4. Projetos mais confiáveis evitam restaurações prematuras e altos custos de manutenção e/ou restauração, se for o caso.

Segundo ALBERNAZ et. al. (1996) e PREUSSLER et. al. (2000), a retroanálise dos módulos de resiliência de um pavimento apresenta as seguintes vantagens em relação a outros processos de avaliação:

1. Eliminação ou minoração da necessidade de ensaios destrutivos para a coleta de amostras do pavimento e subleito;
2. Representação do estado real da estrutura;
3. Determinação de estimativas dos módulos resilientes dos materiais nas condições reais de campo;
4. Rapidez e acurácia na obtenção das propriedades elásticas das camadas do pavimento;
5. Redução de gastos.

Os ensaios de cargas repetidas realizados em laboratório são de fundamental importância para balizar os programas de retroanálise, utilizados com dados resultantes de ensaios não destrutivos de pavimentos (MEDINA et. al., 1994).

A partir do final da década de 70, nas pesquisas realizadas na COPPE/URFJ, em parceria com o IPR/DNER, foi introduzida a seguinte rotina na execução de reforços de pavimentos:

1. Medir as deflexões no campo (e sempre que possível a bacia deflectométrica);
2. Retirar amostras das diversas camadas do pavimento para obtenção de sua umidade e densidade *in situ*, para posterior reprodução em laboratório;
3. Ensaiar todos os materiais extraídos do pavimento para se obter o seu comportamento tensão-deformação;
4. A partir do uso do programa FEPAVE, calcular as tensões e deformações no interior do pavimento, utilizando o carregamento padrão;
5. Calcular o reforço de forma iterativa, admitindo uma certa espessura de material com um determinado comportamento estrutural, representado por um valor de módulo de resiliência;
6. Calcular o novo estado de tensões e deformações, devido ao carregamento estabelecido e comparar os valores obtidos com os admissíveis.

Este roteiro se mostrou adequado em muitos trechos estudados, já que as bacias deflectométricas calculadas e medidas apresentavam bons ajustes. Através desta pesquisa foi possível mostrar que grande parte da deflexão elástica nos pavimentos flexíveis é fruto das características das camadas granulares e não do subleito, como se pensava anteriormente e se considerava nos países de clima temperado (MEDINA, 1997).

Atualmente, existe uma série de métodos computacionais que proporciona a análise de estruturas de pavimentos compostos por *n* camadas. Tais programas comparam as deflexões medidas e calculadas, apresentando como resultado final os módulos e espessuras de cada camada, somatório de erros, diferenças percentuais, etc (FONSECA, 2002).

3.2. Métodos de retroanálise

Segundo FABRÍCIO et. al. (1994), a maioria dos métodos de retroanálise de bacias deflectométricas, em seu procedimento, converte a estrutura do pavimento real em um sistema de três camadas. São elas:

1. Subleito;
2. Camada granular única, com a mesma espessura das camadas granulares existentes (base+sub-base+reforço de subleito);
3. Camada betuminosa única, com a mesma espessura das camadas betuminosas existentes.

Uma das questões mais intrigantes nos procedimentos de retroanálise a partir de bacias de deflexão é que cada seção levantada possui suas próprias características, ou seja, módulo de elasticidade, coeficiente de Poisson e espessuras distintas e desconhecidas. Para contornar este problema, geralmente são adotados valores de espessuras *h* das camadas, estimados os valores de densidade γ e coeficiente de Poisson μ, sendo calculado apenas o módulo de resiliência. Mesmo com estas simplificações o problema continua complexo, pois estes valores são influenciados por vários fatores como: umidade, temperatura e elasticidade não-linear das camadas granulares, por exemplo.

Mesmo assim, com todas as simplificações, o problema não garante uma solução fechada. Não há uma solução única, várias configurações estruturais podem resultar numa mesma bacia deflectométrica (MEDINA et. al., 1994).

Influem diretamente neste tipo de cálculo os valores adotados para espessuras das camadas e os escolhidos para módulo inicial. O critério de convergência usado também influi no resultado final do procedimento (MEDINA et. al., 1994).

Como todos os procedimentos oriundos da teoria da elasticidade aplicada aos sistemas estratificados, a retroanálise é de solução bastante complexa. Demandava-se muito tempo nos seus cálculos. Com o desenvolvimento da informática, tornou-se viável e possível a resolução dos sistemas de equação dos métodos de retroanálise.

Basicamente, os métodos de retroanálise são classificados em dois grupos: iterativos e simplificados.

3.2.1. Métodos iterativos

Os métodos iterativos são aqueles onde a determinação das características elásticas e geométricas das camadas do pavimento são realizadas através da comparação entre a bacia deflectométrica obtida em campo e a teórica de uma série de estruturas, até que as deflexões de campo sejam as mesmas que as obtidas para bacia teórica, ou apresente um resíduo admissível, que é definido no início do processo. Entretanto, por utilizar processos iterativos na convergência de sua solução, demandam muito tempo de processamento e, em função do número de trechos de análise, este processo pode durar horas ou até mesmo dias para ser terminado (ALBERNAZ et. al., 1995).

Os métodos iterativos consistem numa comparação entre a bacia de deflexão teórica com a obtida em campo. Esta comparação é feita através de tentativas, até a obtenção de um determinado critério de convergência, que tem como objetivo a minimização das diferenças (PREUSSLER et. al., 2000).

Segundo MEDINA et. al. (1994), existem várias formas de se estabelecer este ajuste, cabendo destacar as seguintes, que são bastante usadas:

1. Erro relativo em cada sensor;
2. Soma dos valores absolutos das diferenças entre as deflexões medida e calculada em cada sensor;
3. Soma das diferenças ao quadrado;
4. Raiz média quadrática.

Segundo MACÊDO (1996), para orientar o processo iterativo, visando excluir valores modulares destoantes com os materiais das camadas são admitidas as seguintes hipóteses, de acordo como a estrutura do pavimento:

1. Que os módulos decrescem com a profundidade, salvo em pavimentos assentes sobre solos lateríticos;
2. Módulo do subleito constante;
3. Localização de camada rígida;
4. Fixação de relações modulares.

Segundo ALBERNAZ et. al. (1995), os métodos iterativos são classificados em:

1. Métodos que calculam, durante o processamento, os parâmetros elásticos de estruturas teóricas, cujas bacias deflectométricas são comparadas às bacias medidas em campo;
2. Métodos que fazem uso de banco de dados das características elásticas e geométricas de uma gama de estruturas teóricas;
3. Métodos que utilizam equação de regressão estatística.

3.2.1.1. Métodos que calculam os parâmetros elásticos durante o processamento

Nestes métodos, a comparação entre as bacias de campo e a calculada é feita de forma iterativa, até que a semelhança entre ambas esteja dentro de um limite anteriormente estipulado. As características do pavimento ensaiado são tomadas como iguais a da estrutura cuja deformada mais se aproximou da bacia medida no ensaio. Os parâmetros da estrutura teórica são calculadas através de programas de análise de tensões e deformações como FEPAVE2, ELSYM5, JULEA, BISAR, KENLAYER, etc.

3.2.1.2. Métodos que utilizam banco de dados

Estes métodos partem do mesmo princípio do método anterior. A diferença é que as bacias medidas em campo são comparadas com as bacias teóricas de estruturas previamente calculadas e armazenadas em um banco de dados. Desta forma, este procedimento se torna mais rápido do que o anterior, mas pode perder em acurácia, se o banco de dados não for relativamente grande, que contemple uma sorte de estruturas adequadas. Seguem essa filosofia os seguintes programas: MODULUS, COMDEF, DBCONPAS, REPAV, etc.

3.2.1.3. Métodos que utilizam equações de regressão estatística

Utilizam-se fórmulas obtidas através de regressões estatísticas para determinação das deflexões teóricas em pontos pré-estabelecidos da bacia deflectométrica. As deflexões são determinadas em função das características do carregamento, das espessuras e das propriedades elásticas da estrutura. Os dados usados na regressão são obtidos por programas de análise mecanística. São pouco utilizados em relação aos outros e, da mesma forma que os demais métodos, tem sua solução quando a diferença entre as deformadas teóricas e medidas atinge um valor pré-fixado. São exemplos de aplicação deste método os programas LOADRATE (CHUA e LYTTON, 1984 *apud* ALBERNAZ, 1997) e PASTREW (MARCHIONNA et. al., 1985 *apud* ALBERNAZ, 1997).

3.2.1.4. Desvantagens dos métodos iterativos

Geralmente, os métodos iterativos de retroanálise são lentos, exceto os que utilizam bancos de dados. Estes tem sua velocidade em função do tamanho e detalhamento do banco de dados, que deve conter todas as combinações de parâmetros elásticos e geométricos de estruturas encontradas na prática. Apesar de serem rápidos, os métodos que utilizam equações de regressão estatística não apresentam boa acurácia.

Segundo CARDOSO (1995) e PREUSSLER et. al. (2000), os resultados obtidos através de métodos iterativos de retroanálise são influenciados pelos seguintes fatores:

1. Os valores modulares finais da estrutura em estudo são dependentes dos valores modulares iniciais ou "semente" (*seed moduli*) adotados para as camadas;
2. Admitem várias soluções, pois uma bacia de deflexões pode corresponder a uma centena de configurações estruturais diferentes, sendo que o processo de convergência, por sua vez, é função dos valores modulares iniciais adotados;
3. As espessuras adotadas para as camadas da estrutura influenciam nos valores dos módulos finais. Quando é adotado para uma determinada camada uma espessura menor do que a sua espessura real, o módulo obtido poderá ser bem maior do que o do pavimento real. Isso ocorre para se compensar o valor da rigidez equivalente de cada camada, que é função do módulo e da espessura. Daí a necessidade da obtenção das espessuras, que seria de fácil obtenção se os relatórios de execução de obras (*as built*) fossem um item obrigatório dos contratos de construção e de supervisão de obras;
4. A presença e a profundidade de uma camada rígida influencia nos resultados da retroanálise, assim como a presença de camadas de solos saturados ou até mesmo de lençóis freáticos no subleito.

3.2.1.5. Artifícios usados para simplificar os procedimentos de retroanálise

O principal problema que a retroanálise apresenta é a possibilidade de haver tantas combinações de módulos de resiliência que são compatíveis com a bacia de deflexão medida (LYTTON, 1989).

Um artifício que pode facilitar o procedimento de retroanálise é o conhecimento prévio do módulo *in situ* de uma ou mais camadas. Pode-se obter, por exemplo, o módulo do revestimento através de ensaios destrutivos e/ou através de correlações com a viscosidade e/ou temperatura do ligante asfáltico (RUTH e FERNANDES JÚNIOR, 1999).

Neste contexto, um procedimento que pode ser usado é o modelo da AASHTO (1993) para o cálculo do módulo do subleito. Através deste método é possível se determinar, de forma rápida e precisa, o módulo do subleito *in situ*, através da seguinte expressão:

$$E_{SUB} = \frac{Q}{a.D_a}.S_f \qquad (3.1)$$

onde:

E_{SUB} é o módulo do subleito (kgf/cm^2);
Q é a carga aplicada (kgf);
a é à distância do ponto de aplicação da carga (cm);
D_a é a deflexão à distância a (cm);
S_f é o fator de correção da carga em função do coeficiente de Poisson (μ)

Esta correção se dá de acordo com a tabela 3.1.

Tabela 3.1: Fatores de correção da carga em função do μ (AASHTO, 1993)

μ	**0,50**	**0,45**	**0,40**	**0,35**	**0,30**
S_f	0,2686	0,2792	0,2892	0,2930	0,2969

Segundo PREUSSLER et. al. (2000), o modelo da AASHTO (1993) pode ser usado como dado de entrada nos programas de retroanálise, na tentativa de minimizar os erros. Para este cálculo, deve-se levar em conta as deflexões mais distantes do centro da placa, fora do cone de pressões do carregamento, onde só há influência do subleito nas deformações elásticas.

Outra forma interessante de simplificar e, ao mesmo tempo, aumentar a acurácia dos processos de retroanálise iterativos é através da adoção de faixas de valores de módulos coerentes com o material a ser analisado. Neste sentido, a tabela 3.2 apresenta valores médios de módulos *in situ* para revestimentos asfálticos, bases, sub-bases, reforços de subleito e subleito, com as respectivas faixas de variação. Segundo CARDOSO (1995), estes valores podem ser utilizados em pré-dimensionamentos, estudos preliminares e como limites de módulos iniciais para o início de retroanálise.

Tabela 3.2: Faixas de módulos retroanalisados sugeridos por CARDOSO (1995)

Camada	Média (kgf/cm^2)	Mínimo (kgf/cm^2)	Máximo (kgf/cm^2)
Revestimentos	29000	11300	58200
Bases (*)	2700	1000	7300
Sub-bases	1500	700	3000
Reforço de subleito	1200	300	3000
Subleitos	1500	800	2700

(*) Salvo bases cimentadas

3.2.2. Métodos simplificados

Métodos de retroanálise simplificados são aqueles onde a obtenção das características elásticas da estrutura do pavimento é feita através da utilização de equações, tabelas e gráficos, entre outros procedimentos simplificados oriundos da teoria da elasticidade aplicada aos meios homogêneos, isotrópicos e linearmente elásticos.

De maneira geral, consistem na conversão do pavimento real em estruturas equivalentes mais simples, de duas ou três camadas incluindo a camada de subleito. Como tratam o problema de forma simplificada, são mais rápidos do que os métodos iterativos, porém perdem em acurácia.

Dentre os métodos simplificados, os mais conhecidos a nível nacional são os seguintes:

1. Métodos da AASHTO (1993);
2. Método de FABRÍCIO et. al. (1988), que se baseia no modelo de *Hogg*;
3. Método de NOURELDIN (1993) e ALBERNAZ (1997).

3.2.2.1. Método da AASHTO (1993)

Neste método, apresentado no Guia de Projeto de Pavimentos da AASHTO (1993), o pavimento real é convertido em uma estrutura de duas camadas, onde a superior representa todas as camadas do pavimento real (revestimento + base + sub-base + reforço) e a inferior a camada de subleito.

O módulo equivalente ao conjunto de camadas do pavimento é denominado de módulo efetivo do pavimento (E_P), sendo necessário os seguintes dados para o seu cálculo:

1. Deflexões medidas (d_i) em pontos a uma distância r_i do ponto de aplicação da carga;
2. As características do carregamento (pressão e raio da área de contato);
3. A espessura total acima do subleito D.

O módulo de resiliência do subleito (M_R) é obtido através da seguinte equação:

$$M_R = \frac{0{,}24.P}{d_i.r_i} \tag{3.2}$$

onde o produto $d_i.r_i$ deve ser determinado para um ponto da bacia deflectométrica bem afastado do ponto de aplicação da carga, onde só há a influência do subleito. A AASHTO recomenda que o valor de r_i seja cerca de 70% do valor do raio do bulbo de tensões a_e na interface pavimento/subleito, cujo valor é dado pela expressão 3.3.

$$a_e = \sqrt{\left[a^2 + \left(D^3 . \sqrt{E_P / M_R} \right)^2 \right]} \tag{3.3}$$

Por fim, o módulo E_P é determinado iterativamente, até que o segundo membro da equação 3.4 se iguale ao valor da deflexão máxima (d_0), que se dá no ponto de aplicação da carga.

$$d_0 = 1{,}5.p.a \left\{ \frac{1}{M_R . \sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} . \sqrt[3]{E_P / M_R} \right)^2}} + \frac{\left[1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(D / a \right)^2}} \right]}{E_P} \right\} \tag{3.4}$$

onde:

D é a espessura total das camadas acima do subleito;
P é a carga aplicada sobre a área circular;
a é o raio da área circular de distribuição da carga;
p é a pressão de contato.

No guia da AASHTO (1993) é apresentada uma série de critérios de ajuste para o valor modular do subleito, que é influenciado por variações sazonais e pela presença de camadas rígidas no subleito (até cerca de 4,5m de profundidade).

Deve-se também normalizar os valores obtidos de deflexão máxima numa temperatura qualquer para a temperatura padrão de referência, que é de 20^{o}C, para fins de comparação dos módulos determinados ao longo do trecho em estudo. Todos estes ajustes são feitos por meios de gráficos apresentados no guia citado.

3.2.2.2. Método de FABRÍCIO et. al. (1988)

Uma série de modelos poderia ser utilizada para uma retroanálise simplificada, sendo que no estudo desenvolvido por FABRÍCIO et. al. (1988) foi escolhido o Modelo de *Hogg*, por ser um dos mais simples. Consiste em uma placa elástica, de espessura *t* e largura e comprimentos infinitos, assente num subleito elástico, de espessura *h* e, da mesma forma que a placa, de largura e comprimento infinitos. A camada de subleito está assente em um horizonte de material perfeitamente rígido (figura 3.1).

A determinação dos parâmetros de interesse é feita a partir do gráfico de influência de *Hogg*, desenvolvido de acordo com a seguinte fórmula:

$$D_0 = \frac{P.N.l_0}{2000.E_2} \qquad (3.5)$$

onde:

D_0 é a deflexão máxima (cm);
P é a pressão de contato (kgf/cm^2);

N é o número de blocos abrangidos pela área de carregamento no gráfico de *Hogg*;
l_0 é o comprimento característicos (na escala do gráfico);
E_2 é o módulo de elasticidade do subleito (kgf/cm^2).

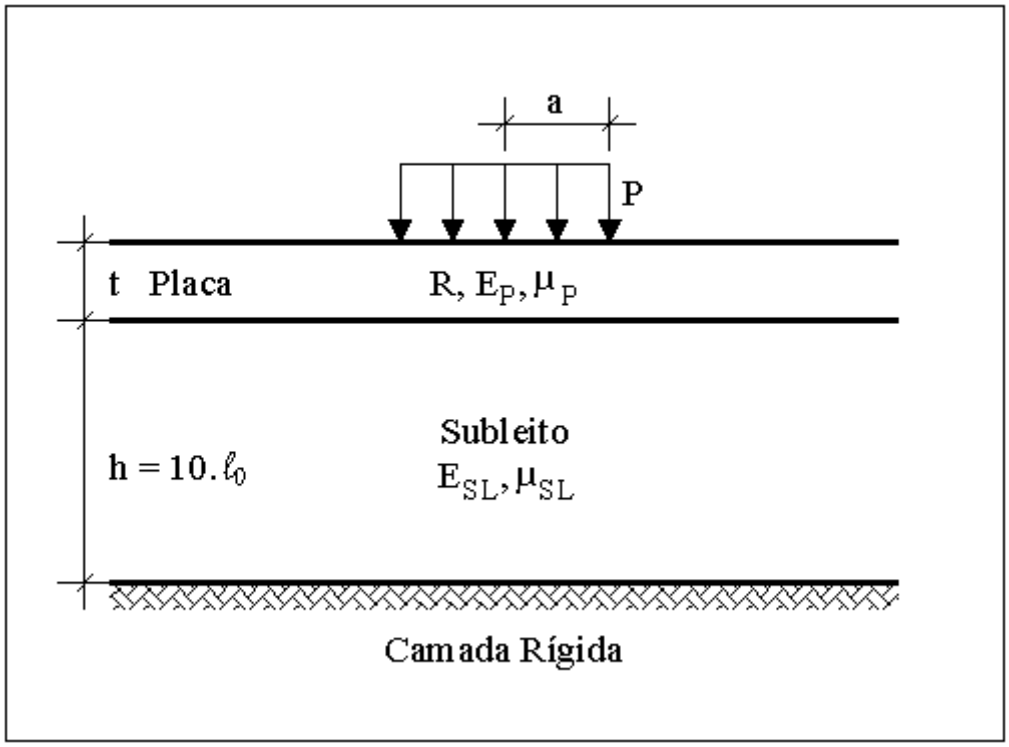


Figura 3.1: Modelo elástico de *Hogg* (FABRÍCIO et. al., 1988)

Desenhando a configuração do carregamento do eixo padrão rodoviário, em escala, no gráfico de *Hogg*, pode-se obter a partir das medições deflectométricas feita com a viga Benkelman, os seguintes parâmetros:

1. Comprimento característico das bacias (l_0);
2. Módulo de elasticidade do subleito (E_2);
3. Rigidez do pavimento (R).

O parâmetro "comprimento característico das bacias (l_0)" determina a escala gráfica do ábaco de influência onde deve ser desenhada a configuração do carregamento para posterior aplicação do método de *Hogg*.

A espessura do pavimento equivalente ao pavimento existente *t* é determinada a partir do parâmetro rigidez *R* do modelo de Hogg, onde:

$$t = \sqrt[3]{\frac{10{,}08.R}{E_1}} \qquad (3.7)$$

Neste método, diz-se "pavimento equivalente ao pavimento existente" um pavimento hipotético, formado por uma única camada de espessura *t* de CBUQ com módulo E_1 = 7000kgf/cm^2, sobre o mesmo subleito do pavimento existente e apresentando a mesma bacia deflectométrica.

A partir desta metodologia FABRÍCIO et. al. (1988) concluiram que:

1. As bacias deflectométricas medidas na superfície do pavimento viabilizam a obtenção de muito mais informação sobre o estado do pavimento que os métodos usuais de dimensionamento de reforço podem extrair;
2. Permite que se faça uma avaliação estrutural a partir da bacia de deflexões de uma forma simplificada, admitindo que o estado do pavimento possa ser traduzido por uma maior ou menor espessura *t* determinada.

Em FABRÍCIO et. al. (1994) esta metodologia foi aprimorada, permitindo também a determinação de parâmetros elásticos através de levantamentos deflectométricos realizados com equipamentos do tipo FWD.

Neste trabalho, considerando a grandeza l_0 igual à espessura do pavimento *t* ($l_0 = t$), foi determinada a seguinte relação modular:

$$E_1 / E_2 = 6{,}18 \qquad (3.8)$$

A partir desta relação e dos dados obtidos nos gráficos de influência de *Hogg*, tanto para configuração de carregamento da viga Benkelman como do FWD, foi desenvolvida uma série de equações para o cálculo dos seguintes parâmetros do pavimento equivalente:

1. Espessura do pavimento equivalente – H_{EQ} (cm);
2. Módulo de elasticidade do pavimento equivalente – E_{EQ} (kgf/cm^2);
3. Módulo de elasticidade do subleito – E_{SL} (kgf/cm^2);

4. Espessura do subleito acima da camada rígida do modelo – $h = 10.H_{EQ}$ (cm).

Com o auxílio do programa computacional ELSYM5, FABRÍCIO et. al. (1994) desenvolveram também equações para o cálculo dos seguintes parâmetros:

1. Tensão vertical no topo da camada de subleito - σ_z (kgf/cm^2);
2. Produto da deformação específica no topo da camada do subleito pelo módulo de elasticidade do subleito – $\varepsilon_z.E_{SL}$ (kgf/cm^2).

FABRÍCIO et. al. (1994) apresentaram as seguintes equações:

1. Para bacias deflectométricas levantadas com o FWD:

$$H_{EQ} = 8{,}936 + 31{,}961.\left(D_{60}/D_0\right) - 30{,}507.\left(D_{60}/D_0\right)^2 + 122{,}572.\left(D_{60}/D_0\right)^3 \qquad (3.9)$$

$$E_{SL}.D_0 = 112{,}473 - 4{,}392.H_{EQ} + 0{,}687.10^{-1}.H_{EQ}{}^2 - 0{,}365.10^{-3}.H_{EQ}{}^3 \qquad (3.10)$$

$$E_{EQ} = 6{,}18.E_{SL} \qquad (3.11)$$

2. Para bacias deflectométricas levantadas com a viga Benkelman:

$$H_{EQ} = 15{,}409 - 123{,}572.\left(D_{60}/D_0\right) + 823{,}149.\left(D_{60}/D_0\right)^2 - 1493{,}36.\left(D_{60}/D_0\right)^3 + 959{,}866.\left(D_{60}/D_0\right)^4 \qquad (3.12)$$

$$E_{SL}.D_0 = 71{,}560 - 1{,}824.H_{EQ} + 0{,}199.10^{-1}.H_{EQ}{}^2 - 7{,}844.10^{-5}.H_{EQ}{}^3 \qquad (3.13)$$

$$E_{EQ} = 6{,}18.E_{SL} \qquad (3.14)$$

3. Tensões e deformações específicas no topo da camada de subleito:

$$\sigma_z = 2{,}128 - 8{,}307.10^{-2}.H_{EQ} + 1{,}277.10^{-3}.H_{EQ}{}^2 - 7{,}079.10^{-6}.H_{EQ}{}^3 \quad (3.15)$$

$$\varepsilon_z.E_{SL} = 1{,}059 - 6{,}656.10^{-3}.H_{EQ} - 5{,}299.10^{-4}.H_{EQ}{}^2 + 6{,}741.10^{-6}.H_{EQ}{}^3 \quad (3.16)$$

onde D_{60} corresponde a medida de deflexão a 60cm do centro da área do carregamento. Nestas equações, deve-se usar o valor de D_{60} em centímetros.

3.2.2.3. Método de NOURELDIN (1993) e ALBERNAZ (1997)

Este procedimento é baseado na teoria da elasticidade aplicada a meios semi-infinitos, homogêneos, isotrópicos e linearmente elásticos. Esta teoria era, inicialmente, usada no cálculo de módulos elásticos de solos de fundação, através do ensaio de placa, sendo posteriormente adaptada para a análise de pavimentos flexíveis.

A metodologia apresentada parte do seguinte princípio: existe um ponto na superfície do pavimento, localizado a uma certa distância do ponto onde a carga é aplicada, em que a deflexão depende unicamente do comportamento elástico do subleito, tendo o mesmo valor da deflexão do topo do subleito na vertical que passa pelo centro da área carregada, conforme ilustrado na figura 3.2.

Os valores de módulo do subleito (E_{SL}), do módulo efetivo do pavimento (E_P), da espessura efetiva (T_X) e do número estrutural (SN_{EFF}) são calculados através das seguintes equações:

$$E_{SL} = \frac{P.\left(1-\mu^2\right)}{\pi.r_X.D_X} \quad (3.17)$$

$$E_P = \frac{\frac{P}{\pi}.\left(\frac{1{,}5}{a} - \frac{\left(1-\mu^2\right)}{r_X}\right)}{D_0 - D_X} \quad (3.18)$$

$$T_X = \sqrt{\frac{2{,}25.r_X^2}{\left(1-\mu^2\right)^2} - a^2} \cdot \sqrt[3]{\frac{D_0 - D_X}{D_X \cdot \left(\frac{1{,}5.r_X}{a.\left(1-\mu^2\right)} - 1\right)}} \tag{3.19}$$

$$SN_{EFF} = \frac{1}{\sqrt[3]{M_{AL}}} \cdot \sqrt{\frac{2{,}25.r_X^2}{\left(1-\mu^2\right)^2} - a^2} \cdot \sqrt[3]{\frac{P.\left(1-\mu^2\right)}{\pi.r_X.D_X}} \tag{3.20}$$

ou

$$SN_{EFF} = T_X \cdot \sqrt[3]{\frac{E_P}{M_{AL}}} \tag{3.21}$$

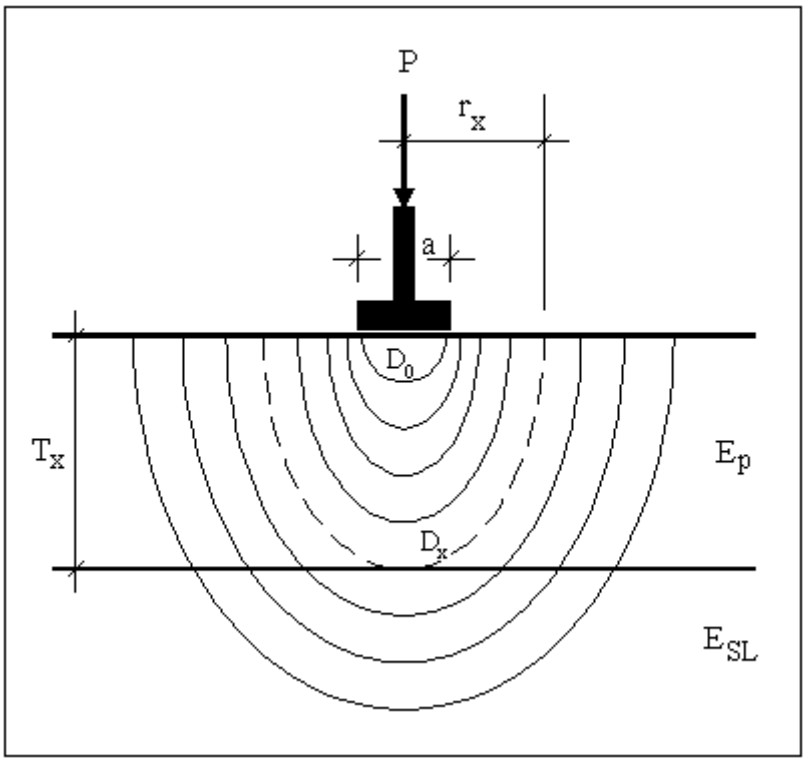


Figura 3.2: Linhas de iguais deflexões verticais no sistema pavimento-subleito (NOURELDIN, 1993)

onde:

P é a carga aplicada (kgf);

μ é o coeficiente de *Poisson* (μ = 0,50);

a é o raio da placa (cm);

r_X é a distância radial a partir do ponto de aplicação da carga (cm);

D_0 é a deflexão máxima (cm);

D_X é a deflexão na distância radial r_X (cm);

M_{AL} é o módulo de elasticidade do alumínio, que é o material de referência adotado pela AASHTO (1993) para o cálculo do número estrutural (M_{AL} = 774.070kgf/cm^2).

A partir dos valores determinados através das equações acima, traçam-se os seguintes gráficos: (E_P x r_X), (E_{SL} x r_X) e (T_X x r_X), conforme a figura 3.3. Pode ainda ser traçado o gráfico (SN_{EFF} x r_X), de forma opcional.

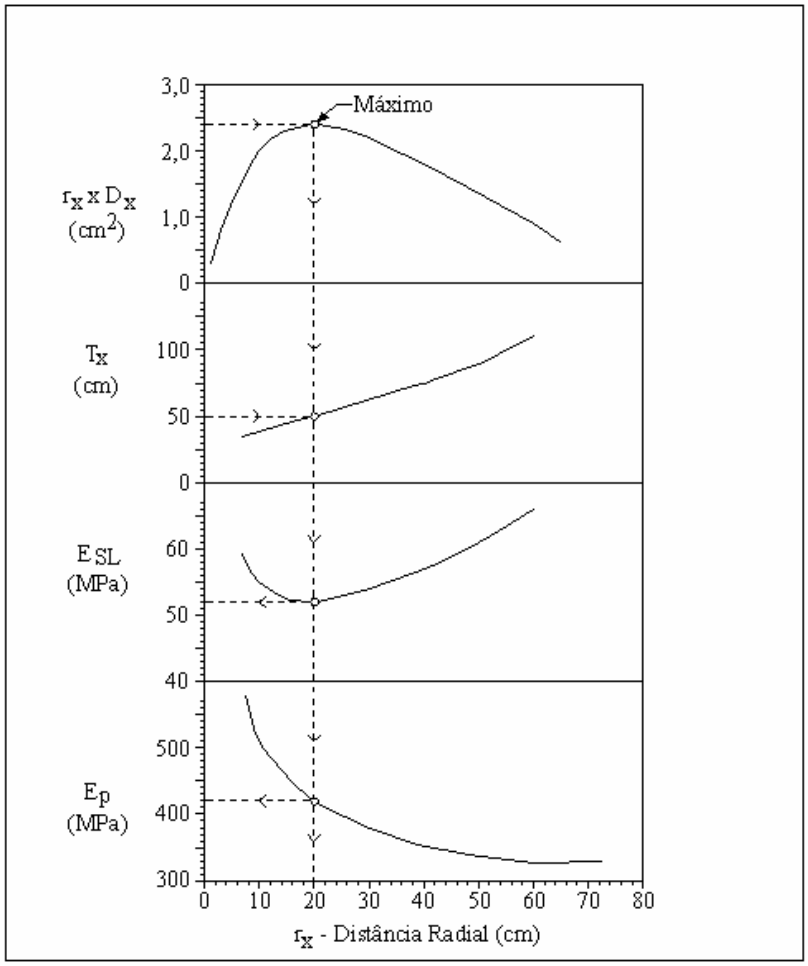


Figura 3.3: Gráficos (r_X x D_X), (T_X x r_X), (E_{SL} x r_X) e (E_P x r_X) (ALBERNAZ, 1997)

De acordo com este método, dois procedimentos podem ser usados para a determinação dos parâmetros desejados através dos gráficos supracitados:

1. Quando a espessura do pavimento é conhecida;

2. Quando a espessura do pavimento não é conhecida, caso mais comum nos procedimentos de retroanálise efetuados.

Quando a espessura do pavimento é conhecida ($T_X = T_{REAL}$), entra-se com este valor no gráfico (T_X x r_X) para a determinação do valor de r_X. De posse deste valor, entra-se nos gráficos (E_P x r_X) e (E_{SL} x r_X) para determinação dos valores de módulo efetivo do pavimento (E_P) e do módulo do subleito (E_{SL}), respectivamente.

Quando a espessura do pavimento não é conhecida, os parâmetros resposta são obtidos da seguinte forma: Após o ajuste da bacia deflectométrica, é feita a análise dos pares de valores (r_X , D_X) a fim de se determinar o par que forneça o valor máximo do produto (r_X x D_X). Obtido este par de valores entra-se com o valor de $r_{X=} r_{MAX}$ nos gráficos (E_P x r_X), (E_{SL} x r_X) e (T_X x r_X) para determinação dos valores de E_p, E_{SL} *e* T_X.

Através deste método, pode-se saber qual camada apresenta um melhor comportamento estrutural: o pavimento ou o subleito (VILLELA e MARCON, 2001). Segundo ALBERNAZ (1997), se os valores de espessuras efetivas T_X forem maiores que a espessura real do pavimento T_a, o pavimento está em melhores condições do que o subleito, sendo a camada mais fraca da estrutura. Caso o contrário, o pavimento é estruturalmente mais fraco que o subleito.

No trabalho apresentado por NOURELDIN (1993), foi utilizado para determinação das deflexões um FWD com sete geofones, dotado de placa de 15cm de raio e carga de 4.450kgf.

Porém, segundo ALBERNAZ (1997), a experiência brasileira está fundamentada na determinação de deflexões com a viga Benkelman. Por esta razão, em ALBERNAZ (1994 e 1997), foram feitas adaptações no método de Noureldin, que consistiram na conversão do carregamento do ensaio da viga Benkelman em um carregamento equivalente ao do ensaio de placa para assim poder utilizar o método citado.

Esta conversão foi feita através de análise paramétrica realizada com o auxílio do programa ELSYM5. Foi adotado o critério de igualdade das bacias de deflexão. Nesta analise, duas estruturas foram adotadas, sendo carregadas com o eixo padrão (quatro

áreas carregadas) e com uma placa (uma área carregada). Em ambos os casos a pressão de contato adotada foi 5,65kgf/cm^2. Para simplificar a análise foi adotado um coeficiente de *Poisson* igual a 0,5 para todas as camadas do pavimento e subleito, por questão de coerência com as teorias em que o estudo está embasado. Para cada estrutura foram combinadas várias configurações de carregamento, a fim de determinar a que resultasse em bacias de deflexões iguais para as duas situações. Por fim, obteve-se a carga $P = 5.000kgf$ e o raio da placa $a = 16{,}8cm$.

De acordo com ALBERNAZ (1997), este método apresenta as seguintes limitações:

1. O pavimento é um sistema elástico de duas camadas (pavimento e subleito);
2. Os materiais são considerados sem peso, homogêneos e isotrópicos;
3. O pavimento tem espessura constante e uma largura infinita em todas as direções;
4. O subleito é considerado como de espessura infinita;
5. O coeficiente de Poisson é igual para as duas camadas e com valor igual a 0,50;
6. O topo da camada de subleito é considerado o topo da camada de menor módulo do sistema pavimento-subleito, quando as espessuras não são conhecidas;
7. O uso do método em pavimentos com espessura menor que o raio da placa de carregamento produz resultados não confiáveis.

3.3. Fatores que influem no processo de retroanálise

Segundo PREUSSLER et. al. (2000), existe uma gama de fatores que influem no resultado final do processo de retroanálise. Dentre eles:

1. Modelagem matemática;
2. Não consideração da elasticidade não-linear dos materiais granulares;
3. Espessuras das camadas;
4. Oxidação e deterioração das camadas asfálticas;
5. Natureza dos materiais constituintes da estrutura;
6. Presença e profundidade de camadas rígidas;
7. Ponto de aplicação e tipo de carregamento;
8. Confinamento das camadas;
9. Teor de umidade;

10. Granulometria;

Portanto, são muitas as variáveis que influenciam no processo de retroanálise de módulos de resiliência, ainda não existindo um procedimento de retroanálise capaz de reproduzir fielmente as condições de campo, pois são feitas muitas simplificações para tornar possível tal análise.

Discutem-se alguns destes fatores que influem nos resultados dos procedimentos de retroanálise.

3.3.1. Consideração do comportamento não-linear dos materiais granulares

A fim de simplificar os cálculos realizados na retroanálise de pavimentos, são admitidos que as estruturas seguem um comportamento elástico linear. Este procedimento é normalmente aplicado porque os usuários do FWD argumentam que análises mais complexas não oferecem vantagens relevantes sobre as teorias mais simples, que são embasadas na teoria das camadas elástico-lineares. Desta forma, os dados obtidos a partir de levantamentos deflectométricos podem ser empregados no cálculo de tensões e deformações críticas sob o carregamento aplicado pelo tráfego (MEDINA et. al., 1994).

Segundo ALBERNAZ et. al. (1995), uma simplificação que proporciona maior velocidade no cálculo do problema é a consideração de que o sistema é elástico-linear.

Segundo CARDOSO (1995), ainda não há um consenso quanto à consideração da elasticidade não-linear dos materiais granulares e como usá-la de forma acurada.

Os procedimentos de retroanálise baseados no método dos elementos finitos são mais lentos que os demais, entretanto geram resultados mais acurados, além da possibilidade de tratar a elasticidade não-linear. Segundo MACÊDO (1996), este método viabiliza uma abordagem elástico não-linear porque pode considerar a variação dos módulos elásticos tanto na direção radial como na vertical.

3.3.2. Oxidação e deterioração das camadas asfálticas

Um dos principais fatores que influenciam nos resultados finais da retroanálise são as diferentes idades dos pavimentos em estudo. Também podem ser considerados como responsáveis pela variação modular os diferentes processos de restauração no trecho realizados anteriormente ao período de análise com controles executivos variados.

São fatores influentes nos resultados dos módulos elásticos obtidos por retroanálise: fissuração excessiva e a oxidação da massa asfáltica.

Segundo PITTA e BALBO (1998), pavimentos que se apresentam bastante fissurados tendem a ter deformações resilientes de maior magnitude o que conduz a baixos valores de módulo. Revestimentos muito oxidados tendem a apresentar exatamente o contrário, pois se encontram endurecidos, apresentando pequenos valores de deformação e, conseqüentemente, elevados valores modulares.

Um caso interessante é quando o pavimento apresenta fissuras, mas suas deformações elásticas são baixas, elevando o valor do módulo de resiliência do material. Isto ocorre porque o mecanismo de oxidação do asfalto, que se dá ao longo da vida útil do pavimento, tende a deixá-lo endurecido e quebradiço devido à perda de seus componentes voláteis, com perda gradual de sua flexibilidade, tendendo a fissurar.

Geralmente, os pavimentos sujeitos a reabilitação ou manutenção corretiva estão trincados e apresentam várias descontinuidades, que devem influenciar na bacia deflectométrica e conduzir a erros nos processos convencionais de retroanálise (GRENIER e KONRAD, 2002).

Quando uma trinca transversal ou uma descontinuidade qualquer aparece no pavimento, a camada de concreto asfáltico não pode ser considerada como semi-infinita, o que torna algumas considerações inválidas. Neste caso, procedimentos convencionais de interpretação de ensaios FWD podem não ser adequados em pavimentos trincados. Uma solução para driblar este problema é fazer as medidas de deflexão nas partes sem trincas o que, todavia, não é sempre possível. Outra solução seria desenvolver procedimentos de retroanálise que levem em conta a influência das trincas.

O efeito do tráfego nos pavimentos causa trincas por fadiga nas trilhas de roda. Tem sido mostrado que o módulo das camadas de concreto asfáltico decrescem com o tempo quando existe aumento de trincas. No AASHTO (1993), o número estrutural da camada de concreto asfáltico reduz-se em função do surgimento de trincas transversais e do tipo couro de jacaré.

3.3.3. Baixos valores dos módulos de camadas granulares

A obtenção de módulos retroanalisados de camadas de base de brita graduada simples (BGS) menores que 1000kgf/cm^2 consiste num fator bastante interessante. Segundo CARDOSO (1995), isto pode ser devido a vários fatores:

1. Para determinadas condições, os módulos de BGS podem ser baixos mesmo;
2. Dependendo da configuração do carregamento e de sua estrutura, a camada de base pode estar submetida a esforços de tração, sendo que estes materiais não trabalham a tração, o que promove a ocorrência de rupturas localizadas e que, portanto, alteram os valores modulares, diminuindo o seu valor;
3. As camadas de base e sub-base se encontram com elevado grau de deformabilidade elástica;
4. A deficiência desta camada é fruto de teores de umidade excessivos ou baixo grau de compactação.

Segundo CARDOSO (1995), alguns autores advertem que os programas baseados na teoria das camadas elásticas admitem que a base possa suportar tensões de tração, o que não é verdade.

Segundo PITTA e BALBO (1998), mesmo comprovada como insuficiente para uma boa compactação, é uma prática bastante comum na região sul do Brasil o uso da energia do Proctor Intermediário para compactação das camadas de base.

Em sistemas de três camadas, que são os mais utilizados na retroanálise em pavimentos flexíveis, os módulos de resiliência da segunda camada (camada granular) são utilizados para se fazer "um ajuste" que permite a determinação de valores coerentes com a natureza para as camadas de revestimento e subleito, não importando se o valor modular

determinado para a segunda camada seja coerente ou não em relação ao material que a compõe. Este comportamento é o que o LTPP (2002) chama de efeito da compensação dos módulos de resiliência das camadas (*compensating layer effect*).

3.3.4. Subleito com elevado valor modular e presença de camada rígida

Segundo PITTA e BALBO (1998), os subleitos com módulos de resiliência elevados indicam que esta camada pouco influi nos defeitos do tipo afundamento de trilha de roda e/ou ondulações na rodovia, e caso haja defeitos desta ordem nos trechos analisados estes serão devidos a:

1. Insuficiência de compactação das camadas de base;
2. Elevada espessura das camadas de base;
3. Processo de fadiga/envelhecimento do revestimento;
4. Processo de deformação plástica do revestimento.

Para que o módulo de uma camada seja obtido de forma adequada, a partir da retroanálise de bacias de deflexão, é preciso que ela tenha uma influência relevante no perfil de deflexão obtido na superfície. Camadas rígidas ou moles, mesmo as de pequena espessura, podem interferir no resultado obtido. Outro fator importante é o comportamento não-linear dos solos e materiais granulares. São observadas variações de grandes proporções nos módulos desses materiais obtidos por retroanálise. Esta variação cresce com o aumento da distância entre o sensor e a área carregada (MEDINA et. al, 1994).

3.3.5. Teor de umidade: efeito da sucção e do grau de saturação

NUÑES et. al. (1997) observaram que a queda da sucção (ou elevação do grau de saturação do subleito) provoca uma significante diminuição no seu módulo. Isto ocorre porque com a saturação do subleito há um decréscimo na tensão efetiva do solo, que quando comparada à tensão geostática efetiva é bastante significativa, o que justifica a redução observada no módulo de resiliência. Quanto maior o teor de umidade na camada de subleito, menor o seu valor modular.

O fluxo d'água no interior do pavimento é mostrado na figura 3.4.

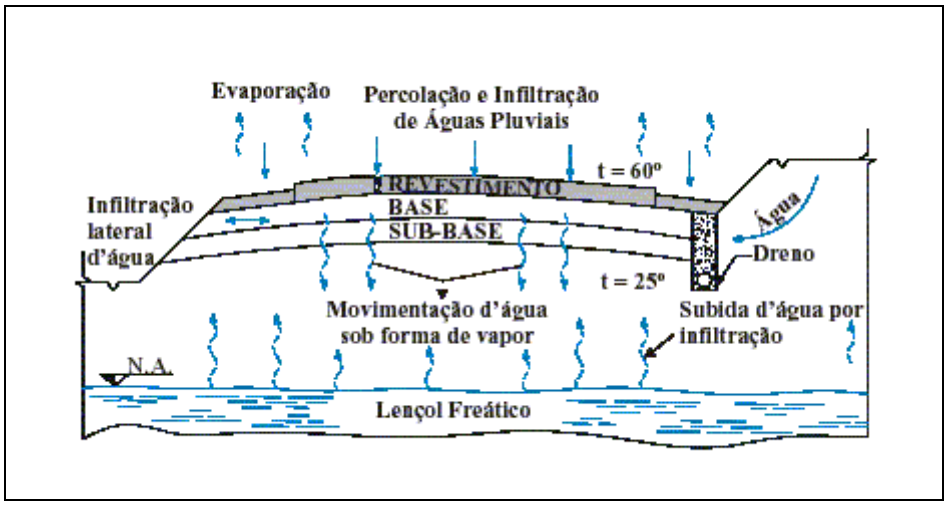


Figura 3.4: Fatores que influenciam a umidade de equilíbrio no interior do pavimento (VILLIBOR e NOGAMI, 2001)

Poropressões positivas levam à redução da tensão efetiva, causando a diminuição da capacidade de carga e valores modulares dos solos (MEHTA et. al., 2002).

Para os solos e materiais granulares, os módulos decrescem quando a umidade aumenta. Em países de clima temperado, o congelamento do solo aumenta os valores modulares, quando comparados com as condições normais. O processo de degelo reduz substancialmente o módulo de resiliência comparado com as condições normais (BAYOMY e ABO-HASHEMA, 2002).

Segundo KSAIBATI et. al. (2000), a umidade tem uma significativa influência no módulo de elasticidade das camadas granulares e no subleito. Um aumento da umidade no interior do pavimento provocará uma redução nos seus valores modulares e, portanto, poderá resultar no encurtamento da vida de serviço do pavimento e/ou um significativo acréscimo nos custos de manutenção da estrutura.

3.3.6. Efeito da variação sazonal

Segundo BAYOME e ABO-HASHEMA (2002), deve-se obter um o fator de ajuste sazonal (FAS) como uma chave de entrada nos módulos mecanístico-empíricos de

projeto de reforço de pavimentos flexíveis. O FAS leva em conta a influência das mudanças ambientais nas propriedades das camadas do pavimento.

A temperatura é um dos fatores que afetam a rigidez das camadas de concreto asfáltico, enquanto as camadas inferiores, como base e subleito, são influenciadas pela umidade.

Levando em conta estas mudanças nos módulos elásticos das camadas inferiores, deve-se multiplicar os seus módulos pelo valor do FAS, que será usado para ajustar os módulos com referência a uma estação do ano qualquer.

Portanto, segundo BAYOME e ABO-HASHEMA (2002), o efeito da variação sazonal no módulo de resiliência pode ser representado pela seguinte equação:

$$E_{ij} = F_{ij} * E_{in} \tag{3.22}$$

onde:

E_{ij} é o valor do módulo na camada *i* na estação *j*;
F_{ij} é o valor do SAF na camada *i* na estação *j*;
E_{in} é valor do módulo na camada *i* na estação normal.

Conforme já comentado, no Brasil esta influência é menor.

CAPÍTULO IV

REFORÇO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS: DIMENSIONAMENTO E MÉTODOS PROBABILÍSTICOS

4.1. Conceitos básicos

O reforço de pavimentos flexíveis tem como função a recuperação das características funcionais e estruturais do pavimento através da colocação de uma espessura adicional de concreto asfáltico que deve ser executada sobre o pavimento antigo, possibilitando a recuperação da serventia e da capacidade estrutural e o prolongamento da sua vida útil.

Segundo NEBLAUER (2002), o prolongamento da vida de serviço do pavimento reforçado é fruto do aumento da capacidade de carga da estrutura, adiando o aparecimento de deformações plásticas e a reflexão de trincas no revestimento.

Segundo MEDINA (1997), antes da execução do projeto de reforço de um pavimento se faz necessário o levantamento do estado de degradação atual. Conforme o exposto no capítulo II desta tese, tal levantamento é realizado mediante a realização de avaliações estruturais e funcionais no pavimento em estudo. De posse destes resultados, a espessura do reforço é dimensionada.

Segundo PINTO e PREUSSLER (2002), o procedimento para o cálculo de reforço de pavimentos flexíveis é similar ao necessário para um pavimento novo. A concepção do reforço se diferencia da usada para pavimento novo no que se refere à consideração do atual estado de conservação ou da vida remanescente da estrutura existente.

No Brasil, os técnicos responsáveis pelo dimensionamento de reforço em pavimentos flexíveis dispõem de quatro procedimentos, normalizados pelo DNER, para a execução desta tarefa:

1. PRO 10/79 – Procedimento A;
2. PRO 11/79 – Procedimento B;
3. PRO 159/85, conhecido como Método da Irregularidade;
4. PRO 269/94 – TECNAPAV, mais conhecido como Método da Resiliência.

Os métodos de dimensionamento de reforço do DNER, com exceção do PRO 159/85, são baseados nas deflexões máximas medidas antes da execução do reforço e nas previstas para o pavimento após o reforço, obtidas através de levantamentos deflectométricos realizados com a viga Benkelman e em avaliações funcionais. Vale ressaltar que, segundo o próprio DNER (PRO 10/79), estes só devem ser utilizados quando a estrutura do pavimento a ser reforçada estiver funcionando em regime aproximadamente elástico, onde as deformações devidas ao carregamento externo imposto pelo tráfego sejam reversíveis. Deformações plásticas frutos de processos de ruptura por cisalhamento estão fora do escopo destes métodos.

No entanto, no atual estágio de conhecimento, sabe-se que não se deve fazer um projeto de reforço tomando como critério somente a deflexão máxima medida no ponto de aplicação da carga. Quando analisado isoladamente, este valor de deflexão pode levar a erros na sua interpretação. Segundo SUZUKI et. al. (1998), pode-se ter valores de deflexões máximas elevadas em pavimentos com boas características funcionais, com a ausência ou pequena quantidade de fissuras e de deformações permanentes. O contrário também pode ocorrer. A fim de se obter análises mais acuradas, deve-se determinar a bacia deflectométrica.

Nos procedimento A e B do DNER é recomendado, em poucos pontos do trecho em análise (dois ou três em uma extensão de 1km), o levantamento da bacia de deflexões, mas não é feito o uso pleno destas determinações. O procedimento B incorpora, de forma simplificada e restrita, estes dados no cálculo do raio de curvatura, o que subestima a potencialidade da bacia de deflexões que, usada de forma adequada, fornece parâmetros bastante úteis para a avaliação estrutural completa, que engloba a estimativa das propriedades elásticas das camadas do pavimento, como módulo de resiliência das camadas que compõe o pavimento, por exemplo (FABRÍCIO et. al., 1988).

Atualmente, dispõe-se de vários métodos computacionais que permitem a análise da bacia deflectométrica, o que possibilita a determinação das características elásticas do pavimento a ser reforçado. Os módulos de resiliência das camadas do pavimento podem ser estimados através de técnicas de retroanálise de bacias de deflexões levantadas em ensaios não-destrutivos, conforme discutido no capítulo anterior.

Desta forma, pode-se dimensionar a espessura necessária de reforço com o auxílio de rotinas numéricas inseridas em programas computacionais baseados na teoria da elasticidade, que fornecem resultados acurados e rápidos, consistindo em uma alternativa aos métodos empíricos que, segundo MEDINA (1988), levam consigo grande influência das experiências locais. Esta nova metodologia, por ser baseada na mecânica dos pavimentos, é conhecida como método mecanístico de dimensionamento de reforço.

Neste capítulo são apresentados tanto os métodos de dimensionamento de reforço adotados pelo DNER quanto os métodos mecanísticos, além de conter uma breve descrição do programa de análise de tensões e deformações utilizados neste trabalho.

4.2. Métodos de dimensionamento de reforço do DNER

4.2.1. PRO 10/79 – Avaliação estrutural dos pavimentos flexíveis – procedimento A

O procedimento A, desenvolvido pelo engenheiro Armando Martins Pereira, consiste num procedimento empírico proveniente de uma adaptação do método de dimensionamento adotado pelo CALTRANS na década de 1960 (antigo CDH – *California Division of Highways*).

Neste método, a espessura de reforço é determinada através do uso de uma série de cinco nomogramas, baseados nos nomogramas A e B da CALTRANS, sendo os 4 primeiros gráficos utilizados quando o reforço for constituído de uma única camada de CBUQ, e o 5º usado quando o reforço for constituído por camadas integradas por materiais distintos (capa e camada de ligação, por exemplo).

O nomograma A relaciona a deflexão admissível ao índice de tráfego (*IT*). Já o nomograma B relaciona a redução percentual de deflexão à espessura de reforço em termos de pedregulho, que é determinada através dos fatores de equivalência estrutural com referência ao pedregulho, de maneira que o cálculo do reforço seja efetuado em função da espessura virtual de material granular.

Segundo PINTO e PREUSSLER (2002), o dimensionamento de reforço através do PRO 10/79 é muito trabalhoso, pois envolve uma série de gráficos e etapas de cálculo, podendo se tornar mais simples se for introduzido em uma rotina computacional.

Segundo BONFIM et. at. (1996), a espessura de reforço em CBUQ pode ser determinada, de forma alternativa ao uso dos ábacos do PRO 10, através da seguinte equação:

$$h_{REF} = 45{,}36.\left(1 - \frac{D_P}{D_0}\right)^{1{,}786} \qquad (4.1)$$

onde:

h_{REF} é a espessura do reforço do pavimento (cm);
D_0 é a deflexão medida na superfície do pavimento existente, antes da execução do reforço (0,01mm);
D_P é a deflexão de projeto (0,01mm).

4.2.2. PRO 11/79 – Avaliação estrutural dos pavimentos flexíveis – procedimento B

Neste procedimento, o cálculo da espessura de reforço é feito através da equação 4.2 proposta pelo argentino, engenheiro Celestino Ruiz:

$$h_{REF} = K.\log\left(\frac{D_P}{D_{ADM}}\right) \qquad (4.2)$$

onde:

h_{REF} é a espessura do reforço do pavimento (cm);
K é o fator de redução de deflexão, função do material usado no reforço;
D_p é a deflexão de projeto (0,01mm);
D_{ADM} é a deflexão admissível após a execução do reforço (0,01mm).

A deflexão admissível após a execução do projeto é função do tráfego, sendo determinada através da seguinte equação:

$$\log(D_{ADM}) = 3{,}01 - 0{,}176.\log(N) \tag{4.3}$$

No cálculo da espessura de reforço, em termos de concreto betuminoso, o DNER adota $K = 40$. Para determinação de um valor de K mais exato, usa-se a seguinte equação:

$$K = \frac{h_{REF}}{\log\left(\frac{D_0}{D_{REF}}\right)} \tag{4.4}$$

onde:

h_{REF} é a espessura do reforço do pavimento (cm);
K é a fator de redução de deflexão, função do material usado no reforço;
D_0 é a deflexão medida na superfície do pavimento existente, antes da execução do reforço (0,01mm);
D_{REF} é a deflexão medida na superfície do reforço (0,01mm).

Segundo um estudo desenvolvido por ANDREATINI (1988), o valor de K pode ser obtido através da equação 4.5:

$$K = 19 + 0{,}9.H + 0{,}6.h_{REF} \tag{4.5}$$

onde H é a espessura da camada superior do pavimento existente (ou seja, abrange as camadas de caráter coesivo e de módulos razoavelmente semelhantes, sendo mais

comum o revestimento asfáltico e o binder, podendo assumir também uma possível camada de solo-cimento), e h_{REF} a espessura do reforço.

4.2.3. PRO 159/85 – Projeto de restauração de pavimentos flexíveis e semi-rígidos

A norma DNER PRO 159/85, que permite a aplicação dos conceitos de gerência de pavimentos, apresenta a possibilidade de se restaurar o pavimento segundo três alternativas: reforço em concreto asfáltico, em tratamento superficial ou em lama asfáltica, levando em conta os recursos financeiros disponíveis pelo órgão rodoviário responsável.

Este método empírico de dimensionamento apresenta, como principais inovações no cálculo do reforço, os seguintes fatores no processo de escolha da alternativa mais racional:

1. A introdução do número estrutural do pavimento (*SN*), conforme a idéia proposta pela AASHTO;
2. A medição do quociente de irregularidade (*QI*), que representa a irregularidade longitudinal da superfície do pavimento;
3. A determinação do módulo de resiliência do revestimento a 30°C, podendo se adotar 30000kgf/cm^2 na falta de um valor.

Tanto as variáveis acima mencionadas, como as medidas de deflexão máxima e de porcentagem de área trincada, são utilizadas nos modelos de previsão da evolução futura dos defeitos do pavimento através das curvas de desempenho do reforço em função do tráfego, desenvolvidas na pesquisa de Interrelacionamento de Custos Rodoviários (ICR), realizada pelo DNER (MEDINA, 1997).

Segundo PINTO e PREUSSLER (2002), embora seja usado um número apreciável de variáveis na análise estrutural realizada conforme esta metodologia, apenas a deflexão máxima medida com a viga Benkelman e o parâmetro de tráfego (número *N*) afetam de forma significativa no cálculo da espessura de reforço em concreto betuminoso, que pode ser obtida através da seguinte equação:

$$h_{REF} = 634{,}55.\left(1 - \frac{\ln D_{ADM}}{\ln D_0}\right)^{2{,}41} \quad (4.6)$$

onde:

h_{REF} é a espessura da camada de reforço (cm);
D_{ADM} é a deflexão admissível após o reforço (0,01mm);
D_0 é a deflexão de campo antes do reforço (0,01mm).

4.2.4. PRO 269/94 – Projeto de restauração de pavimentos flexíveis – TECNAPAV (Método da Resiliência)

O Método da Resiliência, desenvolvido por PINTO e PREUSSLER no início da década de 1980, foi apresentado pela primeira vez na 17º Reunião Anual de Pavimentação. Este procedimento é baseado em estudos de laboratório e de campo realizados pelo IPR/DNER e COPPE, que através de convênio firmado em 1977, deram início ao projeto de pesquisa Dinâmica dos Pavimentos (DINAPAV).

Segundo MEDINA (1997), o Método da Resiliência foi fruto do desenvolvimento dos seguintes estudos:

1. Caracterização dos solos brasileiros quanto à resiliência, realizados através de ensaios de cargas repetidas de compressão triaxial (triaxial dinâmico);
2. Caracterização das misturas asfálticas, feita através de ensaios de compressão diametral;
3. Análise de tensões e deformações de estruturas em camadas, utilizando o programa FEPAVE2 como principal ferramenta analítica, o que permitiu a consideração do comportamento elástico não-linear das camadas granulares;
4. Levantamentos deflectométricos realizados com a viga Benkelman e avaliações funcionais.

Os solos de subleito foram classificados em três grupos distintos em relação às suas características resilientes que, nesta metodologia, foram agrupados em função dos

valores de Índice de Suporte Califórnia (*ISC*) e de porcentagem de silte, como mostra a tabela 4.1.

Tabela 4.1: Grupos de solos quanto à resiliência (DNER, 1994d)

ISC (%)	**Porcentagem de Silte (%)**		
	≤ 35	**35 a 65**	**≥ 65**
≥ 10	I	II	III
6 a 9	II	II	III
2 a 5	III	III	III

Segundo PINTO e PREUSSLER (2002), os solos do tipo I apresentam baixo grau de resiliência (bom para camadas de pavimentos), os solos do tipo II apresentam grau de resiliência intermediário (comportamento regular como camada de subleito) e os solos do tipo III apresentam elevado grau de resiliência (uso não aconselhável em camadas de pavimentos).

Para fins de dimensionamento, deve-se considerar como camadas constituídas por material granular as camadas de base, sub-base ou reforço de subleito que contenham menos de 35%, em peso, passando na peneira de Nº 200 (0,075mm).

A estrutura de referência adotada neste procedimento é constituída por três camadas, de acordo com a figura 4.1 sendo h_{EF} a espessura da primeira camada (revestimento betuminoso) e h_{CG} a espessura da segunda camada, que engloba todas as camadas constituídas por solo granular.

É denominada espessura efetiva (h_{EF}) a espessura equivalente ao revestimento asfáltico existente que é considerada na determinação da espessura da camada de reforço, sendo determinada através da seguinte expressão:

$$h_{EF} = -5{,}737 + \frac{807{,}961}{D_P} + 0{,}972.I_1 + 4{,}101.I_2 \qquad (4.7)$$

onde D_P é a deflexão de projeto (em 0,01mm). As constantes I_1 e I_2 são função da espessura da camada granular e do tipo de solo do subleito, conforme a tabela 4.2.

Figura 4.1: Sistema de três camadas usado no método PRO 269

Tabela 4.2: Valores das Constantes I_1 e I_2 usados no método PRO 269 (DNER, 1994d)

h_{CG}	**Tipo do Solo**	**I_1**	**I_2**
≤ 45cm	I	0	0
	II	1	0
	III	0	1
> 45cm	-	0	1

Caso o valor de h_{EF} seja menor que zero, adotar $h_{EF} = 0$.

A espessura da camada de reforço em concreto asfáltico é determinada através da seguinte equação:

$$h_{REF} = -19{,}015 + \frac{238{,}14}{\sqrt{D_{ADM}}} - 1{,}357.h_{EF} + 1{,}016.I_1 + 3{,}893.I_2 \qquad (4.8)$$

onde:

h_{REF} é a espessura da camada de reforço (cm);
D_{ADM} é a deflexão máxima admissível após o reforço (0,01mm).

A deflexão máxima admissível, nesta metodologia, é determinada através da seguinte equação:

$$\log(D_{ADM}) = 3{,}148 - 0{,}188.\log(N) \qquad (4.9)$$

O Método da Resiliência permite ainda a utilização da técnica da reciclagem do revestimento como solução na restauração do pavimento.

4.3. Método mecanístico de dimensionamento de reforço

Segundo MOTTA (1991), o dimensionamento mecanístico de pavimentos flexíveis é baseado nos seguintes passos apresentados no fluxograma da figura 4.2.

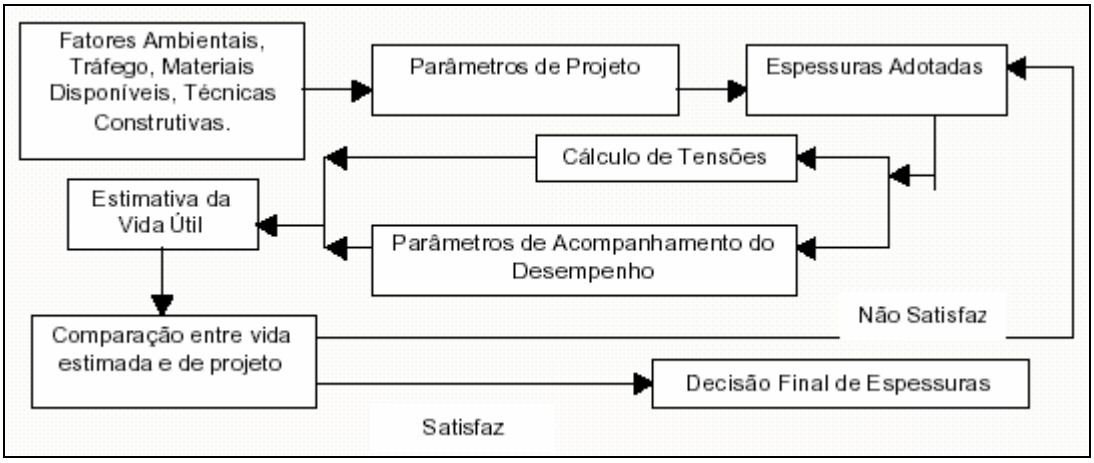


Figura 4.2: Fluxograma do dimensionamento mecanístico (MOTTA, 1991 *apud* FERREIRA, 2002)

Através desta sistemática é possível se determinar a melhor configuração estrutural para o pavimento, de forma econômica e racional. Trata-se de um procedimento iterativo que é cessado assim que seja obtida a estrutura mais adequada, através da compatibilização das características elásticas (módulo de resiliência e coeficiente de Poisson) e geométricas (espessuras) de cada camada à configuração do carregamento imposto pela ação do tráfego na rodovia.

Segundo BAYOMY e ABO-HASHEMA (2002), uma das principais vantagens dos métodos mecanísticos é a capacidade de inclusão das mudanças das propriedades dos materiais do pavimento em função da variação dos fatores ambientais como a temperatura, que afeta a rigidez das camadas de concreto asfáltico, por exemplo.

A metodologia mecanística de dimensionamento de reforço requer a determinação das tensões, deformações e deflexões críticas no pavimento através de modelos de comportamento tensão-deformação inseridos em programas computacionais, que permitem a aplicação da teoria de elasticidade para sistemas multicamadas, alicerçados pelos estudos desenvolvidos por Boussinesq e Burmister, entres outros pesquisadores. Para isso se faz necessário o conhecimento das características elásticas dos materiais que compõem as camadas da estrutura nas condições atuais de uso.

Basicamente, os parâmetros observados no cálculo da espessura de camada de reforço são os mesmos utilizados no dimensionamento de pavimentos novos. Apesar disto, a análise mecanística de pavimentos em uso não é trivial como parece, muito pelo contrário, ainda é mais complexa do que a análise de pavimentos novos.

A fim de se determinar o estado do pavimento antigo são realizadas avaliações estruturais destrutivas e não-destrutivas e avaliações funcionais, conforme o exposto no capítulo II desta tese, devendo ainda ser analisados aspectos como grau de trincamento do revestimento antigo, condições de compactação das camadas granulares e de solos, drenagem, entre outros.

De acordo com o exposto em FERREIRA (2002), os modelos de dimensionamento mecanístico consideram os materiais utilizados nas camadas das estruturas do pavimento, quanto à relação tensão-deformação, segundo dois comportamentos:

1. Comportamento elástico linear, onde o módulo de resiliência do material é constante ao longo de toda camada, não variando em função das tensões atuantes no maciço;

2. Comportamento elástico não linear, onde o módulo de resiliência do material varia ao longo da camada em função do estado de tensões vigente.

Estes comportamentos estão representados graficamente na figura 4.3.

Dentre os programas computacionais utilizados na análise de tensões em estruturas de pavimentos, o ELSYM5 e o JULEA adotam modelos elásticos lineares, enquanto o FEPAVE2 e o KENLAYER permitem que em seus cálculos sejam adotados modelos

elástico não-lineares. Entretanto, a análise de tensões e deformações em pavimentos antigos reforçados é, na maioria das vezes, elástico-linear, já que esta modelagem é a que predomina nos programas de retroanálise de módulos de resiliência, que é o principal parâmetro utilizado em dimensionamentos mecanísticos.

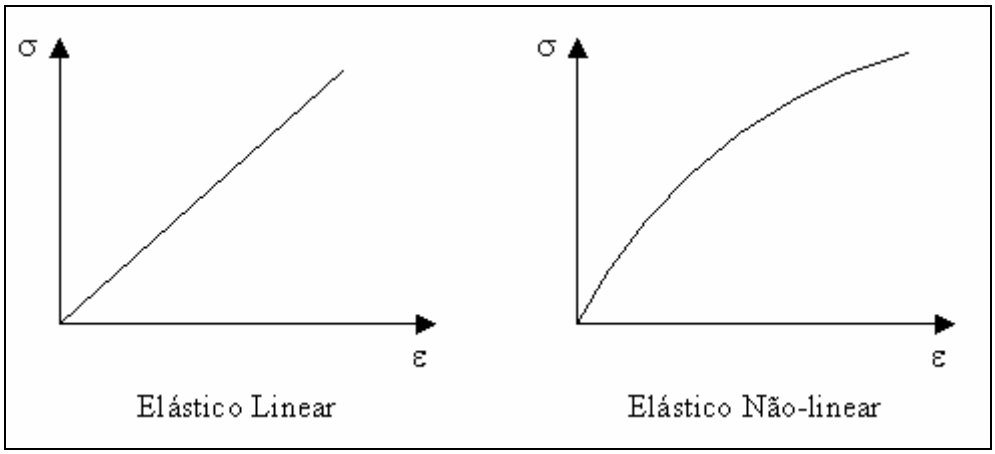


Figura 4.3: Comportamentos tensão-deformação

4.4. Métodos probabilísticos e confiabilidade

4.4.1. Método de Rosenblueth

Verifica-se que no dimensionamento de estruturas, em todos os ramos da engenharia civil, são utilizados parâmetros determinísticos, considerando sempre os valores médios fixos no projeto (SANTA MARIA, 2002). Na pavimentação este procedimento não é diferente. No cálculo das espessuras das camadas dos pavimentos, parâmetros como módulo de resiliência, coeficiente de Poisson, entre outros, são tomados como constantes. Quando é possível, são adotados fatores de segurança globais, na tentativa de anular o efeito da variação dos parâmetros geométricos e elásticos das camadas do pavimento. No entanto, é mais sensato quantificar a variação destes parâmetros através de procedimentos probabilísticos, o que permite a análise da sensibilidade de cada variável no projeto em questão.

Desta forma, é de vital importância a aplicação de métodos probabilísticos nas análises feitas na área da pavimentação, pois, de maneira geral, a determinação das medidas efetuadas é feita a partir de um conjunto de amostras da população dos parâmetros em

questão. Tais determinações são fatores decisivos na elaboração de projetos, execução de serviços e, por fim, nos critérios de aceitação das obras.

Outra razão que torna a utilização de métodos probabilísticos bastante interessante é possibilidade de se saber as variáveis mais relevantes na previsão da vida útil do pavimento e quais devem ser objeto de controle mais rigoroso na execução da obra. Através da análise de sensibilidade pode-se saber, por exemplo, se o desempenho do pavimento é mais sensível à variação das espessuras das camadas ou às variações das propriedades elásticas dos materiais.

Na maioria destes estudos, primeiramente, são determinados os valores da média e variância de cada variável, assim como outras medidas de tendência central e de dispersão. O próximo passo na análise probabilística é a definição de que métodos serão utilizados ao longo do estudo, já que existem várias ferramentas a se utilizar, devendo ser determinada qual a mais adequada para cada caso.

Segundo SUZUKI et.al. (2001), os métodos probabilísticos podem ser divididos em métodos exatos, método da aproximação da série de Taylor e método de Rosenblueth.

Nos métodos exatos, a função de distribuição de probabilidade de todas as variáveis independentes deve ser conhecida. Este método tem a vantagem de possibilitar a obtenção da distribuição completa da variável dependente, porém exige grande esforço computacional e programas específicos de cálculo.

O valor médio da variável dependente, a partir do método da aproximação da série de Taylor, é calculado através da equação específica que rege o fenômeno estudado em função dos valores médios das variáveis independentes. Já a variância é determinada com base na variação dos parâmetros de entrada e das derivadas da variável dependente. Tal método tem como vantagem em relação aos métodos exatos a formulação matemática relativamente simples, possibilitando a quantificação da influência de cada variável independente na variância da variável dependente. A principal desvantagem deste método é que ele só pode ser utilizado quando as derivadas de primeira e segunda ordem da função puderem ser obtidas.

No método de Rosenblueth, também conhecido como método das estimativas pontuais, os parâmetros estatísticos são determinados através da média e variância de cada variável do projeto. Cada item isolado constitui uma variável independente. Segundo SUZUKI et. al. (2001), este método permite o cálculo das soluções probabilísticas a partir de estruturas calculadas de forma determinística. MOTTA (1991) utilizou o método de Rosenblueth para o dimensionamento de pavimentos novos, bem como BENEVIDES (2000).

Segundo SANTA MARIA (2002b), o método de Rosenblueth é adequado em situações onde as equações que regem o problema a ser resolvido estão embutidas em programas baseados em teorias numéricas como método de elementos finitos, por exemplo, já que nestes casos não existe equação única que representa o modelo, o que impossibilita o uso das outras duas técnicas citadas. A figura 4.4 mostra que a partir do conhecimento da distribuição da variável de independente pode-se determinar a variabilidade da distribuição da variável dependente.

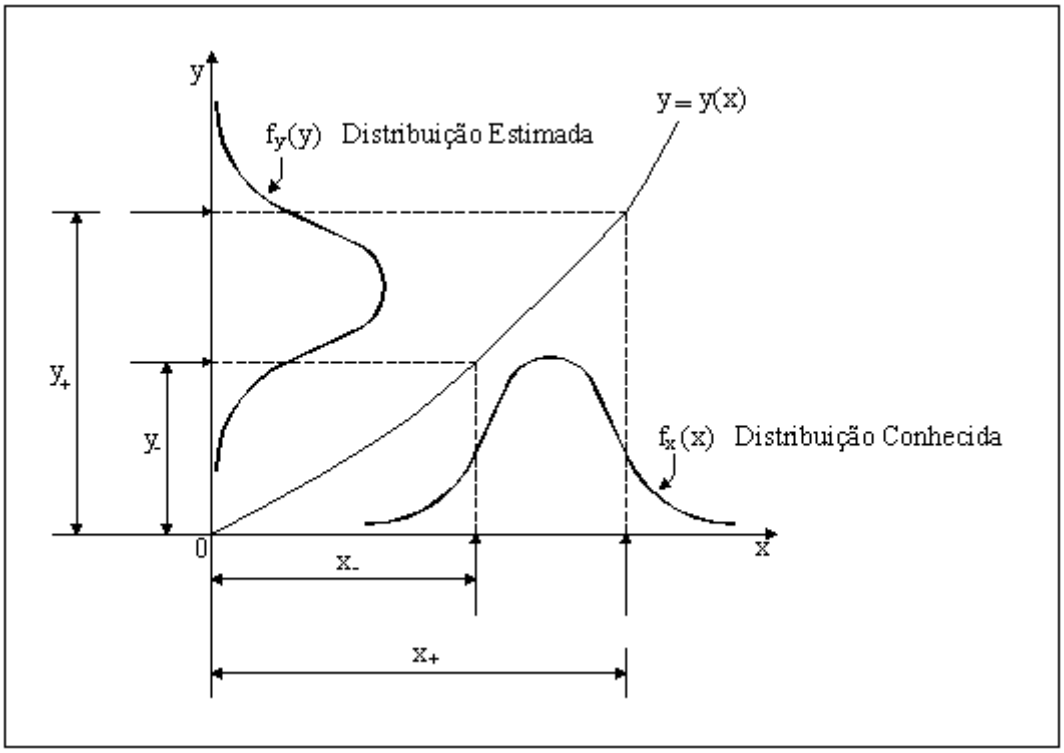


Figura 4.4: Variabilidade das distribuições conhecida e estimada (GERALDO, 1995)

Segundo HUANG (1993), o método de Rosenblueth consiste no cálculo da média e variância dos 2^N valores da variável dependente, sendo que "N" corresponde ao número de variáveis independentes envolvidas na análise. Os 2^N termos de Y decorrem da utilização na função de transferência dos valores médios mais ou menos um desvio padrão de cada variável aleatória independente. Neste método, as equações utilizadas na determinação dos valores médios são as seguintes:

$$E[Y^M] = \frac{1}{2}.\left(Y_+^M + Y_-^M\right), \text{ para N = 1;}$$

$$E[Y^M] = \frac{1}{4}.\left(Y_{++}^M + Y_{+-}^M + Y_{-+}^M + Y_{--}^M\right), \text{ para N = 2;}$$

$$E[Y^M] = \frac{1}{8}.\left(Y_{+++}^M + Y_{++-}^M + ... + Y_{---}^M\right), \text{ para N = 3;}$$

$$E[Y^M] = \frac{1}{2^N}.\left(Y_{++++++}^M + ... + Y_{------}^M\right), \text{ para N variáveis}$$

onde a média da variável dependente é igual a $E[Y]$ (M = 1) e sua variância é igual a $V[Y] = E[Y^2] - (E[Y])^2$.

4.4.2. Determinação de confiabilidade

O nível de confiabilidade consiste na probabilidade do sucesso. Neste caso ele é traduzido pela probabilidade das tensões e deformações atuantes apresentarem valores menores que os critérios de dimensionamento.

Segundo MEDINA (1997), o nível de confiabilidade do dimensionamento dos pavimentos depende de fatores tais como a classe da rodovia e localização. A tabela 4.3 apresenta os níveis de confiabilidade recomendados pela AASHTO.

Tabela 4.3: Confiabilidade C (%) recomendada pela AASHTO (MEDINA, 1997)

Classe Funcional	Zona Urbana	Zona Rural
Interestadual	85 a 99,9	80 a 99,9
Artéria Principal	80 a 99	75 a 95
Coletiva	80 a 95	75 a 95
Vicinal	50 a 80	50 a 80

Para se determinar a confiabilidade do dimensionamento se faz necessário modelar o parâmetro adotado como critério de aceitação segundo uma determinada distribuição probabilística. Geralmente, a distribuição normal é adotada para representar a maioria dos casos de engenharia. Isto se dá pela facilidade de tratar os problemas corriqueiros da engenharia, quando se faz uso desta metodologia, e também pela familiaridade já adquirida pelos profissionais da pavimentação com este modelo.

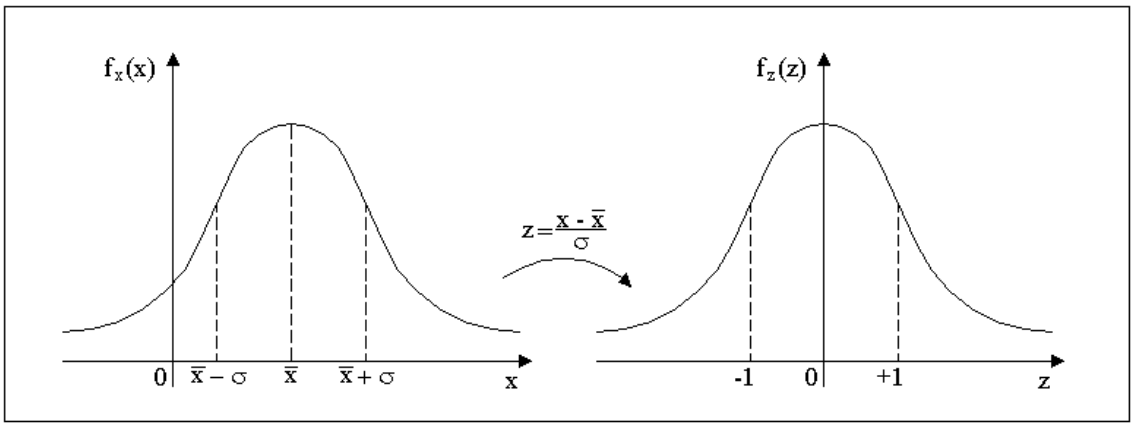


Figura 4.5: Distribuição normal (BUSSAB e MORETTIN, 1985)

Mas de maneira alguma pode ser feita uma generalização, representando sempre as variáveis aleatórias de qualquer problema através de uma distribuição normal. Nem todas as populações atendem a este caso particular. Este procedimento pode conduzir a análises inadequadas, se não for usada de maneira coerente. Eventuais conseqüências da aplicação de modelos probabilísticos inadequados são função dos objetivos esperados e da forma como foi utilizada, podendo ou não interferir nos resultados finais do caso em estudo. A figura 4.6 apresenta dois casos típicos da influência da modelagem na representação de um fenômeno, onde a curva tracejada representa o modelo adotado e a curva "cheia" representa o comportamento de um fenômeno qualquer, que segue tendência da distribuição log-normal.

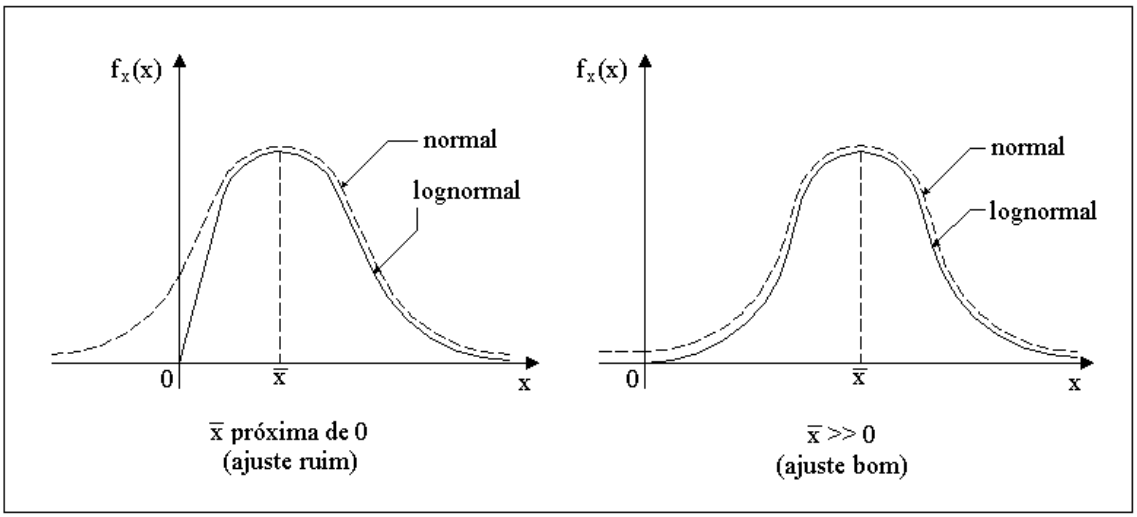


Figura 4.6: Influência da modelagem na representação de um fenômeno

CAPÍTULO V
METODOLOGIA UTILIZADA NESTA PESQUISA

Para promover o objetivo principal desta tese, que é a comparação entre alguns dos programas de retroanálise desenvolvidos no Brasil, e também os objetivos secundários de observar as diferentes formas de análise de segmentos homogêneos e verificar a acurácia do programa REPAV, foram utilizados dois bancos de dados de levantamentos deflectométricos, sendo observados os efeitos das várias hipóteses usadas nas análises e no projeto de reforço de cada subtrecho.

5.1. Descrição dos trechos estudados

As comparações entre os programas de retroanálise utilizados nesta pesquisa foram realizadas a partir de bancos de dados de levantamentos deflectométricos de trechos de duas rodovias que compõem a malha federal: a BR-277/PR, no trecho entre a cidade de Curitiba e o acesso ao porto de Paranaguá, e a BR-418/MG, no trecho entre os acessos das cidades de Ataléia e Carlos Chagas (região nordeste do estado de Minas Gerais), sendo os dados deste último trecho estudados anteriormente por MACÊDO (1996), ALBERNAZ (1997) e FONSECA (2002).

5.1.1. Trecho Curitiba – Paranaguá (BR-277/PR)

A restauração deste trecho da rodovia BR-277/PR, que tem 81km de extensão, foi projetada pela JDS Engenharia e Consultoria Ltda., da qual se obteve o banco de dados. O levantamento deflectométrico foi executado com o equipamento KUAB 2-M-FWD, de fabricação sueca, entre dezembro de 1999 e janeiro de 2000. As bacias de deflexão foram medidas com sete sensores do tipo LVDT nas posições 0, 20, 30, 45, 60, 90 e 150cm de distância do centro da placa de carga do equipamento. Neste ensaio, o carregamento utilizado foi de 4000kgf. Posteriormente foram realizadas avaliações

destrutivas, que consistiram na abertura de poços de sondagem de onde foram extraídas amostras para posteriores estudos laboratoriais.

Na ocasião do estudo da JDS, a estrutura do pavimento deste trecho da BR-277/PR era composta, em média, de 6cm de capa de CBUQ, 6cm de camada de ligação (mais conhecido como *binder*), 9cm de base de brita graduada, 13cm de sub-base de brita graduada, 18cm de reforço de subleito em solo estabilizado e subleito formado por saibro arenoso variegado.

Neste estudo comparativo, foram analisadas as bacias deflectométricas da pista do lado direito em 10 (dez) segmentos homogêneos desta rodovia, que foram escolhidos de forma aleatória dentre os subtrechos determinados pela JDS. Foi respeitada a divisão realizada pelo JDS Ltda., que foi feita de acordo com a metodologia de diferenças acumuladas da AASHTO (1993), comentada no capítulo II desta tese.

A tabela 5.1 apresenta dados básicos dos 10 (dez) segmentos da BR-277/PR analisados neste estudo. Nesta tabela é apresentada também a espessura do somatório das duas camadas betuminosas que compõem o revestimento antigo, a capa e a camada de ligação. O termo DMI (do inglês *distance measuring instrument*) é o ponto onde o ensaio deflectométrico foi realizado.

Tabela 5.1: Dados dos segmentos homogêneos da BR-277/PR (JDS, 2000)

Segmento Homogêneo	DMI (m)			Extensão (m)	Espessura da Camada 1 (cm)	Nº de Seções
	Sondagem	Início	Término			
SH-01	52200	51099	52500	1401	12	15
SH-02	57600	56599	58800	2201	10	23
SH-03	59600	59198	60700	1502	10	16
SH-04	68400	67799	69303	1504	11	16
SH-05	70100	69701	71198	1497	12	16
SH-06	72000	71198	72603	1405	12	15
SH-07	73700	72603	74499	1896	12	20
SH-08	74800	74499	75799	1300	10	14
SH-09	77500	76401	78100	1699	11	18
SH-10	78800	78100	80001	1901	12	20

5.1.2. Trecho Ataléia – Carlos Chagas (BR-418/MG)

O projeto de restauração deste trecho, que tem 52km de extensão, foi feito pela Dynatest Engenharia Ltda. entre dezembro de 1992 e julho de 1993.Para execução deste serviço foi necessária a realização de avaliações destrutivas, que consistiram na abertura de poços de sondagem de onde foram extraídas amostras para posteriores estudos laboratoriais, e não-destrutivas, que consistiram na realização de medidas de deflexão.

O levantamento deflectométrico foi realizado em novembro de 1992, sendo utilizado o equipamento FWD modelo Dynatest 8000E, fabricado na Dinamarca e aperfeiçoado nos EUA. As bacias deflectométricas foram medidas por sete geofones nas posições 0, 20, 30, 45, 65, 90 e 120cm de distância do centro da placa de carga do equipamento, O carregamento utilizado neste ensaio foi de 4 toneladas (4000kgf).

Segundo ALBERNAZ (1997) a estrutura do pavimento deste trecho da BR-418/MG era composta, em média, de 2cm de tratamento superficial duplo (TSD), 17cm de base de saibro-brita e 24cm de sub-base de saibro siltoso, e o seu subleito é formado por argila siltosa ou silte arenoso. Seu revestimento foi restaurado várias vezes, sendo composto também de várias camadas de lama asfáltica e, na época da restauração, variava de 2 a 5cm de espessura, com média de 3cm. Os resultados completos dos ensaios, de laboratório e deflectométricos, realizados nesta rodovia são apresentados em MACÊDO (1996).

Para este estudo comparativo foram escolhidos os dados deflectométricos da pista do lado direito de 10 (dez) segmentos homogêneos desta rodovia. Estes segmentos foram divididos de acordo com o método das diferenças acumuladas (AASHTO, 1993), sendo que o comprimento mínimo destes segmentos foi fixado em 1000m. A tabela 5.2 apresenta dados básicos dos 10 (dez) segmentos da BR-418/MG analisados neste estudo.

Tabela 5.2: Dados dos segmentos homogêneos da BR-418/MG

Segmento Homogêneo	DMI (m)		Extensão (m)	Número de Seções
	Início	Término		
SH-01	3767	5600	1833	22
SH-02	5600	7280	1680	22
SH-03	7280	9280	2000	23
SH-04	9280	11043	1763	21
SH-05	11043	12803	1760	22
SH-06	12803	15200	2397	24
SH-07	15200	16965	1765	22
SH-08	16965	18561	1596	20
SH-09	18561	20320	1759	24
SH-10	20320	22080	1760	20

5.2. Programas de retroanálise estudados

Foram utilizados cinco programas de retroanálise neste estudo: (1) RETRAN2-CL, (2) REPAV, (3) REPAV V2, (4) RETROANA e (5) RETRAN5-L, sendo o programa REPAV V2 a segunda versão do programa REPAV.

5.2.1. RETRAN2-CL

Desenvolvido por ALBERNAZ (1995), o programa computacional RETRAN2-CL (**RETR**o**AN**álise de sistemas de **2** **C**amadas elásticas **L**ineares) é baseado na metodologia proposta por NOURELDIN (1993), descrita no capítulo III do presente trabalho. Nesta sistemática, o pavimento real é transformado em uma estrutura de duas camadas: uma estrutura equivalente que engloba as camadas betuminosas e granulares, e outra representa o subleito, conforme esquematizado na figura 5.1.

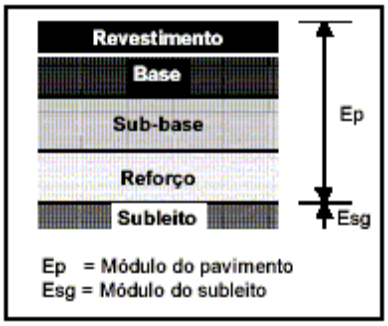


Figura 5.1: Estrutura equivalente do RETRAN2-CL (VILLELA e MARCON, 2001)

Basicamente, este programa executa quatro tarefas:

1. Ajuste matemático das bacias de campo;
2. Retroanálise dos módulos de resiliência pelo método de NOURELDIN (1993), a partir das equações genéricas obtidas por ALBERNAZ (1996);
3. Armazena as bacias deflectométricas e os resultados da retroanálise em arquivos;
4. Emite relatório com os dados de entrada e saída do trecho em análise.

Neste programa, a retroanálise dos módulos de resiliência pode ser realizada a partir de bacias deflectométricas levantadas através de viga Benkelman e FWD. Este programa foi utilizado em uma série de estudos realizados no Brasil apresentando, segundo os autores citados, resultados satisfatórios apesar da simplicidade de sua formulação matemática (ALBERNAZ, 1997; VILLELA e MARCON, 2001; PEREIRA, 2002).

Os dados de entrada necessários para a retroanálise executada pelo RETRAN2-CL são, basicamente, os valores de deflexão da bacia e as configurações do carregamento. Admitem-se os coeficientes de Poisson de 0,5 para as duas camadas.

5.2.2. REPAV e REPAV V2

O programa REPAV, desenvolvido por FONSECA (2002), baseia-se na modelagem proposta no trabalho "Determinação das características estruturais de pavimento, a partir da linha de influência obtida em ensaios de carga com pneus", realizado por PEREIRA (1969) no Laboratório Nacional de Engenharia de Lisboa (LNEC).

Considera o sistema como elástico-linear, composto por três camadas incluindo o subleito e utiliza um banco de dados de bacias deflectométricas calculadas através do programa computacional ELSYM5 (método das diferenças finitas - MDF). Podem ser analisadas bacias deflectométricas levantadas através do FWD ou da viga Benkelman.

Da mesma forma que no programa apresentado por ALBERNAZ (1995), o RETRAN2-CL, foi adotado no REPAV coeficiente de Poisson de 0,50 para as camadas da estrutura do pavimento. FONSECA (2002) justifica esta simplificação dizendo que a consideração diferenciada deste parâmetro levaria a um banco de dados proibitivo.

O banco de dados utilizados neste programa é caracterizado pelas seguintes variáveis:

δ_{2r}: 1ª ordenada da bacia normalizada;

δ_{4r}/δ_{2r}: 2ª ordenada da bacia normalizada;

δ_{6r}/δ_{2r}: 3ª ordenada da bacia normalizada;

δ_{8r}/δ_{2r}: 4ª ordenada da bacia normalizada;

δ_{10r}/δ_{2r}: 5ª ordenada da bacia normalizada;

δ_{2r}/δ_{0r}: Relação entre a deflexão distante duas vezes o raio da área de contato e a máxima;

Fw: Fator de assentamento;

E_1/E_3: Relação entre os módulos de resiliência da primeira e da terceira camada;

E_3/E_2: Relação entre os módulos de resiliência da terceira e da segunda camada;

$H_1(r)$: Espessura da 1ª camada em unidade de raio de área de contato;

$H_2(r)$: Espessura da 2ª camada em unidade de raio de área de contato.

O banco de dados do REPAV possui 96.000 combinações com os parâmetros citados, sendo resultado da combinação dos intervalos apresentados na tabela 5.3. No REPAV, os dados de entrada necessários para a realização da retroanálise são os valores absolutos de deflexão, distâncias radiais e espessuras das camadas, sendo que os valores de espessura e das distâncias radiais são convertidos para unidade de raio da área de contato de carga.

Tabela 5.3: Faixa adotada para os parâmetros do banco de dados do REPAV (FONSECA, 2002)

PARÂMETRO	FAIXA
H1(r)	0,4r a 7,4r
H2(r)	2,3r a 8,3r
E1 / E3	1 a 100
E3 / E2	0,1 a 10

Nesta metodologia, as bacias deflectométricas são normalizadas em relação à deflexão na distância 2r. Determina-se, a partir daí, as seguintes variáveis:

$\delta_{2r}\%$: 100;

$\delta_{4r}\%$: δ_{4r}/δ_{2r} x 100;

$\delta_{6r}\%$: δ_{6r}/δ_{2r} x 100;

$\delta_{8r}\%$: δ_{8r}/δ_{2r} x 100;

$\delta_{10r}\%$: δ_{10r}/δ_{2r} x 100.

Segundo FONSECA (2002) esta consideração é feita para se possibilitar a retroanálise com a viga Benkelman, onde não pode ser feita a leitura de deflexão no centro da carga, seguindo o proposto por PERREIRA (1969).

Da mesma forma que em todas as metodologias de retroanálise, o problema em questão é resolvido quando a condição de semelhança entre a bacia medida em campo e a bacia teórica é atendida segundo algum critério de convergência. O programa REPAV adota como critério de ajuste o erro médio absoluto, que é determinado através da seguinte expressão:

$$\varepsilon = \frac{\Sigma\left|dm_i - dt_i\right|}{n} \tag{5.1}$$

ε é o erro médio absoluto;
dm_i é a deflexão média no ponto i;
dt_i é a deflexão teórica calculada no ponto i;
n é a número de pontos da bacia.

A pesquisa da bacia teórica se encerra quando o programa atingir um número de 2000 iterações ou então quando o erro admitido informado ao programa for satisfeito.

A obtenção de valores de módulos de revestimentos asfálticos excessivamente elevados pode ser evitada através da fixação de faixa de valores. No caso de programas de retroanálise que utilizam banco de dados, este problema pode ser atenuado através do refinamento da banco de dados utilizado pelo programa, já que haverá mais opções de pesquisa na escolha da bacia teórica que mais se aproxime da bacia medida em campo. Problemas desta natureza foram verificados na presente pesquisa na retroanálise dos

módulos de resiliência realizadas utilizando o REPAV e foi sugerido ao autor do programa, o Jorge Fonseca, que fosse implementado uma alteração que possibilitasse a fixação de valores modulares. Desta forma foi criada uma segunda versão do programa, denominada neste trabalho de REPAV V2 (FONSECA, 2003), que também foi utilizada neste estudo.

5.2.3. RETROANA

O programa RETROANA, desenvolvido pelo corpo técnico da Dynatest Engenharia Ltda. na década de 1990, realiza a retroanálise dos módulos de resiliência empregando, como sub-rotina, o programa de análise de tensões e deformações ELASTMCF (RODRIGUES, 1991), que utiliza o método das Camadas Finitas.

Da mesma forma que o REPAV, o RETROANA considera um sistema elástico-linear equivalente de três camadas da seguinte forma: a primeira consiste no somatório das camadas betuminosas, a segunda engloba todas as camadas granulares e a terceira o subleito.

Antes de iniciar a retroanálise em si, é necessário o tratamento das bacias deflectométricas levantadas com o FWD. Este tratamento consiste basicamente na divisão da extensão ensaiada em trechos com comportamento homogêneo e tratamento estatístico dos dados. Estas tarefas são executadas com o auxílio dos programas HOMOGENE e ESTATIST.

Os dados de entrada necessários para a realização da retroanálise dos módulos de resiliência, através do programa RETROANA, são os seguintes:

1. Bacias deflectométricas;
2. Espessura de cada camada;
3. Coeficiente de Poisson para cada material;
4. Faixa de valores modulares para cada camada;
5. Temperatura do ar e do pavimento;
6. Dados sobre o carregamento do ensaio com FWD.

A determinação dos módulos de resiliência das camadas do pavimento equivalente é realizada através de uma rotina que ajusta as deflexões medidas às calculadas por meio de iterações, até que erro médio atinja um valor mínimo. São realizadas, no máximo, 80 iterações para cada seção de ensaio. O programa RETROANA foi detalhadamente descrito em MACÊDO (1996).

5.2.4. RETRAN5-L

O programa RETRAN5-L, desenvolvido pelo Engº Cláudio Ângelo Valadão Albernaz (autor do RETRAN2-CL), possibilita a análise de um sistema elástico-linear de até cinco camadas, diferentemente dos anteriores. Este é um programa particular, não tendo sido ainda disponibilizado pelo seu autor.

O processo de retroanálise dos módulos de resiliência é feito a partir da comparação iterativa das bacias de campo com bacias teóricas, constantes em um banco de dados, geradas pelo programa ELSYM5, considerando a seção-tipo do pavimento e a configuração do carregamento do equipamento utilizado no levantamento deflectométrico. Podem ser analisadas bacias deflectométricas levantadas através do FWD ou da viga Benkelman.

Os dados de entrada necessários para a realização da retroanálise a partir do RETRAN5-L são os seguintes:

1. Bacias deflectométricas;
2. Seção-tipo do pavimento;
3. Coeficiente de Poisson para cada material;
4. Faixa de valores modulares para cada camada;
5. Dados sobre o carregamento de ensaio.

Diferentemente dos outros programas, o autor deste estudo não teve acesso ao programa RETRAN5-L, tendo sido as análises efetuadas pelo Engº Cláudio Albernaz de acordo com instruções passadas e banco de dados.

5.3. Procedimentos utilizados na retroanálise e no dimensionamento do reforço

A partir dos levantamentos deflectométricos que serviram como base de dados desta pesquisa (BR-277/PR e BR-418/MG) foi realizada a retroanálise dos módulos de resiliência bacia a bacia, para os cinco programas utilizados. Inicialmente, exceto para o programa RETRAN2-CL, foram fixadas as espessuras das camadas. Foram consideradas três estruturas diferentes, sendo duas para o pavimento da BR-277/PR e uma para o da BR-418/MG.

No caso da BR-277/PR, foram retroanalisadas duas estruturas diferentes para se verificar a influência da variação da espessura da camada de revestimento antigo no módulo de resiliência desta. As estruturas utilizadas na retroanálise são apresentadas nas figuras 5.2 e 5.3. Para os programas RETROANA e RETRAN5-L, os coeficientes de Poisson da 1ª, 2ª e 3ª camada foram, respectivamente, 0,35, 0,35 e 0,40. Para os outros programas foram iguais a 0,50 para todas as camadas das estruturas. Estes valores foram utilizados para as três estruturas típicas utilizadas nesta pesquisa.

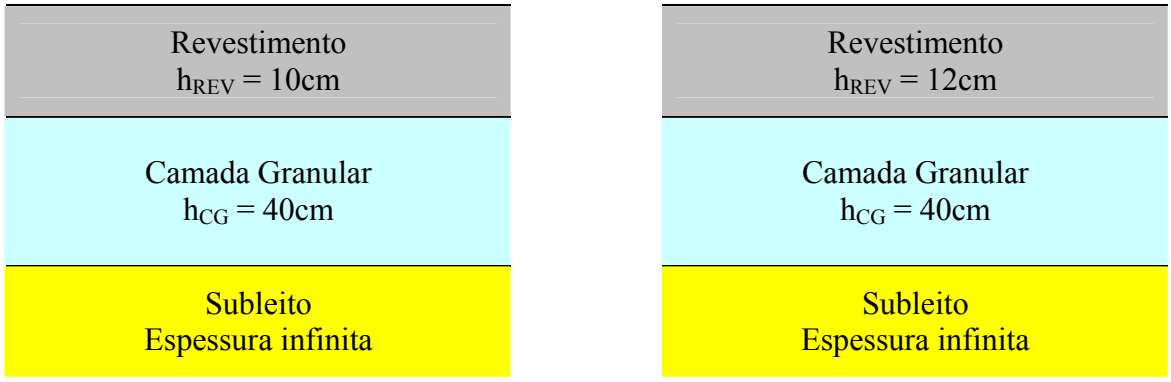
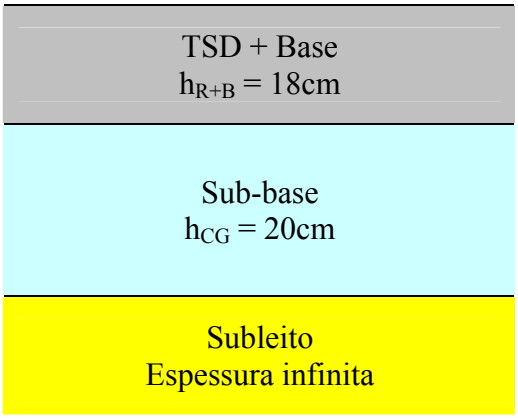


Figura 5.2: Estruturas típicas do pavimento da BR-277/PR

O próximo passo foi a fixação da faixa de valores modulares para cada camada. Este procedimento foi realizado para os programas REPAV V2, RETROANA e RETRAN5-L. Segundo ALBERNAZ (1997), a seleção destes valores é feita com base na experiência profissional do projetista. Trata-se de uma difícil tarefa, porém vital na obtenção de módulos coerentes com os materiais analisados. As faixas utilizadas neste trabalho, para cada camada, são apresentadas na tabela 5.4.



Estrutura 3

Figura 5.3: Estrutura típica do pavimento da BR-418/MG

Tabela 5.4: Faixas de valores de módulo de resiliência utilizadas neste estudo

BR-277/PR	**Mr (kgf/cm^2)**		**BR-418/MG**	**Mr (kgf/cm^2)**	
	Mínimo	**Máximo**		**Mínimo**	**Máximo**
Revestimento	10000	70000	TSD + Base	300	10000
Camada Granular	500	5000	Sub-base	0	4000
Subleito	500	5000	Subleito	300	4000

Os resultados da retroanálise foram tratados estatisticamente para cada um dos dez segmentos homogêneos. A partir dos resultados obtidos para cada programa, foi simulado o dimensionamento de reforço estrutural de CBUQ. Este cálculo foi realizado utilizando o programa computacional JULEA (Jacob Uzan Layered Elastic Analysis), que foi introduzido no Brasil por FRANCO (2000).

O principal interesse desta análise consiste na determinação do estado de tensões e deformações no sentido vertical no topo do subleito e, no sentido horizontal, da base da camada de reforço. No primeiro caso, o interesse em se determinar o valor da tensão vertical no topo do subleito reside no potencial de ocorrências de deformações permanentes que pode levar a formação de afundamentos na estrutura do pavimento. Já no caso das deformações horizontais na base da camada de reforço, procura-se diminuir a possibilidade de ocorrência de ruptura por esforços repetitivos, conhecida como ruptura por fadiga, através da determinação de espessura adequada de camada de reforço. A fadiga é caracterizada pelo aparecimento de trincas na superfície do pavimento.

Foram simuladas cinco espessuras diferentes de reforço e foi verificado se estas atendem aos seguintes critérios de dimensionamento:

- Deformação específica de tração na base da camada de reforço (ε_t) (PINTO, 1991): $N_f = 9{,}07.10^{-5}\left(1/\varepsilon_t\right)^{2{,}65}.\left(1/M_r\right)^{-0{,}033}$;

- Tensão vertical de compressão no topo do subleito (σ_{Vsub}) (HEUKELOM e KLOMP, 1962): $\sigma_{Vsub} = 0{,}006.M_{Rm}/(1+0{,}7.\log N)$, onde M_{Rm} é o módulo resiliente do subleito.

O carregamento adotado no dimensionamento do reforço foi o eixo padrão rodoviário: eixo simples com rodas duplas, com carga de 8,2 toneladas, raio de contato entre a roda e o pavimento igual a 10,8cm e pressão na área de contato de 5,6kgf/cm^2. O número N considerado no dimensionamento, para as duas rodovias é apresentado na tabela 5.5. No caso da BR-277/PR, o número N foi o usado pela JDS Engenharia Ltda. na ocasião da sua restauração. Já nas simulações feitas para BR-418/MG, o número N foi escolhido para um curto período de projeto.

Tabela 5.5: Valor do número N

BR-277/PR	5.10^7
BR-418/MG	5.10^5

Os resultados da retroanálise realizadas através de cada programa de retroanálise e sua influência no dimensionamento de reforço estrutural são apresentados no capítulo VI. No anexo I é apresentado, como exemplo, o dimensionamento probabilístico do reforço do segmento homogêneo 1 da BR-277/PR a partir da retroanálise dos módulos de resiliência utilizando o programa RETRAN5-L.

Os passos realizados no estudo sobre as diferentes formas de análise de segmentos homogêneos estão descritos no capítulo VI desta tese.

CAPÍTULO VI
COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE RETROANÁLISE

O estudo comparativo a partir de dois bancos de dados, um da BR-277/PR e outro da BR-418/MG, de deflexão foi realizado com cinco métodos de retroanálise (RETRAN2-CL, REPAV, REPAV V2, RETROANA e RETRAN5-L).

6.1. Resultados da retroanálise

Foram utilizados como principais parâmetros de comparação dos resultados obtidos pelos cinco programas de retroanálise o erro entre a bacia teórica e a bacia de campo e os valores modulares. Os valores dos módulos de resiliência da camada 1 (um) obtidos através do programa RETRAN2-CL não foram comparados com os obtidos pelos demais programas porque este representa o valor modular do pavimento (revestimento + base + sub-base/reforço), não tendo sentido compará-lo com o valor modular da camada 1 (um) determinado pelos outros, que correspondem ao módulo de resiliência do revestimento.

6.1.1. BR-277/PR (Curitiba – Paranaguá)

O primeiro estudo realizado foi utilizando a retroanálise pontual, ou seja, em cada segmento homogêneo foi retroanalisada cada bacia levantada. As tabelas com os resultados da retroanálise pontual, realizada seção a seção, para cada um dos cinco programas utilizados são apresentadas no anexo II deste trabalho. Neste capítulo são mostradas apenas, por questão de espaço, as tabelas de 6.1 a 6.9 com os resultados tratados estatisticamente da retroanálise para cada um dos segmentos homogêneos.

Os resultados obtidos na retroanálise dos módulos de resiliência, a partir do levantamento deflectométrico realizado na BR-277/PR, apresentaram valores

discrepantes em relação aos valores modulares observados nas três camadas da estrutura do pavimento para cada programa utilizado, o que de certa forma já era esperado devido às nuanças da metodologia embutida em cada um dos programas.

Tabela 6.1: Resumo da retroanálise – RETRAN2-CL (BR-277/PR)

COPPE	**Resumo da Retroanálise - RETRAN2-CL**									
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:		Curitiba - Paranaguá			Pista Direita		
Segmento Homogêneo	MR1 kgf/cm²	MR2 kgf/cm²	ESP1 cm	RMS -	Segmento Homogêneo		MR1 kgf/cm²	MR2 kgf/cm²	ESP1 cm	RMS -
SH - 01	x	4533	1450	66,9	0,55	SH - 06	x	3749	1124	72,3	0,65
	σ	1196	503	13,6	0,19		σ	566	225	31,7	0,23
	x + σ	5729	1953	80,4	0,74		x + σ	4315	1349	104,0	0,88
	x - σ	3336	947	53,3	0,36		x - σ	3183	900	40,6	0,42
	C.V. (%)	26,4	34,7	20,3	33,9		C.V. (%)	15,1	20,0	43,9	35,7
SH - 02	x	4756	1660	89,3	0,48	SH - 07	x	4577	1422	88,4	0,51
	σ	1068	461	37,8	0,24		σ	913	315	30,6	0,17
	x + σ	5824	2121	127,1	0,71		x + σ	5489	1736	119,0	0,68
	x - σ	3687	1199	51,5	0,24		x - σ	3664	1107	57,9	0,34
	C.V. (%)	22,5	27,8	42,3	49,2		C.V. (%)	19,9	22,1	34,6	33,8
SH - 03	x	4320	1526	100,1	0,68	SH - 08	x	3476	1041	95,0	0,50
	σ	634	477	46,4	0,43		σ	639	139	31,0	0,14
	x + σ	4954	2003	146,5	1,11		x + σ	4115	1180	126,0	0,64
	x - σ	3686	1048	53,7	0,25		x - σ	2837	901	64,1	0,36
	C.V. (%)	14,7	31,3	46,3	63,1		C.V. (%)	18,4	13,4	32,6	28,1
SH - 04	x	4113	1336	69,6	0,60	SH - 09	x	4218	1251	87,3	0,39
	σ	611	206	15,4	0,19		σ	1094	270	33,2	0,20
	x + σ	4724	1542	85,1	0,79		x + σ	5313	1521	120,5	0,60
	x - σ	3502	1130	54,2	0,41		x - σ	3124	980	54,1	0,19
	C.V. (%)	14,8	15,4	22,2	31,5		C.V. (%)	25,9	21,6	38,0	51,7
SH - 05	x	4615	1434	95,9	0,51	SH - 10	x	4793	1566	74,2	0,41
	σ	879	276	43,5	0,14		σ	1172	361	34,8	0,19
	x + σ	5494	1710	139,4	0,65		x + σ	5965	1928	109,1	0,60
	x - σ	3736	1158	52,3	0,37		x - σ	3621	1205	39,4	0,22
	C.V. (%)	19,0	19,2	45,4	27,5		C.V. (%)	24,4	23,1	46,9	46,4

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
C.V. (%) - Coeficiente de Variação em Porcentagem
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
MR - Módulo de Resiliência
ESP - Espessura da Camada
SH - Segmento Homogêneo

Tabela 6.2: Resumo da retroanálise – REPAV – revestimento de 10cm (BR-277/PR)

COPPE	**Resumo da Retroanálise - REPAV**				ESP1	10cm
					ESP2	40cm
					ESP3	Inf.

Rodovia:		BR-277/PR		Trecho:		Curitiba - Paranaguá				
Segmento Homogêneo		MR1	MR2	MR3	ERRO	Segmento Homogêneo		MR1	MR2	MR3	ERRO
		kgf/cm2			-			kgf/cm^2			-
SH - 01	x	83312	2550	2095	1,51	SH - 06	x	58935	2289	1930	1,24
	σ	63386	1411	1037	0,80		σ	43022	1440	1104	0,63
	x + σ	146698	3960	3132	2,31		x + σ	101957	3729	3034	1,87
	x - σ	19927	1139	1058	0,71		x - σ	15914	848	825	0,62
	C.V. (%)	76,1	55,3	49,5	52,7		C.V. (%)	73,0	62,9	57,2	50,4
SH - 02	x	71971	3565	2412	1,39	SH - 07	x	66267	3466	2023	1,42
	σ	60055	1871	1448	0,79		σ	47965	1655	922	0,79
	x + σ	132026	5436	3861	2,18		x + σ	114232	5120	2945	2,21
	x - σ	11916	1694	964	0,60		x - σ	18302	1811	1101	0,62
	C.V. (%)	83,4	52,5	60,0	56,8		C.V. (%)	72,4	47,7	45,6	55,9
SH - 03	x	67112	3656	1950	2,35	SH - 08	x	54681	2679	1442	1,00
	σ	60816	1637	666	2,22		σ	48096	942	457	0,46
	x + σ	127927	5293	2616	4,56		x + σ	102777	3621	1898	1,46
	x - σ	6296	2020	1284	0,13		x - σ	6585	1737	985	0,55
	C.V. (%)	90,6	44,8	34,1	94,6		C.V. (%)	88,0	35,2	31,7	45,4
SH - 04	x	45475	2822	2044	1,35	SH - 09	x	86076	2921	1482	1,35
	σ	44403	1018	640	0,82		σ	53179	1703	356	0,51
	x + σ	89879	3840	2684	2,16		x + σ	139256	4625	1838	1,86
	x - σ	1072	1804	1403	0,53		x - σ	32897	1218	1126	0,84
	C.V. (%)	97,6	36,1	31,3	60,8		C.V. (%)	61,8	58,3	24,0	37,7
SH - 05	x	62585	3694	2054	1,38	SH - 10	x	92683	3173	2094	1,90
	σ	56312	1522	805	0,93		σ	65462	2762	1087	2,19
	x + σ	118897	5216	2860	2,31		x + σ	158145	5935	3181	4,09
	x - σ	6272	2172	1249	0,44		x - σ	27221	411	1007	-0,30
	C.V. (%)	90,0	41,2	39,2	67,8		C.V. (%)	70,6	87,0	51,9	115,7

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
C.V. (%) - Coeficiente de Variação em Porcentagem
ERRO - Erro Médio Absoluto
MR - Módulo de Resiliência
ESP - Espessura da Camada
SH - Segmento Homogêneo
Inf. - Camada com Espessura Infinita

Tabela 6.3: Resumo da retroanálise – REPAV – revestimento de 12cm (BR-277/PR)

COPPE	**Resumo da Retroanálise - REPAV**								ESP1	12cm
									ESP2	40cm
									ESP3	Inf.
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:		Curitiba - Paranaguá			Pista Direita		
Segmento Homogêneo	MR1	MR2	MR3	ERRO	Segmento Homogêneo	MR1	MR2	MR3	ERRO	
	kgf/cm2			-		kgf/cm^2			-	
SH - 01	x	17885	2163	2194	1,19	SH - 06	x	18409	1681	1826	0,95
	σ	12095	1558	1126	0,64		σ	14469	1215	977	0,42
	x + σ	29980	3721	3320	1,83		x + σ	32878	2896	2803	1,36
	x - σ	5789	605	1068	0,55		x - σ	3940	466	848	0,53
	C.V. (%)	67,6	72,0	51,3	53,8		C.V. (%)	78,6	72,3	53,5	43,8
SH - 02	x	16642	3201	2556	1,20	SH - 07	x	16393	3102	3056	1,17
	σ	17857	1861	1398	0,64		σ	13334	1809	3510	0,79
	x + σ	34499	5062	3954	1,84		x + σ	29727	4911	6567	1,96
	x - σ	-1214	1340	1157	0,56		x - σ	3059	1293	-454	0,38
	C.V. (%)	107,3	58,1	54,7	53,6		C.V. (%)	81,3	58,3	114,8	67,7
SH - 03	x	17086	2967	1850	2,17	SH - 08	x	14745	2280	1610	0,79
	σ	11998	1526	645	2,25		σ	11119	1482	759	0,42
	x + σ	29083	4493	2495	4,42		x + σ	25864	3761	2369	1,21
	x - σ	5088	1440	1205	-0,09		x - σ	3627	798	851	0,37
	C.V. (%)	70,2	51,5	34,9	103,9		C.V. (%)	75,4	65,0	47,2	53,5
SH - 04	x	8826	2814	2394	1,21	SH - 09	x	22297	2316	1659	0,99
	σ	7877	1257	614	0,87		σ	14101	1963	846	0,51
	x + σ	16703	4070	3008	2,09		x + σ	36398	4279	2504	1,50
	x - σ	949	1557	1780	0,34		x - σ	8196	353	813	0,48
	C.V. (%)	89,3	44,7	25,6	72,1		C.V. (%)	63,2	84,7	51,0	51,7
SH - 05	x	12547	3382	2251	1,34	SH - 10	x	26120	2412	2025	1,31
	σ	9814	1406	967	0,92		σ	21673	2184	979	1,37
	x + σ	22361	4788	3218	2,26		x + σ	47792	4596	3004	2,68
	x - σ	2732	1977	1285	0,41		x - σ	4447	228	1047	-0,06
	C.V. (%)	78,2	41,6	42,9	69,0		C.V. (%)	83,0	90,6	48,3	104,5

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
C.V. (%) - Coeficiente de Variação em Porcentagem
ERRO - Erro Médio Absoluto
MR - Módulo de Resiliência
ESP - Espessura da Camada
SH - Segmento Homogêneo
Inf. - Camada com Espessura Infinita

Tabela 6.4: Resumo da retroanálise – REPAV V2 – revestimento de 10cm (BR-277/PR)

COPPE	Resumo da Retroanálise - REPAV V2								ESP1	10cm
									ESP2	40cm
									ESP3	Inf.
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:		Curitiba - Paranaguá			Pista Direita		
Segmento Homogêneo	MR1	MR2	MR3	ERRO	Segmento Homogêneo	MR1	MR2	MR3	ERRO	
	kgf/cm2			-		kgf/cm^2			-	
SH - 01 x	52450	2125	1530	5,60	SH - 06 x	49210	1782	1238	4,21	
SH - 01 σ	8578	947	521	2,57	SH - 06 σ	3557	894	262	1,05	
SH - 01 x + σ	61029	3072	2052	8,17	SH - 06 x + σ	52767	2677	1500	5,27	
SH - 01 x - σ	43872	1178	1009	3,03	SH - 06 x - σ	45653	888	976	3,16	
SH - 01 C.V. (%)	16,4	44,6	34,1	45,9	SH - 06 C.V. (%)	7,2	50,2	21,2	25,0	
SH - 02 x	43577	2938	1673	4,09	SH - 07 x	48456	2635	1406	4,86	
SH - 02 σ	10651	1111	466	1,95	SH - 07 σ	7934	1062	278	1,52	
SH - 02 x + σ	54228	4048	2139	6,04	SH - 07 x + σ	56390	3698	1683	6,38	
SH - 02 x - σ	32926	1827	1206	2,14	SH - 07 x - σ	40522	1573	1128	3,34	
SH - 02 C.V. (%)	24,4	37,8	27,9	47,7	SH - 07 C.V. (%)	16,4	40,3	19,7	31,2	
SH - 03 x	37867	2859	1450	4,44	SH - 08 x	42266	1927	1028	3,45	
SH - 03 σ	17037	1217	346	1,53	SH - 08 σ	10065	620	158	1,49	
SH - 03 x + σ	54904	4076	1797	5,97	SH - 08 x + σ	52331	2548	1187	4,94	
SH - 03 x - σ	20830	1643	1104	2,91	SH - 08 x - σ	32200	1307	870	1,96	
SH - 03 C.V. (%)	45,0	42,5	23,9	34,4	SH - 08 C.V. (%)	23,8	32,2	15,4	43,2	
SH - 04 x	49202	2088	1344	3,96	SH - 09 x	47094	2302	1281	4,27	
SH - 04 σ	6346	641	240	1,30	SH - 09 σ	9636	1015	280	1,96	
SH - 04 x + σ	55548	2729	1584	5,26	SH - 09 x + σ	56730	3317	1561	6,23	
SH - 04 x - σ	42856	1447	1103	2,66	SH - 09 x - σ	37458	1286	1001	2,31	
SH - 04 C.V. (%)	12,9	30,7	17,9	32,9	SH - 09 C.V. (%)	20,5	44,1	21,8	46,0	
SH - 05 x	45052	2768	1420	4,97	SH - 10 x	47372	2473	1762	5,85	
SH - 05 σ	15218	991	254	1,65	SH - 10 σ	12715	970	395	4,06	
SH - 05 x + σ	60269	3759	1674	6,62	SH - 10 x + σ	60086	3444	2157	9,90	
SH - 05 x - σ	29834	1777	1166	3,32	SH - 10 x - σ	34657	1503	1368	1,79	
SH - 05 C.V. (%)	33,8	35,8	17,9	33,2	SH - 10 C.V. (%)	26,8	39,2	22,4	69,4	

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
C.V. (%) - Coeficiente de Variação em Porcentagem
ERRO - Erro Médio Absoluto
MR - Módulo de Resiliência
ESP - Espessura da Camada
SH - Segmento Homogêneo
Inf. - Camada com Espessura Infinita

Tabela 6.5: Resumo da retroanálise – REPAV V2– revestimento de 12cm (BR-277/PR)

COPPE	Resumo da Retroanálise - REPAV V2								ESP1	12cm
									ESP2	40cm
									ESP3	Inf.
Rodovia:		BR-277/PR		Trecho:		Curitiba - Paranaguá		Pista Direita		
Segmento Homogêneo		MR1	MR2	MR3	ERRO	Segmento Homogêneo	MR1	MR2	MR3	ERRO
		kgf/cm2			-		kgf/cm^2			-
SH - 01	x	37218	1666	1475	4,14	SH - 06 x	33017	1466	1188	3,12
	σ	6861	791	503	2,08	σ	2358	858	242	0,76
	x + σ	44079	2457	1977	6,22	x + σ	35375	2323	1430	3,88
	x - σ	30358	874	972	2,06	x - σ	30659	608	946	2,35
	C.V. (%)	18,4	47,5	34,1	50,3	C.V. (%)	7,1	58,5	20,4	24,4
SH - 02	x	30339	2589	1627	3,26	SH - 07 x	34846	2244	1376	3,60
	σ	7819	1161	441	1,32	σ	7253	1108	280	0,99
	x + σ	38158	3750	2068	4,58	x + σ	42099	3351	1656	4,59
	x - σ	22520	1429	1186	1,94	x - σ	27593	1136	1096	2,62
	C.V. (%)	25,8	44,8	27,1	40,6	C.V. (%)	20,8	49,4	20,3	27,4
SH - 03	x	26956	2522	1425	3,54	SH - 08 x	29627	1641	1007	2,66
	σ	11534	1259	350	1,19	σ	7680	585	153	0,78
	x + σ	38490	3781	1775	4,73	x + σ	37307	2226	1159	3,44
	x - σ	15423	1263	1075	2,35	x - σ	21947	1056	854	1,88
	C.V. (%)	42,8	49,9	24,6	33,6	C.V. (%)	25,9	35,6	15,2	29,4
SH - 04	x	33591	1709	1308	2,98	SH - 09 x	33374	1962	1803	3,03
	σ	4973	587	217	0,88	σ	7912	1055	2315	0,98
	x + σ	38565	2296	1525	3,86	x + σ	41286	3017	4118	4,01
	x - σ	28618	1122	1091	2,10	x - σ	25462	907	-512	2,06
	C.V. (%)	14,8	34,3	16,6	29,7	C.V. (%)	23,7	53,8	128,4	32,2
SH - 05	x	33106	2307	1397	3,79	SH - 10 x	33648	2086	1697	4,45
	σ	10793	992	249	1,29	σ	9435	994	365	2,76
	x + σ	43899	3299	1646	5,08	x + σ	43082	3081	2063	7,21
	x - σ	22313	1315	1148	2,50	x - σ	24213	1092	1332	1,70
	C.V. (%)	32,6	43,0	17,8	34,0	C.V. (%)	28,0	47,7	21,5	61,9

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
C.V. (%) - Coeficiente de Variação em Porcentagem
ERRO - Erro Médio Absoluto
MR - Módulo de Resiliência
ESP - Espessura da Camada
SH - Segmento Homogêneo
Inf. - Camada com Espessura Infinita

Tabela 6.6: Resumo da retroanálise – RETROANA – revestimento de 10cm (BR277PR)

COPPE	**Resumo da Retroanálise - RETROANA**								ESP1	10cm
									ESP2	40cm
									ESP3	Inf.
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:		Curitiba - Paranaguá		Pista Direita			
Segmento Homogêneo	MR1	MR2	MR3	ERRO	Segmento Homogêneo	MR1	MR2	MR3	ERRO	
	kgf/cm2			-		kgf/cm^2			-	
SH - 01 x	48633	2286	1604	0,58	SH - 06 x	39510	1902	1417	0,84	
SH - 01 σ	15225	925	445	0,24	SH - 06 σ	15079	1000	389	0,32	
SH - 01 x + σ	63858	3211	2049	0,82	SH - 06 x + σ	54588	2902	1806	1,16	
SH - 01 x - σ	33408	1361	1158	0,34	SH - 06 x - σ	24431	902	1029	0,52	
SH - 01 C.V. (%)	31,3	40,5	27,8	41,5	SH - 06 C.V. (%)	38,2	52,6	27,4	37,8	
SH - 02 x	36912	3125	1984	0,71	SH - 07 x	47542	2820	1635	0,84	
SH - 02 σ	19523	1166	673	0,31	SH - 07 σ	20296	1172	420	0,31	
SH - 02 x + σ	56436	4291	2657	1,02	SH - 07 x + σ	67838	3992	2055	1,15	
SH - 02 x - σ	17389	1959	1311	0,40	SH - 07 x - σ	27246	1647	1215	0,53	
SH - 02 C.V. (%)	52,9	37,3	33,9	43,3	SH - 07 C.V. (%)	42,7	41,6	25,7	36,8	
SH - 03 x	39712	2815	1847	0,82	SH - 08 x	35436	2145	1158	0,81	
SH - 03 σ	18331	1296	510	0,27	SH - 08 σ	15493	611	168	0,34	
SH - 03 x + σ	58044	4111	2356	1,09	SH - 08 x + σ	50930	2756	1326	1,15	
SH - 03 x - σ	21381	1518	1337	0,55	SH - 08 x - σ	19943	1534	990	0,47	
SH - 03 C.V. (%)	46,2	46,1	27,6	33,0	SH - 08 C.V. (%)	43,7	28,5	14,5	42,4	
SH - 04 x	39979	2128	1610	0,57	SH - 09 x	39922	2591	1415	0,69	
SH - 04 σ	13327	717	319	0,23	SH - 09 σ	19994	1219	338	0,29	
SH - 04 x + σ	53306	2845	1929	0,80	SH - 09 x + σ	59917	3810	1753	0,98	
SH - 04 x - σ	26652	1410	1291	0,34	SH - 09 x - σ	19928	1372	1077	0,39	
SH - 04 C.V. (%)	33,3	33,7	19,8	40,5	SH - 09 C.V. (%)	50,1	47,1	23,9	42,8	
SH - 05 x	39833	2990	1753	0,69	SH - 10 x	39836	2712	1980	0,75	
SH - 05 σ	19034	1225	514	0,37	SH - 10 σ	20001	1217	490	0,62	
SH - 05 x + σ	58868	4214	2267	1,06	SH - 10 x + σ	59837	3929	2470	1,37	
SH - 05 x - σ	20799	1765	1239	0,32	SH - 10 x - σ	19835	1494	1489	0,13	
SH - 05 C.V. (%)	47,8	41,0	29,3	54,0	SH - 10 C.V. (%)	50,2	44,9	24,8	82,8	

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
C.V. (%) - Coeficiente de Variação em Porcentagem
ERRO - Erro Médio Absoluto
MR - Módulo de Resiliência
ESP - Espessura da Camada
SH - Segmento Homogêneo
Inf. - Camada com Espessura Infinita

Tabela 6.7: Resumo da retroanálise – RETROANA – revestimento de 12cm (BR277PR)

COPPE	**Resumo da Retroanálise - RETROANA**				ESP1	12cm
					ESP2	40cm
					ESP3	Inf.

Rodovia:		BR-277/PR		Trecho:		Curitiba - Paranaguá				
Segmento Homogêneo		MR1	MR2	MR3	ERRO	Segmento Homogêneo		MR1	MR2	MR3	ERRO
		kgf/cm2			-			kgf/cm^2			-
SH - 01	x	33661	2116	1599	0,63	SH - 06	x	27848	1812	1385	0,74
	σ	13182	724	447	0,27		σ	8072	971	368	0,20
	x + σ	46843	2841	2047	0,90		x + σ	35920	2783	1753	0,94
	x - σ	20479	1392	1152	0,36		x - σ	19777	842	1017	0,55
	C.V. (%)	39,2	34,2	28,0	43,3		C.V. (%)	29,0	53,6	26,6	26,6
SH - 02	x	24577	3166	1929	0,64	SH - 07	x	31790	2734	1619	0,68
	σ	14731	1203	648	0,29		σ	13417	1236	350	0,17
	x + σ	39308	4369	2577	0,93		x + σ	45207	3970	1969	0,85
	x - σ	9846	1963	1282	0,35		x - σ	18373	1498	1269	0,50
	C.V. (%)	59,9	38,0	33,6	45,6		C.V. (%)	42,2	45,2	21,6	25,6
SH - 03	x	26606	2589	1862	0,86	SH - 08	x	22633	2118	1152	0,78
	σ	10068	1138	528	0,24		σ	10939	671	154	0,35
	x + σ	36673	3728	2390	1,10		x + σ	33572	2789	1305	1,13
	x - σ	16538	1451	1334	0,62		x - σ	11694	1447	998	0,42
	C.V. (%)	37,8	44,0	28,4	27,9		C.V. (%)	48,3	31,7	13,3	45,3
SH - 04	x	26444	2018	1629	0,56	SH - 09	x	24644	2606	1398	0,60
	σ	8355	732	284	0,22		σ	10331	1188	357	0,29
	x + σ	34799	2750	1913	0,78		x + σ	34975	3794	1755	0,89
	x - σ	18089	1286	1345	0,33		x - σ	14313	1419	1041	0,32
	C.V. (%)	31,6	36,3	17,5	40,1		C.V. (%)	41,9	45,6	25,5	47,4
SH - 05	x	28330	2804	1774	0,68	SH - 10	x	28077	2608	1991	0,72
	σ	13623	1206	546	0,45		σ	13377	1225	532	0,58
	x + σ	41953	4010	2320	1,13		x + σ	41454	3833	2523	1,30
	x - σ	14707	1599	1228	0,23		x - σ	14701	1382	1459	0,15
	C.V. (%)	48,1	43,0	30,8	66,4		C.V. (%)	47,6	47,0	26,7	79,6

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
C.V. (%) - Coeficiente de Variação em Porcentagem
ERRO - Erro Médio Absoluto
MR - Módulo de Resiliência
ESP - Espessura da Camada
SH - Segmento Homogêneo
Inf. - Camada com Espessura Infinita

Tabela 6.8: Resumo da retroanálise – RETRAN5-L – revestimento de 10cm (BR277PR)

COPPE	Resumo da Retroanálise - RETRAN5-L								ESP1	10cm
									ESP2	40cm
									ESP3	Inf.
Rodovia:		BR-277/PR		Trecho:		Curitiba - Paranaguá			Pista Direita	
Segmento Homogêneo		MR1	MR2	MR3	ERRO	Segmento Homogêneo	MR1	MR2	MR3	ERRO
		kgf/cm2			-		kgf/cm^2			-
SH - 01	x	39000	2487	1793	0,27	SH - 06 x	38750	1889	1507	0,25
	σ	17195	914	746	0,10	σ	14478	901	351	0,08
	x + σ	56195	3400	2539	0,37	x + σ	53228	2791	1859	0,33
	x - σ	21805	1573	1047	0,17	x - σ	24272	988	1156	0,17
	C.V. (%)	44,1	36,7	41,6	36,7	C.V. (%)	37,4	47,7	23,3	32,0
SH - 02	x	35652	2939	2135	0,48	SH - 07 x	39211	2926	1726	0,36
	σ	19424	924	656	0,69	σ	18029	752	472	0,17
	x + σ	55076	3864	2791	1,17	x + σ	57239	3678	2199	0,53
	x - σ	16228	2015	1478	-0,21	x - σ	21182	2175	1254	0,19
	C.V. (%)	54,5	31,5	30,8	144,4	C.V. (%)	46,0	25,7	27,4	46,5
SH - 03	x	29063	3013	1869	0,37	SH - 08 x	33077	2169	1285	0,26
	σ	13225	973	633	0,23	σ	19219	794	211	0,05
	x + σ	42288	3985	2502	0,60	x + σ	52296	2963	1495	0,31
	x - σ	15837	2040	1236	0,15	x - σ	13858	1376	1074	0,21
	C.V. (%)	45,5	32,3	33,9	60,5	C.V. (%)	58,1	36,6	16,4	18,5
SH - 04	x	33594	2319	1619	0,25	SH - 09 x	39583	2428	1553	0,30
	σ	10569	590	265	0,04	σ	18583	876	358	0,20
	x + σ	44162	2908	1884	0,30	x + σ	58166	3304	1910	0,50
	x - σ	23025	1729	1354	0,21	x - σ	21001	1552	1195	0,10
	C.V. (%)	31,5	25,4	16,4	17,2	C.V. (%)	46,9	36,1	23,0	65,7
SH - 05	x	42969	2713	1869	0,25	SH - 10 x	38421	2605	2158	0,34
	σ	19167	914	563	0,08	σ	17700	910	530	0,22
	x + σ	62135	3626	2432	0,33	x + σ	56121	3516	2688	0,56
	x - σ	23802	1799	1306	0,17	x - σ	20721	1695	1627	0,12
	C.V. (%)	44,6	33,7	30,1	30,9	C.V. (%)	46,1	34,9	24,6	65,8

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
C.V. (%) - Coeficiente de Variação em Porcentagem
ERRO - Erro Médio Absoluto
MR - Módulo de Resiliência
ESP - Espessura da Camada
SH - Segmento Homogêneo
Inf. - Camada com Espessura Infinita

Tabela 6.9: Resumo da retroanálise – RETRAN5-L – revestimento de 12cm (BR277PR)

COPPE	Resumo da Retroanálise - RETRAN5-L								ESP1	12cm
									ESP2	40cm
									ESP3	Inf.
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:		Curitiba - Paranaguá			Pista Direita		
Segmento Homogêneo	MR1	MR2	MR3	ERRO	Segmento Homogêneo		MR1	MR2	MR3	ERRO
	kgf/cm2			-			kgf/cm^2			-
SH - 01	x	30000	2113	1890	0,30	SH - 06	x	24643	1825	1521	0,25
	σ	11726	838	725	0,11		σ	7311	936	369	0,08
	x + σ	41726	2951	2615	0,42		x + σ	31953	2761	1890	0,33
	x - σ	18274	1275	1165	0,19		x - σ	17332	889	1153	0,17
	C.V. (%)	39,1	39,7	38,4	37,8		C.V. (%)	29,7	51,3	24,2	30,5
SH - 02	x	22935	2913	2104	0,49	SH - 07	x	26579	2753	1705	0,31
	σ	11810	905	642	0,92		σ	10202	917	383	0,08
	x + σ	34745	3818	2747	1,40		x + σ	36781	3669	2088	0,39
	x - σ	11124	2008	1462	-0,43		x - σ	16377	1836	1322	0,22
	C.V. (%)	51,5	31,1	30,5	187,2		C.V. (%)	38,4	33,3	22,5	27,2
SH - 03	x	22500	2688	1994	0,37	SH - 08	x	21538	2131	1273	0,36
	σ	9922	1040	670	0,19		σ	11500	813	215	0,25
	x + σ	32422	3728	2664	0,56		x + σ	33038	2944	1488	0,61
	x - σ	12578	1647	1323	0,17		x - σ	10039	1318	1058	0,11
	C.V. (%)	44,1	38,7	33,6	52,5		C.V. (%)	53,4	38,1	16,9	69,8
SH - 04	x	22813	2156	1656	0,26	SH - 09	x	28194	2314	1547	0,27
	σ	8472	640	240	0,05		σ	15088	881	372	0,11
	x + σ	31285	2797	1896	0,31		x + σ	43282	3195	1919	0,38
	x - σ	14340	1516	1417	0,21		x - σ	13107	1433	1175	0,15
	C.V. (%)	37,1	29,7	14,5	19,7		C.V. (%)	53,5	38,1	24,1	42,1
SH - 05	x	29688	2563	1919	0,25	SH - 10	x	28026	2484	2153	0,31
	σ	13632	971	591	0,07		σ	15614	895	508	0,11
	x + σ	43320	3533	2510	0,32		x + σ	43640	3379	2661	0,42
	x - σ	16055	1592	1328	0,18		x - σ	12412	1589	1644	0,20
	C.V. (%)	45,9	37,9	30,8	28,9		C.V. (%)	55,7	36,0	23,6	35,6

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
C.V. (%) - Coeficiente de Variação em Porcentagem
ERRO - Erro Médio Absoluto
MR - Módulo de Resiliência
ESP - Espessura da Camada
SH - Segmento Homogêneo
Inf. - Camada com Espessura Infinita

Através da análise das tabelas 6.2 a 6.9, observam-se significativas diferenças entre os módulos de resiliência determinados para a camada de revestimento pelo programa REPAV em relação aos demais utilizados nesta pesquisa. Tais valores, em pelo menos três dos dez segmentos homogêneos em estudo, são o dobro do valor médio de módulo observado para os outros programas de retroanálise no caso da camada de revestimento ter 10cm de espessura, e a metade no caso do revestimento com 12cm.

Este comportamento apresentado pelo programa REPAV pode ser atribuído a não fixação de uma faixa aceitável de valores modulares, que tem como função servir como uma espécie de "filtro" que impede que os módulos retroanalisados assumam valores incoerentes com as características elásticas do material que compõe a camada,

principalmente quando se trata de uma camada de revestimento asfáltico que, em um pavimento flexível, apresenta sempre o maior valor modular, podendo ser cinco vezes maior ou mais do que o módulo de uma brita graduada simples, por exemplo. Este fato foi discutido com o Jorge Fonseca, autor do REPAV (FONSECA, 2002), que implementou então uma alteração gerando uma segunda versão do programa (nesta tese denominada de REPAV V2), sendo observada significativa adequação dos valores de módulo de resiliência desta camada aos considerados valores "normais" para uma camada de CBUQ, variando em torno de 40.000kgf/cm^2 para camada 1 com 10cm e entre 20.000 e 40.000kgf/cm^2 para camada 1 com 12cm de espessura, o que já tinha sido observado nos valores retroanalisados se utilizando os programas RETROANA e RETRAN5-L.

Para melhor visualização, as figuras 6.1 e 6.2 apresentam a comparação entre valores médios dos módulos de resiliência da camada 1 (revestimento), por segmento homogêneo, obtidos em cada programa de retroanálise a partir do levantamento deflectométrico realizado na BR-277/PR no caso do revestimento ter 10 e 12cm, respectivamente.

A maioria dos valores médios do módulo de resiliência da camada 2 (Camada Granular) para as duas situações de espessura da camada 1 (10 e 12cm), variaram entre 2.000 e 3.000kgf/cm^2. Os valores modulares da camada 3 (subleito) apresentaram um comportamento semelhante ao da camada 2 no que diz respeito à amplitude dos valores observados, variando entre 1.500 e 2.500kgf/cm^2. As figuras 6.3 a 6.6 apresentam os valores médios do módulo de resiliência das camadas 2 e 3 para cada programa.

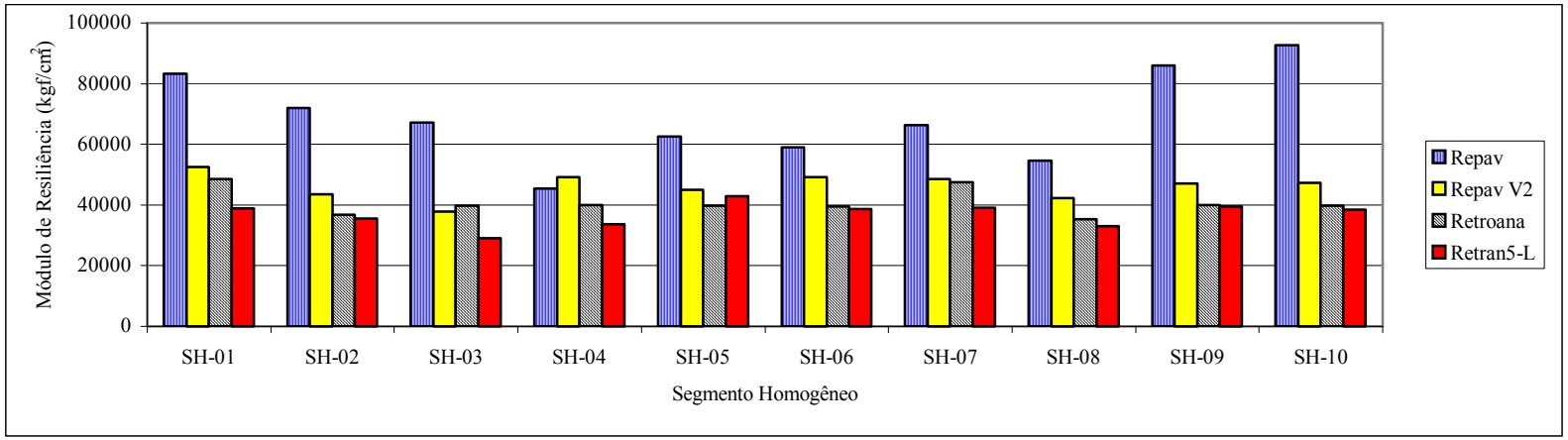


Figura 6.1: Valores médios de módulo de resiliência da camada 1 (revestimento) – revestimento com 10cm – BR-277/PR

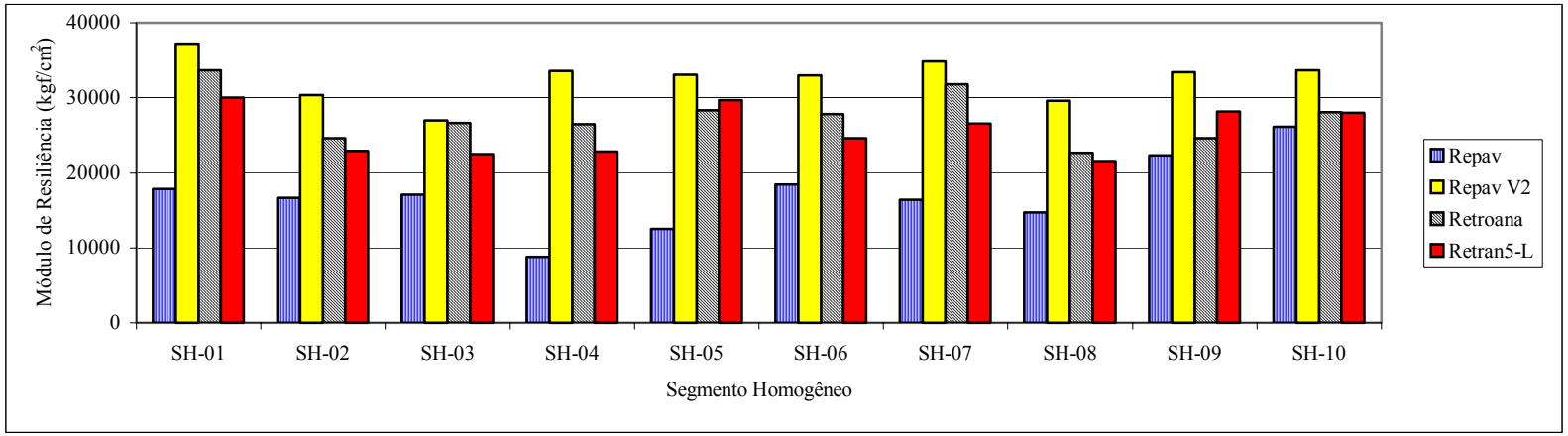


Figura 6.2: Valores médios de módulo de resiliência da camada 1 (revestimento) – revestimento com 12cm – BR-277/PR

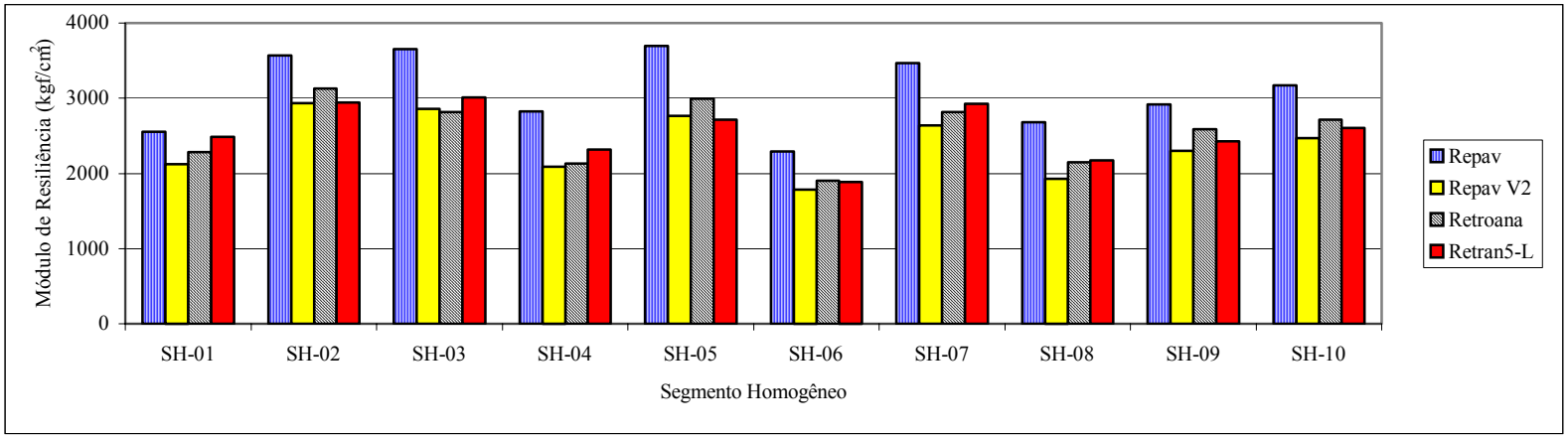


Figura 6.3: Valores médios de módulo de resiliência da camada 2 (camada granular) – revestimento com 10cm – BR-277/PR

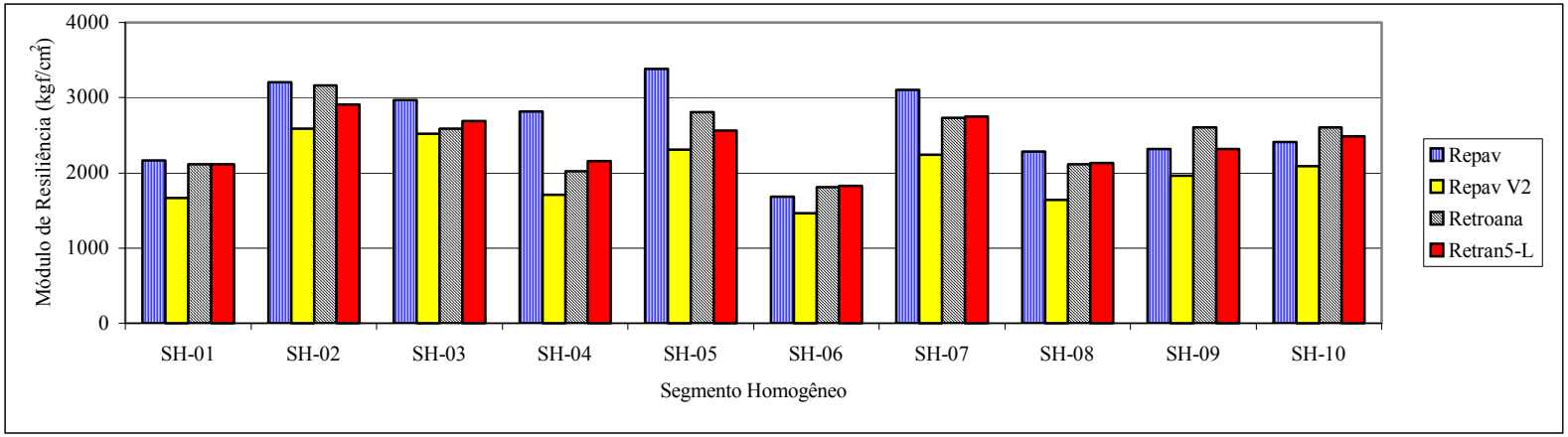


Figura 6.4: Valores médios de módulo de resiliência da camada 2 (camada granular) – revestimento com 12cm – BR-277/PR

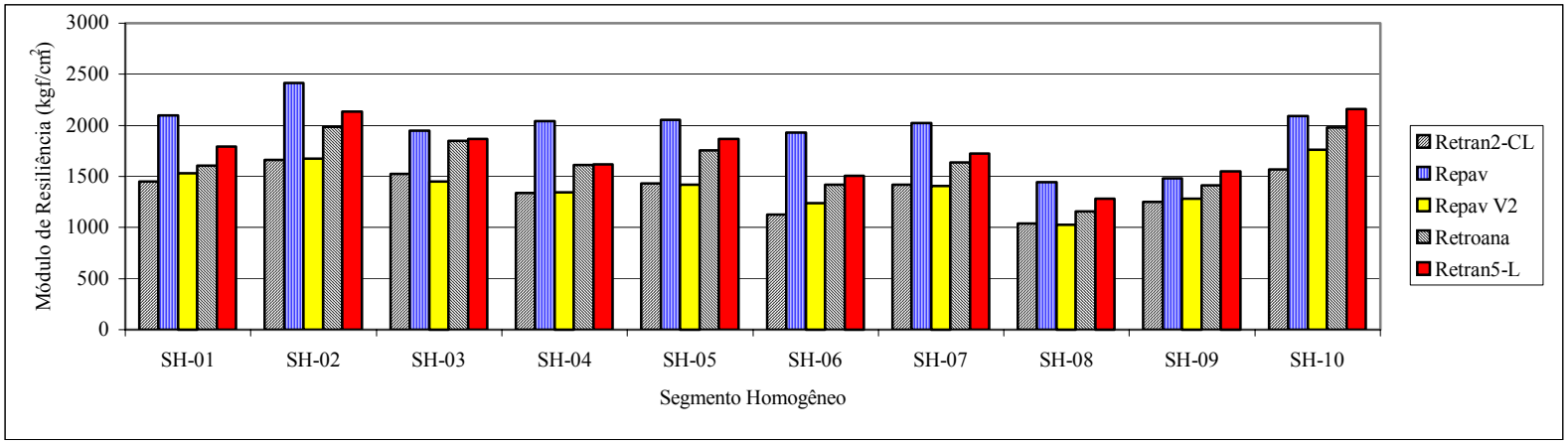


Figura 6.5: Valores médios de módulo de resiliência da camada 3 (subleito) – revestimento com 10cm – BR-277/PR

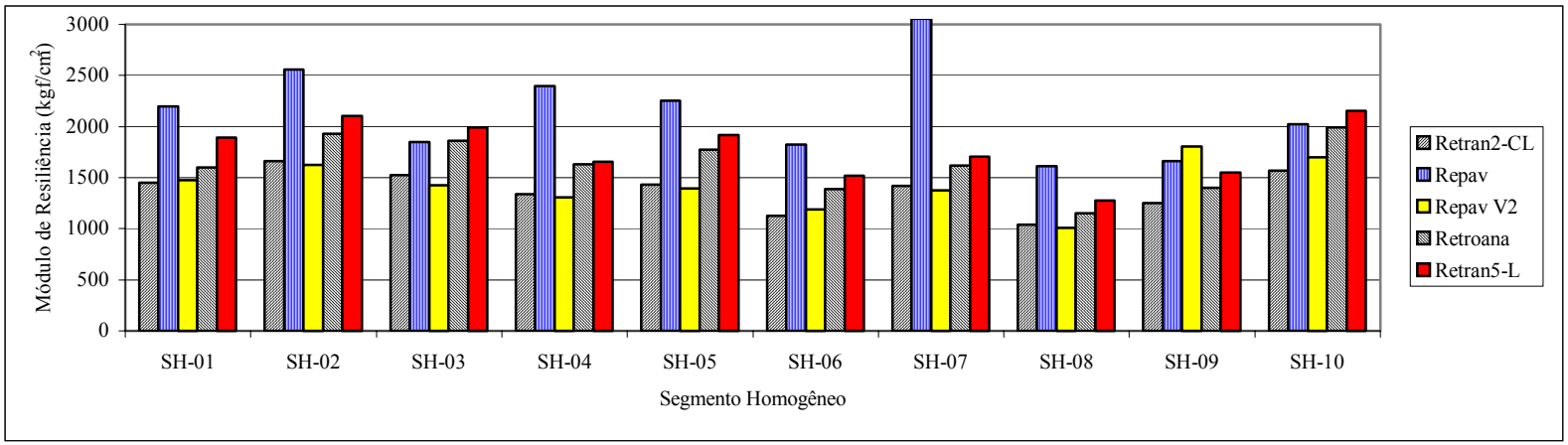


Figura 6.6: Valores médios de módulo de resiliência da camada 3 (subleito) – revestimento com 12cm – BR-277/PR

Na comparação dos valores de módulo de resiliência da camada correspondente ao subleito, também foi comparado o valor obtido pelo programa RETRAN2-CL que, juntamente com REPAV V2, na maioria dos casos apresentou valores inferiores aos obtidos pelos demais programas utilizados nesta análise, sendo o valor mínimo próximo a 1.000kgf/cm^2. Este comportamento certamente se deve ao formato das bacias teóricas geradas por estes programas, mais precisamente aos pontos da bacia de deflexão mais afastados do ponto de aplicação de carga que, segundo FABRÍCIO et. al. (1988), são influenciados tão somente pelo comportamento do solo de subleito. Em outras palavras, os valores de deflexão medidos nos pontos mais afastados do ponto de aplicação da carga influem somente no valor modular do subleito, sendo este inversamente proporcional ao valor da deflexão medida neste ponto, assim como preconiza o modelo proposto pela AASHTO (1993), citado PREUSSLER et. al. (2000) e discutido no item 3.2.1.5 desta tese.

Para facilitar a visualização da diferença entre os módulos obtidos, tanto no caso das discrepâncias citadas no parágrafo anterior como para investigar outras possíveis causas dos maiores valores modulares de revestimento observado no programa REPAV, em relação a cada um dos programas utilizados, foi feito o recálculo das bacias deflectométricas através do programa computacional ELSYM5 a partir das estruturas determinadas por cada método de retroanálise. As figuras de 6.7 a 6.12 apresentam a comparação entre a bacia de campo e as bacias teóricas obtidas através do ELSYM5 a partir das estruturas com os módulos retroanalisados de um subconjunto dos dados, como exemplo.

Este procedimento foi realizado para as três primeiras seções do segmento homogêneo 1 (um) da rodovia BR-277/PR, no caso da camada 1 com 12cm de espessura, tendo sido de grande valia na interpretação dos resultados obtidos, principalmente quando da ocorrência de valores discrepantes, pois justamente nestas bacias teóricas foi observado maior erro médio absoluto em relação à bacia de campo correspondente.

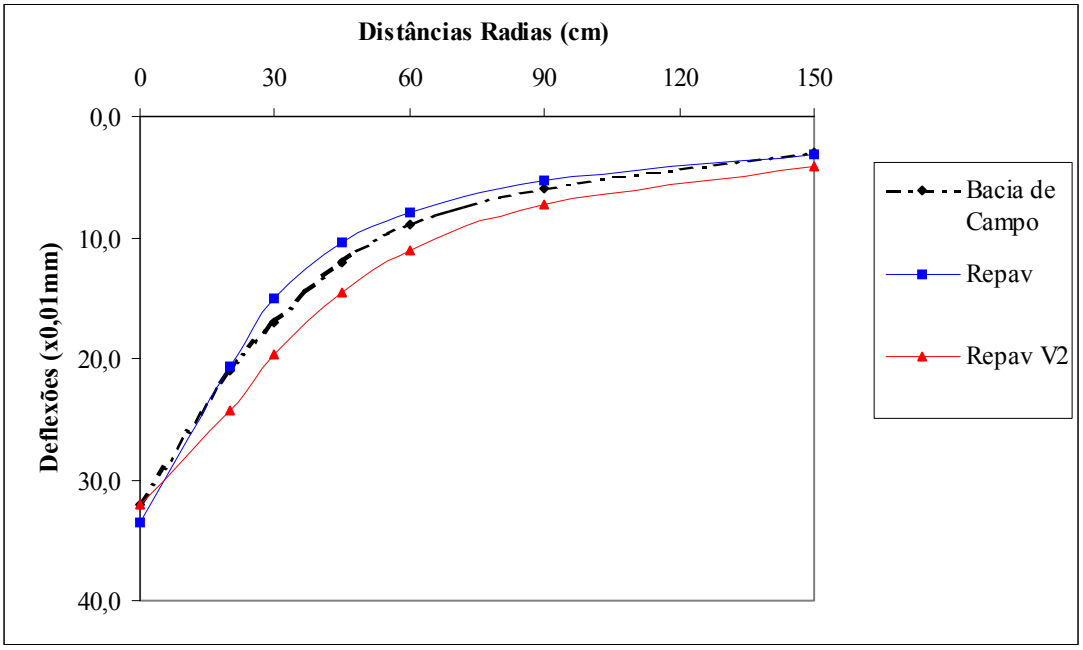


Figura 6.7: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas REPAV e REPAV V2 – seção 51099

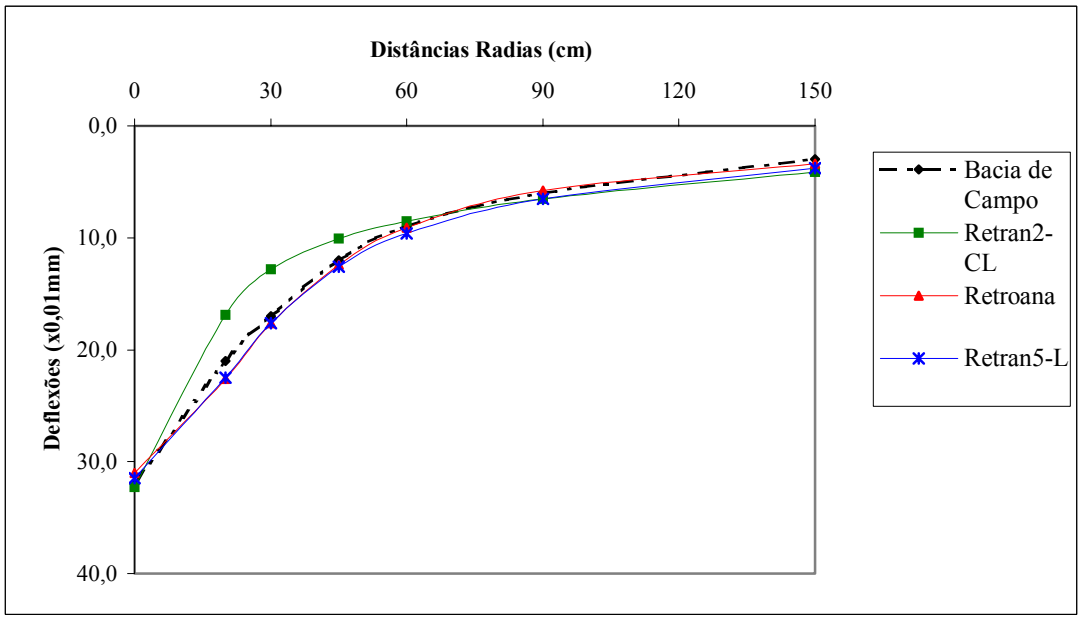


Figura 6.8: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas RETRAN2-CL, RETROANA e RETRAN5-L – seção 51099

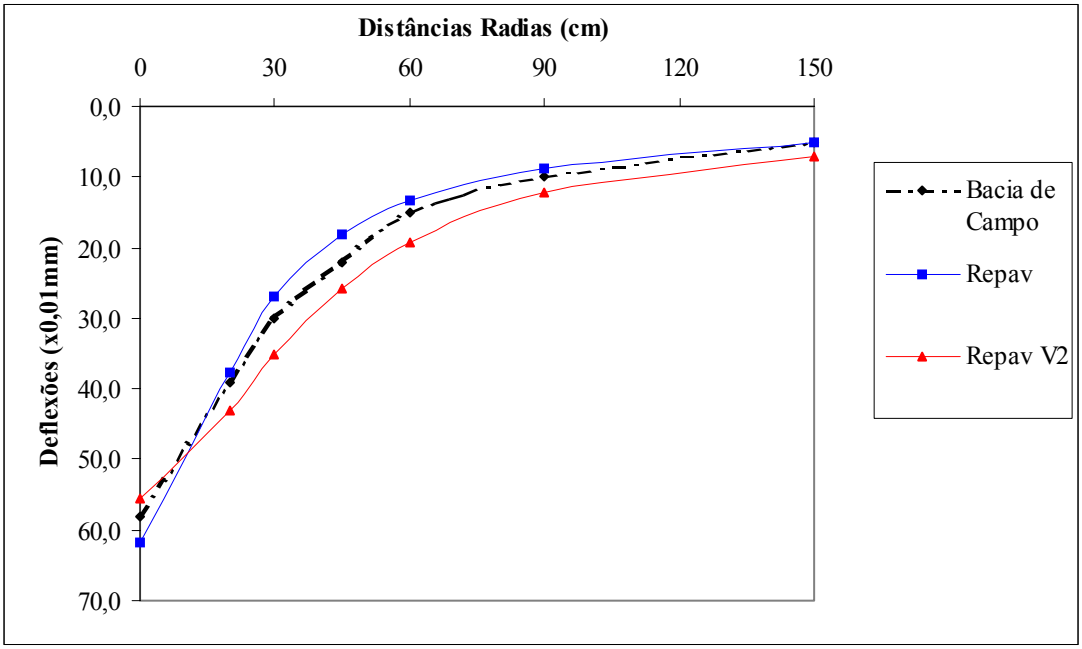


Figura 6.9: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas REPAV e REPAV V2 – seção 51200

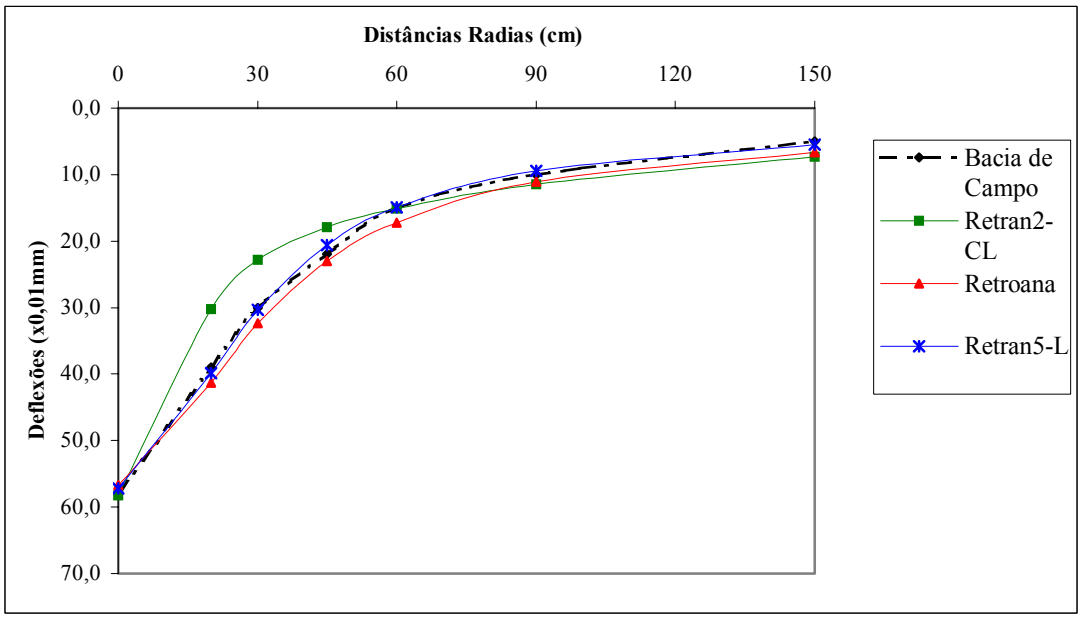


Figura 6.10: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas RETRAN2-CL, RETROANA e RETRAN5-L – seção 51200

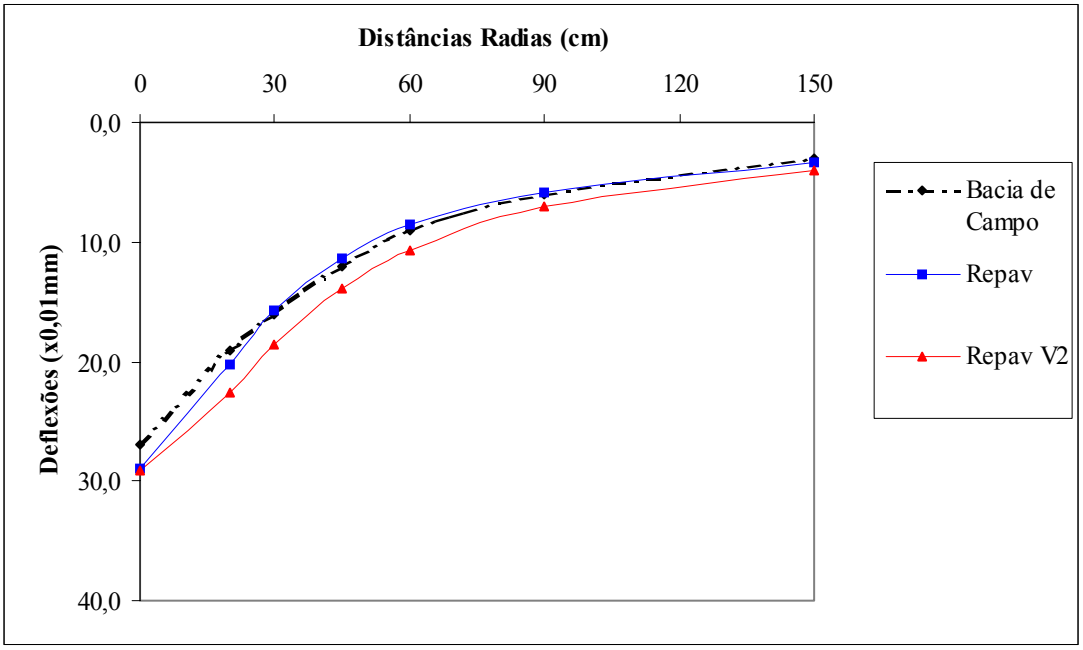


Figura 6.11: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas REPAV e REPAV V2 – seção 51299

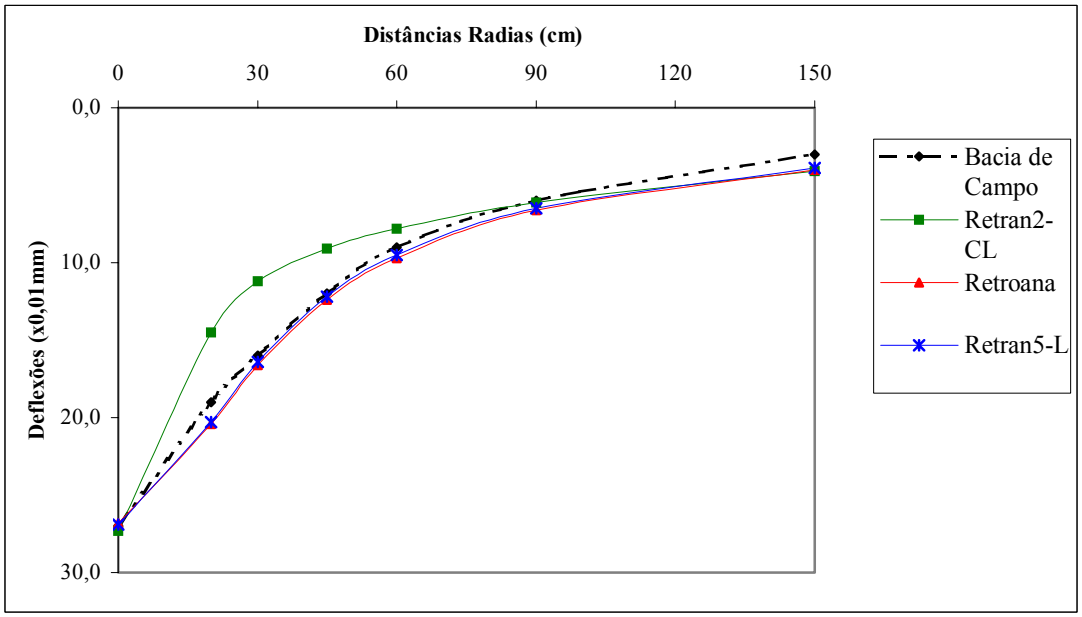


Figura 6.12: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas RETRAN2-CL, RETROANA e RETRAN5-L – seção 51299

Por meio da análise das figuras 6.7 a 6.12 torna-se visível a significativa diferença entre as bacias de campo e as bacias teóricas geradas pelo ELSYM5 com módulos do REPAV V2, o que justifica não só os menores valores de módulo de resiliência da camada de subleito obtido por este programa em relação à sua antiga versão, o REPAV, mas também em alguns casos esclarece o motivo da duplicação do valor do módulo da camada de revestimento para as estruturas com revestimento de 12cm de espessura.

Observando o formato das bacias teóricas geradas a partir das estruturas retroanalisadas utilizando o RETRAN2-CL, nota-se maiores deflexões na distância radial a 150cm do ponto de aplicação da carga do que nas bacias de campo e das bacias teóricas recalculadas a partir das estruturas geradas pelos programas REPAV, RETROANA e RETRAN5-L. Este comportamento por si só justifica, da mesma forma que no caso do REPAV V2, os menores valores de módulo de resiliência apresentados. Entretanto um fato mais intrigante ainda é o péssimo ajuste em relação à bacia de campo entre as deflexões no ponto de aplicação da carga e a do ponto a 60cm desta, principalmente pelo fato destas deflexões serem muito menores do que as de campo o que, de acordo com os resultados apresentados nas tabelas de resumo da retroanálise, não majoram os valores do módulo da camada equivalente (revestimento + camada granular), mas sim aumentam, e muito, as espessuras destas camadas. Na opinião do autor desta tese, este fato por si só invalida o uso do programa RETRAN2-CL para este tipo de pavimento, que apresenta valores com módulos de resiliência da camada de revestimento antigo superiores a 30.000kgf/cm^2.

As bacias teóricas recalculadas pelo ELSYM5 a partir das estruturas geradas pelos programas RETROANA e RETRAN5-L apresentaram melhor ajuste do que as bacias determinadas através dos demais programas utilizados nesta comparação. Esta constatação foi feita tanto através da observação das bacias de campo e teórica como através da observação do valor do erro médio absoluto entre as deflexões medidas e teóricas. Estes valores estão apresentados nas tabelas 6.1 a 6.9 de resumo da retroanálise e mostram que, enquanto os valores do erro dos programas RETROANA e RETRAN5-L variam em média entre 2,5 e 8,6μm, os valores de erro do REPAV e do REPAV V2 variam em média, respectivamente, entre 7,9 e 23,5μm e 26,6 e 58,5μm.

O intervalo de erro do REPAV V2 foi maior do que a da versão inicial do REPAV, o que leva a conclusão que o programa REPAV V2 determinou valores de módulo de resiliência mais coerentes com o tipo de material que constitui primeira camada do pavimento (revestimento antigo), porém não apresentou um grau de ajuste adequado a este tipo de análise, em relação aos programas RETROANA e RETRAN5-L que apresentaram resultados satisfatórios, com valor de erro menor e com comportamentos semelhantes entre si, quase se superpondo à bacia medida em campo.

Outra questão que merece destaque é a dispersão observada nos valores de módulo de resiliência determinados para cada camada do pavimento dentro dos segmentos homogêneos analisados. Esta dispersão é representada através do valor de coeficiente de variação, que atingiu valores de até 107,3% nos valores de módulo de resiliência da camada de revestimento retroanalisada pelo programa REPAV. Dentre os programas comparados, o REPAV foi o que apresentou maiores valores de coeficiente de variação para as três camadas do pavimento. Uma sensível redução do coeficiente de variação foi observada na segunda versão deste programa que, no caso da camada de revestimento com 10cm de espessura, caiu para cerca de um quarto do valor inicial.

O valor do coeficiente de variação assume grande importância na análise do pavimento, já que consiste num dos dados de entrada no dimensionamento probabilístico de uma possível camada de reforço, influindo diretamente na confiabilidade deste cálculo.

A diferença observada nos resultados dos módulos de resiliência, principalmente nos módulos da primeira camada, em função da espessura de revestimento antigo é muito grande. MACÊDO (1996) enfatiza que vários estudos de sensibilidade demonstraram que a consideração de espessura inadequada pode comprometer os resultados da retroanálise, embora a rigidez (que é função da espessura e do módulo de resiliência) continue correta. Ressalta ainda que a espessura real das camadas intermediárias não influi tanto nos valores modulares como a espessura do revestimento.

Desta forma, foram verificadas as porcentagens de redução (ou de acréscimo) dos módulos de resiliência em função de um acréscimo de 20% na espessura da camada de revestimento, que correspondeu à variação entre as espessuras de revestimento observada nos furos de sondagem, entre 10 e 12cm. Os resultados desta análise, para

cada um dos programas utilizados, são apresentados na tabela 6.10. As maiores reduções foram observadas nos módulos da primeira camada retroanalisados através do programa REPAV sendo que, para o segmento homogêneo 4 (quatro), esta redução foi de 81% em relação ao valor médio observado quando considerado que a primeira camada tem 10cm de espessura.

Tabela 6.10: Redução modular percentual em função da aumento de 20% da espessura da camada de revestimento

COPPE	**Redução Modular Percentual**								
Rodovia:		BR-277/PR		Trecho:	Curitiba - Paranaguá			Pista Direita	
Segmento Homogêneo		MR1	MR2	MR3	Segmento Homogêneo		MR1	MR2	MR3
		(%)					(%)		
SH - 01	Repav	79,0	15,0	5,0	SH - 06	Repav	69,0	27,0	5,0
	Repav V2	29,0	22,0	4,0		Repav V2	33,0	18,0	4,0
	Retroana	31,0	7,0	0,3		Retroana	30,0	5,0	2,0
	Retran5-L	23,0	15,0	-5,0		Retran5-L	36,0	-1,0	-1,0
SH - 02	Repav	77,0	10,0	6,0	SH - 07	Repav	75,0	11,0	51,0
	Repav V2	30,0	12,0	3,0		Repav V2	28,0	15,0	2,0
	Retroana	33,0	-1,0	3,0		Retroana	33,0	3,0	1,0
	Retran5-L	36,0	1,0	1,0		Retran5-L	32,0	6,0	1,0
SH - 03	Repav	75,0	19,0	5,0	SH - 08	Repav	73,0	15,0	12,0
	Repav V2	29,0	12,0	2,0		Repav V2	30,0	15,0	2,0
	Retroana	33,0	8,0	-1,0		Retroana	36,0	1,0	1,0
	Retran5-L	23,0	11,0	-7,0		Retran5-L	35,0	2,0	1,0
SH - 04	Repav	81,0	0,3	17,0	SH - 09	Repav	74,0	21,0	12,0
	Repav V2	32,0	18,0	3,0		Repav V2	29,0	15,0	41,0
	Retroana	34,0	5,0	-1,0		Retroana	38,0	-1,0	1,0
	Retran5-L	32,0	7,0	-2,0		Retran5-L	29,0	5,0	0,4
SH - 05	Repav	80,0	8,0	10,0	SH - 10	Repav	72,0	24,0	3,0
	Repav V2	27,0	17,0	2,0		Repav V2	29,0	16,0	4,0
	Retroana	29,0	6,0	-1,0		Retroana	30,0	4,0	-1,0
	Retran5-L	31,0	6,0	-3,0		Retran5-L	27,0	5,0	0,2
LEGENDA:		MR - Módulo de Resiliência SH - Segmento Homogêneo							

Outro fator de significativa importância é um possível questionamento sobre o método de divisão dos segmentos homogêneos utilizado no trecho em estudo, que é o preconizado pela AASHTO (1993). O método das diferenças acumuladas agrupa as estacas ou seções com comportamentos semelhantes em um segmento único, em função de um dos parâmetros que indicam o estado do pavimento o que facilita a avaliação do pavimento. A pergunta que fica é se a deflexão no ponto de aplicação da carga (deflexão máxima) seria o parâmetro mais indicado para esta divisão, já que os módulos de

resiliência determinados para estes segmentos apresentam elevada variabilidade, ou se uma divisão baseada no cruzamento de dois destes parâmetros seria mais adequada.

Segundo MOTTA (2003), uma possível solução para este problema seria uma re-divisão do trecho homogêneo em função do valor do módulo de resiliência da primeira camada da estrutura retroanalisada. Ou seja, após a divisão inicial tendo como parâmetro a deflexão máxima, o método das diferenças acumulas seria repetido tendo agora, como parâmetro "divisor de águas", o módulo de resiliência da camada de revestimento. No caso de segmentos homogêneos com grande extensão, este procedimento pode resultar numa subdivisão que apresente segmentos menores, subconjuntos do segmento original, com menor dispersão entre os valores modulares. Pode ou não! Esta alternativa não foi testada neste trabalho, pois foge do escopo desta pesquisa. Este comentário serve como alerta e motivo de reflexão para profissionais que lidam com este tipo de problema.

A tabela 6.11 apresenta os valores dos coeficientes de variação dos módulos de resiliência retroanalisados pelos programas utilizados nesta pesquisa, exceto os obtidos através do programa RETRAN2-CL, que apresenta os valores modulares da camada superior em termos de camada equivalente, o que não acontece com os outros programas, que definem o pavimento em um sistema de três camadas (revestimento, camada granular e subleito). Esta tabela foi estruturada de forma semelhante à apresentada em LTPP (2002), reproduzida na tabela 6.12. A pesquisa LTPP (2002) consiste num estudo que discute o efeito da variação dos dados de entrada no dimensionamento de pavimentos flexíveis ou rígidos, seja num projeto de pavimentos novos ou no projeto de reforço.

As figuras de 6.13 a 6.18 apresentam os valores dos módulos de resiliência, seção a seção, para o segmento homogêneo 8 (oito) da rodovia BR-277/PR (trecho Curitiba – Paranaguá). Estas figuras possibilitam a visualização da variabilidade dos valores modulares ao longo deste segmento "tido" como homogêneo.

Tabela 6.11: Coeficientes de variação dos módulos retroanalisados da BR-277/PR

COPPE	Coeficiente de Variação (%)				Rodovia: BR-277/PR Trecho: Curitiba - Paranaguá Pista Direita		
Camada	Programa	Revestimento com 10cm			Revestimento com 12cm		
		Média	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo
Concreto Asfáltico	Repav	80,4	61,8	97,6	79,4	63,2	107,3
	Repav V2	22,7	7,2	45,0	24,0	7,1	42,8
	Retroana	43,6	31,3	52,9	42,6	29,0	59,9
	Retran5-L	45,5	31,5	58,1	44,8	29,7	55,7
Camada Granular	Repav	52,1	35,2	87,0	63,9	41,6	90,6
	Repav V2	39,7	30,7	50,2	46,5	35,6	53,8
	Retroana	41,3	28,5	47,1	41,8	31,7	53,6
	Retran5-L	34,1	25,4	36,1	37,4	29,7	51,3
Subleito	Repav	42,5	24,0	60,0	52,4	25,6	114,8
	Repav V2	22,2	15,4	27,9	32,6	15,2	128,4
	Retroana	25,5	14,5	29,3	25,2	13,3	33,6
	Retran5-L	26,7	16,4	33,9	25,9	14,5	38,4

Tabela 6.12: Coeficientes de variação recomendados para módulos retroanalisados utilizados em dimensionamento de camada de reforço de CBUQ (LTPP, 2002)

Camada	Coeficiente de Variação (%)		
	Média	Mínimo	Máximo
Concreto asfáltico	39	14	72
Base granular	50	17	92
Sub-base granular	74	16	150
Subleito	35	6	92
Base tratada com cimento	68	24	116
Sub-base tratada	91	30	158

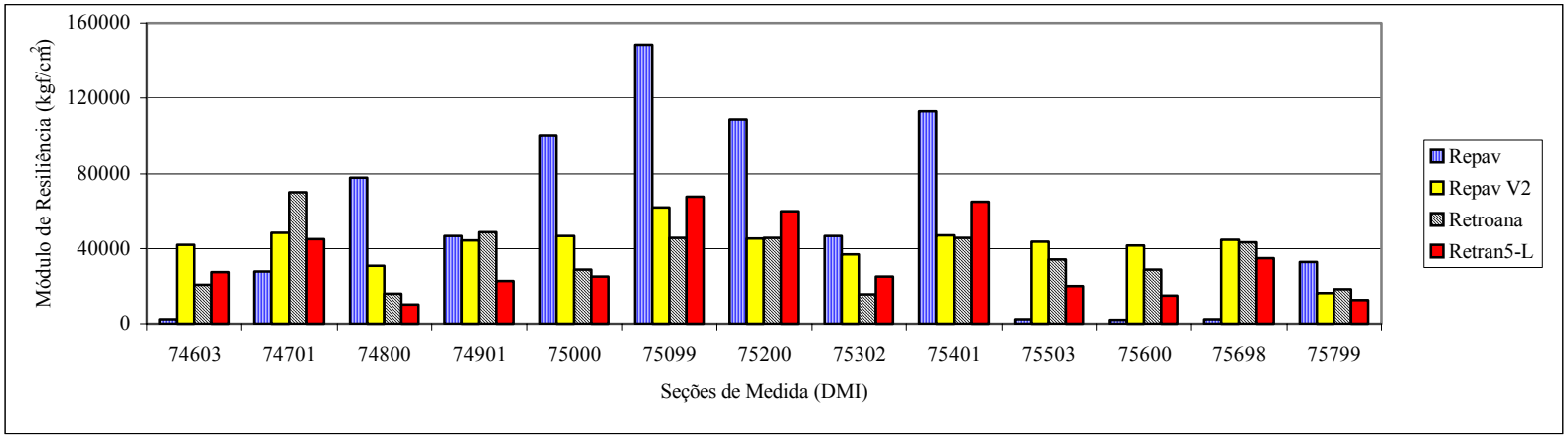


Figura 6.13: Módulos de resiliência da camada 1 (revestimento) – revestimento com 10cm – Segmento Homogêneo 8 – BR-277/PR

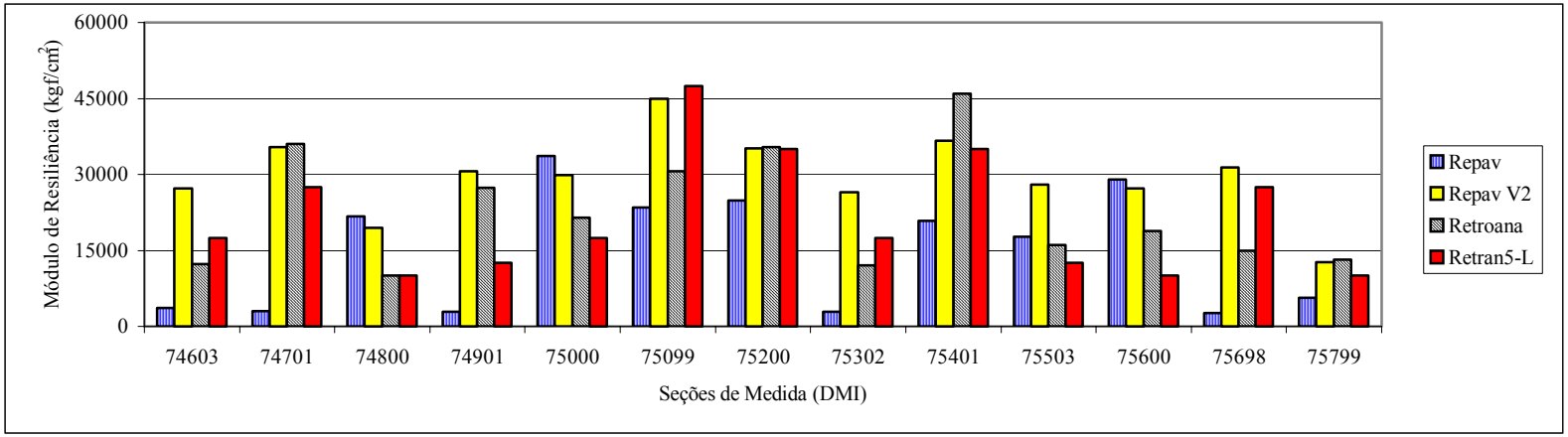


Figura 6.14: Módulos de resiliência da camada 1 (revestimento) – revestimento com 12cm – Segmento Homogêneo 8 – BR-277/PR

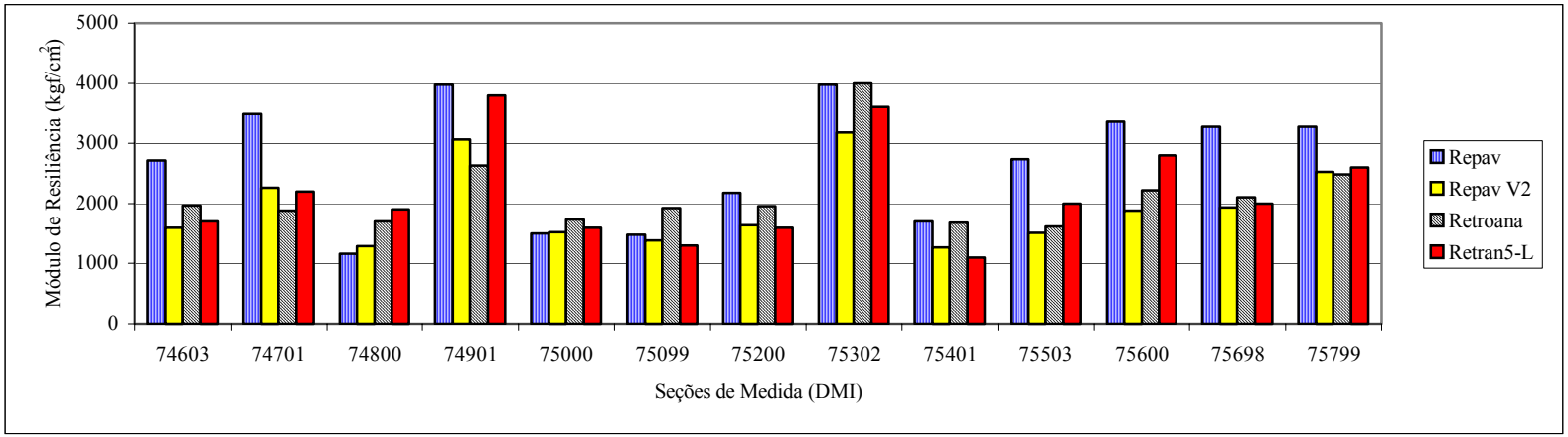


Figura 6.15: Módulos de resiliência da camada 2 (camada granular) – revestimento com 10cm – Segmento Homogêneo 8 – BR-277/PR

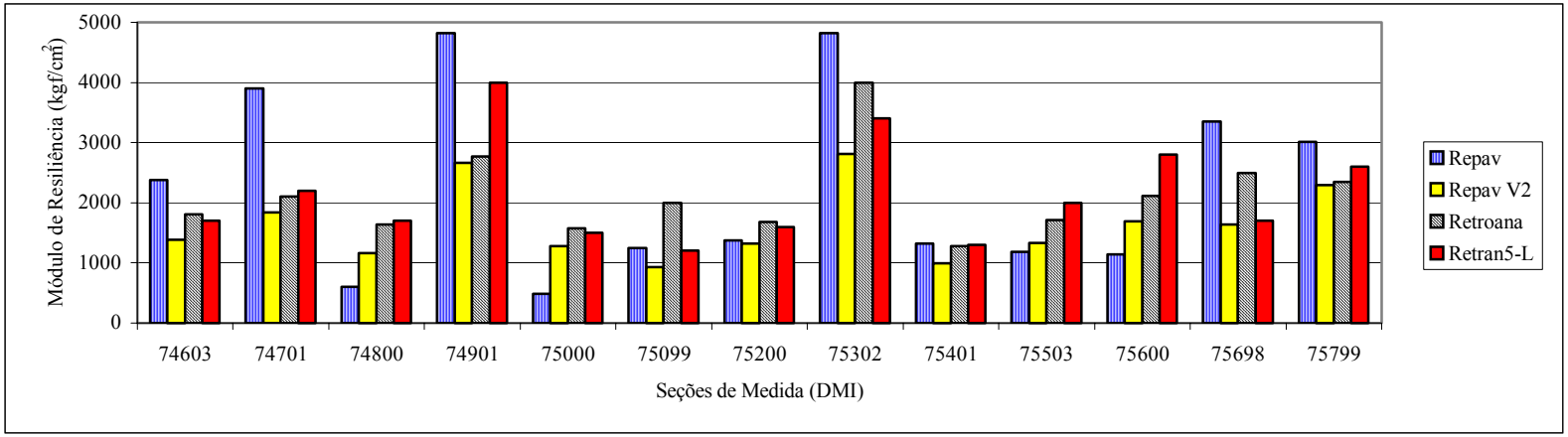


Figura 6.16: Módulos de resiliência da camada 2 (camada granular) – revestimento com 12cm – Segmento Homogêneo 8 – BR-277/PR

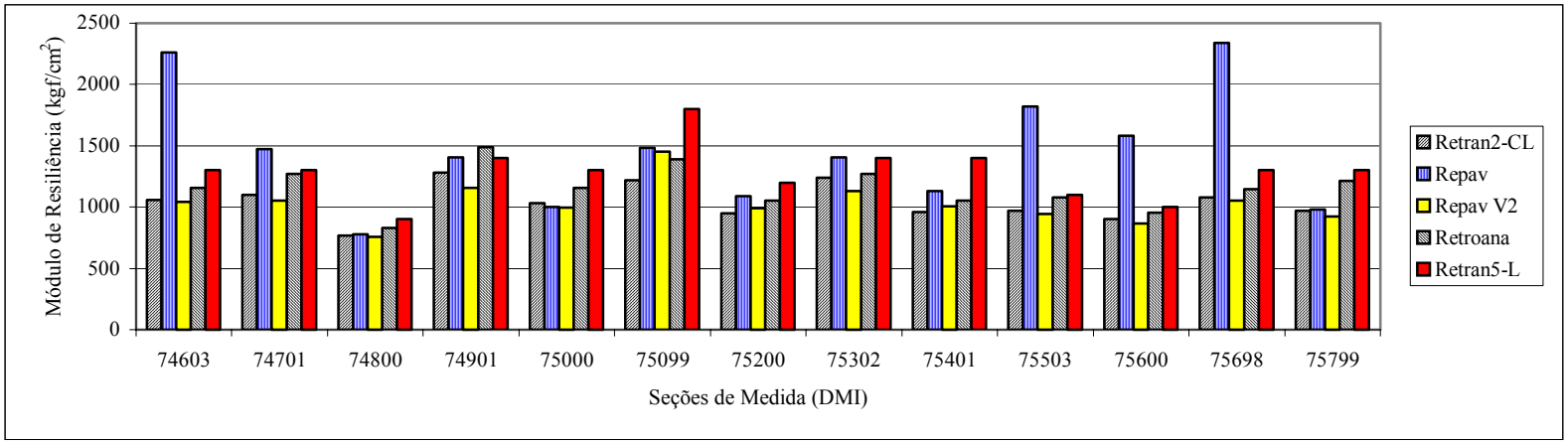


Figura 6.17: Módulos de resiliência da camada 3 (subleito) – revestimento com 10cm – Segmento Homogêneo 8 – BR-277/PR

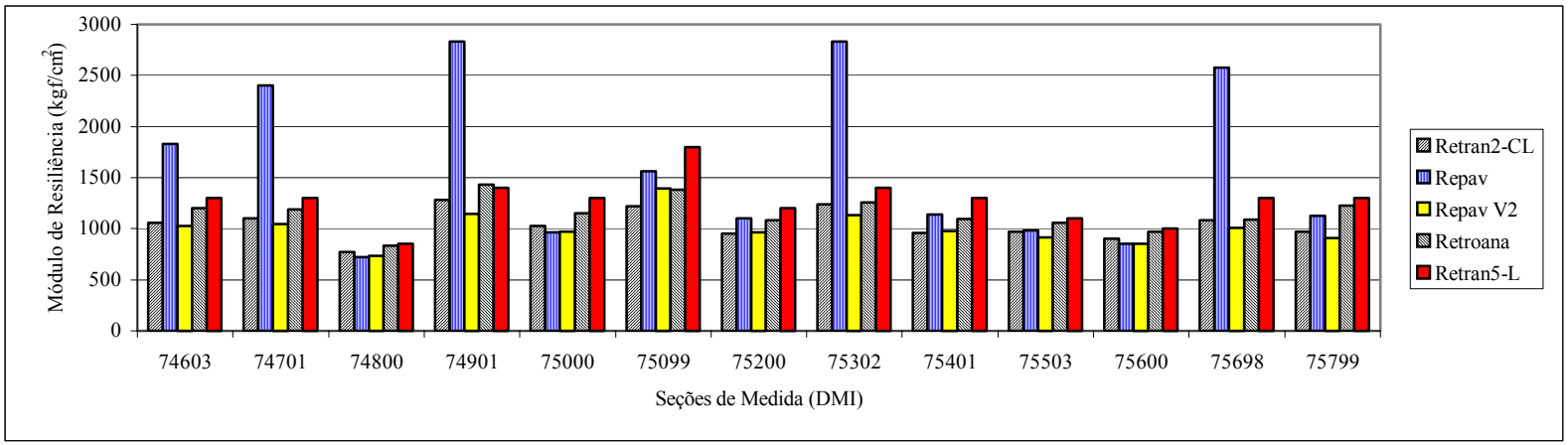


Figura 6.18: Módulos de resiliência da camada 3 (subleito) – revestimento com 12cm – Segmento Homogêneo 8 – BR-277/PR

6.1.2. BR-418/MG (Ataléia – Carlos Chagas)

Da mesma forma que no trecho anterior uma primeira análise para o trecho da BR-418/MG foi feito considerando todas as bacias levantadas em cada segmento homogêneo. O resumo dos resultados da retroanálise realizada a partir das bacias deflectométricas levantadas na rodovia BR-418/MG é apresentado nas tabelas de 6.13 a 6.17, enquanto os resultados da análise ponto a ponto são apresentados no anexo III desta tese.

Os valores modulares médios das camadas 1 e 2 obtidos pelo programa REPAV V2 apresentaram significativas diferenças em relação aos outros programas analisados, que apresentaram valores da mesma magnitude na maioria dos segmentos em estudo. Os valores determinados a partir deste programa foram sempre maiores, sendo que a maior diferença absoluta foi observada no segmento homogêneo 3 (três) entre os valores médios obtidos pelo REPAV V2 e o REPAV, cerca de 1.700kgf/cm^2.

Para melhor visualização, as figuras de 6.19 a 6.21 apresentam a comparação entre os valores médios dos módulos de resiliência obtidos em cada programa a partir do levantamento deflectométrico realizado na BR-418/MG, montadas a partir das tabelas 6.13 a 6.17.

Este comportamento pode ser explicado através da observação das figuras de 6.22 a 6.27, que mostram as bacias teóricas recalculadas pelo ELSYM5 das três primeiras seções do segmento homogêneo 1 (um) da BR-418/MG. Nota-se que os valores de deflexão máxima do REPAV V2 são muito menores do que os da bacia medida em campo, sendo igual à metade deste valor na seção 3921, o que justifica esta considerável diferença em relação aos valores de módulo de resiliência observados nos programas REPAV, RETROANA e RETRAN5-L, que apresentaram valores semelhantes entre si. Constatação feita e explicada resta saber o porquê deste comportamento, já que deveria ser similar ao da sua antiga versão, o REPAV.

A alteração implementada no REPAV V2 foi a possibilidade de se entrar com faixas de valores modulares, mas no caso do estudo das bacias da BR-418/MG não foi necessária a utilização deste recurso, já que os módulos de resiliência apresentaram valores da

magnitude esperada, coerentes com o tipo de material das camadas do pavimento em questão e semelhantes aos encontrados em pesquisas realizadas por MACÊDO (1996) e FONSECA (2002) com o banco de dados de bacias deflectométricas desta rodovia. Simplesmente não se sabe o motivo da determinação destes valores.

Tabela 6.13: Resumo da retroanálise – RETRAN2-CL (BR-418/MG)

COPPE	**Resumo da Retroanálise - RETRAN2-CL**										
Rodovia:		BR-418/MG		Trecho:		Ataléia - Carlos Chagas			Pista Direita		
Segmento Homogêneo		MR1 kgf/cm^2	MR2 kgf/cm^2	ESP1 cm	RMS -	Segmento Homogêneo		MR1 kgf/cm^2	MR2 kgf/cm^2	ESP1 cm	RMS -
SH - 01	x	1079	655	39,4	6,44	SH - 06	x	1103	668	37,1	6,74
	σ	210	174	2,8	1,90		σ	131	156	2,6	1,12
	x + σ	1289	829	42,2	8,35		x + σ	1235	824	39,7	7,85
	x - σ	869	481	36,6	4,54		x - σ	972	511	34,6	5,62
	C.V. (%)	19,5	26,6	7,2	29,6		C.V. (%)	11,9	23,4	6,9	16,6
SH - 02	x	1098	710	39,6	7,07	SH - 07	x	1168	846	40,1	6,59
	σ	189	147	4,0	1,73		σ	148	148	3,6	1,27
	x + σ	1287	857	43,6	8,79		x + σ	1316	994	43,7	7,87
	x - σ	910	564	35,7	5,34		x - σ	1019	698	36,5	5,32
	C.V. (%)	17,2	20,7	10,0	24,4		C.V. (%)	12,7	17,5	9,0	19,3
SH - 03	x	1323	743	37,7	5,48	SH - 08	x	1271	801	40,7	5,82
	σ	332	155	2,3	1,70		σ	220	319	3,3	1,70
	x + σ	1655	898	40,0	7,18		x + σ	1490	1120	44,0	7,52
	x - σ	991	588	35,4	3,78		x - σ	1051	482	37,3	4,11
	C.V. (%)	25,1	20,9	6,0	31,0		C.V. (%)	17,3	39,8	8,2	29,3
SH - 04	x	1139	675	39,1	5,84	SH - 09	x	1165	765	38,3	6,64
	σ	270	205	2,2	1,38		σ	162	147	2,7	0,82
	x + σ	1409	880	41,4	7,23		x + σ	1326	911	41,0	7,46
	x - σ	869	470	36,9	4,46		x - σ	1003	618	35,5	5,83
	C.V. (%)	23,7	30,4	5,7	23,7		C.V. (%)	13,9	19,2	7,1	12,3
SH - 05	x	1165	752	38,4	6,61	SH - 10	x	1204	809	39,3	6,60
	σ	210	203	3,5	1,28		σ	214	267	3,7	1,34
	x + σ	1376	955	42,0	7,89		x + σ	1417	1076	43,1	7,94
	x - σ	955	549	34,9	5,34		x - σ	990	541	35,6	5,25
	C.V. (%)	18,0	27,0	9,2	19,3		C.V. (%)	17,8	33,1	9,5	20,4

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
C.V. (%) - Coeficiente de Variação em Porcentagem
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
MR - Módulo de Resiliência
ESP - Espessura da Camada
SH - Segmento Homogêneo

Tabela 6.14: Resumo da retroanálise – REPAV (BR-418/MG)

COPPE	**Resumo da Retroanálise - REPAV**				ESP1	18cm
					ESP2	20cm
					ESP3	Inf.

Rodovia:		BR-418/MG		Trecho:		Ataléia - Carlos Chagas				Pista Direita			
Segmento Homogêneo		MR1	MR2	MR3	ERRO	Segmento Homogêneo		MR1	MR2	MR3	ERRO		
		kgf/cm2			-			kgf/cm^2			-		
SH - 01	x	1592	301	1377	2,15	SH - 06	x	1724	252	1496	2,39		
	σ	399	112	351	0,80		σ	238	83	214	0,90		
	x + σ	1990	413	1728	2,95		x + σ	1963	334	1710	3,29		
	x - σ	1193	189	1026	1,34		x - σ	1486	169	1283	1,49		
	C.V. (%)	25,0	37,2	25,5	37,5		C.V. (%)	13,8	32,9	14,3	37,8		
SH - 02	x	1725	299	1467	3,31	SH - 07	x	1808	365	1573	3,45		
	σ	390	129	290	1,50		σ	177	140	204	1,39		
	x + σ	2115	428	1757	4,81		x + σ	1985	505	1777	4,84		
	x - σ	1335	171	1177	1,81		x - σ	1631	225	1369	2,06		
	C.V. (%)	22,6	43,0	19,8	45,4		C.V. (%)	9,8	38,4	13,0	40,3		
SH - 03	x	1936	344	1600	2,41	SH - 08	x	1979	392	1644	3,07		
	σ	396	142	415	0,96		σ	378	178	356	1,31		
	x + σ	2332	485	2016	3,38		x + σ	2358	570	2000	4,38		
	x - σ	1540	202	1185	1,45		x - σ	1601	215	1288	1,75		
	C.V. (%)	20,5	41,3	26,0	39,9		C.V. (%)	19,1	45,3	21,6	42,8		
SH - 04	x	1717	304	1414	2,14	SH - 09	x	1744	320	1577	2,63		
	σ	438	119	405	0,56		σ	251	65	267	0,92		
	x + σ	2156	423	1819	2,70		x + σ	1995	385	1845	3,55		
	x - σ	1279	185	1009	1,59		x - σ	1494	255	1310	1,71		
	C.V. (%)	25,5	39,2	28,6	25,9		C.V. (%)	14,4	20,3	17,0	34,9		
SH - 05	x	1821	286	1595	2,77	SH - 10	x	1885	316	1659	3,01		
	σ	319	98	289	0,94		σ	308	132	370	1,00		
	x + σ	2141	384	1884	3,71		x + σ	2192	449	2029	4,02		
	x - σ	1502	188	1306	1,84		x - σ	1577	184	1289	2,01		
	C.V. (%)	17,5	34,2	18,1	33,8		C.V. (%)	16,3	41,8	22,3	33,3		

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
C.V. (%) - Coeficiente de Variação em Porcentagem
ERRO - Erro Médio Absoluto
MR - Módulo de Resiliência
ESP - Espessura da Camada
SH - Segmento Homogêneo
Inf. - Camada com Espessura Infinita

Tabela 6.15: Resumo da retroanálise – REPAV V2 (BR-418/MG)

COPPE	**Resumo da Retroanálise - REPAV V2**				ESP1	18cm
					ESP2	20cm
					ESP3	Inf.

Rodovia:		BR-418/MG		Trecho:		Ataléia - Carlos Chagas				
Segmento Homogêneo		MR1	MR2	MR3	ERRO	Segmento Homogêneo		MR1	MR2	MR3	ERRO
		kgf/cm2			-			kgf/cm^2			-
SH - 01	x	3142	389	1448	6,88	SH - 06	x	2758	431	1460	7,67
	σ	1119	107	378	4,56		σ	788	91	204	2,66
	x + σ	4261	496	1826	11,44		x + σ	3546	522	1664	10,33
	x - σ	2024	282	1071	2,33		x - σ	1970	340	1256	5,01
	C.V. (%)	35,6	27,5	26,1	66,2		C.V. (%)	28,6	21,1	14,0	34,7
SH - 02	x	2587	426	1459	9,81	SH - 07	x	2401	486	1636	8,28
	σ	1033	101	303	8,30		σ	471	108	213	2,31
	x + σ	3620	527	1762	18,12		x + σ	2872	593	1849	10,60
	x - σ	1555	325	1157	1,51		x - σ	1930	378	1422	5,97
	C.V. (%)	39,9	23,6	20,7	84,6		C.V. (%)	19,6	22,2	13,0	27,9
SH - 03	x	3659	506	1717	6,01	SH - 08	x	2815	554	1691	8,57
	σ	1336	210	449	2,03		σ	1362	138	377	3,86
	x + σ	4996	716	2166	8,04		x + σ	4178	692	2068	12,43
	x - σ	2323	296	1268	3,98		x - σ	1453	416	1315	4,72
	C.V. (%)	36,5	41,5	26,2	33,7		C.V. (%)	48,4	24,9	22,3	45,0
SH - 04	x	3180	420	1499	5,80	SH - 09	x	2726	469	1572	8,70
	σ	877	164	496	2,13		σ	846	82	235	5,24
	x + σ	4057	584	1995	7,93		x + σ	3571	551	1807	13,94
	x - σ	2303	256	1004	3,67		x - σ	1880	387	1337	3,46
	C.V. (%)	27,6	39,0	33,1	36,7		C.V. (%)	31,0	17,5	15,0	60,2
SH - 05	x	2819	480	1538	8,61	SH - 10	x	2696	472	1537	10,63
	σ	1018	96	312	3,54		σ	1143	129	221	8,61
	x + σ	3838	576	1850	12,15		x + σ	3839	601	1758	19,24
	x - σ	1801	384	1227	5,07		x - σ	1554	342	1316	2,02
	C.V. (%)	36,1	20,0	20,3	41,1		C.V. (%)	42,4	27,4	14,4	81,0

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
C.V. (%) - Coeficiente de Variação em Porcentagem
ERRO - Erro Médio Absoluto
MR - Módulo de Resiliência
ESP - Espessura da Camada
SH - Segmento Homogêneo
Inf. - Camada com Espessura Infinita

Tabela 6.16: Resumo da retroanálise – RETROANA (BR-418/MG)

COPPE	**Resumo da Retroanálise - RETROANA**					ESP1	18cm
						ESP2	20cm
						ESP3	Inf.

Rodovia:		BR-418/MG		Trecho:		Ataléia - Carlos Chagas				Pista Direita	
Segmento Homogêneo		MR1	MR2	MR3	ERRO	Segmento Homogêneo		MR1	MR2	MR3	ERRO
		kgf/cm2			-			kgf/cm^2			-
SH - 01	x	2022	302	1818		SH - 06	x	1989	288	2134	
	σ	270	91	642			σ	314	85	761	
	x + σ	2292	394	2459			x + σ	2303	373	2895	
	x - σ	1752	211	1176			x - σ	1675	204	1373	
	C.V. (%)	13,3	30,2	35,3			C.V. (%)	15,8	29,4	35,7	
SH - 02	x	1967	347	2362		SH - 07	x	2093	383	2591	
	σ	280	173	929			σ	248	124	591	
	x + σ	2247	519	3290			x + σ	2341	507	3182	
	x - σ	1686	174	1433			x - σ	1845	259	2001	
	C.V. (%)	14,3	49,9	39,3			C.V. (%)	11,8	32,4	22,8	
SH - 03	x	2390	336	2153		SH - 08	x	2252	445	2421	
	σ	562	106	550			σ	661	159	646	
	x + σ	2952	443	2703			x + σ	2912	604	3067	
	x - σ	1828	230	1603			x - σ	1591	286	1774	
	C.V. (%)	23,5	31,6	25,5			C.V. (%)	29,3	35,8	26,7	
SH - 04	x	2221	319	1778		SH - 09	x	2023	352	2338	
	σ	618	134	565			σ	278	87	706	
	x + σ	2839	453	2343			x + σ	2301	439	3045	
	x - σ	1604	185	1213			x - σ	1746	265	1632	
	C.V. (%)	27,8	42,0	31,8			C.V. (%)	13,7	24,7	30,2	
SH - 05	x	2232	321	2501		SH - 10	x	2204	324	2549	
	σ	338	138	690			σ	394	115	705	
	x + σ	2570	460	3191			x + σ	2598	439	3255	
	x - σ	1894	183	1811			x - σ	1809	209	1844	
	C.V. (%)	15,1	43,1	27,6			C.V. (%)	17,9	35,5	27,7	

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
C.V. (%) - Coeficiente de Variação em Porcentagem
ERRO - Erro Médio Absoluto
MR - Módulo de Resiliência
ESP - Espessura da Camada
SH - Segmento Homogêneo
Inf. - Camada com Espessura Infinita

Tabela 6.17: Resumo da retroanálise – RETRAN5-L (BR-418/MG)

COPPE	**Resumo da Retroanálise - RETRAN5-L**								ESP1	18cm
									ESP2	20cm
									ESP3	Inf.
Rodovia:		BR-418/MG		Trecho:		Ataléia - Carlos Chagas			Pista Direita	
Segmento Homogêneo		MR1	MR2	MR3	RMS	Segmento Homogêneo	MR1	MR2	MR3	RMS
		kgf/cm2			-		kgf/cm^2			-
SH - 01	x	2068	328	1782	3,87	SH - 06	2063	290	2183	2,87
	σ	550	119	714	2,45		300	60	870	1,57
	x + σ	2618	447	2496	6,32		2362	349	3054	4,44
	x - σ	1518	210	1068	1,42		1763	230	1313	1,29
	C.V. (%)	26,6	36,2	40,1	63,4		14,5	20,7	39,9	54,9
SH - 02	x	2068	327	2436	3,54	SH - 07	2068	381	2736	2,03
	σ	312	114	1053	2,52		312	133	653	0,89
	x + σ	2381	441	3489	6,06		2381	513	3389	2,92
	x - σ	1756	213	1384	1,02		1756	248	2084	1,13
	C.V. (%)	15,1	34,8	43,2	71,2		15,1	34,9	23,9	44,0
SH - 03	x	2563	336	2394	2,21	SH - 08	2300	408	2893	1,87
	σ	845	107	824	0,96		600	142	954	1,81
	x + σ	3408	443	3217	3,17		2900	549	3846	3,68
	x - σ	1717	230	1570	1,24		1700	266	1939	0,06
	C.V. (%)	33,0	31,7	34,4	43,6		26,1	34,8	33,0	96,6
SH - 04	x	2286	311	2068	3,80	SH - 09	2188	322	2663	2,64
	σ	589	106	972	4,39		496	70	816	1,17
	x + σ	2875	416	3039	8,19		2684	392	3478	3,81
	x - σ	1697	205	1096	-0,59		1691	252	1847	1,47
	C.V. (%)	25,8	34,0	47,0	115,5		22,7	21,8	30,6	44,4
SH - 05	x	2205	316	2514	3,31	SH - 10	2225	388	2620	2,66
	σ	515	88	969	2,35		536	257	915	1,92
	x + σ	2719	404	3482	5,66		2761	644	3535	4,58
	x - σ	1690	228	1545	0,96		1689	131	1705	0,74
	C.V. (%)	23,4	27,8	38,5	71,0		24,1	66,3	34,9	72,2

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
C.V. (%) - Coeficiente de Variação em Porcentagem
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
MR - Módulo de Resiliência
ESP - Espessura da Camada
SH - Segmento Homogêneo
Inf. - Camada com Espessura Infinita

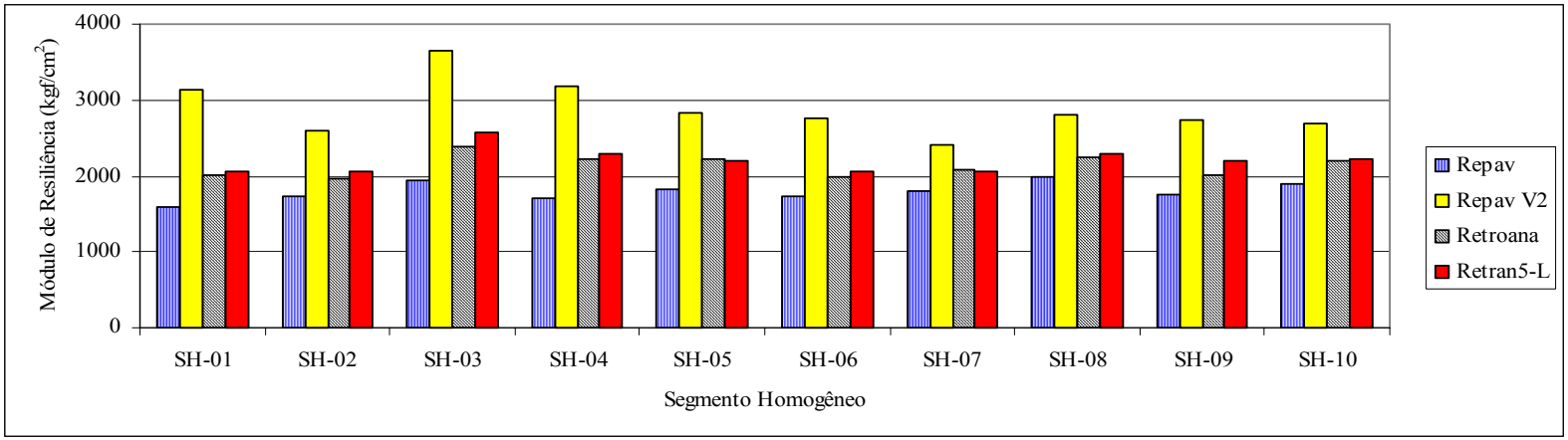


Figura 6.19: Valores médios de módulo de resiliência da camada 1 (TSD + base) – BR-418/MG

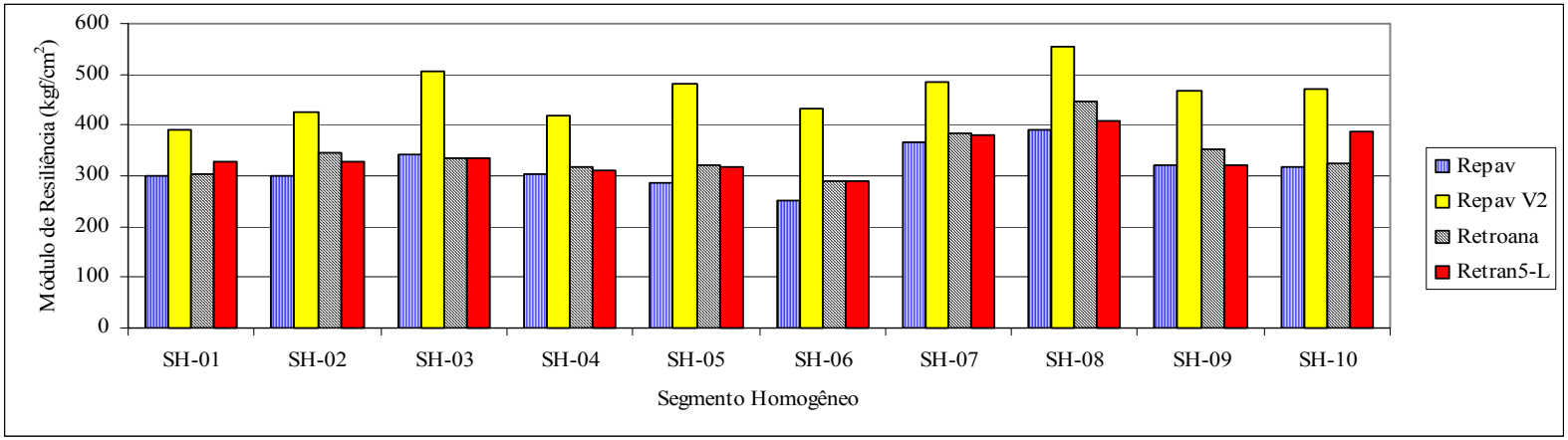


Figura 6.20: Valores médios de módulo de resiliência da camada 2 (sub-base) – BR-418/MG

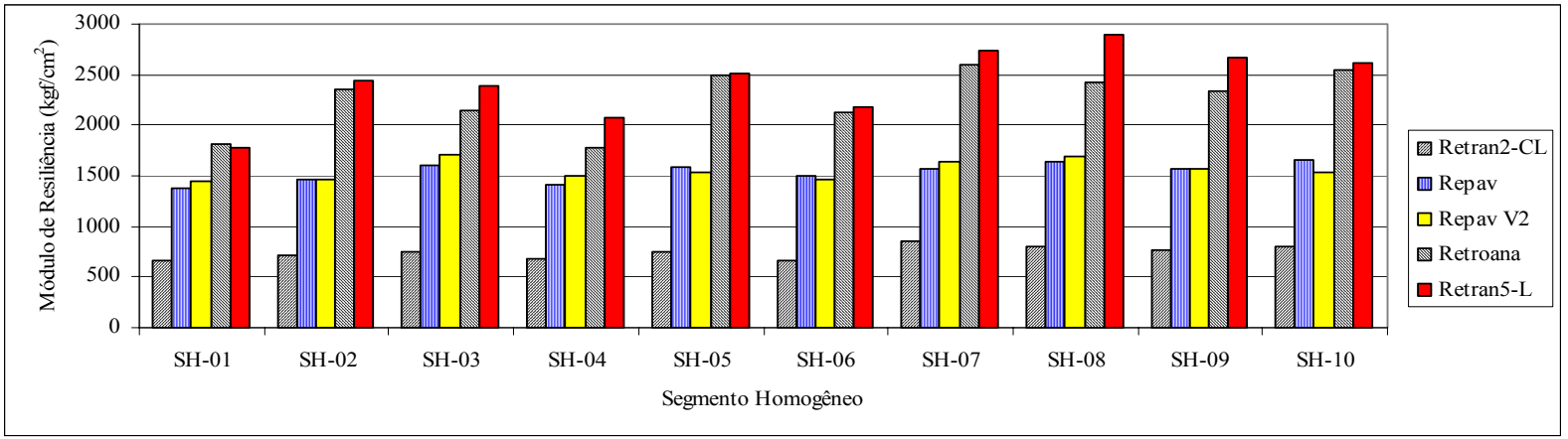


Figura 6.21: Valores médios de módulo de resiliência da camada 3 (subleito) – BR-418/MG

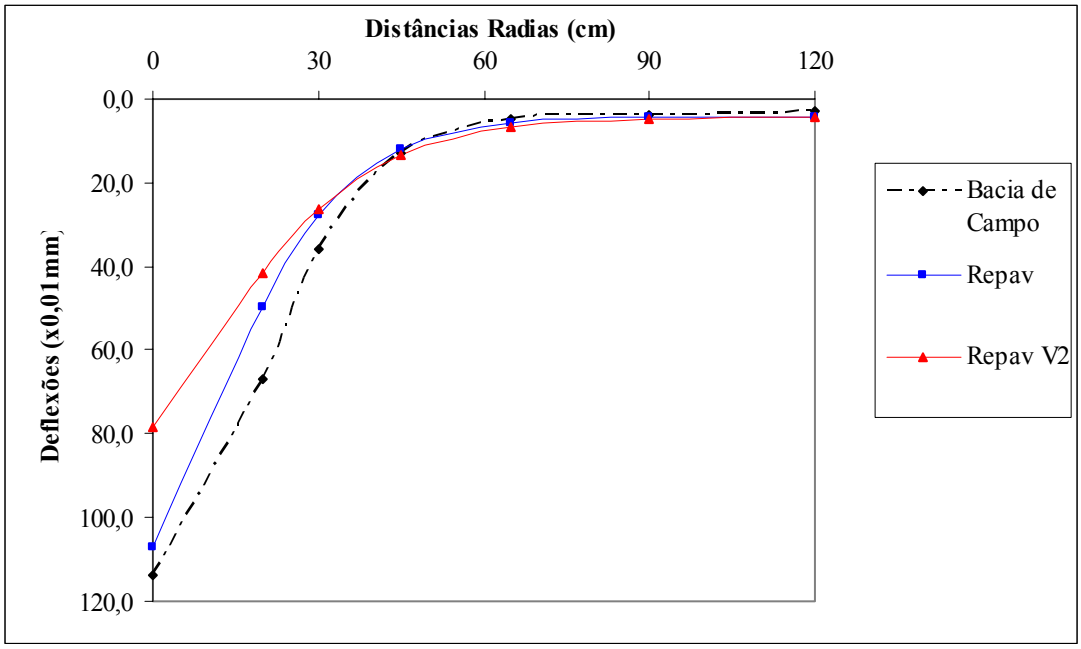


Figura 6.22: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas REPAV e REPAV V2 – seção 3767

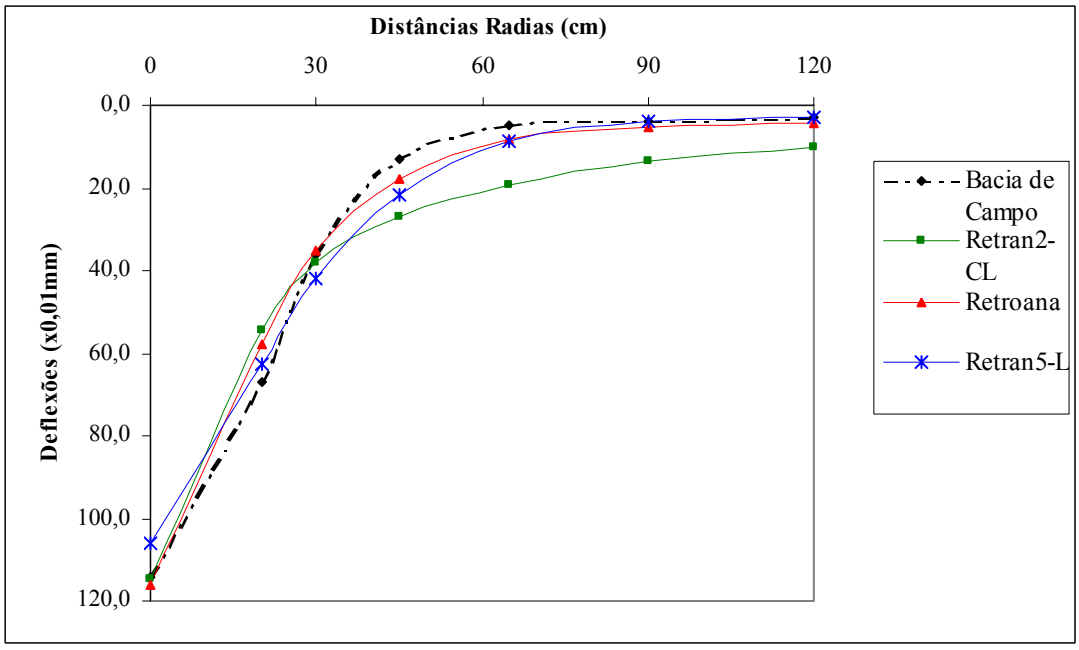


Figura 6.23: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas RETRAN2-CL, RETROANA e RETRAN5-L – seção 3767

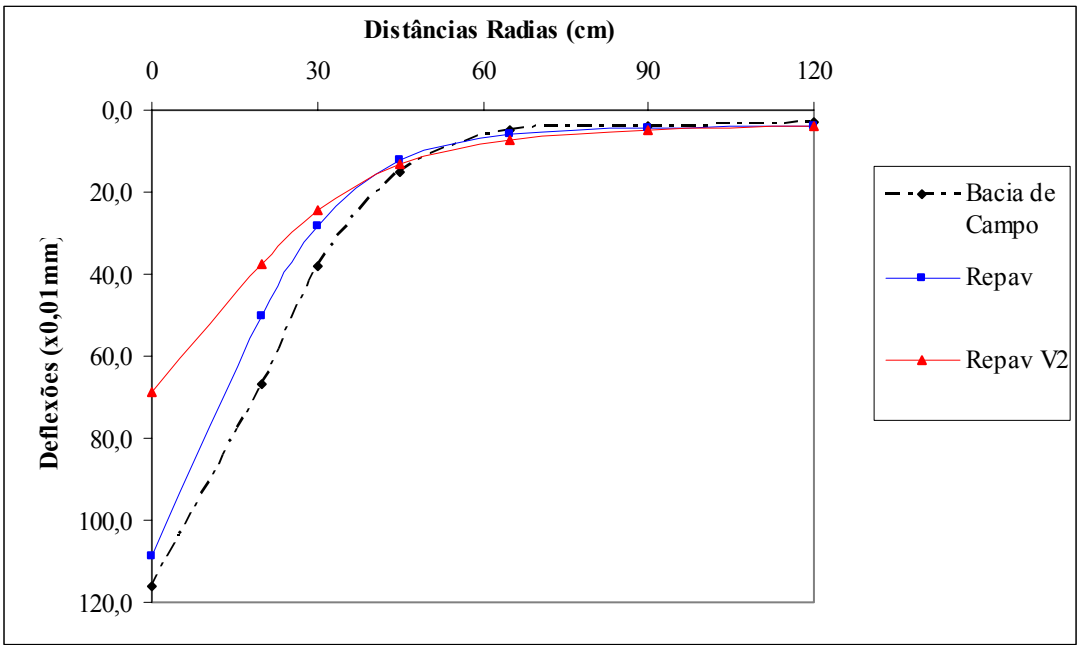


Figura 6.24: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas REPAV e REPAV V2 – seção 3840

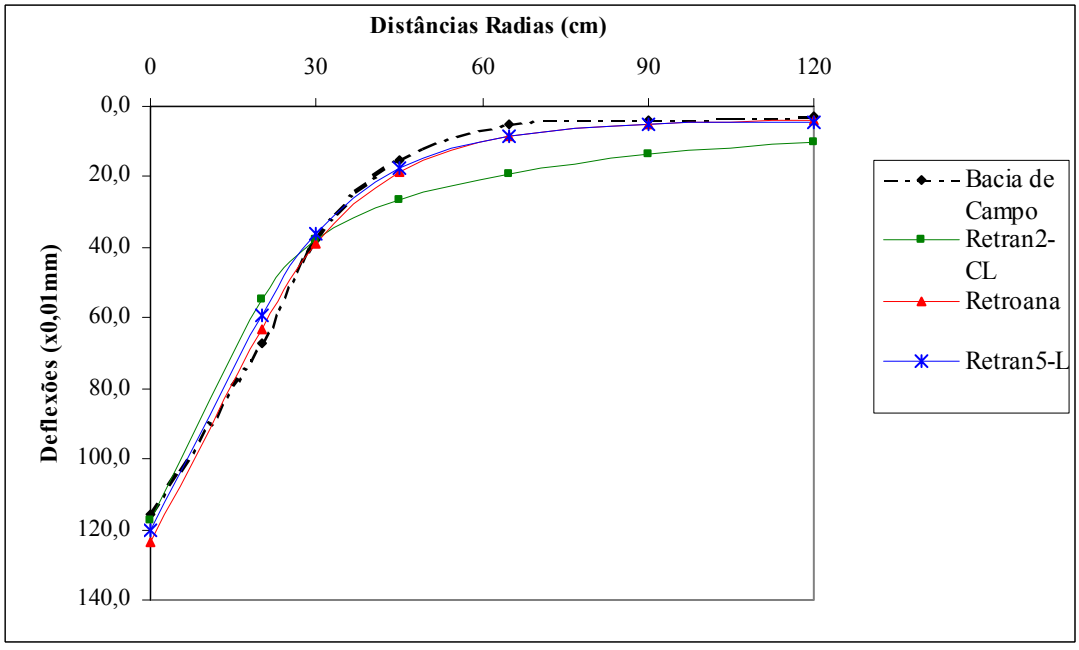


Figura 6.25: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas RETRAN2-CL, RETROANA e RETRAN5-L – seção 3840

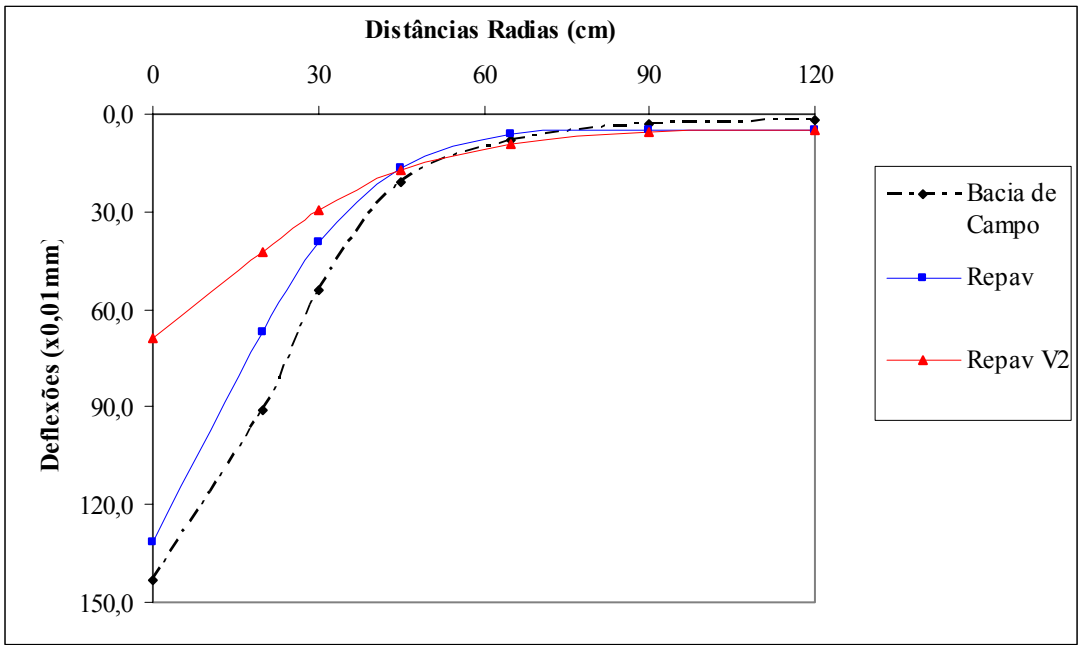


Figura 6.26: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas REPAV e REPAV V2 – seção 3921

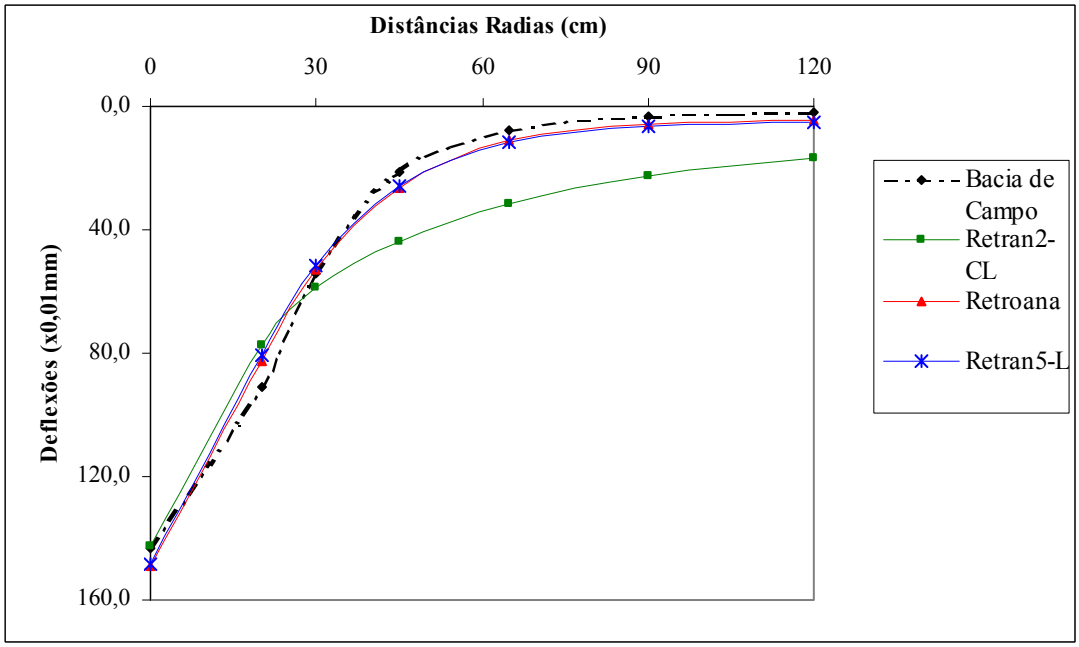


Figura 6.27: Comparação entre bacias de campo e teóricas recalculadas pelo ELSYM5 para os programas RETRAN2-CL, RETROANA e RETRAN5-L – seção 3921

Com relação aos valores calculados de módulo de resiliência da camada 3 (subleito), os programas RETRAN2-CL, REPAV e REPAV V2 apresentaram módulos de resiliência menores do que os programas RETROANA e RETRAN5-L.

Os menores valores observados no RETRAN2-CL podem ser justificados facilmente observando as bacias recalculadas pelo ELSYM5 nas figuras 6.23, 6.25 e 6.27, apresentadas anteriormente. Como já foi escrito anteriormente na análise dos resultados dos módulos de resiliência retroanalisados da BR/277/PR, quanto maiores os valores de deflexão nas distâncias radiais mais afastadas do ponto de aplicação da carga menores serão os módulos de resiliência da camada de subleito.

Já os menores módulos de subleito observados na retroanálise efetuada com os programas REPAV e REPAV V2 são justificados por uma nuança da metodologia embutida nestas ferramentas. Um dos fatores que limita o banco de dados destes programas é que o valor do módulo da camada 3 (subleito) é menor ou igual ao valor da camada 1, que representa a camada de revestimento ou base + revestimento, quando este for de espessura insignificante, sendo incorporado a uma camada granular, que é o caso da BR-418/MG.

Nos programas RETROANA e RETRAN5-L, o valor modular médio da primeira camada é, na grande maioria dos segmentos homogêneos, menor do que o valor do módulo de resiliência da terceira camada. Este comportamento indica que a camada de subleito apresenta um comportamento melhor do que o pavimento. Vale ressaltar que este comportamento não significa que o pavimento está deteriorado, mas sim que a camada de subleito é mais resistente do que o pavimento. Segundo ALBERNAZ (1997), o RETRAN2-CL indica este caso quando a espessura equivalente do pavimento for menor do que a espessura real do somatório das espessuras das camadas que compõe a sua estrutura.

Desta forma, no caso de igualdade entre estes valores, sem observar o formato da bacia teórica gerada pelos programas REPAV e REPAV V2 não é possível determinar qual a estrutura mais resistente: o subleito ou o pavimento. Portanto, quando o valor do módulo da camada 3 (subleito) determinado através dos programas acima citados for igual ao valor da camada 1, deve-se questionar este valor.

Embora o REPAV determine módulos de resiliência menores do que o esperado conforme o exposto nos últimos dois parágrafos este, juntamente com os programas RETROANA e RETRAN5-L, apresentou um ajuste satisfatório em relação à bacia medida em campo.

Ao contrário do observado nos resultados da retroanálise realizada nas bacias levantadas na BR-277/PR, os valores de módulo de resiliência no caso da BR-418/MG apresentaram coeficientes de variação de no máximo 66% (um número, antes de tudo, cabalístico), com valor médio em torno de 30%, o que indica uma dispersão menor do que a recomendada no dimensionamento de reforço de pavimentos em LTPP (2002). A tabela 6.18 apresenta os valores dos coeficientes de variação dos módulos de resiliência retroanalisados pelos programas utilizados nesta pesquisa. As figuras de 6.28 a 6.30 os valores dos módulos de resiliência, seção a seção, para o segmento homogêneo 8 (oito) da rodovia BR-418/MG, que confirmam o que foi comentado neste parágrafo.

Tabela 6.18: Coeficientes de variação dos módulos retroanalisados da BR-418/MG

COPPE	**Coeficiente de Variação (%)**		Rodovia: BR-418/MG Trecho: Ataléia - Carlos Chagas Pista Direita	
Camada	Programa	Média	Mínimo	Máximo
Concreto Asfáltico	Repav	18,5	9,8	25,5
	Repav V2	34,6	19,6	48,4
	Retroana	18,3	11,8	29,3
	Retran5-L	22,6	14,5	33,0
Camada Granular	Repav	37,4	20,3	43,0
	Repav V2	26,5	17,5	39,0
	Retroana	18,3	24,7	49,9
	Retran5-L	34,3	20,7	66,3
Subleito	Repav	20,6	13,0	28,6
	Repav V2	20,5	13,0	33,1
	Retroana	30,3	22,8	39,3
	Retran5-L	36,5	23,9	47,0

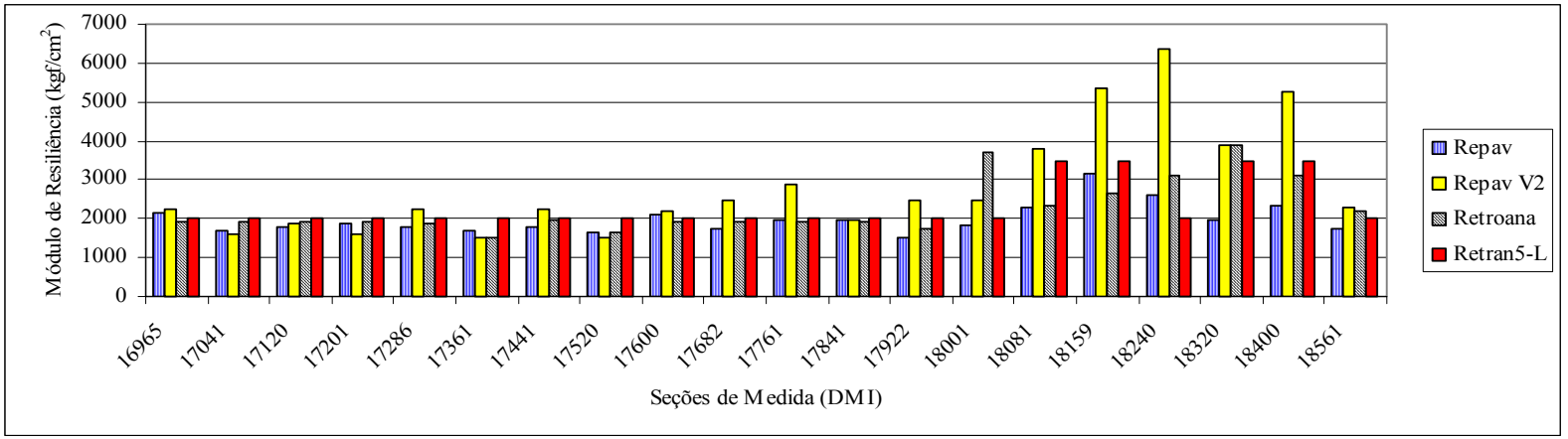


Figura 6.28: Módulos de resiliência da camada 1 (TSD + base) – Segmento Homogêneo 8 – BR-418/MG

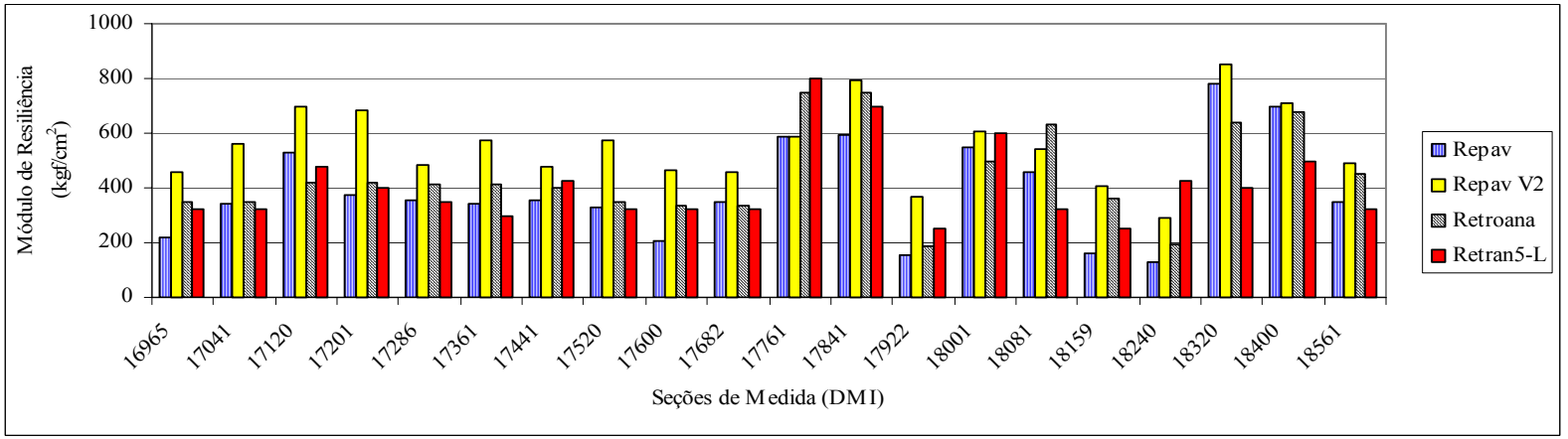


Figura 6.29: Módulos de resiliência da camada 2 (sub-base) – Segmento Homogêneo 8 – BR-418/MG

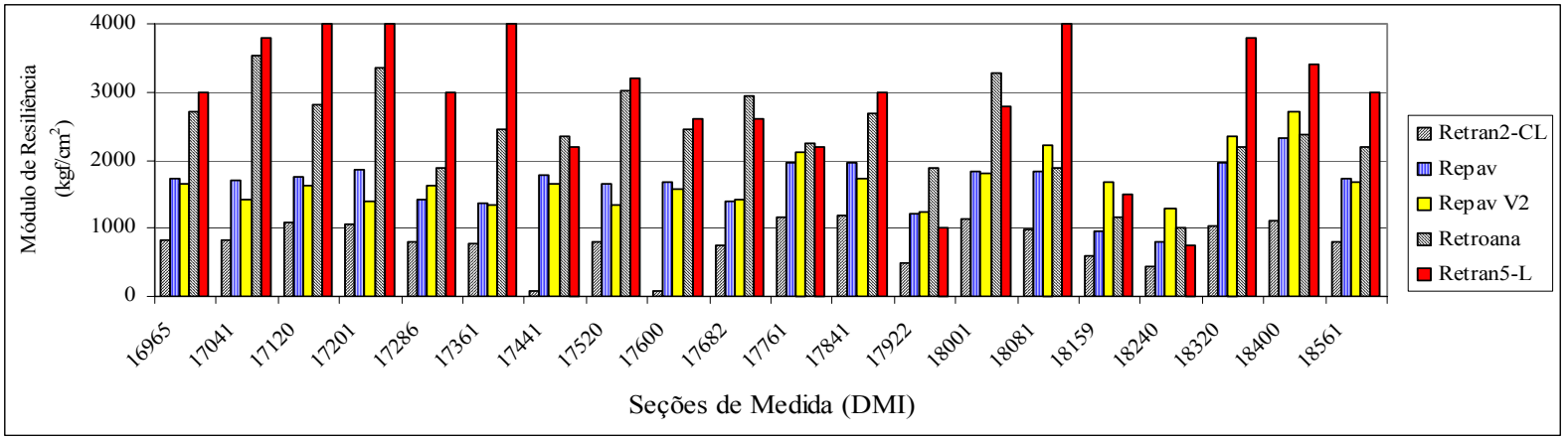


Figura 6.30: Módulos de resiliência da camada 3 (subleito) – Segmento Homogêneo 8 – BR-418/MG

6.2. Influência do método de retroanálise no dimensionamento de reforço

De acordo com a metodologia utilizada, descrita no capítulo V (cinco) desta tese, os parâmetros escolhidos para determinar o dimensionamento da camada de reforço foram a deformação específica de tração (ε_t) na base da camada de reforço e a tensão vertical de compressão no topo da camada de subleito (σ_{vSL}), o que foi realizado utilizando o programa JULEA (Jacob Uzan Layered Elastic Analysis). Foram analisados três valores de ε_t, (nos pontos (1), (2) e (3) da figura 6.31). Em cada dimensionamento o valor de ε_t escolhido foi sempre o que apresentou maior valor. No caso da σ_{vSL}, foi analisado o ponto (4) da figura 6.31.

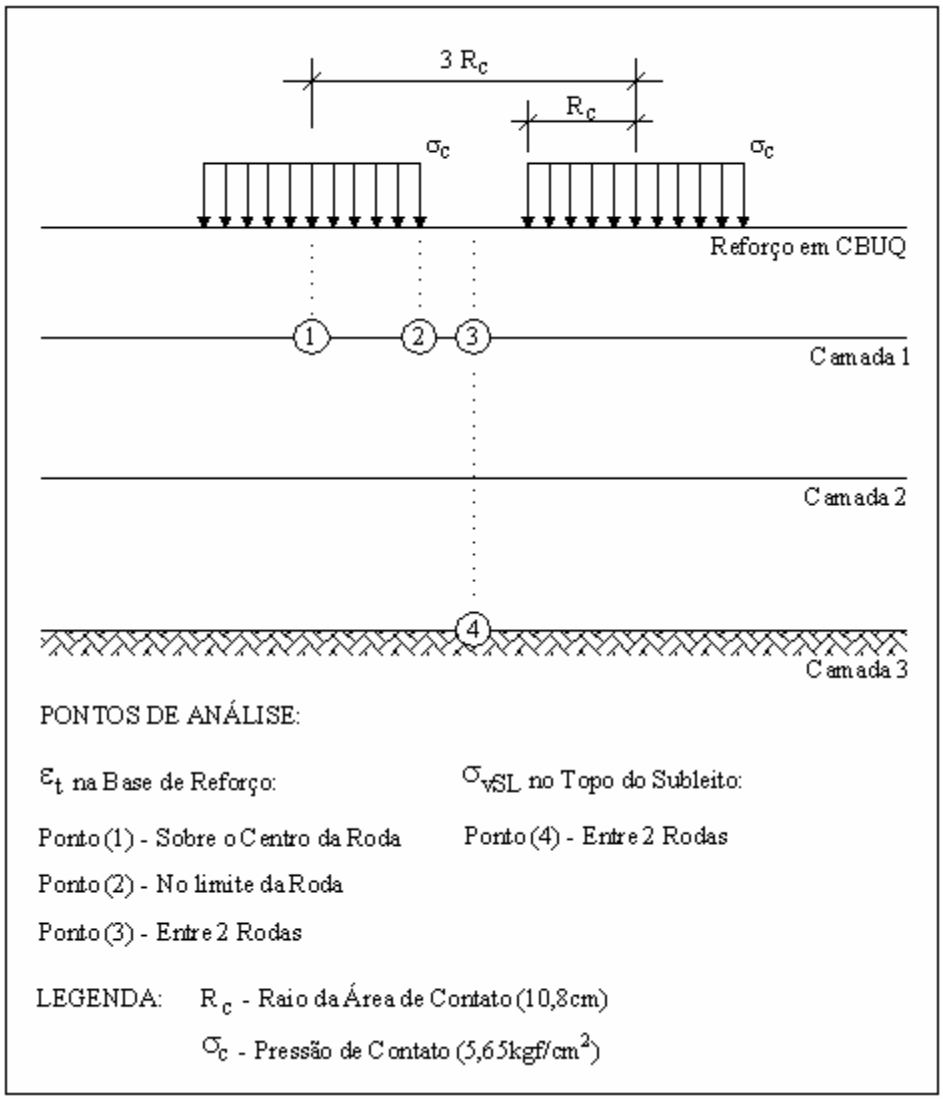


Figura 6.31: Dimensionamento do reforço - carregamento e pontos de análise

Foram simuladas 5 (cinco) espessuras de reforço para cada segmento em estudo variando de 4cm, que é a espessura mínima admitida pelos 4 (quatro) métodos de dimensionamento de reforço de pavimentos flexíveis preconizados pelo DNER, até 20cm. Camadas de reforço com espessura acima de 20cm são muito elevadas, devendo ser pensada outra solução para este caso, seja um reforço em concreto de cimento Portland (whitetopping) ou até a reconstrução parcial de algumas das camadas do pavimento. Através da equação proposta pelo engenheiro argentino Celestino Ruiz, por exemplo, usada no PRO 11, mostra-se que para espessuras de reforço acima de 20cm a redução da deflexão máxima é muito pequena, devido ao comportamento exponencial deste modelo.

Antes de apresentar as considerações sobre a influência da metodologia de retroanálise no dimensionamento da camada de reforço do pavimento das duas rodovias estudadas, deve ser destacado um fator de relevante importância: o valor do coeficiente de Poisson das camadas que compõem as estruturas em questão. Este parâmetro define qual a porcentagem do valor de deformação específica vertical que vai ser transmitida à direção radial, ou seja, define a magnitude das deformações específicas radiais. Então, por motivos óbvios, determina o valor da deformação específica de tração na base das camadas de revestimento. Este valor, como se sabe, define a vida de fadiga da camada de revestimento e, na presente pesquisa, a vida de serviço da camada de reforço.

O comentário foi feito tendo em vista os valores de coeficiente de Poisson utilizados nos programas de retroanálise em estudo. Enquanto os programas RETROANA e RETRAN5-L tem neste parâmetro um dado de entrada, nos programas RETRAN2-CL, REPAV e REPAV V2 este valor é fixo e igual a 0,50 para todas as camadas. Segundo FONSECA (2002), não foi feita a opção de entrada diferenciada deste valor no REPAV porque o banco de dados, que já é bastante extenso, se tornaria proibitivo. Mas por que então não foram usados valores de coeficientes de Poisson coerentes com cada tipo de camada, mesmo não havendo a possibilidade de variação deste valor? Em MEDINA (1997) são apresentados valores de coeficiente de Poisson geralmente adotados para diversos tipos de material utilizados na pavimentação.

Com o propósito de considerar a variação modular de cada camada da estrutura, e no caso do programa RETRAN2-CL a variação da espessura da camada equivalente

também, foi utilizado o Método de Rosenblueth no dimensionamento da camada de reforço para cada um dos segmentos homogêneos em análise. Esta ferramenta, que possibilita a determinação da confiabilidade do dimensionamento de pavimentos asfálticos já foi utilizada em algumas pesquisas realizadas na COPPE/UFRJ (MOTTA, 1991; BENEVIDES, 2000; FRANCO, 2000).

6.2.1. BR-277/PR (Curitiba – Paranaguá)

Salvo nas estruturas determinadas através do programa RETRAN2-CL, onde a espessura da camada equivalente variou ao longo de cada segmento homogêneo, a camada de reforço foi simulada sobre uma estrutura divida em três camadas: revestimento antigo com 12cm de espessura, camada granular com 40cm e subleito. A camada de revestimento englobou todas as camadas betuminosas presentes no pavimento atual. Da mesma forma que a primeira, a camada granular consiste num somatório, só que agora das camadas de base e sub-base. A camada de subleito foi considerada de espessura infinita.

As tabelas de 6.19 a 6.26 apresentam o resumo dos resultados do dimensionamento de reforço, para cada segmento homogêneo da BR-277/PR, a partir das estruturas determinadas através da retroanálise dos módulos de resiliência feita com os programas utilizados na comparação realizada nesta pesquisa. Nestas tabelas são apresentados o valor médio, desvio padrão, valor limite e confiabilidade do dimensionamento.

Nos segmentos homogêneos 8, 9 e 10 não foram simuladas camadas de reforço para as estruturas geradas pelo RETRAN2-CL, pois, de acordo com os valores modulares observados, os resultados seriam semelhantes aos determinados para os outros segmentos. Já em relação ao programa REPAV, para os segmentos homogêneos 2 e 7 não foram simuladas camadas de reforço porque os coeficientes de variação dos valores modulares foram, para uma das camadas, superior a 100%, sendo que para estes valores o Método de Rosenblueth não pode ser utilizado, pois fere os limites de aplicação de tal metodologia.

De acordo com os resultados de deformação específica de tração (ε_t) na base da camada de reforço, a influência da metodologia de retroanálise neste parâmetro foi muito grande

visto que, para cada espessura de reforço, diferentes valores de ε_t foram observados. Na maioria dos subtrechos em análise, os valores resultantes dos cálculos efetuados através dos programas RETRAN2-CL e REPAV apresentaram valores maiores que o dobro do valor limite, quando utilizado o critério de fadiga determinado por PINTO (1991), enquanto os valores determinados pelo RETROANA e RETRAN5-L foram menores ou muito próximos do valor máximo admissível, sendo que para a espessura de 4cm de reforço estas deformações específicas foram sempre de compressão.

Tabela 6.19: Resumo do dimensionamento – RETRAN2-CL (BR-277/PR)

COPPE		**Resumo do Dimensionamento do Reforço - RETRAN2-CL**					
Rodovia:		BR-277/PR	Trecho:	Curitiba - Paranaguá		Pista Direita	
Segmento Homogêneo		Parâmetros Estatísticos	Espessura Simulada de Reforço (cm)				
			4	8	12	16	20
SH - 01	ε_t (x10^{-4})	x	2,0366	2,1218	1,7261	1,3873	1,1178
		σ	0,5380	0,3903	0,2786	0,1998	0,1474
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,2598	0,2293	0,1991	0,1720	0,1488
		σ	0,1063	0,0903	0,0742	0,0607	0,0499
		Lim.	0,8889	0,8889	0,8889	0,8889	0,8889
		Conf. (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
SH - 02	ε_t (x10^{-4})	x	1,9446	2,0495	1,6710	1,3451	1,0841
		σ	0,4376	0,3198	0,2281	0,1647	0,1223
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,2305	0,2031	0,1762	0,1523	0,1322
		σ	0,1600	0,1364	0,1131	0,0930	0,0767
		Lim.	1,1257	1,1257	1,1257	1,1257	1,1257
		Conf. (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
SH - 03	ε_t (x10^{-4})	x	2,0768	2,1540	1,7448	1,4004	1,1255
		σ	0,3006	0,2137	0,1527	0,1086	0,0804
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,2069	0,1825	0,1585	0,1371	0,1191
		σ	0,1549	0,1330	0,1112	0,0922	0,0766
		Lim.	0,9845	0,9845	0,9845	0,9845	0,9845
		Conf. (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
SH - 04	ε_t (x10^{-4})	x	2,1479	2,2126	1,7914	1,4369	1,1550
		σ	0,3131	0,2218	0,1585	0,1123	0,0825
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,2492	0,2201	0,1912	0,1653	0,1431
		σ	0,0950	0,0793	0,0641	0,0514	0,0414
		Lim.	1,0615	1,0615	1,0615	1,0615	1,0615
		Conf. (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
SH - 05	ε_t (x10^{-4})	x	1,9675	2,0734	1,6884	1,3598	1,0956
		σ	0,3733	0,2723	0,1950	0,1401	0,1040
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,2073	0,1823	0,1579	0,1365	0,1184
		σ	0,1498	0,1277	0,1061	0,0874	0,0722
		Lim.	1,0874	1,0874	1,0874	1,0874	1,0874
		Conf. (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
Lim. - Valor Limite
Conf. (%) - Confiabilidade
ε_t - Deformação Específica de Tração na Base da Camada de Reforço
σ_v - Tensão de Compressão no Topo do Subleito
SH - Segmento Homogêneo

Tabela 6.20: Resumo do dimensionamento – RETRAN2-CL (BR-277/PR)

COPPE		**Resumo do Dimensionamento do Reforço - RETRAN2-CL**					
Rodovia:		BR-277/PR	Trecho:	Curitiba - Paranaguá		Pista Direita	
Segmento Homogêneo		Parâmetros Estatísticos	Espessura Simulada de Reforço (cm)				
			4	8	12	16	20
SH - 06	ε_t (x10^{-4})	x	2,3204	2,3568	1,9049	1,5220	1,2205
		σ	0,3481	0,2363	0,1686	0,1203	0,0903
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,2996	0,2545	0,2121	0,1771	0,1491
		σ	0,2002	0,1621	0,1271	0,0990	0,0780
		Lim.	0,8448	0,8448	0,8448	0,8448	0,8448
		Conf. (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
SH - 07	ε_t (x10^{-4})	x	1,9900	2,0851	1,6953	1,3633	1,0978
		σ	0,3914	0,2859	0,2051	0,1470	0,1090
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,1919	0,1709	0,1503	0,1315	0,1152
		σ	0,1135	0,0974	0,0815	0,0674	0,0559
		Lim.	1,0394	1,0394	1,0394	1,0394	1,0394
		Conf. (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
SH - 08	ε_t (x10^{-4})	x					
		σ					
		Lim.					
		Conf. (%)					
	σ_v (kgf/cm^2)	x					
		σ					
		Lim.					
		Conf. (%)					
SH - 09	ε_t (x10^{-4})	x					
		σ					
		Lim.					
		Conf. (%)					
	σ_v (kgf/cm^2)	x					
		σ					
		Lim.					
		Conf. (%)					
SH - 10	ε_t (x10^{-4})	x					
		σ					
		Lim.					
		Conf. (%)					
	σ_v (kgf/cm^2)	x					
		σ					
		Lim.					
		Conf. (%)					

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
Lim. - Valor Limite
Conf. (%) - Confiabilidade
ε_t - Deformação Específica de Tração na Base da Camada de Reforço
σ_v - Tensão de Compressão no Topo do Subleito
SH - Segmento Homogêneo

Tabela 6.21: Resumo do dimensionamento – REPAV (BR-277/PR)

COPPE	**Resumo do Dimensionamento do Reforço - REPAV**						
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitiba - Paranaguá		Pista Direita	
Segmento Homogêneo		Parâmetros Estatísticos	Espessura Simulada de Reforço (cm)				
			4	8	12	16	20
SH - 01	ε_t ($x10^{-4}$)	x	0,5394	1,1381	1,0789	0,9251	0,7774
		σ	1,0374	0,9474	0,5545	0,5489	0,4191
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	45,62	22,36	11,70	17,88	19,77
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,4544	0,3722	0,3063	0,2548	0,2148
		σ	0,1165	0,0958	0,0792	0,0663	0,0563
		Lim.	1,0030	1,0030	1,0030	1,0030	1,0030
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 02	ε_t ($x10^{-4}$)	x					
		σ					
		Lim.					
		Conf. (%)					
	σ_v (kgf/cm^2)	x					
		σ					
		Lim.					
		Conf. (%)					
SH - 03	ε_t ($x10^{-4}$)	x	0,7119	1,1731	1,0783	0,9163	0,7673
		σ	1,0752	0,9396	0,7001	0,5315	0,4052
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	39,36	21,19	17,36	17,62	19,77
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,4194	0,3485	0,2890	0,2414	0,2038
		σ	0,0992	0,0817	0,0664	0,0544	0,0452
		Lim.	1,0929	1,0929	1,0929	1,0929	1,0929
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 04	ε_t ($x10^{-4}$)	x	2,9686	2,3985	1,8384	1,4188	1,1231
		σ	2,8750	1,7066	1,0810	0,7308	0,5145
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	18,67	12,30	9,51	8,69	8,69
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,5468	0,4647	0,3871	0,3228	0,2719
		σ	0,1152	0,1025	0,0839	0,0682	0,0558
		Lim.	1,6717	1,6717	1,6717	1,6717	1,6717
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 05	ε_t ($x10^{-4}$)	x	1,4646	1,6305	1,3735	1,1140	0,9091
		σ	1,6260	1,1905	0,8311	0,6017	0,4431
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	26,11	15,39	12,51	12,51	13,57
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,4602	0,3908	0,3276	0,2752	0,2331
		σ	0,1151	0,1010	0,0849	0,0710	0,0598
		Lim.	1,2063	1,2063	1,2063	1,2063	1,2063
		Conf. (%)	100	100	100	100	100

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
Lim. - Valor Limite
Conf. (%) - Confiabilidade
ε_t - Deformação Específica de Tração na Base da Camada de Reforço
σ_v - Tensão de Compressão no Topo do Subleito
SH - Segmento Homogêneo

Tabela 6.22: Resumo do dimensionamento – REPAV (BR-277/PR)

COPPE		**Resumo do Dimensionamento do Reforço - REPAV**					
Rodovia:		BR-277/PR	Trecho:	Curitiba - Paranaguá		Pista Direita	
Segmento Homogêneo		Parâmetros Estatísticos	Espessura Simulada de Reforço (cm)				
			4	8	12	16	20
SH - 06	ε_t (x10^{-4})	x	0,9374	1,4280	1,2796	1,0606	0,8725
		σ	1,5514	1,3324	0,9872	0,7296	0,5475
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	37,07	22,36	19,22	18,94	20,61
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,4469	0,3636	0,2962	0,2442	0,2042
		σ	0,1254	0,1036	0,0846	0,0698	0,0586
		Lim.	0,7967	0,7967	0,7967	0,7967	0,7967
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 07	ε_t (x10^{-4})	x					
		σ					
		Lim.					
		Conf. (%)					
	σ_v (kgf/cm^2)	x					
		σ					
		Lim.					
		Conf. (%)					
SH - 08	ε_t (x10^{-4})	x	1,1135	1,5035	1,3270	1,0973	0,9040
		σ	1,4823	1,2296	0,8901	0,6537	0,4858
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	31,92	18,94	15,39	15,15	16,11
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,4282	0,3513	0,2877	0,2378	0,1990
		σ	0,1230	0,1004	0,0809	0,0660	0,0548
		Lim.	0,7991	0,7991	0,7991	0,7991	0,7991
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 09	ε_t (x10^{-4})	x	0,1135	0,8359	0,8584	0,7689	0,6626
		σ	0,7543	0,7545	0,6206	0,4904	0,3864
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	65,91	29,12	24,20	23,89	26,76
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3822	0,3101	0,2545	0,2117	0,1786
		σ	0,1057	0,0838	0,0684	0,0570	0,0484
		Lim.	0,7635	0,7635	0,7635	0,7635	0,7635
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 10	ε_t (x10^{-4})	x	0,7554	1,2234	1,1279	0,9385	0,7695
		σ	1,4317	1,3941	1,0416	0,7840	0,5981
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	40,91	28,10	24,83	25,46	28,10
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,4071	0,3347	0,2759	0,2300	0,1943
		σ	0,1157	0,0925	0,0752	0,0622	0,0523
		Lim.	0,9828	0,9828	0,9828	0,9828	0,9828
		Conf. (%)	100	100	100	100	100

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
Lim. - Valor Limite
Conf. (%) - Confiabilidade
ε_t - Deformação Específica de Tração na Base da Camada de Reforço
σ_v - Tensão de Compressão no Topo do Subleito
SH - Segmento Homogêneo

Tabela 6.23: Resumo do dimensionamento – RETROANA (BR-277/PR)

COPPE	**Resumo do Dimensionamento do Reforço - RETROANA**						
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitiba - Paranaguá		Pista Direita	
Segmento Homogêneo		Parâmetros Estatísticos	Espessura Simulada de Reforço (cm)				
			4	8	12	16	20
SH - 01	ε_t (x10^{-4})	x	-0,5989	0,0916	0,3128	0,3465	0,3394
		σ	0,1598	0,2745	0,2257	0,1885	0,1616
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	100	88,49	68,44	65,54	69,50
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3365	0,2742	0,2271	0,1910	0,1628
		σ	0,0413	0,0330	0,0274	0,0233	0,0201
		Lim.	1,0819	1,0819	1,0819	1,0819	1,0819
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 02	ε_t (x10^{-4})	x	-0,1224	0,4924	0,6044	0,5669	0,5053
		σ	0,4841	0,5577	0,4385	0,3513	0,2835
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	87	44,83	33,72	34,09	38,59
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3562	0,2953	0,2477	0,2101	0,1802
		σ	0,0596	0,0490	0,0409	0,0345	0,0295
		Lim.	1,2035	1,2035	1,2035	1,2035	1,2035
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 03	ε_t (x10^{-4})	x	-0,4610	0,2599	0,4388	0,4460	0,4180
		σ	0,2164	0,2957	0,2412	0,1986	0,1661
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	100	70,88	47,21	45,22	50,80
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3554	0,2911	0,2425	0,2048	0,1752
		σ	0,0460	0,0363	0,0299	0,0252	0,0216
		Lim.	1,2527	1,2527	1,2527	1,2527	1,2527
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 04	ε_t (x10^{-4})	x	-0,5433	0,2251	0,4268	0,4434	0,4209
		σ	0,1755	0,2512	0,2039	0,1683	0,1411
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	100	78,23	49,20	44,83	50,40
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3529	0,2864	0,2369	0,1990	0,1694
		σ	0,0294	0,0226	0,0184	0,0155	0,0132
		Lim.	1,2627	1,2627	1,2627	1,2627	1,2627
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 05	ε_t (x10^{-4})	x	-0,4131	0,2680	0,4463	0,4483	0,4166
		σ	0,2606	0,3867	0,3103	0,2549	0,2122
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	100	65,54	46,81	49,60	50,80
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3441	0,2829	0,2362	0,1997	0,1710
		σ	0,0519	0,0414	0,0341	0,0288	0,0246
		Lim.	1,1533	1,1533	1,1533	1,1533	1,1533
		Conf. (%)	100	100	100	100	100

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
Lim. - Valor Limite
Conf. (%) - Confiabilidade
ε_t - Deformação Específica de Tração na Base da Camada de Reforço
σ_v - Tensão de Compressão no Topo do Subleito
SH - Segmento Homogêneo

Tabela 6.24: Resumo do dimensionamento – RETROANA (BR-277/PR)

COPPE	**Resumo do Dimensionamento do Reforço - RETROANA**						
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitiba - Paranaguá		Pista Direita	
Segmento Homogêneo		Parâmetros Estatísticos	Espessura Simulada de Reforço (cm)				
			4	8	12	16	20
SH - 06	ε_t (x10^{-4})	x	-0,6491	0,1545	0,3893	0,4201	0,4060
		σ	0,1928	0,2368	0,1879	0,1574	0,1342
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	100	87,08	56,75	50,40	54,78
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3283	0,2643	0,2172	0,1816	0,1541
		σ	0,0376	0,0289	0,0237	0,0200	0,0173
		Lim.	0,9550	0,9550	0,9550	0,9550	0,9550
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 07	ε_t (x10^{-4})	x	-0,5138	0,0378	0,3515	0,3733	0,3575
		σ	0,1985	0,3374	0,2482	0,2065	0,1757
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	100	87,49	61,03	59,10	64,43
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3311	0,2716	0,2263	0,1912	0,1636
		σ	0,0412	0,0313	0,0250	0,0206	0,0175
		Lim.	1,1920	1,1920	1,1920	1,1920	1,1920
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 08	ε_t (x10^{-4})	x	-0,3781	0,4449	0,5954	0,5806	0,5301
		σ	0,3349	0,4422	0,3644	0,2948	0,2386
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	99	48,01	31,56	29,46	32,64
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3178	0,2584	0,2136	0,1790	0,1519
		σ	0,0317	0,0247	0,0199	0,0162	0,0134
		Lim.	0,9371	0,9371	0,9371	0,9371	0,9371
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 09	ε_t (x10^{-4})	x	-0,4286	0,3241	0,4978	0,4971	0,4611
		σ	0,2585	0,3523	0,2857	0,2341	0,1935
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	100	61,03	39,36	37,45	42,07
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3237	0,2645	0,2198	0,1852	0,1580
		σ	0,0463	0,0358	0,0289	0,0238	0,0201
		Lim.	0,9772	0,9772	0,9772	0,9772	0,9772
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 10	ε_t (x10^{-4})	x	-0,4189	0,2764	0,4563	0,4576	0,4241
		σ	0,2669	0,3899	0,3124	0,2570	0,2136
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	100	64,43	45,62	44,43	49,60
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3633	0,2980	0,2484	0,2099	0,1796
		σ	0,0464	0,0365	0,0300	0,0252	0,0216
		Lim.	1,3705	1,3705	1,3705	1,3705	1,3705
		Conf. (%)	100	100	100	100	100

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
Lim. - Valor Limite
Conf. (%) - Confiabilidade
ε_t - Deformação Específica de Tração na Base da Camada de Reforço
σ_v - Tensão de Compressão no Topo do Subleito
SH - Segmento Homogêneo

Tabela 6.25: Resumo do dimensionamento – RETRAN5-L (BR-277/PR)

COPPE		**Resumo do Dimensionamento do Reforço - RETRAN5-L**					
Rodovia:		BR-277/PR	Trecho:	Curitiba - Paranaguá		Pista Direita	
Segmento Homogêneo		Parâmetros Estatísticos	Espessura Simulada de Reforço (cm)				
			4	8	12	16	20
SH - 01	ε_t (x10^{-4})	x	-0,5501	0,1671	0,3799	0,4019	0,3904
		σ	0,1951	0,3011	0,2418	0,2003	0,1646
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	100	80,23	56,75	53,98	57,54
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3556	0,2897	0,2402	0,2023	0,1726
		σ	0,0534	0,0436	0,0367	0,0315	0,0275
		Lim.	1,0942	1,0942	1,0942	1,0942	1,0942
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 02	ε_t (x10^{-4})	x	-0,1751	0,4781	0,5919	0,5603	0,5033
		σ	0,4061	0,4538	0,3657	0,2933	0,2367
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	93	45,22	31,92	31,92	36,69
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3743	0,3094	0,2592	0,2198	0,1885
		σ	0,0516	0,0427	0,0358	0,0304	0,0261
		Lim.	1,3729	1,3729	1,3729	1,3729	1,3729
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 03	ε_t (x10^{-4})	x	-0,3103	0,4409	0,5688	0,5476	0,4975
		σ	0,2957	0,3726	0,3104	0,2506	0,2035
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	99	48,01	31,92	30,85	35,57
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3686	0,3030	0,2529	0,2139	0,1832
		σ	0,0539	0,0440	0,0368	0,0312	0,0269
		Lim.	1,2428	1,2428	1,2428	1,2428	1,2428
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 04	ε_t (x10^{-4})	x	-0,4145	0,3818	0,5374	0,5308	0,4895
		σ	0,2341	0,3075	0,2593	0,2108	0,1723
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	100	55,17	32,64	30,15	34,83
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3607	0,2940	0,2438	0,2051	0,1747
		σ	0,0283	0,0222	0,0182	0,0151	0,0128
		Lim.	1,3302	1,3302	1,3302	1,3302	1,3302
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 05	ε_t (x10^{-4})	x	-0,4546	0,2245	0,4120	0,4219	0,3958
		σ	0,2301	0,3559	0,2873	0,2368	0,1985
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	100	70,88	51,20	50,00	55,17
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3561	0,2924	0,2438	0,2060	0,1763
		σ	0,0489	0,0394	0,0328	0,0279	0,0240
		Lim.	1,2471	1,2471	1,2471	1,2471	1,2471
		Conf. (%)	100	100	100	100	100

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
Lim. - Valor Limite
Conf. (%) - Confiabilidade
ε_t - Deformação Específica de Tração na Base da Camada de Reforço
σ_v - Tensão de Compressão no Topo do Subleito
SH - Segmento Homogêneo

Tabela 6.26: Resumo do dimensionamento – RETRAN5-L (BR-277/PR)

COPPE	**Resumo do Dimensionamento do Reforço - RETRAN5-L**						
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitiba - Paranaguá		Pista Direita	
Segmento Homogêneo		Parâmetros Estatísticos	Espessura Simulada de Reforço (cm)				
			4	8	12	16	20
SH - 06	ε_t (x10^{-4})	x	-0,5719	0,2769	0,4711	0,4855	0,4586
		σ	0,2069	0,2352	0,2052	0,1705	0,1424
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	100	73,24	40,52	35,57	39,74
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3456	0,2787	0,2294	0,1920	0,1630
		σ	0,0356	0,0274	0,0225	0,0190	0,0164
		Lim.	1,0825	1,0825	1,0825	1,0825	1,0825
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 07	ε_t (x10^{-4})	x	-0,4365	0,2618	0,4350	0,4408	0,4134
		σ	0,2029	0,2946	0,2401	0,1968	0,1643
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	100	70,54	47,61	46,02	51,99
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3441	0,2828	0,2360	0,1997	0,1710
		σ	0,0391	0,0309	0,0254	0,0213	0,0181
		Lim.	1,2415	1,2415	1,2415	1,2415	1,2415
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 08	ε_t (x10^{-4})	x	-0,2235	0,5366	0,6661	0,6341	0,5701
		σ	0,4786	0,5298	0,4254	0,3414	0,2730
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	91	41,29	28,43	26,76	29,46
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3327	0,2708	0,2240	0,1877	0,1594
		σ	0,0384	0,0301	0,0243	0,0199	0,0164
		Lim.	0,9933	0,9933	0,9933	0,9933	0,9933
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 09	ε_t (x10^{-4})	x	-0,3888	0,3120	0,4906	0,4884	0,4503
		σ	0,3372	0,4609	0,3722	0,3045	0,2513
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	99	59,48	42,47	41,29	45,62
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3404	0,2783	0,2311	0,1945	0,1658
		σ	0,0438	0,0347	0,0285	0,0239	0,0202
		Lim.	1,1035	1,1035	1,1035	1,1035	1,1035
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 10	ε_t (x10^{-4})	x	-0,2833	0,3485	0,5120	0,4986	0,4541
		σ	0,3822	0,4765	0,3869	0,3144	0,2581
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	97	55,96	40,91	40,52	44,83
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3800	0,3126	0,2609	0,2205	0,1856
		σ	0,0439	0,0355	0,0296	0,0250	0,0221
		Lim.	1,5442	1,5442	1,5442	1,5442	1,5442
		Conf. (%)	100	100	100	100	100

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
Lim. - Valor Limite
Conf. (%) - Confiabilidade
ε_t - Deformação Específica de Tração na Base da Camada de Reforço
σ_v - Tensão de Compressão no Topo do Subleito
SH - Segmento Homogêneo

Em termos de ε_t, a confiabilidade do dimensionamento do reforço utilizando as estruturas determinadas através do programa RETRAN2-CL foi na grande maioria igual a zero, nunca excedendo 0,2%. Para as estruturas retroanalisadas através do REPAV, a confiabilidade do reforço foi, exceto no segmento homogêneo 9 (nove), inferior a 50%.

Da mesma forma que aconteceu na análise dos valores dos módulos de resiliência, os programas RETROANA e RETRAN5-L apresentaram comportamentos semelhantes entre si e diferentes em relação aos outros com relação à deformação específica de tração na base da camada de reforço. A confiabilidade do dimensionamento para estes casos foi quase sempre superior a 50%, sendo que para a espessura de 4cm de reforço foi sempre superior a 85% atingindo o valor de 100% na maioria dos casos observados.

Este comportamento pode ser explicado através do estudo de sensibilidade realizado por FRANCO (2000). Nesta pesquisa foram determinadas quais as variáveis que mais influem nos parâmetros de dimensionamento, quando o programa PAVE 2000 é a ferramenta de cálculo. Este comportamento pode ser extrapolado à realidade desta tese porque a sub-rotina utilizada na análise de tensões e deformações do pavimento do programa PAVE 2000 é o JULEA, o mesmo utilizado nesta pesquisa.

No estudo realizado por FRANCO (2000), foi observado que o valor da deformação específica de tração na base do revestimento é bastante sensível a variações no módulo de resiliência da camada de base sendo que, para uma variação de 20% no valor deste módulo, observou-se uma variação de 80% no dano de fadiga. Como a base da camada de reforço é a camada de revestimento antigo e, como exposto na análise dos módulos da camada de revestimento obtidos pelos programas de retroanálise utilizados neste estudo, apresentam diferenças significativas. A diferença entre os valores das deformações específicas de tração observados nas tabelas de 6.19 a 6.26 já era, de certa forma, esperada.

Basicamente, o que se pôde observar foi o seguinte: quanto menor o módulo de resiliência da camada de revestimento antigo maior valor das deformações de tração, o que justifica os altos valores deste parâmetro para as estruturas retroanalisadas através dos programas RETRAN2-CL e REPAV, que ultrapassaram o limite admissível que é de $0{,}42.10^{-4}$cm/cm, segundo o modelo proposto por PINTO (1991).

Observou-se a existência de três comportamentos distintos quanto aos valores de deformação específica de tração na base da camada de reforço:

- O primeiro comportamento se manifesta quando os valores, determinados através dos programas RETRAN2-CL e REPAV, são muito superiores ao limite de aceitação e, os calculados se utilizando os programas RETROANA e RETRAN5-L, são inferiores ao limite (observado nos segmentos homogêneos 1 e 5);

- O segundo é quando só os valores de deformação específica calculados para os programas RETROANA e RETRAN5-L, para os casos com espessura de reforço iguais a 4 e/ou 8cm, são menores do que o valor limite (observado nos segmentos 2, 3, 4, 6, 8, 9 e 10);

- O terceiro quando, somado ao comportamento 2, o valor médio deste parâmetro calculado através do programa REPAV para a espessura simulada de reforço igual a 4cm também é inferior ao valor limite, como se pode observar no segmento homogêneo 9.

As comparações entre os valores médios de deformação específica de tração na base da camada de reforço, para os segmentos homogêneos 1, 2 e 9 são apresentadas nas figuras de 6.31 a 6.33, respectivamente. A observação destas figuras possibilita melhor visualização da influência de cada programa no dimensionamento de uma camada de reforço.

Uma situação contraditória se apresenta: segundo uma metodologia de retroanálise, este pavimento não necessita de intervenção estrutural para restabelecer as condições aceitáveis do pavimento e, de acordo com outra, nem um reforço de 20cm de espessura resolve os problemas estruturais deste sistema, sendo necessário outro tipo de solução. E agora? Qual posicionamento tomar? Para o autor desta tese, o surgimento deste comportamento paradoxal por si só justifica esta pesquisa, pois se verificou que para um mesmo problema, dependendo da ferramenta utilizada, pode-se observar comportamentos muito diferentes.

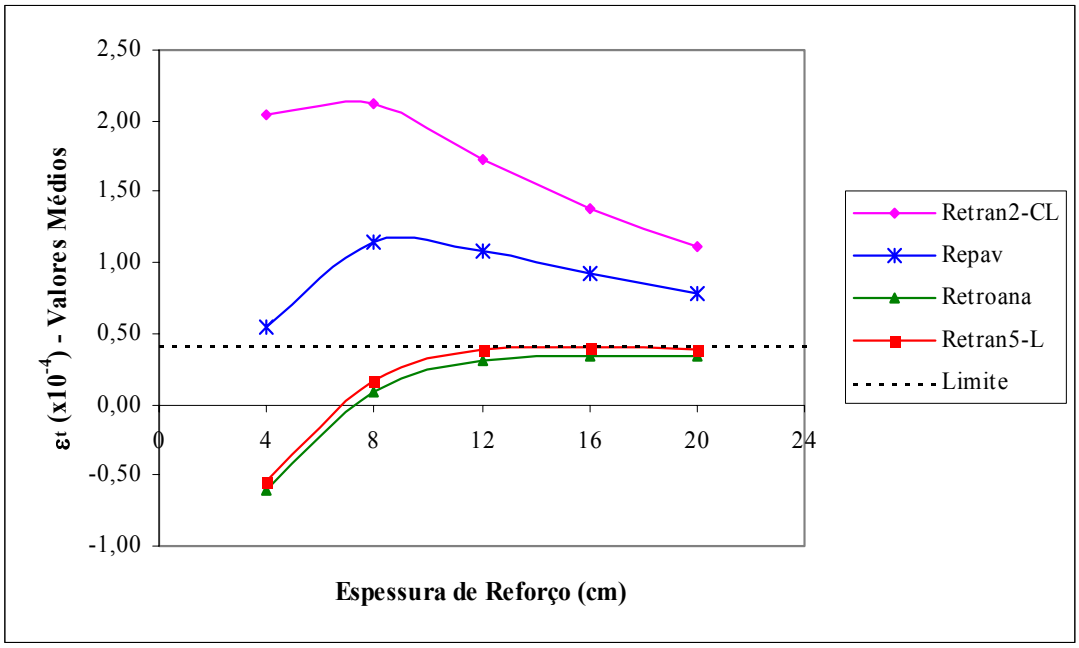


Figura 6.32: Valores médios de ε_t – segmento homogêneo 1

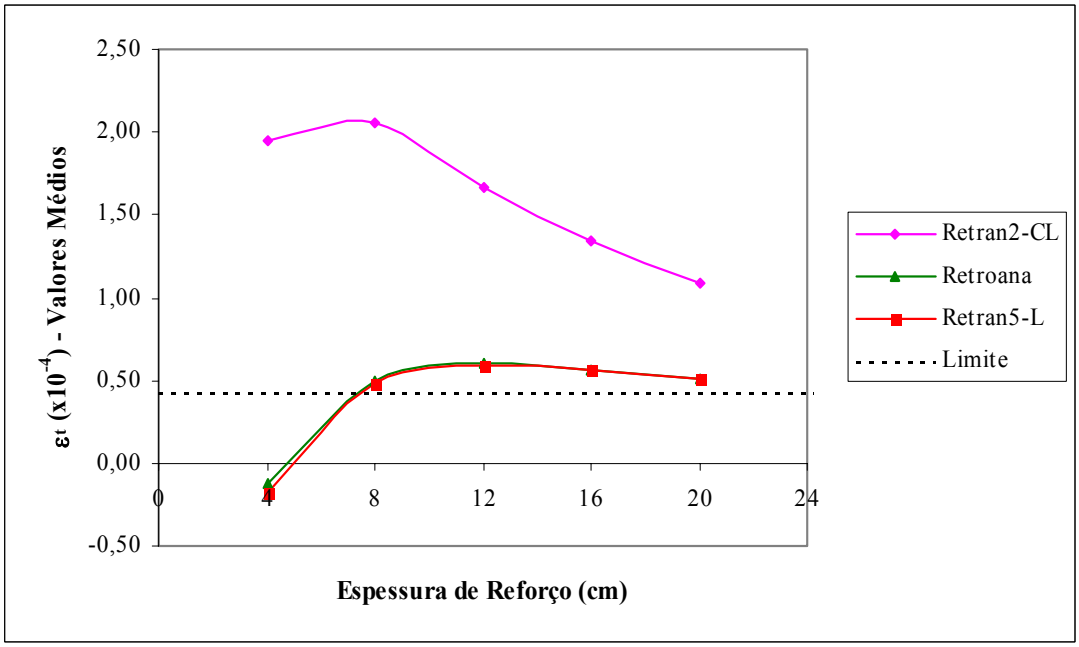


Figura 6.33: Valores médios de ε_t – segmento homogêneo 2

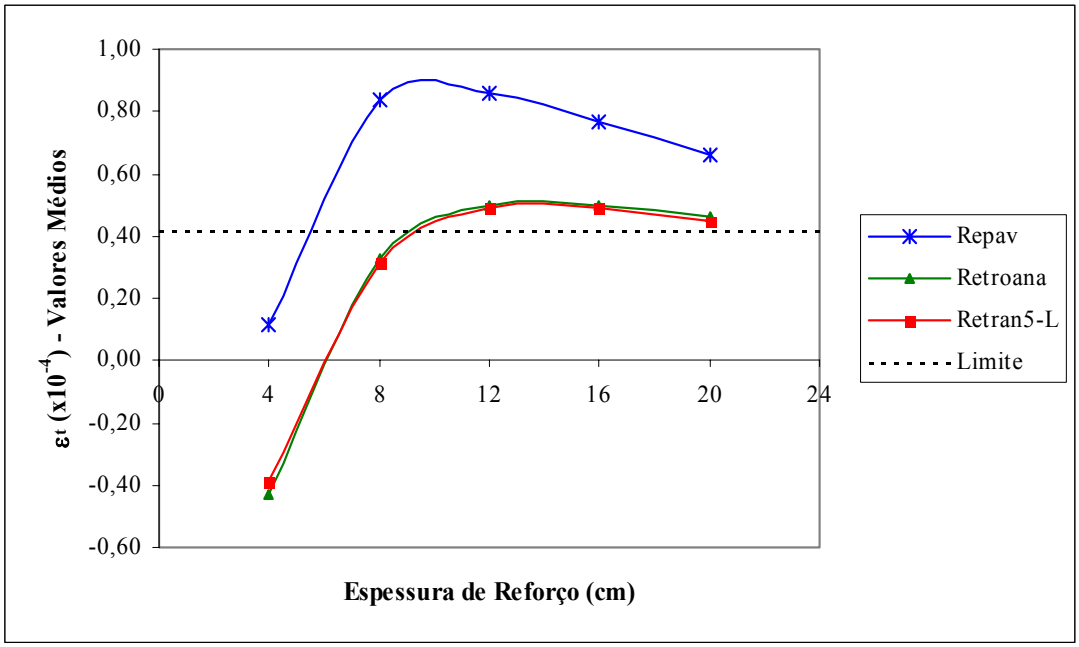


Figura 6.34: Valores médios de ε_t – segmento homogêneo 9

Outra questão intrigante, observada independentemente do programa de retroanálise utilizado e do segmento homogêneo, é que à medida que se aumentou a espessura da camada de reforço se observou uma elevação do valor de deformação específica de tração na base desta camada, e mesmo quando este deformação diminui esta redução não foi significativa. Este comportamento, à primeira vista, é difícil de entender. É de se esperar que à medida que o pavimento seja reforçado com camadas asfálticas mais espessas o valor de deformação específica seja reduzido, majorando a vida útil do pavimento.

Também pode ser observado este comportamento nas tabelas de dimensionamento de pavimentos asfálticos, à luz da mecânica dos pavimentos, apresentadas por MOTTA (1991), e é função da rigidez do pavimento, mais precisamente do valor do módulo de resiliência da camada imediatamente abaixo da camada asfáltica analisada.

Este comportamento foi observado nas estruturas em que os módulos de revestimento antigo apresentaram valores elevados e, em alguns casos, até maior que o da camada de reforço asfáltico. O valor de módulo de resiliência para a camada de reforço, no presente trabalho, foi adotado igual a 30.000kgf/cm^2.

Em relação à tensão vertical no topo da camada de subleito, observou-se que em todos os casos a confiabilidade foi de 100%, independente do programa utilizado na retroanálise, justificada pelo fato do dimensionamento de pavimentos flexíveis utilizando o Método do DNER superproteger a camada de subleito, através da determinação de espessuras para as camadas de base e sub-base granular que em alguns casos específicos, conforme BENEVIDES (2000), podem assumir menores espessuras ou até ser descartada uma das camadas sem apresentar significativa alteração nos parâmetros observados em dimensionamentos baseados na abordagem mecanística. Este fato justifica a confiabilidade de 100% observada em todos segmentos homogêneos analisados nesta rodovia.

Os valores de tensão vertical (σ_{vSL}) no topo da camada de subleito seguiram o mesmo comportamento dos módulos de resiliência observado para esta camada. Quanto menor o valor de módulo, menor o valor de tensão vertical. Isto pode ser explicado analisando o modelo proposto por HEUKELOM e KLOMP (1962), onde o valor de tensão de vertical no topo do subleito é diretamente proporcional ao valor de módulo do subleito. A figura 6.34 apresenta a comparação entre os valores médios de tensão vertical de compressão topo da camada de subleito para o segmento homogêneo 1. Observou-se que à medida que se aumenta a espessura da camada de reforço os valores de tensão vertical de compressão no topo da camada de subleito diminui, o que é esperado devido a maior distribuição de tensões que o aumento da elevação da espessura de revestimento proporciona à estrutura do pavimento.

Foi simulado o dimensionamento de uma camada de reforço no segmento homogêneo 5 (cinco), a partir da retroanálise realizada através do programa REPAV V2, com o intuito de se observar o efeito da correção feita no REPAV nos parâmetros usados nesta comparação. A tabela 6.27 apresenta os resultados obtidos neste dimensionamento e a figura 6.35 mostra a comparação entre os valores médios de deformação específica de tração na base da camada de reforço. Pode ser observada uma sensível redução destes valores em relação aos resultados obtidos através do programa REPAV. Tais valores são da mesma ordem de grandeza dos valores obtidos pelo programas RETROANA e RETRAN5-L, o que mostra que a possibilidade de se entrar com uma faixa de valores aceitáveis conduz à valores modulares mais coerentes e, por conseqüência, à valores de

deformação específica da mesma magnitude dos observados nos programas que apresentaram melhores resultados nesta comparação.

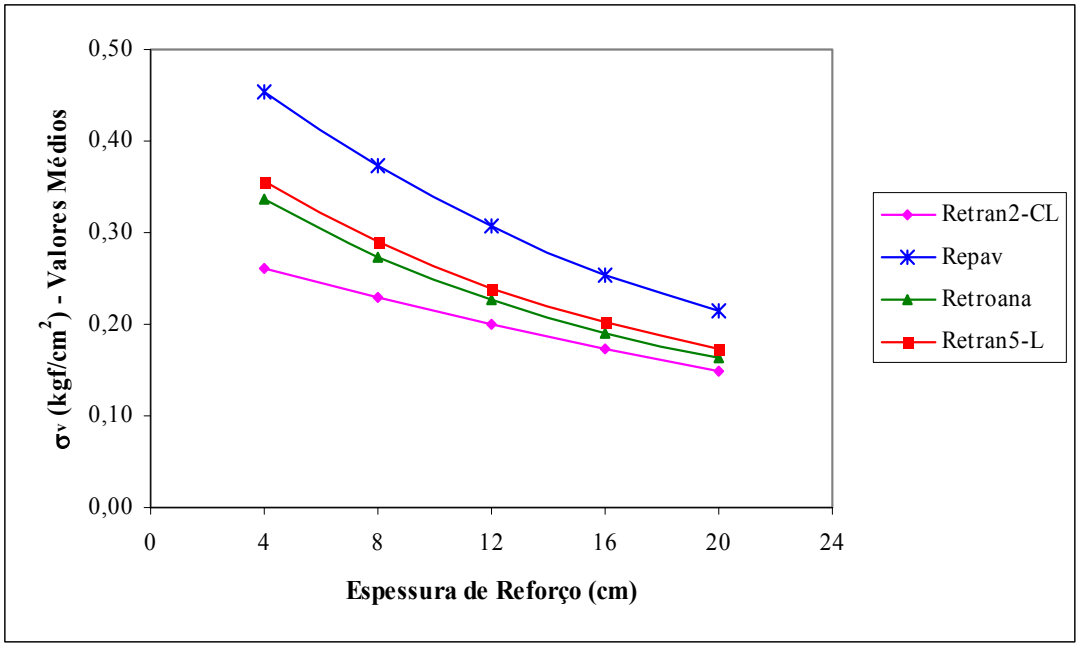


Figura 6.35: Valores médios de σ_{vSL} – segmento homogêneo 1

Tabela 6.27: Resumo do dimensionamento – REPAV V2 – segmento homogêneo 5

COPPE		**Resumo do Dimensionamento do Reforço - REPAV V2**					
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitiba - Paranaguá		Pista Direita	
Segmento Homogêneo		Parâmetros Estatísticos	Espessura Simulada de Reforço (cm)				
			4	8	12	16	20
SH - 05	ε_t (x10^{-4})	x	-0,4970	0,0945	0,2644	0,3321	0,3278
		σ	0,2254	0,1987	0,1771	0,1536	0,1329
		Lim.	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217	0,4217
		Conf. (%)	100,00	95,00	81,32	71,90	76,12
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3188	0,2596	0,2225	0,1808	0,1541
		σ	0,0330	0,0244	0,0282	0,0158	0,0133
		Lim.	1,2063	1,2063	1,2063	1,2063	1,2063
		Conf. (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
LEGENDA:		x - Média Aritmética σ - Desvio Padrão Lim. - Valor Limite Conf. (%) - Confiabilidade		ε_t - Deformação Específica de Tração na Base da Camada de Reforço σ_v - Tensão de Compressão no Topo do Subleito SH - Segmento Homogêneo			

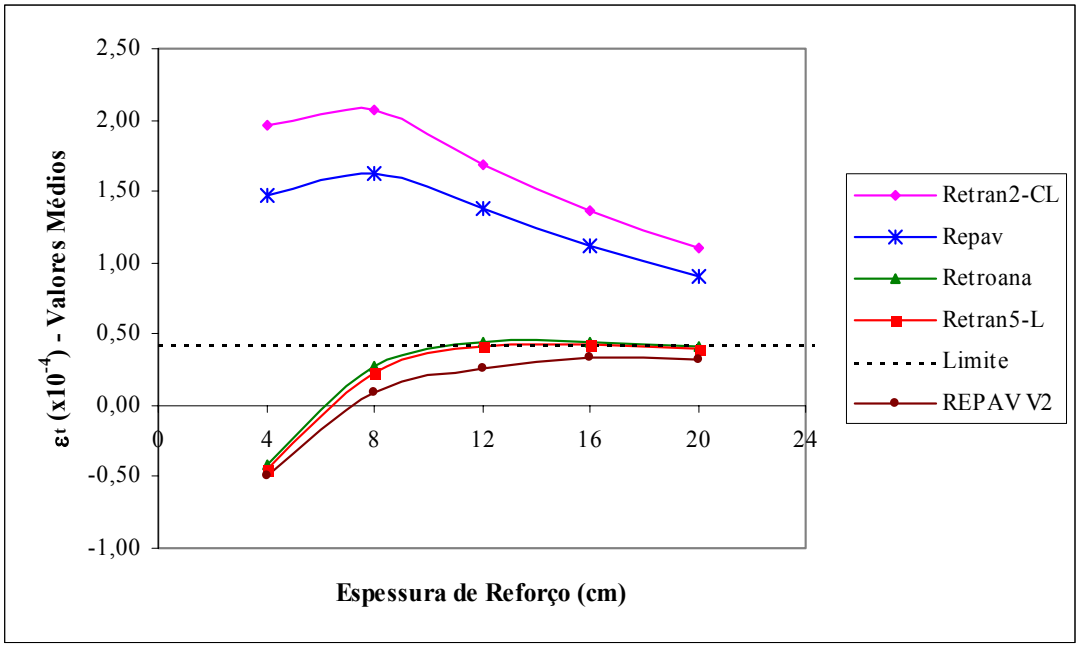


Figura 6.36: Valores médios de ε_t – segmento homogêneo 5

6.2.2. BR-418/MG (trecho Ataléia – Carlos Chagas)

A camada de reforço foi simulada, da mesma forma que no caso da BR-277/PR, sobre uma estrutura dividida em três camadas, só que agora a primeira camada corresponde ao somatório das camadas de revestimento de TSD e de base granular. Este procedimento foi adotado tendo em vista a pequena, e quase insignificante, espessura da camada de tratamento superficial duplo (TSD) que existia executada sobre a camada de base. Assim sendo, a primeira camada tem 18cm, a segunda (sub-base) de 20cm e o subleito de espessura infinita. Os resultados do dimensionamento da camada de reforço sobre as estruturas da BR-418/MG, para cada segmento homogêneo, são apresentados nas tabelas de 6.28 a 6.35.

Foram observados diferentes valores médios de deformação especifica de tração na base da camada de revestimento para as estruturas avaliadas para cada programa de retroanálise, sendo que a maior diferença ocorreu entre os valores médios determinados através dos programas RETRAN2-CL e RETROANA para o segmento homogêneo 4 (quatro), para uma camada de reforço de 4cm de espessura: $2{,}44.10^{-4}$cm/cm. O valor

determinado através do RETRAN2-CL é 64,4% maior do que o obtido através do programa RETROANA.

Diferente dos resultados observados na BR-277/PR, os valores médios de deformação específica de tração na base da camada de reforço seguiram um comportamento semelhante para todos os segmentos homogêneos analisados nesta rodovia. À medida que a espessura da camada de reforço estrutural foi aumentada, os valores médios e as diferenças observadas entre os valores para cada programa diminuíram significativamente, sendo que para uma camada de reforço de 16cm de espessura a maior diferença foi observada no segmento homogêneo 3 (três) entre os valores obtidos através dos programas RETRAN2-CL e RETRAN5-L: $0{,}55.10^{-4}$cm/cm. O valor determinado através do RETRAN2-CL é 30% maior do que o valor obtido através do programa RETRAN5-L.

Tabela 6.28: Resumo do dimensionamento – RETRAN2-CL (BR-418/MG)

COPPE	**Resumo do Dimensionamento do Reforço - RETRAN2-CL**						
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - Carlos Chagas		Pista Direita	
Segmento Homogêneo		Parâmetros Estatísticos	Espessura Simulada de Reforço (cm)				
			4	8	12	16	20
SH - 01	ε_t (x10^{-4})	x	6,40	4,85	3,49	2,57	1,96
		σ	0,87	0,44	0,24	0,15	0,10
		Lim.	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
		Conf. (%)	0,00	0,00	0,00	11,70	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,69	0,52	0,39	0,29	0,23
		σ	0,12	0,08	0,06	0,04	0,03
		Lim.	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
		Conf. (%)	17,36	75,18	99,94	100,00	100,00
SH - 02	ε_t (x10^{-4})	x	6,30	4,79	3,44	2,54	1,94
		σ	0,75	0,39	0,21	0,13	0,08
		Lim.	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
		Conf. (%)	0,00	0,00	0,00	13,14	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,71	0,54	0,40	0,31	0,24
		σ	0,12	0,08	0,06	0,04	0,03
		Lim.	0,68	0,68	0,68	0,68	0,68
		Conf. (%)	40,52	95,54	100,00	100,00	100,00
SH - 03	ε_t (x10^{-4})	x	5,63	4,42	3,24	2,42	1,85
		σ	1,04	0,56	0,31	0,19	0,12
		Lim.	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
		Conf. (%)	0,10	0,01	0,30	46,02	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,71	0,55	0,41	0,31	0,24
		σ	0,11	0,08	0,05	0,04	0,03
		Lim.	0,71	0,71	0,71	0,71	0,71
		Conf. (%)	47,21	97,88	100,00	100,00	100,00
SH - 04	ε_t (x10^{-4})	x	6,23	4,75	3,43	2,54	1,94
		σ	1,05	0,54	0,29	0,18	0,12
		Lim.	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
		Conf. (%)	0,01	0,00	0,02	22,07	99,99
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,68	0,52	0,39	0,30	0,23
		σ	0,12	0,09	0,06	0,05	0,04
		Lim.	0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
		Conf. (%)	17,11	68,08	99,66	100,00	100,00
SH - 05	ε_t (x10^{-4})	x	6,06	4,66	3,37	2,50	1,91
		σ	0,77	0,40	0,22	0,14	0,09
		Lim.	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
		Conf. (%)	0,00	0,00	0,00	23,89	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,73	0,56	0,42	0,32	0,25
		σ	0,13	0,09	0,07	0,05	0,04
		Lim.	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
		Conf. (%)	29,46	86,43	99,99	100,00	100,00

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
Lim. - Valor Limite
Conf. (%) - Confiabilidade
ε_t - Deformação Específica de Tração na Base da Camada de Reforço
σ_v - Tensão de Compressão no Topo do Subleito
SH - Segmento Homogêneo

Tabela 6.29: Resumo do dimensionamento – RETRAN2-CL (BR-418/MG)

COPPE	**Resumo do Dimensionamento do Reforço - RETRAN2-CL**						
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - Carlos Chagas		Pista Direita	
Segmento Homogêneo		Parâmetros Estatísticos	Espessura Simulada de Reforço (cm)				
			4	8	12	16	20
SH - 06	ε_t ($x10^{-4}$)	x	6,25	4,79	3,45	2,55	1,95
		σ	0,52	0,27	0,15	0,10	0,07
		Lim.	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
		Conf. (%)	0,00	0,00	0,00	5,26	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,74	0,56	0,41	0,31	0,24
		σ	0,10	0,07	0,05	0,04	0,03
		Lim.	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
		Conf. (%)	12,30	78,23	99,99	100,00	100,00
SH - 07	ε_t ($x10^{-4}$)	x	6,01	4,60	3,33	2,46	1,88
		σ	0,54	0,28	0,15	0,09	0,06
		Lim.	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
		Conf. (%)	0,00	0,00	0,00	25,14	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,71	0,57	0,43	0,33	0,26
		σ	0,12	0,07	0,05	0,04	0,03
		Lim.	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
		Conf. (%)	86,21	99,99	100,00	100,00	100,00
SH - 08	ε_t ($x10^{-4}$)	x	5,69	4,45	3,26	2,43	1,86
		σ	0,72	0,39	0,22	0,14	0,10
		Lim.	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
		Conf. (%)	0,00	0,00	0,01	42,46	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,64	0,52	0,39	0,30	0,24
		σ	0,14	0,11	0,08	0,07	0,05
		Lim.	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
		Conf. (%)	32,99	71,23	98,71	100,00	100,00
SH - 09	ε_t ($x10^{-4}$)	x	6,04	4,64	3,36	2,49	1,90
		σ	0,59	0,31	0,17	0,10	0,07
		Lim.	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
		Conf. (%)	0,00	0,00	0,00	19,49	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,74	0,57	0,42	0,32	0,25
		σ	0,10	0,07	0,05	0,04	0,03
		Lim.	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
		Conf. (%)	50,40	99,45	100,00	100,00	100,00
SH - 10	ε_t ($x10^{-4}$)	x	5,92	4,57	3,32	2,46	1,88
		σ	0,75	0,40	0,22	0,14	0,10
		Lim.	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
		Conf. (%)	0,00	0,00	0,00	32,64	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,72	0,55	0,42	0,32	0,25
		σ	0,14	0,11	0,08	0,06	0,05
		Lim.	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
		Conf. (%)	32,28	82,38	99,68	100,00	100,00

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
Lim. - Valor Limite
Conf. (%) - Confiabilidade
ε_t - Deformação Específica de Tração na Base da Camada de Reforço
σ_v - Tensão de Compressão no Topo do Subleito
SH - Segmento Homogêneo

Tabela 6.30: Resumo do dimensionamento – REPAV (BR-418/MG)

COPPE		**Resumo do Dimensionamento do Reforço - REPAV**					
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - Carlos Chagas		Pista Direita	
Segmento Homogêneo		Parâmetros Estatísticos	Espessura Simulada de Reforço (cm)				
			4	8	12	16	20
SH - 01	ε_t (x10^{-4})	x	5,60	4,61	3,29	2,46	1,87
		σ	1,07	0,55	0,25	0,16	0,11
		Lim.	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
		Conf. (%)	0,14	0,00	0,02	34,83	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,80	0,69	0,52	0,39	0,31
		σ	0,27	0,06	0,05	0,04	0,03
		Lim.	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23
		Conf. (%)	94,74	100,00	100,00	100,00	100,00
SH - 02	ε_t (x10^{-4})	x	5,25	4,43	3,25	2,40	1,83
		σ	0,94	0,50	0,26	0,15	0,10
		Lim.	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
		Conf. (%)	0,12	0,00	0,06	49,20	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,91	0,69	0,52	0,40	0,32
		σ	0,07	0,05	0,04	0,03	0,02
		Lim.	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42
		Conf. (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
SH - 03	ε_t (x10^{-4})	x	4,74	4,13	3,08	2,30	1,76
		σ	0,80	0,45	0,24	0,15	0,10
		Lim.	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
		Conf. (%)	0,18	0,01	0,24	74,54	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,91	0,70	0,53	0,41	0,32
		σ	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03
		Lim.	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42
		Conf. (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
SH - 04	ε_t (x10^{-4})	x	5,29	4,45	3,27	2,41	1,84
		σ	1,06	0,56	0,30	0,17	0,11
		Lim.	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
		Conf. (%)	0,33	0,01	0,19	46,41	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,90	0,68	0,51	0,39	0,31
		σ	0,09	0,07	0,05	0,04	0,03
		Lim.	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21
		Conf. (%)	99,98	100,00	100,00	100,00	100,00
SH - 05	ε_t (x10^{-4})	x	4,99	4,29	3,17	2,35	1,80
		σ	0,71	0,38	0,21	0,12	0,08
		Lim.	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
		Conf. (%)	0,01	0,00	0,01	64,06	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,92	0,71	0,53	0,41	0,33
		σ	0,06	0,04	0,03	0,03	0,02
		Lim.	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57
		Conf. (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
Lim. - Valor Limite
Conf. (%) - Confiabilidade
ε_t - Deformação Específica de Tração na Base da Camada de Reforço
σ_v - Tensão de Compressão no Topo do Subleito
SH - Segmento Homogêneo

Tabela 6.31: Resumo do dimensionamento – REPAV (BR-418/MG)

COPPE		**Resumo do Dimensionamento do Reforço - REPAV**					
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - Carlos Chagas		Pista Direita	
Segmento Homogêneo		Parâmetros Estatísticos	Espessura Simulada de Reforço (cm)				
			4	8	12	16	20
SH - 06	ε_t (x10^{-4})	x	5,20	4,44	3,26	2,41	1,83
		σ	0,57	0,31	0,17	0,10	0,06
		Lim.	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
		Conf. (%)	0,00	0,00	0,00	45,22	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,91	0,70	0,52	0,40	0,32
		σ	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02
		Lim.	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54
		Conf. (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
SH - 07	ε_t (x10^{-4})	x	4,90	4,22	3,13	2,33	1,78
		σ	0,39	0,23	0,13	0,08	0,05
		Lim.	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
		Conf. (%)	0,00	0,00	0,00	81,06	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,93	0,71	0,54	0,41	0,33
		σ	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02
		Lim.	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65
		Conf. (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
SH - 08	ε_t (x10^{-4})	x	4,62	4,05	3,03	2,27	1,74
		σ	0,73	0,42	0,23	0,14	0,09
		Lim.	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
		Conf. (%)	0,12	0,04	0,31	82,89	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,92	0,70	0,53	0,41	0,33
		σ	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03
		Lim.	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
		Conf. (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
SH - 09	ε_t (x10^{-4})	x	5,09	4,32	3,19	2,36	1,80
		σ	0,57	0,31	0,16	0,09	0,06
		Lim.	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
		Conf. (%)	0,00	0,00	0,00	64,80	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,94	0,72	0,55	0,42	0,33
		σ	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02
		Lim.	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58
		Conf. (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
SH - 10	ε_t (x10^{-4})	x	4,82	4,19	3,11	2,32	1,77
		σ	0,65	0,36	0,20	0,12	0,08
		Lim.	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
		Conf. (%)	0,01	0,00	0,02	74,54	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,92	0,71	0,54	0,41	0,33
		σ	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03
		Lim.	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
		Conf. (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
Lim. - Valor Limite
Conf. (%) - Confiabilidade
ε_t - Deformação Específica de Tração na Base da Camada de Reforço
σ_v - Tensão de Compressão no Topo do Subleito
SH - Segmento Homogêneo

Tabela 6.32: Resumo do dimensionamento – RETROANA (BR-418/MG)

COPPE	**Resumo do Dimensionamento do Reforço - RETROANA**						
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - Carlos Chagas		Pista Direita	
Segmento Homogêneo		Parâmetros Estatísticos	Espessura Simulada de Reforço (cm)				
			4	8	12	16	20
SH - 01	ε_t (x10^{-4})	x	3,9794	3,8330	2,9651	2,2553	1,7443
		σ	0,5083	0,3077	0,1823	0,1170	0,0807
		Lim.	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975
		Conf. (%)	0	0,00	0,09	88,88	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,6468	0,5115	0,3909	0,3046	0,2433
		σ	0,0818	0,0463	0,0365	0,0295	0,0244
		Lim.	1,4144	1,4144	1,4144	1,4144	1,4144
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 02	ε_t (x10^{-4})	x	4,0856	3,8673	2,9713	2,2513	1,7366
		σ	0,5534	0,3657	0,2331	0,1563	0,1109
		Lim.	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975
		Conf. (%)	0	0,00	0,06	82,64	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,6901	0,5326	0,4081	0,3189	0,2554
		σ	0,0867	0,0704	0,0559	0,0451	0,0372
		Lim.	1,7233	1,7233	1,7233	1,7233	1,7233
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 03	ε_t (x10^{-4})	x	3,4701	3,4811	2,7448	2,1111	1,6443
		σ	0,8363	0,5065	0,2937	0,1818	0,1207
		Lim.	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975
		Conf. (%)	10	1,62	11,90	94,30	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,6727	0,5223	0,4033	0,3170	0,2550
		σ	0,0644	0,0490	0,0367	0,0285	0,0231
		Lim.	1,9279	1,9279	1,9279	1,9279	1,9279
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 04	ε_t (x10^{-4})	x	3,7886	3,6998	2,8833	2,2040	1,7104
		σ	1,0496	0,6258	0,3596	0,2222	0,1473
		Lim.	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975
		Conf. (%)	9,18	1,88	8,85	80,79	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,6513	0,5017	0,3844	0,3003	0,2403
		σ	0,0802	0,0611	0,0458	0,0357	0,0289
		Lim.	1,4593	1,4593	1,4593	1,4593	1,4593
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 05	ε_t (x10^{-4})	x	3,6421	3,6116	2,8271	2,1634	1,6788
		σ	0,5526	0,3557	0,2205	0,1452	0,1013
		Lim.	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975
		Conf. (%)	1,22	0,03	2,56	94,63	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,6774	0,5260	0,4059	0,3190	0,2566
		σ	0,0753	0,0605	0,0475	0,0380	0,0311
		Lim.	2,1776	2,1776	2,1776	2,1776	2,1776
		Conf. (%)	100	100	100	100	100

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
Lim. - Valor Limite
Conf. (%) - Confiabilidade
ε_t - Deformação Específica de Tração na Base da Camada de Reforço
σ_v - Tensão de Compressão no Topo do Subleito
SH - Segmento Homogêneo

Tabela 6.33: Resumo do dimensionamento – RETROANA (BR-418/MG)

COPPE		**Resumo do Dimensionamento do Reforço - RETROANA**					
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - Carlos Chagas		Pista Direita	
Segmento Homogêneo		Parâmetros Estatísticos	Espessura Simulada de Reforço (cm)				
			4	8	12	16	20
SH - 06	ε_t (x10^{-4})	x	4,0755	3,8838	2,9886	2,2659	1,7490
		σ	0,6077	0,3580	0,2067	0,1296	0,0878
		Lim.	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975
		Conf. (%)	0	0,00	0,21	84,61	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,6773	0,5212	0,3984	0,3108	0,2485
		σ	0,0596	0,0468	0,0365	0,0292	0,0241
		Lim.	1,6510	1,6510	1,6510	1,6510	1,6510
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 07	ε_t (x10^{-4})	x	3,8213	3,6566	2,8295	2,1534	1,6660
		σ	0,4297	0,2685	0,1640	0,1068	0,0744
		Lim.	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975
		Conf. (%)	0	0,00	0,43	98,90	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,7262	0,5642	0,4350	0,3415	0,2746
		σ	0,0540	0,0437	0,0347	0,0279	0,0230
		Lim.	2,4061	2,4061	2,4061	2,4061	2,4061
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 08	ε_t (x10^{-4})	x	3,7208	3,5448	2,7500	2,0993	1,6284
		σ	1,0507	0,6125	0,3487	0,2138	0,1413
		Lim.	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975
		Conf. (%)	10	3,07	15,63	91,77	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,7275	0,5653	0,4363	0,3429	0,2760
		σ	0,0743	0,0558	0,0414	0,0321	0,0260
		Lim.	2,1336	2,1336	2,1336	2,1336	2,1336
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 09	ε_t (x10^{-4})	x	3,9621	3,7578	2,8950	2,1980	1,6981
		σ	0,5080	0,2980	0,1722	0,1080	0,0734
		Lim.	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975
		Conf. (%)	0,10	0,00	0,19	96,78	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,7140	0,5522	0,4239	0,3317	0,2660
		σ	0,0503	0,0399	0,0313	0,0252	0,0210
		Lim.	1,9627	1,9627	1,9627	1,9627	1,9627
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 10	ε_t (x10^{-4})	x	3,7095	3,6336	2,8329	2,1633	1,6770
		σ	0,6540	0,3978	0,2343	0,1480	0,1005
		Lim.	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975
		Conf. (%)	2,22	0,09	3,14	94,30	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,6904	0,5357	0,4130	0,3244	0,2608
		σ	0,0662	0,0522	0,0405	0,0321	0,0263
		Lim.	2,2175	2,2175	2,2175	2,2175	2,2175
		Conf. (%)	100	100	100	100	100

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
Lim. - Valor Limite
Conf. (%) - Confiabilidade
ε_t - Deformação Específica de Tração na Base da Camada de Reforço
σ_v - Tensão de Compressão no Topo do Subleito
SH - Segmento Homogêneo

Tabela 6.34: Resumo do dimensionamento – RETRAN5-L (BR-418/MG)

COPPE		**Resumo do Dimensionamento do Reforço - RETRAN5-L**					
Rodovia:		BR-418/MG	Trecho:	Ataléia - Carlos Chagas		Pista Direita	
Segmento Homogêneo		Parâmetros Estatísticos	Espessura Simulada de Reforço (cm)				
			4	8	12	16	20
SH - 01	ε_t (x10^{-4})	x	4,0214	3,8254	2,9511	2,2440	1,7360
		σ	1,0213	0,5914	0,3345	0,2048	0,1358
		Lim.	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975
		Conf. (%)	6	0,80	4,95	77,34	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,6659	0,5114	0,3904	0,3041	0,2428
		σ	0,0784	0,0598	0,0454	0,0359	0,0295
		Lim.	1,2842	1,2842	1,2842	1,2842	1,2842
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 02	ε_t (x10^{-4})	x	3,9050	3,7575	2,9073	2,2115	1,7104
		σ	0,5679	0,3447	0,2057	0,1327	0,0921
		Lim.	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975
		Conf. (%)	0	0,00	0,66	91,92	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,6898	0,5333	0,4094	0,3204	0,2569
		σ	0,0695	0,0561	0,0446	0,0361	0,0301
		Lim.	1,6642	1,6642	1,6642	1,6642	1,6642
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 03	ε_t (x10^{-4})	x	3,3776	3,4003	2,6883	1,8623	1,6166
		σ	1,1714	0,7109	0,4111	0,6776	0,1671
		Lim.	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975
		Conf. (%)	20	7,93	23,89	78,52	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,6712	0,5214	0,4033	0,3177	0,2561
		σ	0,0806	0,0600	0,0438	0,0335	0,0269
		Lim.	1,8882	1,8882	1,8882	1,8882	1,8882
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 04	ε_t (x10^{-4})	x	3,6580	3,6233	2,8395	2,1825	1,6920
		σ	0,9529	0,5702	0,3282	0,2079	0,1359
		Lim.	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975
		Conf. (%)	9	1,58	8,85	84,85	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,6524	0,5038	0,3871	0,3031	0,2430
		σ	0,0802	0,0624	0,0481	0,0384	0,0317
		Lim.	1,3183	1,3183	1,3183	1,3183	1,3183
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 05	ε_t (x10^{-4})	x	3,7649	3,6605	2,8466	2,1724	1,6835
		σ	0,8619	0,5060	0,2873	0,1758	0,1163
		Lim.	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975
		Conf. (%)	6	0,62	5,94	89,97	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,6877	0,5382	0,4092	0,3213	0,2581
		σ	0,0672	0,0504	0,0392	0,0308	0,0253
		Lim.	1,8579	1,8579	1,8579	1,8579	1,8579
		Conf. (%)	100	100	100	100	100

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
Lim. - Valor Limite
Conf. (%) - Confiabilidade
ε_t - Deformação Específica de Tração na Base da Camada de Reforço
σ_v - Tensão de Compressão no Topo do Subleito
SH - Segmento Homogêneo

Tabela 6.35: Resumo do dimensionamento – RETRAN5-L (BR-418/MG)

COPPE	**Resumo do Dimensionamento do Reforço - RETRAN5-L**						
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - Carlos Chagas		Pista Direita	
Segmento Homogêneo		Parâmetros Estatísticos	Espessura Simulada de Reforço (cm)				
			4	8	12	16	20
SH - 06	ε_t (x10^{-4})	x	3,9263	3,7935	2,9373	2,2345	1,7283
		σ	0,5473	0,3201	0,1828	0,1137	0,0768
		Lim.	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975
		Conf. (%)	0	0,00	0,16	92,36	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,6752	0,5206	0,3988	0,3116	0,2494
		σ	0,0532	0,0422	0,0332	0,0269	0,0225
		Lim.	1,5792	1,5792	1,5792	1,5792	1,5792
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 07	ε_t (x10^{-4})	x	3,8908	3,6936	2,8489	2,1635	1,6721
		σ	0,5530	0,3356	0,1997	0,1277	0,0875
		Lim.	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975
		Conf. (%)	0	0,01	1,19	96,64	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,7308	0,5675	0,4373	0,3433	0,2761
		σ	0,0608	0,0486	0,0382	0,0306	0,0252
		Lim.	2,5058	2,5058	2,5058	2,5058	2,5058
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 08	ε_t (x10^{-4})	x	3,6219	3,5059	2,7321	2,0891	1,6213
		σ	0,9250	0,5476	0,3148	0,1946	0,1294
		Lim.	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975
		Conf. (%)	9	2,17	14,46	94,41	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,7261	0,5657	0,4378	0,3450	0,2782
		σ	0,0744	0,0573	0,0436	0,0344	0,0282
		Lim.	2,3312	2,3312	2,3312	2,3312	2,3312
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 09	ε_t (x10^{-4})	x	3,7853	3,6569	2,8378	2,1624	1,6744
		σ	0,8322	0,4831	0,2716	0,1643	0,1078
		Lim.	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975
		Conf. (%)	5	0,45	5,26	92,36	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,7036	0,5453	0,4200	0,3297	0,2651
		σ	0,0579	0,0430	0,0316	0,0245	0,0200
		Lim.	2,2207	2,2207	2,2207	2,2207	2,2207
		Conf. (%)	100	100	100	100	100
SH - 10	ε_t (x10^{-4})	x	3,7324	3,6569	2,8514	2,1781	1,6885
		σ	0,9034	0,5881	0,3669	0,2423	0,1694
		Lim.	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975	2,3975
		Conf. (%)	7	1,62	10,75	81,86	100,00
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,6697	0,5203	0,4017	0,3158	0,2541
		σ	0,1236	0,0996	0,0785	0,0628	0,0515
		Lim.	2,0502	2,0502	2,0502	2,0502	2,0502
		Conf. (%)	100	100	100	100	100

LEGENDA:
x - Média Aritmética
σ - Desvio Padrão
Lim. - Valor Limite
Conf. (%) - Confiabilidade
ε_t - Deformação Específica de Tração na Base da Camada de Reforço
σ_v - Tensão de Compressão no Topo do Subleito
SH - Segmento Homogêneo

A figura 6.36 apresenta a comparação entre os valores médios de deformação específica de tração na base da camada de reforço para o segmento homogêneo 3. Tais figuras possibilitam a visualização das discrepâncias entre os valores calculados, a sua redução em função da elevação da espessura de reforço e, o mais importante: que a espessura mínima requerida para esta rodovia em função do tráfego simulado, independente do programa utilizado, é de aproximadamente 16cm de CBUQ.

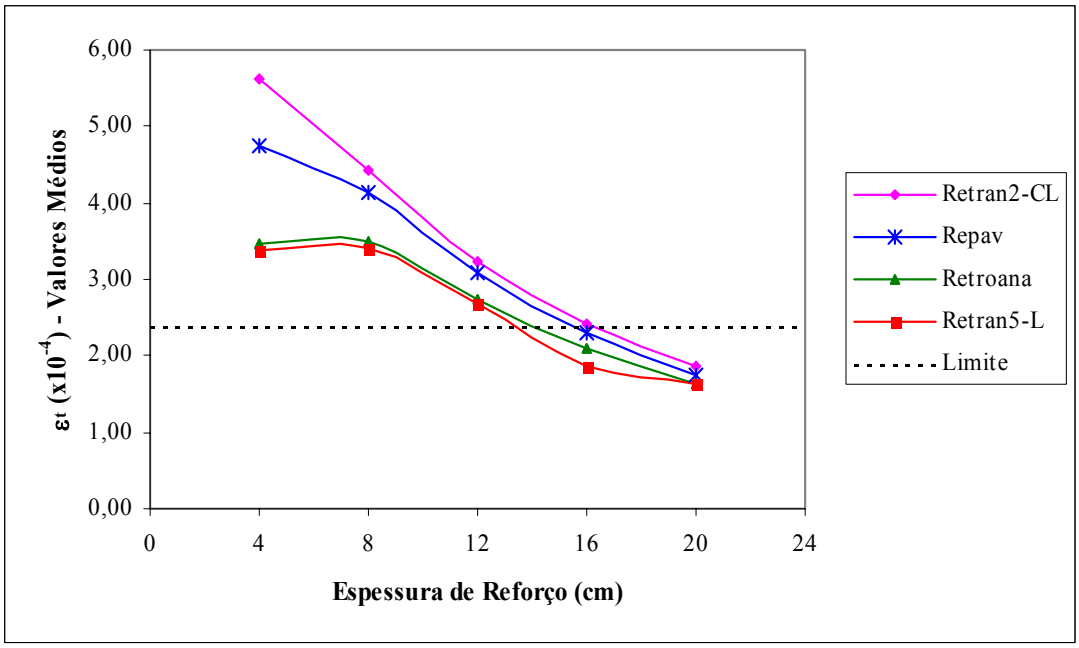


Figura 6.37: Valores médios de ε_t – segmento homogêneo 3

A confiabilidade dos dimensionamentos de reforço realizados para as estruturas retroanalisadas, exceto para os cálculos de reforço das estruturas geradas pelo RETRAN2-CL e para os segmentos homogêneos 1, 2, 4 e 6 geradas pelo REPAV, foi superior a 50% quando as espessuras de reforço foram maiores que 16cm, sendo que para reforços com 20cm estes valores foram iguais a 100% para todos os programas utilizados nesta pesquisa. Mesmo quando a confiabilidade foi inferior a 50%, para a camada com 16cm de espessura, os valores médios de deformação específica de tração na base da camada de reforço excederam pouco o valor limite do modelo proposto por PINTO (1991).

Em relação aos valores de tensão vertical de compressão no topo do subleito, exceto para as estruturas geradas pelo programa RETRAN2-CL com reforço de espessura igual

a 4 e 8cm, a confiabilidade foi sempre maior que 90%, sendo 100% na maioria dos casos, comportamento semelhante ao observado nas estruturas da BR-277/PR, podendo ser justificado da mesma maneira: o método de dimensionamento de pavimentos flexíveis adotado pelo DNER subestima a capacidade que os solos tropicais possuem de resistir aos esforços verticais de compressão gerados pela ação do tráfego.

Os valores de tensão vertical de compressão no topo do subleito determinados, da mesma forma que o observado na BR-277/PR, foram diretamente proporcionais aos valores do módulo de resiliência observados para esta camada: quanto maior o módulo de resiliência do subleito maior a sua capacidade de absorver as tensões geradas pelo tráfego e, por conseqüência, maiores os valores de tensão vertical de compressão. A comparação entre estes valores, para o segmento homogêneo 3, obtidos para cada um dos programas utilizados é apresentada na figura 6.37.

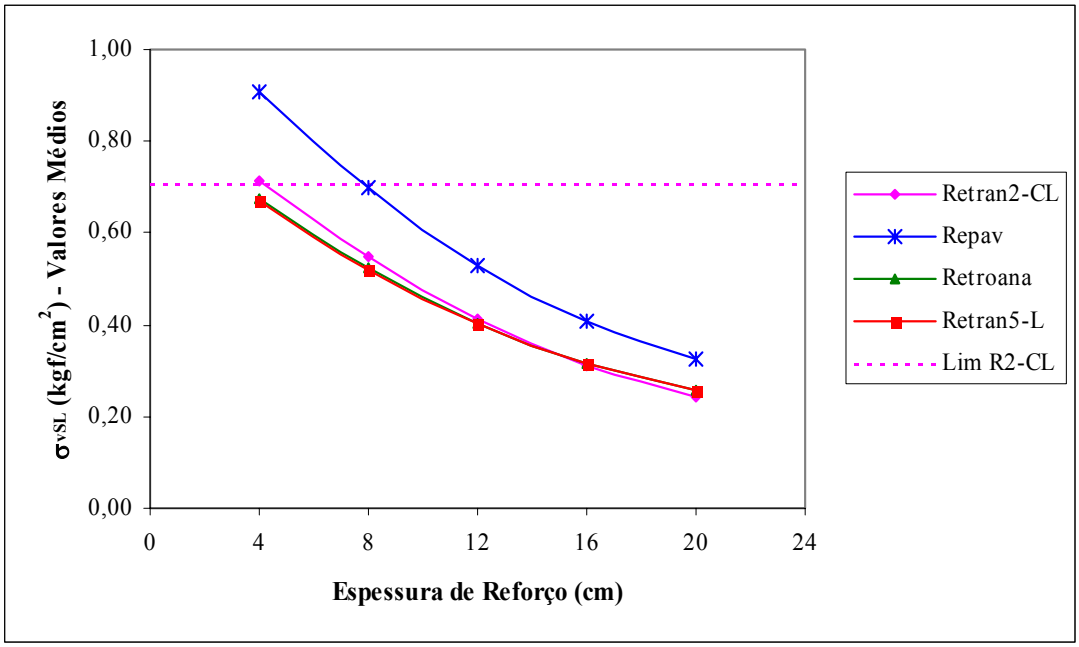


Figura 6.38: Valores médios de σ_{vSL} – segmento homogêneo 3

Apesar da discrepância entre os valores modulares calculados através de programas diferentes, a influência no dimensionamento da camada de reforço foi menos significativa quando comparada ao comportamento observado no estudo realizado na BR-277/PR. Provavelmente, esta diferença se deve ao tipo de estrutura das rodovias

analisadas, da presença ou não de uma camada de revestimento antigo no pavimento que se deseja restaurar e da magnitude do valor do módulo de resiliência desta camada.

6.3. Análise por segmento homogêneo

MACÊDO (1996) destaca que uma das maiores dificuldades na avaliação da capacidade estrutural de um pavimento é escolha da bacia de deflexão utilizada na determinação dos módulos de resiliência das camadas dentro do segmento homogêneo em análise. Ressalta também que este tipo de análise é afetado pela variabilidade das deflexões medidas, mesmo quando as seções de ensaio são agrupadas em segmentos considerados de comportamento homogêneo. Vários fatores são responsáveis por esta variação: heterogeneidade do material das camadas, variação na espessura das camadas, condição de contato entre placa de carga e superfície do pavimento, além da acurácia do equipamento utilizado no levantamento deflectométrico, entre outros.

O principal fator que justifica a escolha de uma única bacia deflectométrica como representativa do comportamento do segmento homogêneo é o tempo gasto numa análise pontual, e como "tempo é dinheiro...". Este procedimento consiste numa simplificação que acelera, e muito, a retroanálise dos módulos de resiliência do segmento homogêneo em estudo.

Entretanto todo processo trás consigo uma carga de erros sistemáticos que são agregados às futuras análises dependentes destes resultados. Neste sentido, os dados da BR-277 (Curitiba – Paranaguá) foram utilizados para comparação entre os módulos de resiliência obtidos através da análise pontual e os determinados através das análises realizadas com bacias que representam o segmento homogêneo como um todo. Também foi avaliada a influência desta simplificação no dimensionamento de camada de reforço estrutural, sendo comparados os parâmetros de deformação específica de tração na base da camada de reforço e de tensão vertical no topo da camada de subleito.

Esta comparação foi semelhante à realizada por MACÊDO (1996) a partir dos dados da BR-418/MG (Ataléia – Carlos Chagas), só que tal estrutura é diferente da utilizada nesta tese, já que o revestimento antigo do pavimento da BR-277/PR consiste numa camada

de CBUQ com espessura relevante, variando entre 10 e 12cm, enquanto a da BR-418/MG era um tratamento superficial duplo (TSD).

Foram utilizados quatro tipos de bacia nesta comparação: a bacia média, a bacia média mais um desvio padrão, a bacia média menos um desvio padrão e a mais severa. A tabela 6.36 apresenta um resumo destas considerações.

Tabela 6.36: Tipos de bacias representativas de um segmento homogêneo

Bacia media (x)	Bacia formada pelo valor médio de deflexão para cada ponto de medição.
Bacia média mais desvio padrão (x + σ)	Bacia formada pelo valor médio de deflexão mais o desvio padrão para cada ponto de medição.
Bacia média menos desvio padrão (x - σ)	Bacia formada pelo valor médio de deflexão menos o desvio padrão para cada ponto de medição.
Bacia mais severa (sev)	De acordo com a metodologia apresentada por GONTIJO e GUIMARÃES (1996).

Estas estruturas foram retroanalisadas utilizando o programa RETROANA e o dimensionamento do reforço, da mesma forma que na comparação entre os programas de retroanálise, foi realizado utilizando o programa JULEA. Os resultados desta análise são apresentados nas tabelas de 6.37 a 6.40 e nas figuras de 6.38 a 6.46. Nas figuras que mostram a análise da deformação específica de tração na base da camada de reforço, a linha tracejada representa o limite de aceitação deste parâmetro, calculado através do modelo proposto por PINTO (1991). Em relação à σ_{vSL}, só é apresentada a figura 6.46, comparação para 4cm de reforço, pois para as outras espessuras simuladas foi observado o mesmo comportamento.

Tabela 6.37: Resultado da retroanálise por segmento homogêneo – BR-277/PR

COPPE	**Retroanálise por Segmento Homogêneo - RETROANA**														Rodovia: BR-277/PR Trecho: Curitiba - Paranaguá Pista Direita		
Segmento Homogêneo	Bacia de Deflexão	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3		
		0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3
		DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm
SH - 01	x	40	28	22	16	11	7	4	22318	0,35	12	2419	0,35	40	1406	0,40	Inf.
	x + σ	52	37	30	22	15	10	5	22318	0,35	12	1430	0,35	40	1097	0,40	Inf.
	x - σ	28	19	15	11	7	4	2	46085	0,35	12	2274	0,35	40	2542	0,40	Inf.
	Sev.	52	35	27	18	12	6	2	22582	0,35	12	1092	0,35	40	1722	0,40	Inf.
SH - 02	x	34	23	17	13	9	6	4	18975	0,35	12	2908	0,35	40	1757	0,40	Inf.
	x + σ	43	28	22	16	12	8	5	12549	0,35	12	2544	0,35	40	1328	0,40	Inf.
	x - σ	26	17	13	10	7	4	2	39034	0,35	12	2895	0,35	40	2685	0,40	Inf.
	Sev.	43	27	20	14	10	6	2	14398	0,35	12	2120	0,35	40	1722	0,40	Inf.
SH - 03	x	37	25	19	14	10	7	4	18717	0,35	12	2564	0,35	40	1636	0,40	Inf.
	x + σ	45	31	25	18	13	8	5	31071	0,35	12	1409	0,35	40	1489	0,40	Inf.
	x - σ	29	18	14	10	7	5	3	25206	0,35	12	3120	0,35	40	2396	0,40	Inf.
	Sev.	45	30	23	16	10	6	3	27347	0,35	12	1246	0,35	40	1997	0,40	Inf.
SH - 04	x	41	28	22	16	11	7	5	27565	0,35	12	1733	0,35	40	1624	0,40	Inf.
	x + σ	47	33	26	18	13	8	6	27565	0,35	12	1368	0,35	40	1491	0,40	Inf.
	x - σ	34	23	19	13	10	6	4	29714	0,35	12	2425	0,35	40	1758	0,40	Inf.
	Sev.	47	31	24	17	12	7	4	23470	0,35	12	1417	0,35	40	1633	0,40	Inf.
SH - 05	x	36	24	20	14	11	7	4	28606	0,35	12	2391	0,35	40	1681	0,40	Inf.
	x + σ	44	31	25	18	13	8	5	22968	0,35	12	1811	0,35	40	1317	0,40	Inf.
	x - σ	27	17	14	11	8	5	4	19071	0,35	12	4000	0,35	40	2146	0,40	Inf.
	Sev.	44	29	23	16	11	6	4	26957	0,35	12	1485	0,35	40	1723	0,40	Inf.

LEGENDA:

x - Bacia Média
x + σ - Bacia Média + Desvio Padrão
x - σ - Bacia Média - Desvio Padrão
Sev. - Bacia Mais Severa
SH - Segmento Homogêneo
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
Inf. - Camada com Espessura Infinita

Tabela 6.38: Resultado da retroanálise por segmento homogêneo – BR-277/PR

COPPE	**Retroanálise por Segmento Homogêneo - RETROANA**														Rodovia: BR-277/PR Trecho: Curitiba - Paranaguá Pista Direita		
Segmento Homogêneo	Bacia de Deflexão	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3		
		0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3
		DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm
SH - 06	x	46	33	26	19	13	8	4	26957	0,35	12	1569	0,35	40	1323	0,40	Inf.
	x + σ	55	40	31	23	16	10	6	19152	0,35	12	1405	0,35	40	1017	0,40	Inf.
	x - σ	37	26	21	15	9	6	3	41619	0,35	12	1468	0,35	40	1987	0,40	Inf.
	Sev.	55	38	29	21	14	8	3	22098	0,35	12	1169	0,35	40	1324	0,40	Inf.
SH - 07	x	36	25	20	15	11	7	4	31961	0,35	12	2210	0,35	40	1605	0,40	Inf.
	x + σ	44	31	25	19	14	8	5	26734	0,35	12	1858	0,35	40	1252	0,40	Inf.
	x - σ	28	18	15	12	8	5	4	40791	0,35	12	2842	0,35	40	2057	0,40	Inf.
	Sev.	44	29	23	17	11	7	4	25628	0,35	12	1656	0,35	40	1543	0,40	Inf.
SH - 08	x	47	32	26	20	15	9	6	20418	0,35	12	2125	0,35	40	1099	0,40	Inf.
	x + σ	55	37	30	23	17	11	6	18123	0,35	12	1703	0,35	40	977	0,40	Inf.
	x - σ	38	27	22	17	13	8	5	35339	0,35	12	2100	0,35	40	1378	0,40	Inf.
	Sev.	55	36	29	21	15	9	5	15223	0,35	12	1544	0,35	40	1159	0,40	Inf.
SH - 09	x	41	29	23	17	13	8	4	14925	0,35	12	2500	0,35	40	1258	0,40	Inf.
	x + σ	52	37	29	22	16	10	5	19403	0,35	12	1553	0,35	40	1054	0,40	Inf.
	x - σ	29	21	17	12	9	6	3	38749	0,35	12	2779	0,35	40	1893	0,40	Inf.
	Sev.	52	35	27	19	13	7	3	22388	0,35	12	1267	0,35	40	1469	0,40	Inf.
SH - 10	x	36	24	19	13	9	6	3	25832	0,35	12	2240	0,35	40	1938	0,40	Inf.
	x + σ	49	32	24	17	12	7	4	14925	0,35	12	1782	0,35	40	1416	0,40	Inf.
	x - σ	24	16	13	10	7	4	2	58123	0,35	12	2755	0,35	40	2741	0,40	Inf.
	Sev.	49	30	22	15	10	5	2	17459	0,35	12	1373	0,35	40	2004	0,40	Inf.

LEGENDA:

x - Bacia Média
x + σ - Bacia Média + Desvio Padrão
x - σ - Bacia Média - Desvio Padrão
Sev. - Bacia Mais Severa
SH - Segmento Homogêneo
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
Inf. - Camada com Espessura Infinita

Tabela 6.39: Resultado do dimensionamento: Análise por segmento homogêneo

COPPE	**Dimensionamento do Reforço: Análise por Segmento Homogêneo - RETROANA**							
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitiba - Paranaguá		Pista Direita		
Segmento Homogêneo		Bacia de Deflexão	Espessura Simulada de Reforço (cm)					Valor Limite
			4	8	12	16	20	
SH - 01	ε_t (x10^{-4})	x	-0,4080	0,2950	0,4680	0,4750	0,4770	0,4217
		x + σ	-0,5660	0,2770	0,4920	0,5110	0,4880	0,4217
		x - s	-0,5970	-0,0830	0,1100	0,1700	0,1830	0,4217
		Sev.	-0,5730	0,2860	0,5040	0,5190	0,4930	0,4217
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3333	0,2724	0,2265	0,1909	0,1630	1,3203
		x + σ	0,3271	0,2616	0,2137	0,1778	0,1500	1,0302
		x - s	0,3791	0,3123	0,2607	0,2208	0,1895	2,3871
		Sev.	0,3810	0,3036	0,2479	0,2062	0,1743	1,6171
SH - 02	ε_t (x10^{-4})	x	-0,2390	0,4310	0,5660	0,5450	0,5020	0,4217
		x + σ	0,0430	0,7950	0,8700	0,7940	0,7010	0,4217
		x - s	-0,5110	0,0060	0,1830	0,2270	0,2290	0,4217
		Sev.	-0,0870	0,6860	0,7900	0,7340	0,6550	0,4217
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3578	0,2950	0,2472	0,2096	0,1797	1,6500
		x + σ	0,3419	0,2811	0,2346	0,1979	0,1687	1,2471
		x - s	0,3865	0,3202	0,2689	0,2290	0,1974	2,5214
		Sev.	0,3848	0,3145	0,2613	0,2199	0,1872	1,6171
SH - 03	ε_t (x10^{-4})	x	-0,2650	0,4400	0,5830	0,5630	0,5190	0,4217
		x + σ	-0,6720	0,0570	0,2870	0,3380	0,3380	0,4217
		x - s	-0,3540	0,2430	0,3980	0,4040	0,3810	0,4217
		Sev.	-0,6220	0,1500	0,3720	0,4070	0,3960	0,4217
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3566	0,2925	0,2441	0,2062	0,1763	1,5363
		x + σ	0,3478	0,2790	0,2286	0,1906	0,1614	1,3983
		x - s	0,3861	0,3195	0,2685	0,2287	0,1970	2,2500
		Sev.	0,3859	0,3092	0,2536	0,2118	0,1797	1,8753
SH - 04	ε_t (x10^{-4})	x	-0,5700	0,1470	0,3550	0,3890	0,3790	0,4217
		x + σ	-0,6340	0,1340	0,3600	0,3990	0,3910	0,4217
		x - s	-0,5140	0,1160	0,3060	0,3390	0,3320	0,4217
		Sev.	-0,5390	0,2580	0,4650	0,4820	0,4600	0,4217
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3585	0,2897	0,2388	0,2001	0,1702	1,5251
		x + σ	0,3543	0,2838	0,2323	0,1937	0,1639	1,4002
		x - s	0,3518	0,2878	0,2396	0,2024	0,1731	1,6509
		Sev.	0,3716	0,2982	0,2447	0,2044	0,1732	1,5335
SH - 05	ε_t (x10^{-4})	x	-0,5080	0,1360	0,3260	0,3570	0,3470	0,4217
		x + σ	-0,4970	0,2670	0,4640	0,4790	0,4570	0,4217
		x - s	-0,1550	0,4340	0,5450	0,5170	0,4730	0,4217
		Sev.	-0,5900	0,1600	0,3740	0,4070	0,3950	0,4217
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3482	0,2846	0,2367	0,1997	0,1708	1,5786
		x + σ	0,3389	0,2737	0,2255	0,1888	0,1602	1,2368
		x - s	0,3630	0,3031	0,2566	0,2195	0,1898	2,0153
		Sev.	0,3700	0,2977	0,2446	0,2046	0,1736	1,6180

LEGENDA:
x - Bacia Média
x + σ - Bacia Média + Desvio Padrão
x - σ - Bacia Média - Desvio Padrão
Sev. - Bacia Mais Severa
ε_t - Deformação Específica de Tração na Base da Camada de Reforço
σ_v - Tensão de Compressão no Topo do Subleito
SH - Segmento Homogêneo

Tabela 6.40: Resultado do dimensionamento: Análise por segmento homogêneo

COPPE	**Dimensionamento do Reforço: Análise por Segmento Homogêneo - RETROANA**							
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitiba - Paranaguá		Pista Direita		
Segmento Homogêneo		Bacia de Deflexão	Espessura Simulada de Reforço (cm)					Valor Limite
			4	8	12	16	20	
SH - 06	ε_t (x10^{-4})	x	-0,6070	0,1480	0,3670	0,4040	0,3950	0,4217
		x + σ	-0,4720	0,4050	0,6030	0,6040	0,5650	0,4217
		x - s	-0,7020	-0,0820	0,1430	0,2100	0,2240	0,4217
		Sev.	-0,5740	0,2930	0,5120	0,5290	0,5030	0,4217
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3382	0,2718	0,2229	0,1861	0,1577	1,2424
		x + σ	0,3250	0,2596	0,2122	0,1762	0,1485	0,9550
		x - s	0,3628	0,2935	0,2416	0,2024	0,1722	1,8659
		Sev.	0,3544	0,2820	0,2299	0,1909	0,1609	1,2433
SH - 07	ε_t (x10^{-4})	x	-0,5690	0,0650	0,2670	0,3100	0,3080	0,4217
		x + σ	-0,5710	0,1550	0,3660	0,3990	0,3900	0,4217
		x - s	-0,5480	-0,0290	0,1570	0,2080	0,2150	0,4217
		Sev.	-0,5540	0,1930	0,4010	0,4270	0,4130	0,4217
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3415	0,2784	0,2310	0,1945	0,1660	1,5072
		x + σ	0,3253	0,2629	0,2165	0,1812	0,1538	1,1757
		x - s	0,3511	0,2902	0,2430	0,2064	0,1774	1,9317
		Sev.	0,3571	0,2878	0,2370	0,1983	0,1684	1,4490
SH - 08	ε_t (x10^{-4})	x	-0,4160	0,3500	0,5290	0,5310	0,5000	0,4217
		x + σ	-0,3960	0,4490	0,6290	0,6210	0,5760	0,4217
		x - s	-0,6260	-0,0010	0,2120	0,2670	0,2730	0,4217
		Sev.	-0,2490	0,6290	0,7760	0,7390	0,6680	0,4217
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3117	0,2531	0,2094	0,1757	0,1494	1,0320
		x + σ	0,3132	0,2522	0,2072	0,1728	0,1461	0,9175
		x - s	0,3205	0,2608	0,2157	0,1811	0,1543	1,2940
		Sev.	0,3465	0,2787	0,2289	0,1907	0,1610	1,0884
SH - 09	ε_t (x10^{-4})	x	-0,1280	0,6260	0,7400	0,6940	0,6250	0,4217
		x + σ	-0,4550	0,3940	0,5870	0,5870	0,5500	0,4217
		x - s	-0,5510	-0,0120	0,1760	0,2260	0,2320	0,4217
		Sev.	-0,5500	0,2890	0,5000	0,5160	0,4900	0,4217
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3297	0,2703	0,2252	0,1899	0,1620	1,1814
		x + σ	0,3246	0,2604	0,2133	0,1777	0,1500	0,9898
		x - s	0,3437	0,2835	0,2370	0,2010	0,1725	1,7777
		Sev.	0,3639	0,2907	0,2377	0,1979	0,1672	1,3795
SH - 10	ε_t (x10^{-4})	x	-0,4640	0,2080	0,3900	0,4090	0,3910	0,4217
		x + σ	-0,1770	0,6510	0,7790	0,7340	0,6590	0,4217
		x - s	-0,5690	-0,1420	0,0340	0,0980	0,1190	0,4217
		Sev.	-0,3260	0,5230	0,6840	0,6590	0,6010	0,4217
	σ_v (kgf/cm^2)	x	0,3738	0,3052	0,2538	0,2141	0,1831	1,8199
		x + σ	0,3663	0,2969	0,2451	0,2052	0,1740	1,3297
		x - s	0,3709	0,3092	0,2600	0,2215	0,1909	2,5740
		Sev.	0,4091	0,3295	0,2711	0,2267	0,1922	1,8819

LEGENDA:
x - Bacia Média
x + σ - Bacia Média + Desvio Padrão
x - σ - Bacia Média - Desvio Padrão
Sev. - Bacia Mais Severa
ε_t - Deformação Específica de Tração na Base da Camada de Reforço
σ_v - Tensão de Compressão no Topo do Subleito
SH - Segmento Homogêneo

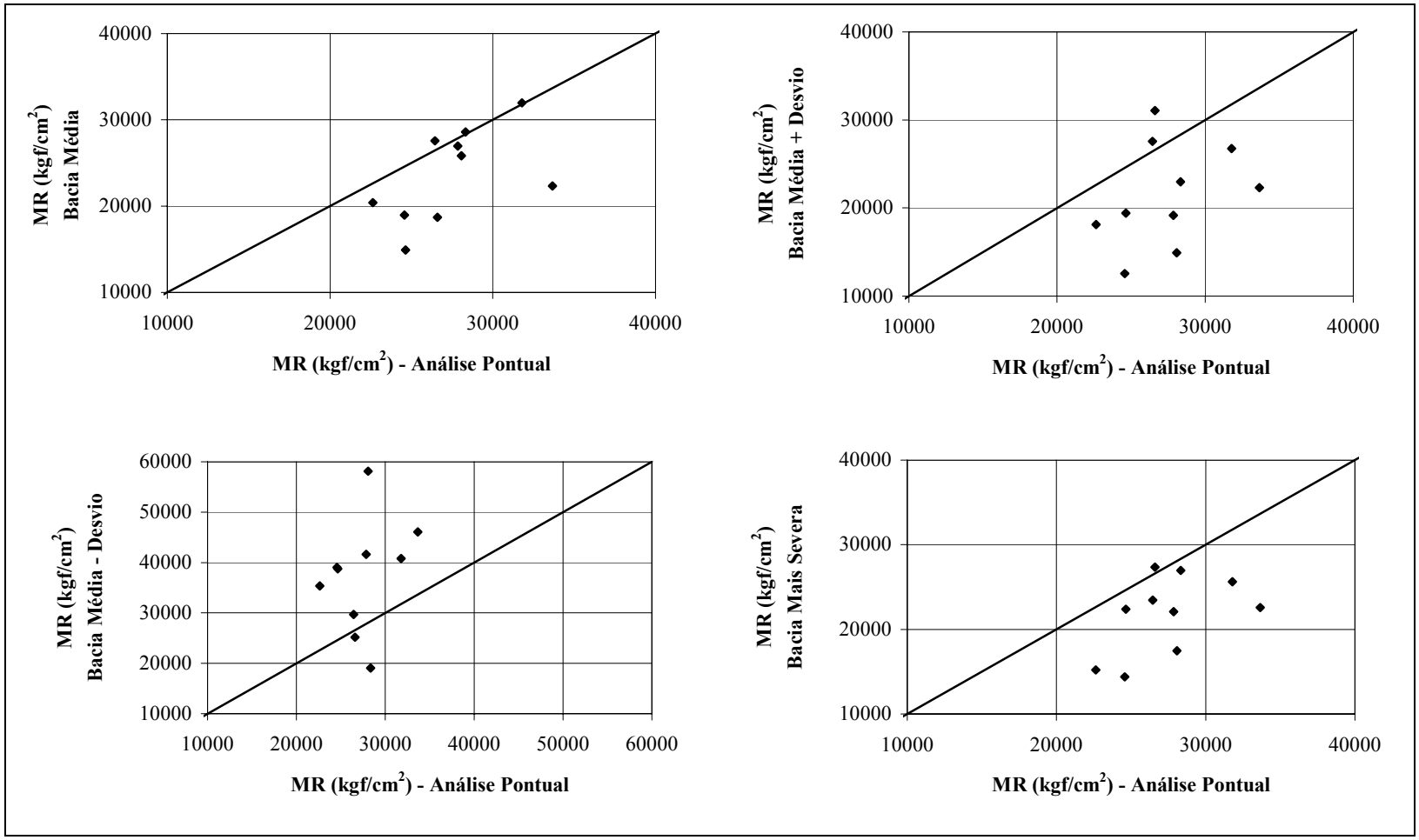


Figura 6.39: Comparação entre os módulos de resiliência da camada 1 (revestimento) – análise por segmento homogêneo

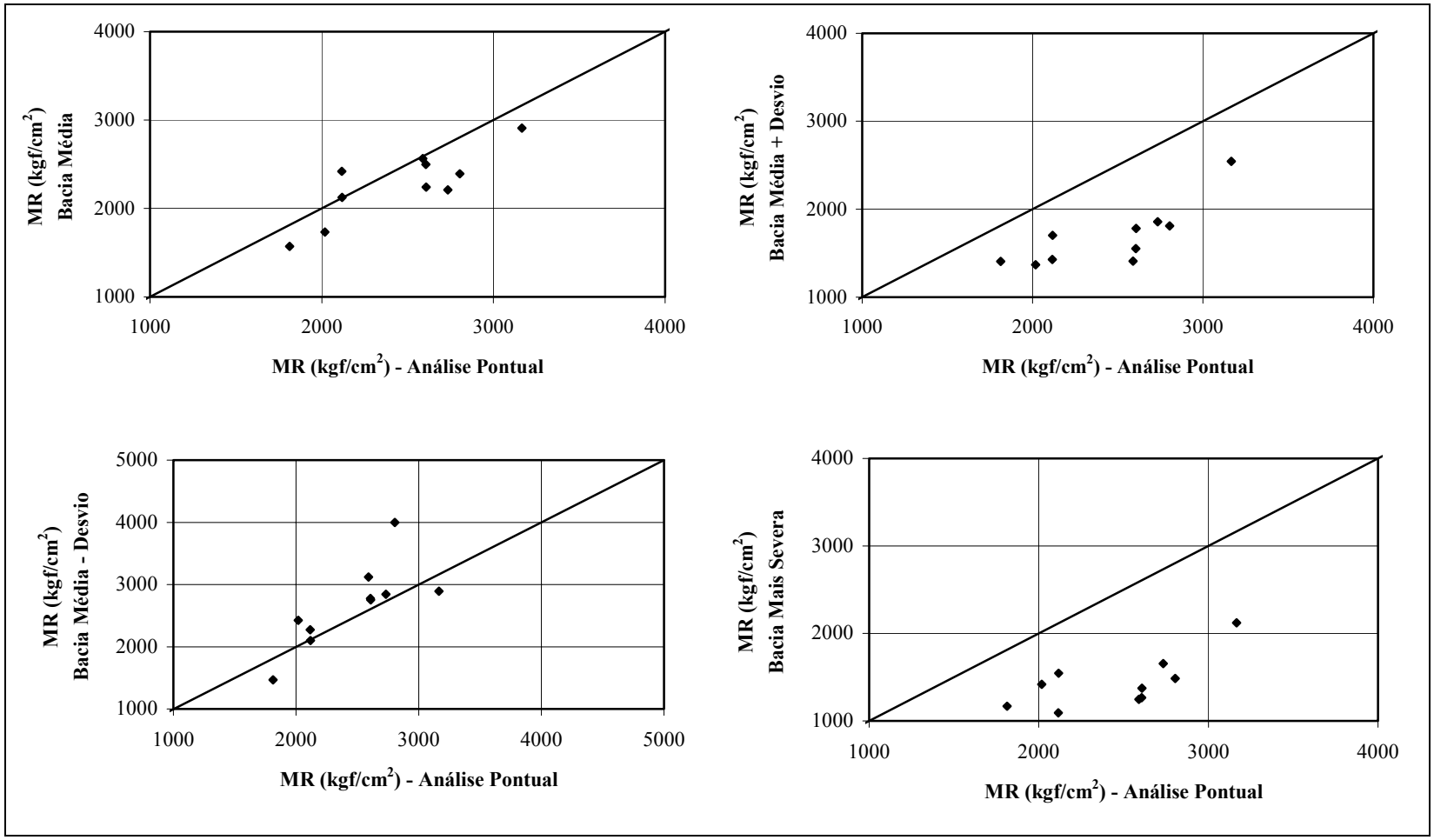


Figura 6.40: Comparação entre os módulos de resiliência da camada 2 (camada granular) – análise por segmento homogêneo

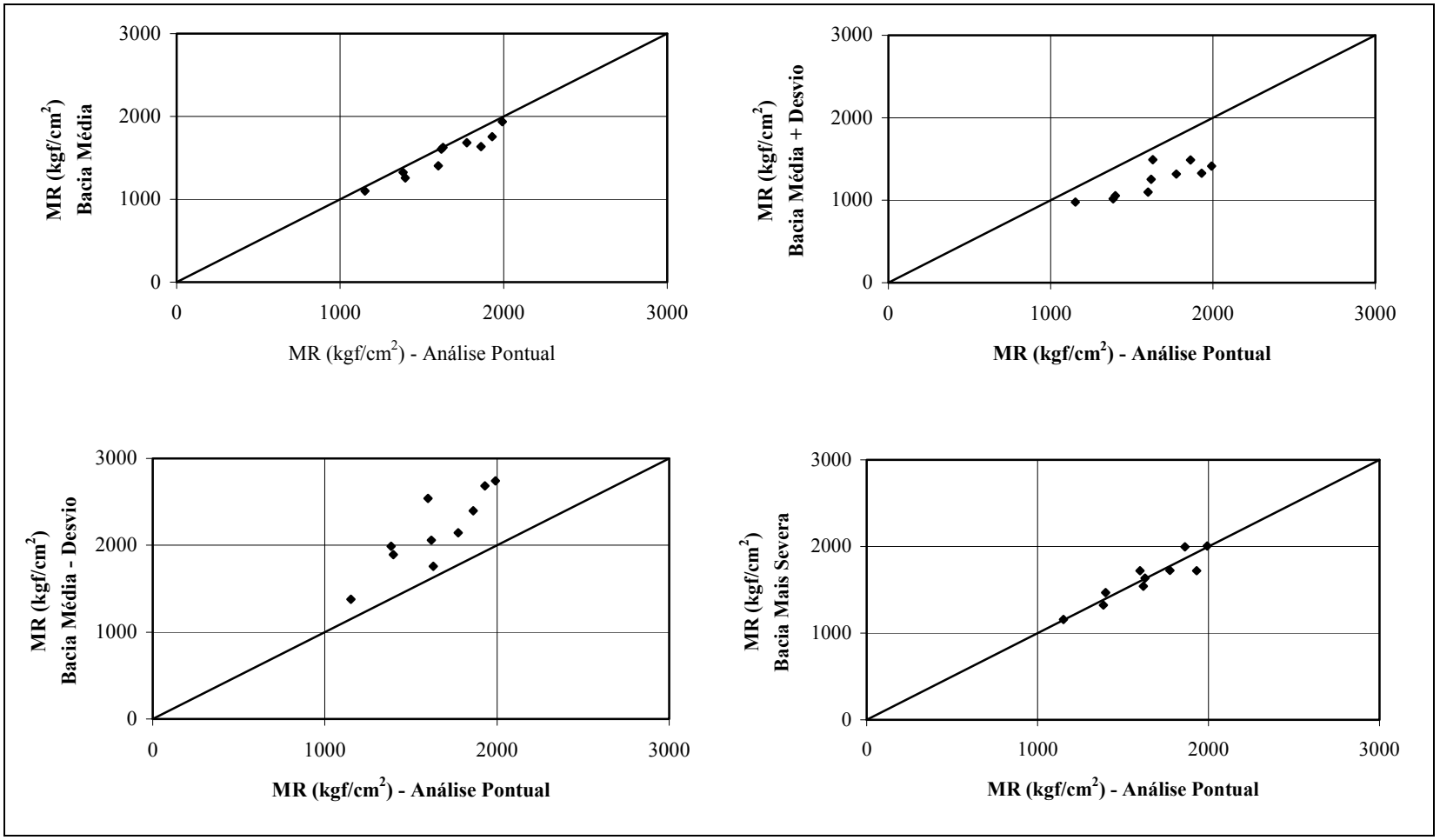


Figura 6.41: Comparação entre os módulos de resiliência da camada 3 (subleito) – análise por segmento homogêneo

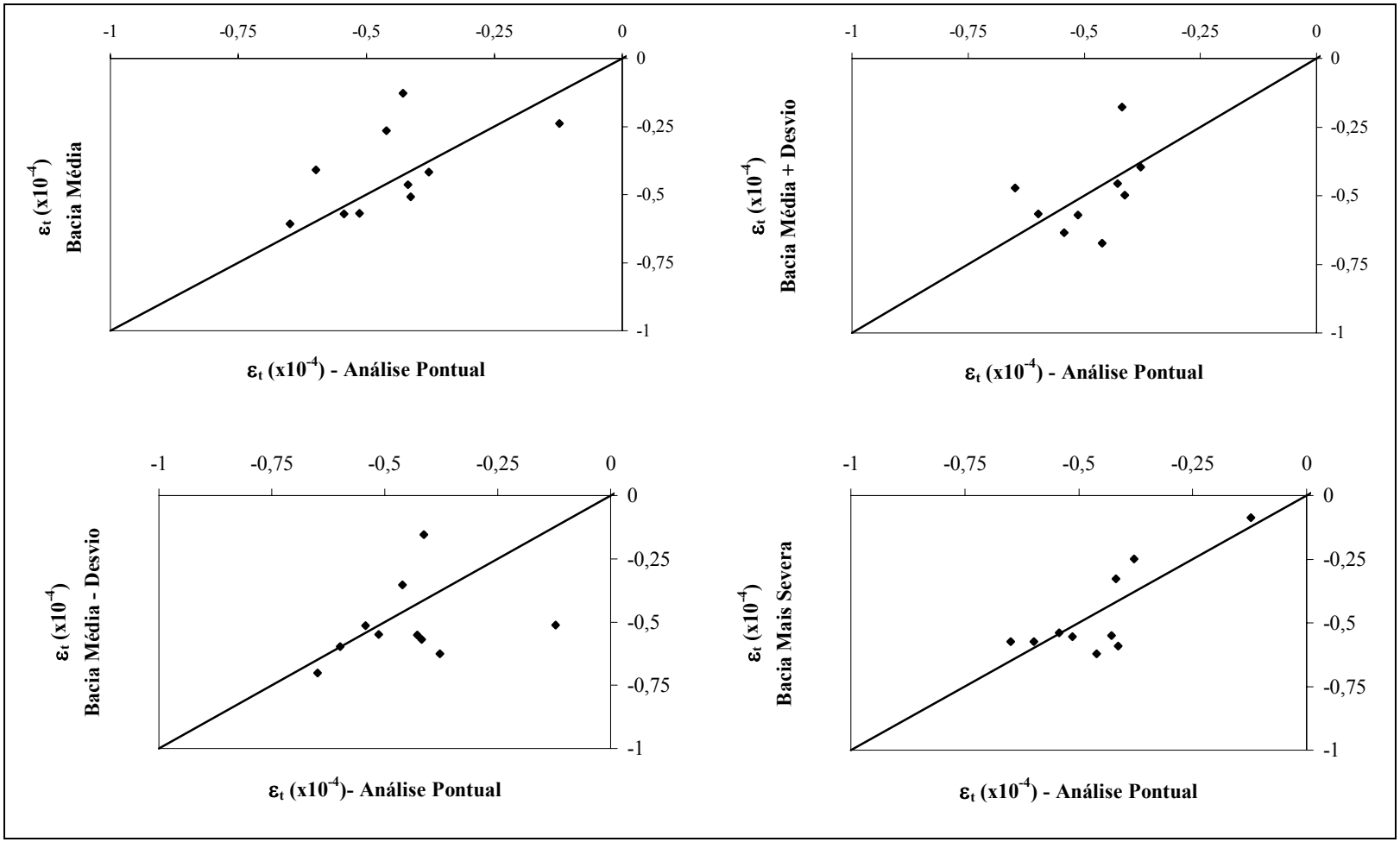


Figura 6.42: Comparação entre os valores de ε_t – reforço de 4cm – análise por segmento homogêneo

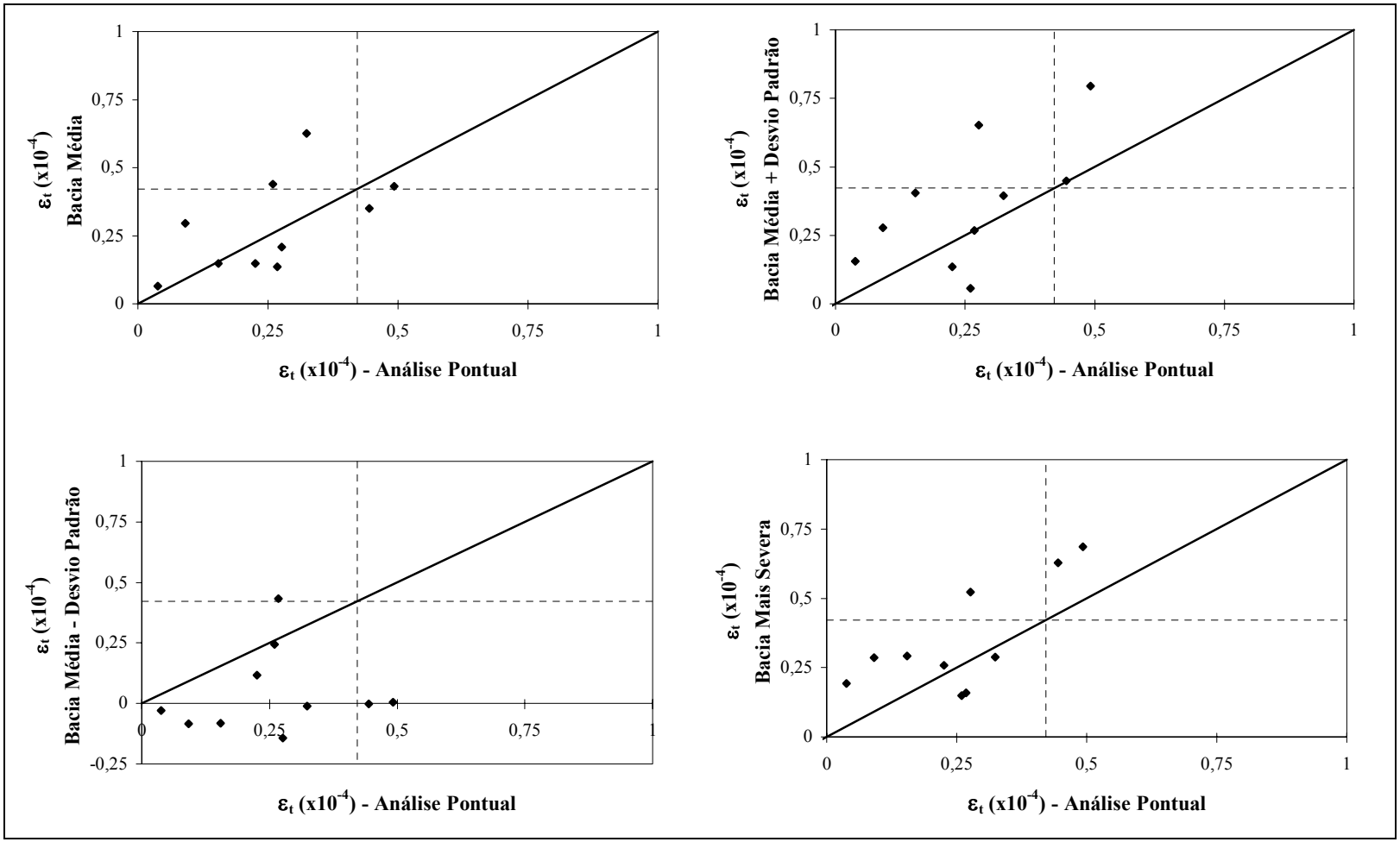


Figura 6.43: Comparação entre os valores de ε_t – reforço de 8cm – análise por segmento homogêneo

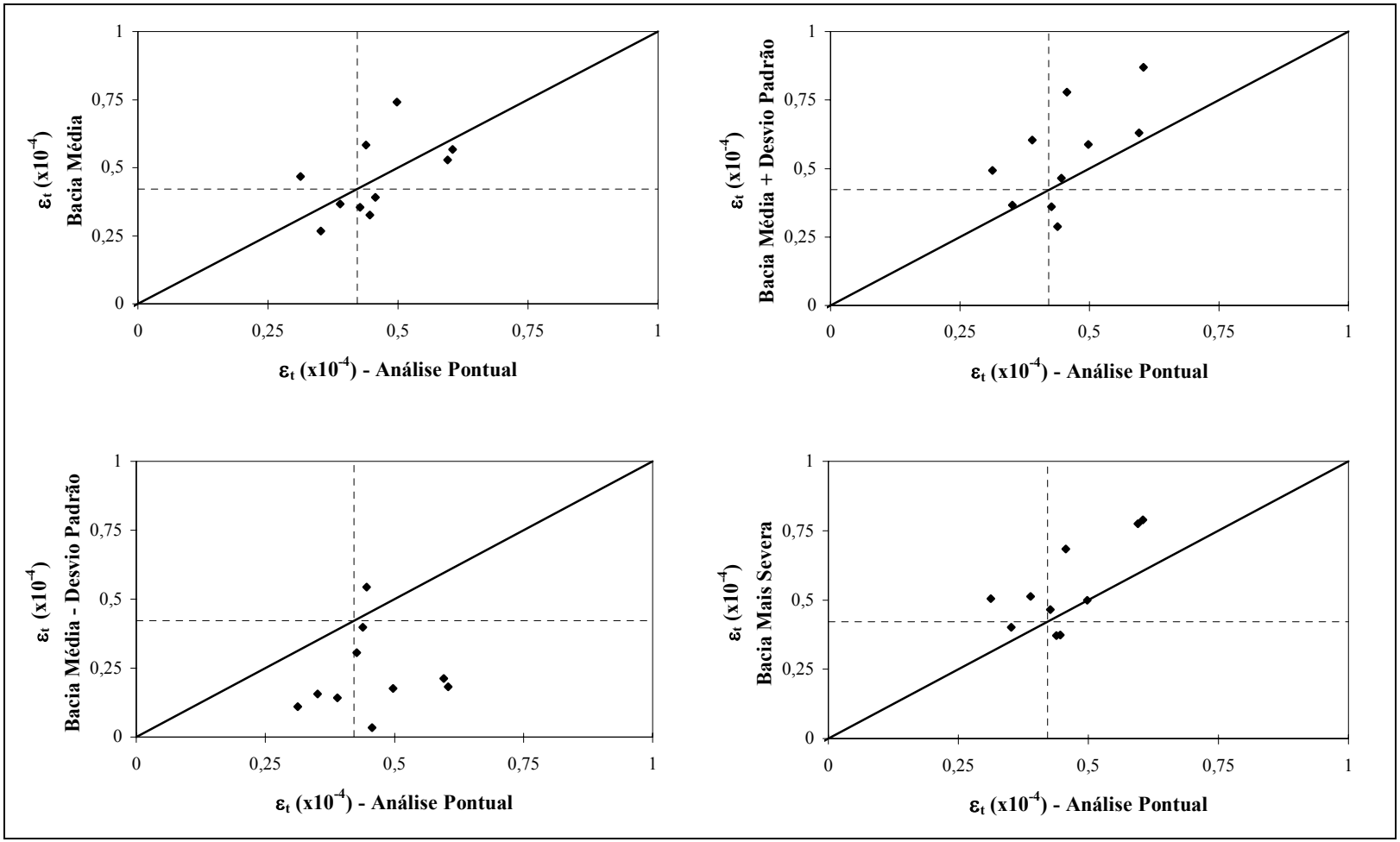


Figura 6.44: Comparação entre os valores de ε_t – reforço de 12cm – análise por segmento homogêneo

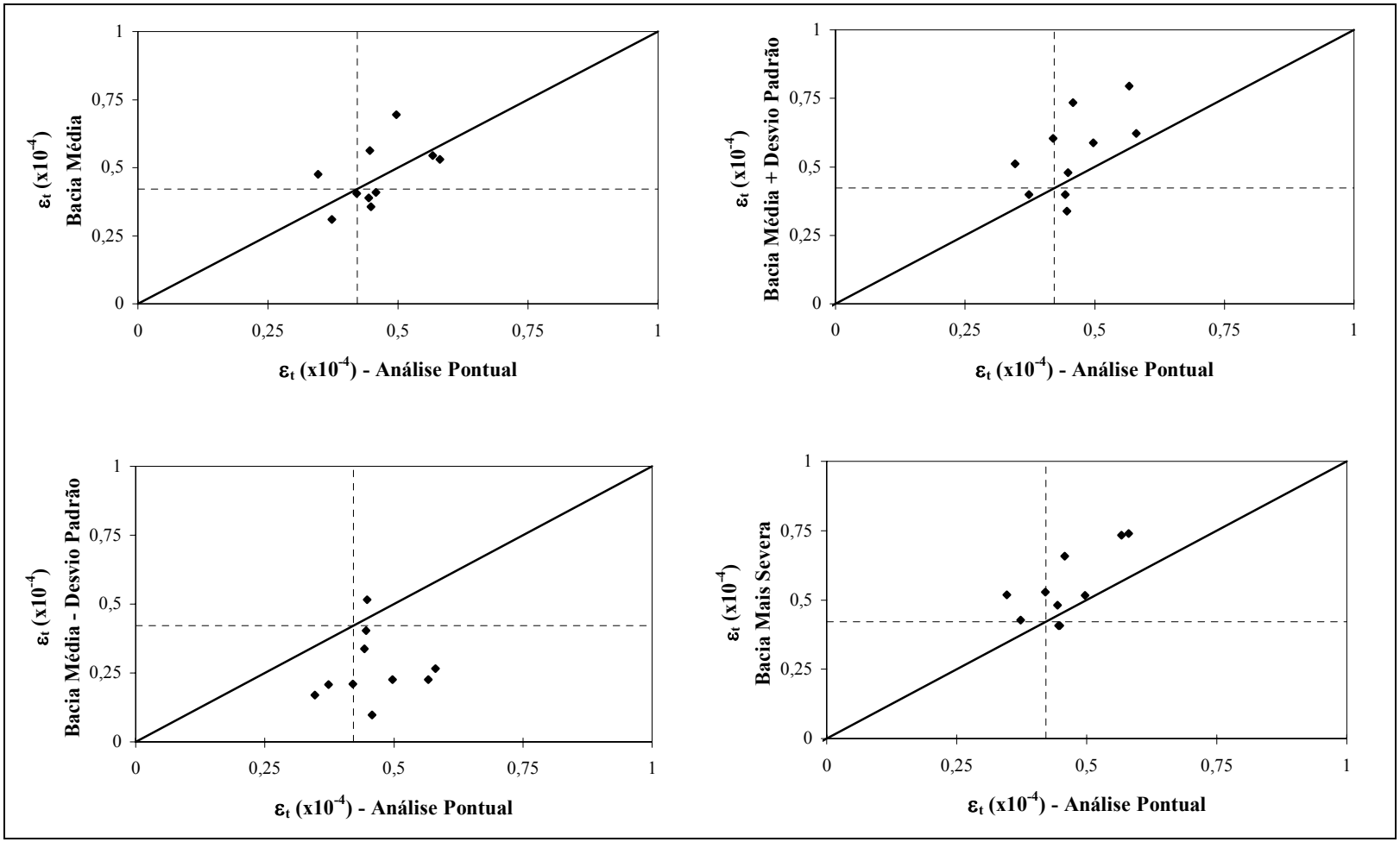


Figura 6.45: Comparação entre os valores de ε_t – reforço de 16cm – análise por segmento homogêneo

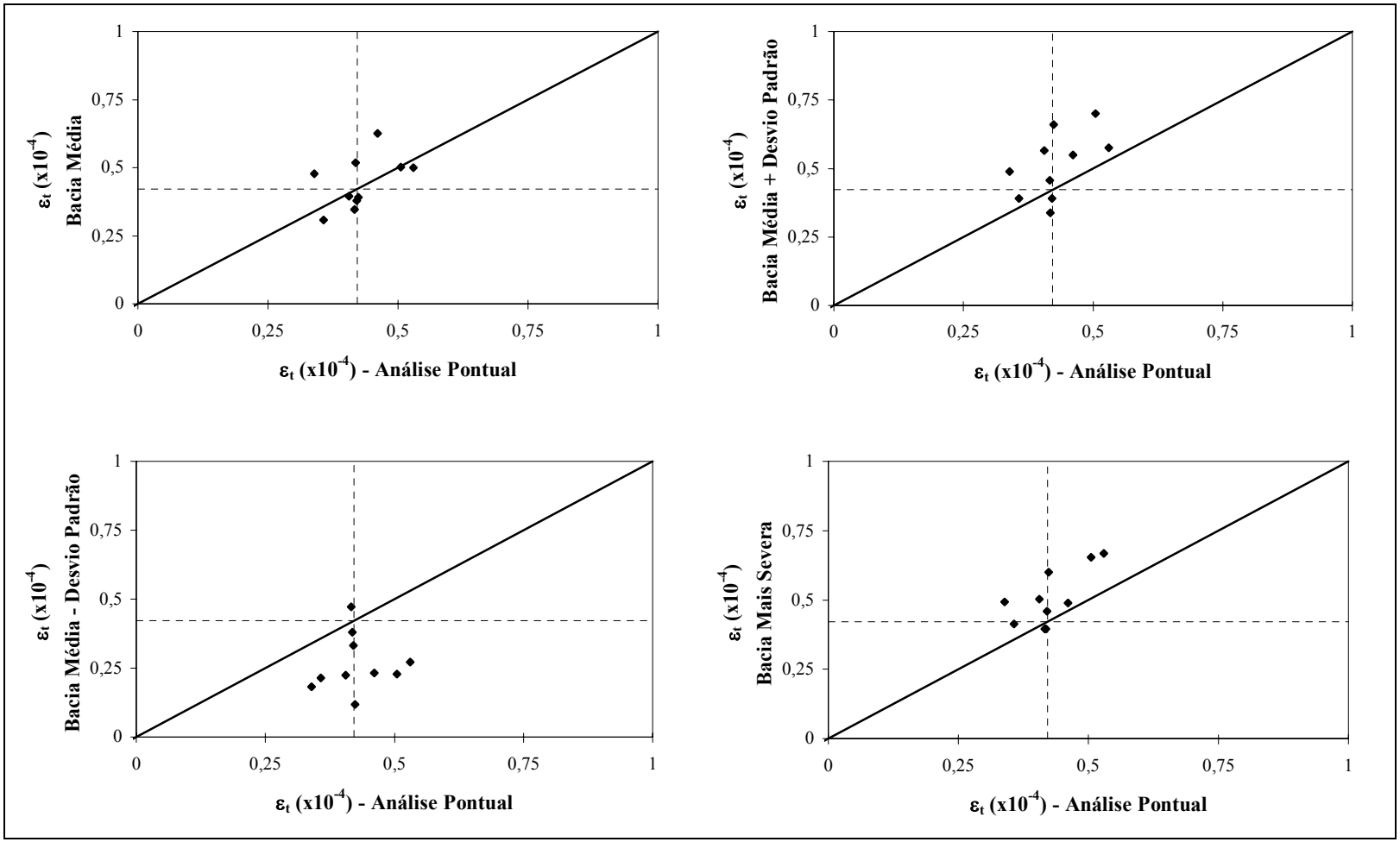


Figura 6.46: Comparação entre os valores de ε_t – reforço de 20cm – análise por segmento homogêneo

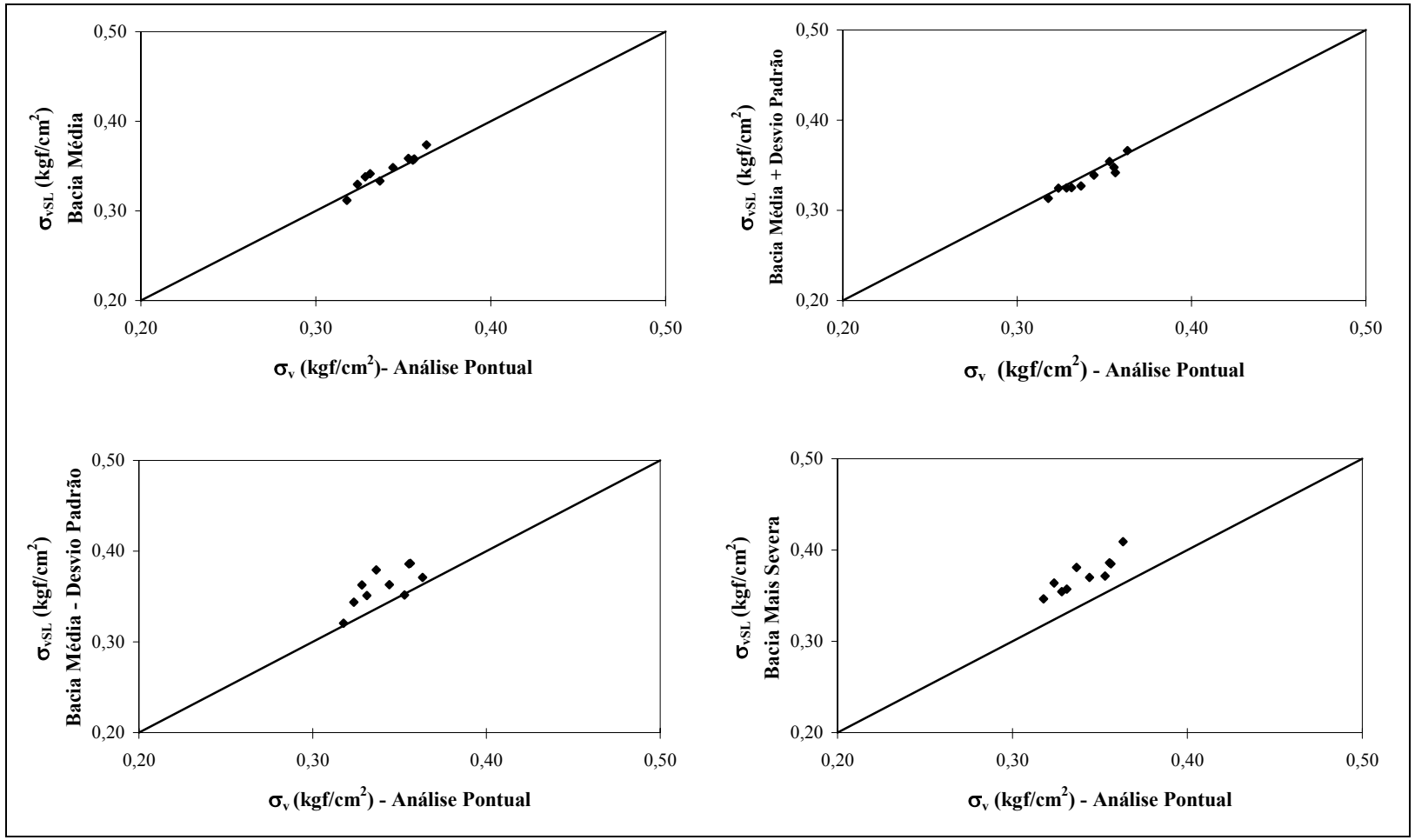


Figura 6.47: Comparação entre os valores de σ_{vSL} – reforço de 4cm – análise por segmento homogêneo

Exceto na análise comparativa em relação à bacia média menos um desvio padrão, os valores de módulo de resiliência obtidos através das bacias representativas dos segmentos homogêneos foram menores que os determinados através da média da análise pontual, sendo iguais à metade em alguns casos. Este comportamento pode ser melhor entendido através da observação da figura 6.51, que apresenta a comparação entre as bacias deflectométricas recalculadas através do programa ELSYM5 para o segmento homogêneo 1 (um). Apesar da diferença observada, os resultados obtidos na análise da bacia média foram os que mais se aproximaram dos determinados ponto a ponto (média da análise pontual do trecho).

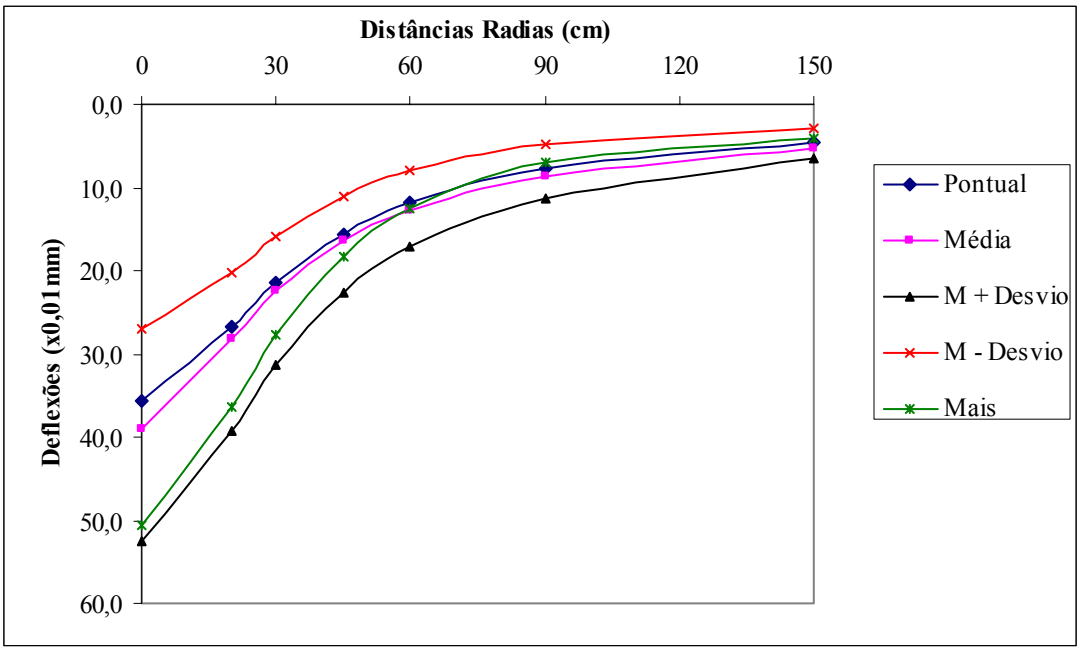


Figura 6.48: Comparação entre as bacias representativas do segmento homogêneo 1 recalculadas pelo ELSYM5

Na maioria dos casos, os módulos obtidos a partir da bacia média mais um desvio foram menores que os obtidos através da bacia "tida" como mais severa. Esta constatação contraria o conceito apresentado por GONTIJO e GUIMARÃES (1996). Este erro, puramente conceitual, é fácil de se explicar: a bacia mais severa consiste numa integração que parte do ponto de aplicação da carga, onde a deflexão é o somatório da deflexão máxima média e do respectivo desvio padrão, até o último ponto de medição, com deflexão igual à diferença entre a deflexão média neste ponto e o desvio padrão. Logo as deflexões da bacia mais severa sempre serão menores do que às da bacia mais

desvio. Deflexões menores resultam em módulos maiores, conforme o observado. Confusão desfeita!

Um comportamento intrigante, e ao mesmo tempo de alívio, foi o observado nas figuras que apresentam a comparação entre os valores de deformação específica de tração na base da camada de reforço obtidos a partir da análise da bacia média e a análise pontual: a diferença entre os dois procedimentos foi pequena, não assumindo nenhuma tendência em ser maior para um lado ou para outro, mas sim apresentam certo "equilíbrio". Embora os valores modulares obtidos na análise pontual sejam sempre maiores dos que os obtidos na análise da bacia média, este comportamento pouco influiu na deformação específica de tração para as cinco espessuras simuladas de reforço. Esta constatação sinaliza que é possível se usar a bacia média como representativa do segmento homogêneo, com redução no tempo gasto em projetos de restauração de rodovias, já que o principal objetivo da retroanálise é a definição da necessidade ou não de uma camada de reforço. Outro fato observado é que à medida que se aumenta a espessura da camada de reforço a dispersão em relação a reta de igualdade entre os valores de deformação específica de tração diminui.

Os valores de ε_t obtidos nas análises das bacias médias mais desvio, média menos desvio e mais severa seguiram um comportamento inversamente proporcional ao observado nos módulos de resiliência, sendo que os valores de deformação específica de tração para a análise da bacia mais severa apresentaram menor dispersão em relação aos determinados na análise pontual do que os obtidos na análise da bacia mais desvio, o que reforça o argumento que a bacia mais severa não é, na verdade, a mais severa.

Com relação ao parâmetro tensão vertical no topo da camada de subleito, exceto para análise da bacia média mais desvio, os valores seguiram o mesmo comportamento observado em MACÊDO (1996): os valores da análise pontual foram pouco maiores do que os obtidos a partir das bacias representativas do segmento homogêneo. O comportamento dos valores obtidos na análise da bacia mais desvio difere dos demais pelo seguinte fato: as deflexões nos pontos mais afastados do ponto de aplicação da carga desta bacia são maiores do que a determinadas pelas outras análises. Deflexões maiores implicam em módulos menores e, por conseqüência, em menores valores de

tensão vertical de compressão no topo do subleito, conforme o que preconiza o modelo proposto por HEUKELOM e KLOMP (1962).

No intuito de se fazer a análise de cada segmento homogêneo, tentando aliar a acurácia dos cálculos à velocidade nos processos de retroanálise dos módulos de resiliência, foi testada a possibilidade de se representar o segmento homogêneo através de três bacias de deflexão, e não mais através de uma como foi mostrado nos parágrafos anteriores. Estas três bacias são a bacia média, a bacia média mais um desvio padrão e a bacia média menos um desvio padrão, que já foram analisadas neste trabalho de forma isolada.

Nesta nova proposta, estas três bacias deflectométricas são retroanalisadas e os três conjuntos de valores de módulo de resiliência resultantes são tratados estatisticamente da mesma forma que na análise pontual realizada nesta pesquisa, de acordo com o apresentado no anexo I desta tese. Este tipo de análise, realizada pela primeira vez para representar segmentos homogêneos nesta pesquisa, foi denominada "Análise por Segmento Homogêneo através de Três Bacias Deflectométricas".

Da mesma forma que na análise das bacias isoladas como representativas do segmento homogêneo, foram utilizados os dados da BR-277/PR a fim de verificar a validade deste procedimento. Os módulos de resiliência foram retroanalisados utilizando o programa RETROANA e o dimensionamento do reforço foi efetuado utilizando o programa JULEA. Os resultados da análise dos módulos de resiliência são apresentados nas figuras de 6.48 a 6.50.

Exceto em relação à análise da bacia média menos um desvio padrão, os valores de módulo de resiliência da camada de revestimento obtidos através da análise das três bacias são maiores do que os valores obtidos a partir das análises das bacias isoladas, assumindo um comportamento semelhante ao observado na análise pontual, ou seja, a análise considerando as três bacias apresenta melhores resultados de módulo da camada de revestimento que as outras que levam em conta somente a bacia média como representativa do segmento homogêneo. A figura 6.51 apresenta uma comparação entre os módulos de resiliência da camada de revestimento determinados a partir da análise das três bacias e da análise da bacia média, que foi a bacia isolada tida como

representativa que apresentou resultados mais próximos aos obtidos através da análise pontual.

Enquanto os valores dos módulos de resiliência obtidos através da análise das três bacias para a camada granular foram pouco menores do que os observados na análise pontual, os valores observados para camada de subleito apresentaram quase perfeita identidade com os obtidos através da análise ponto a ponto.

A comparação entre os valores de deformação específica na base da camada de reforço obtidos através da análise das três bacias e os determinados através da análise pontual mostrou uma diferença ainda menor do que a observada entre os valores obtidos pela análise pontual comparando com a análise da bacia média. Os valores de tensão vertical no topo da camada de subleito determinados através da análise das três bacias foram praticamente iguais aos observados determinados na análise pontual. As figuras de 6.52 a 6.55 apresentam a comparação entre os valores de deformação específica de tração na base da camada de reforço determinados nas análises das três bacias, bacia média e ponto a ponto. Da mesma maneira que na análise das bacias isoladas, em relação à σ_{vSL} só é apresentada a figura 6.56, comparação para 8cm de reforço, pois para as outras espessuras simuladas foi observado o mesmo comportamento.

Em relação à análise por segmento homogêneo fica uma dúvida: representar o segmento através da bacia média ou através do conjunto formado pela bacia média, bacia média mais um desvio padrão e bacia média menos um desvio padrão? Afinal retroanalisar uma bacia é mais rápido do que retroanalisar três. Porém, deve-se observar que a retroanálise a partir das três bacias proporciona a obtenção de resultados mais acurados em relação à análise pontual do que a análise utilizando somente a bacia média, além do fato de possibilitar o cálculo do modo probabilístico, a partir do qual é determinada a confiabilidade do dimensionamento. Menos mal! É mais rápido retroanalisar três bacias de deflexão do que todas as bacias que compõem um segmento homogêneo de um trecho.

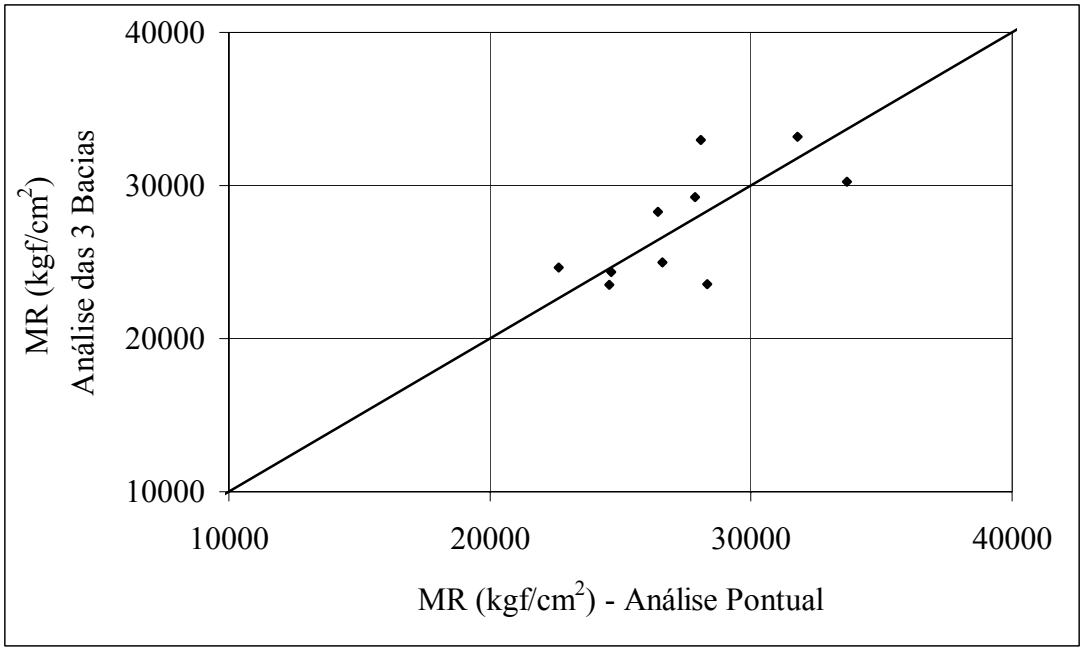


Figura 6.49: Comparação entre os módulos de resiliência da camada de revestimento – Análise das 3 bacias – BR-277/PR

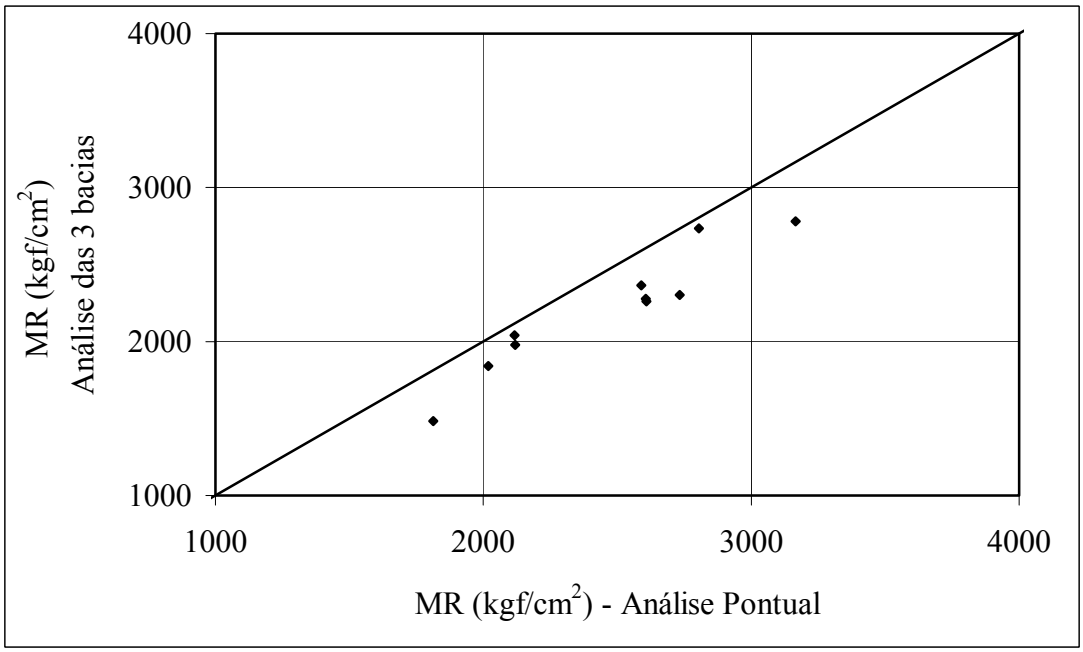


Figura 6.50: Comparação entre os módulos de resiliência da camada granular – Análise das 3 bacias – BR-277/PR

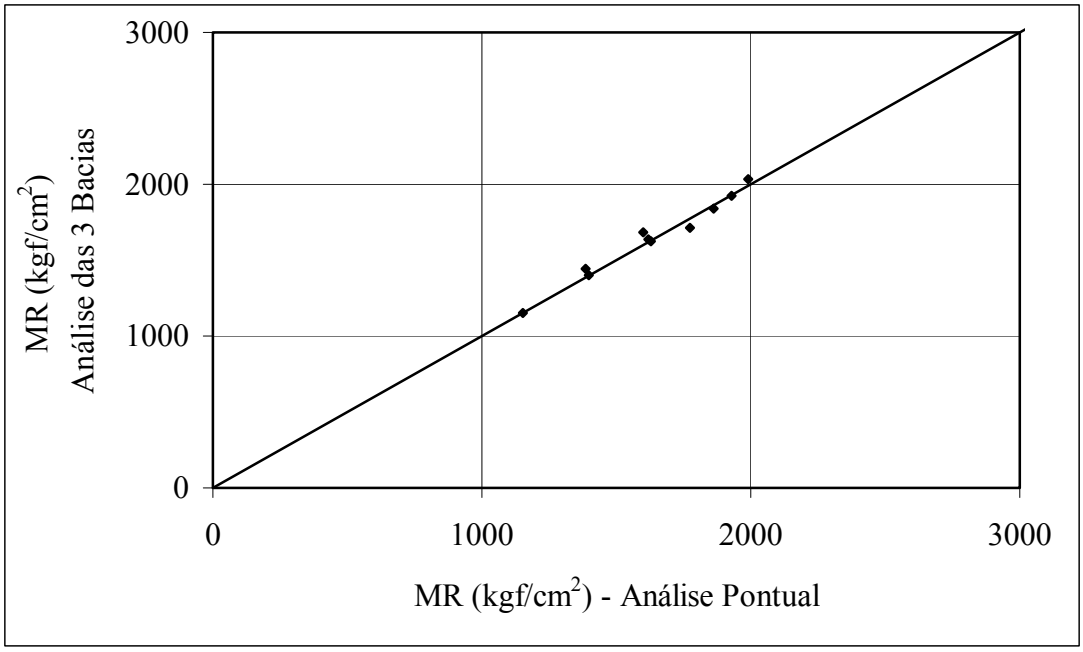


Figura 6.51: Comparação entre os módulos de resiliência da camada de subleito – Análise das 3 bacias – BR-277/PR

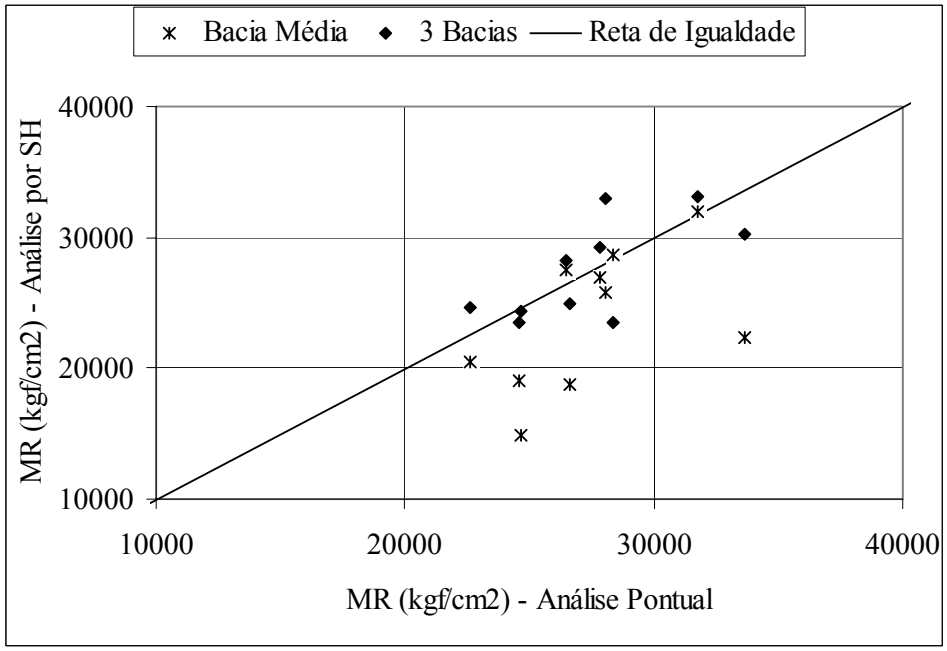


Figura 6.52: Comparação entre os módulos de resiliência do revestimento determinados pelas análises pontual, da bacia média e das 3 bacias

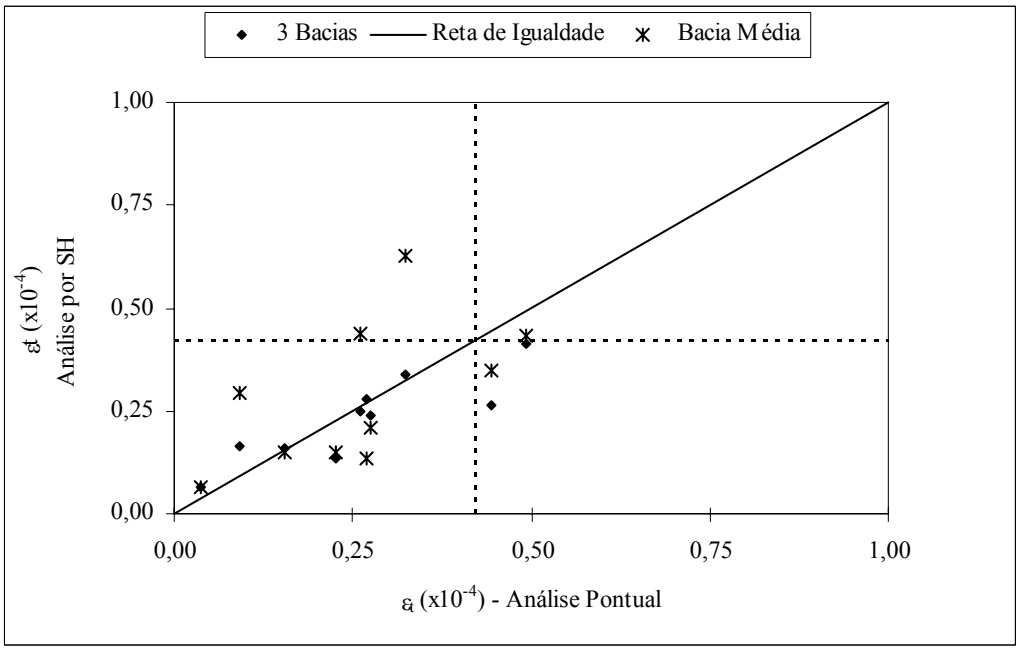


Figura 6.53: Comparação entre os valores de ε_t determinados pelas análises pontual, da bacia média e das 3 bacias – reforço de 8cm

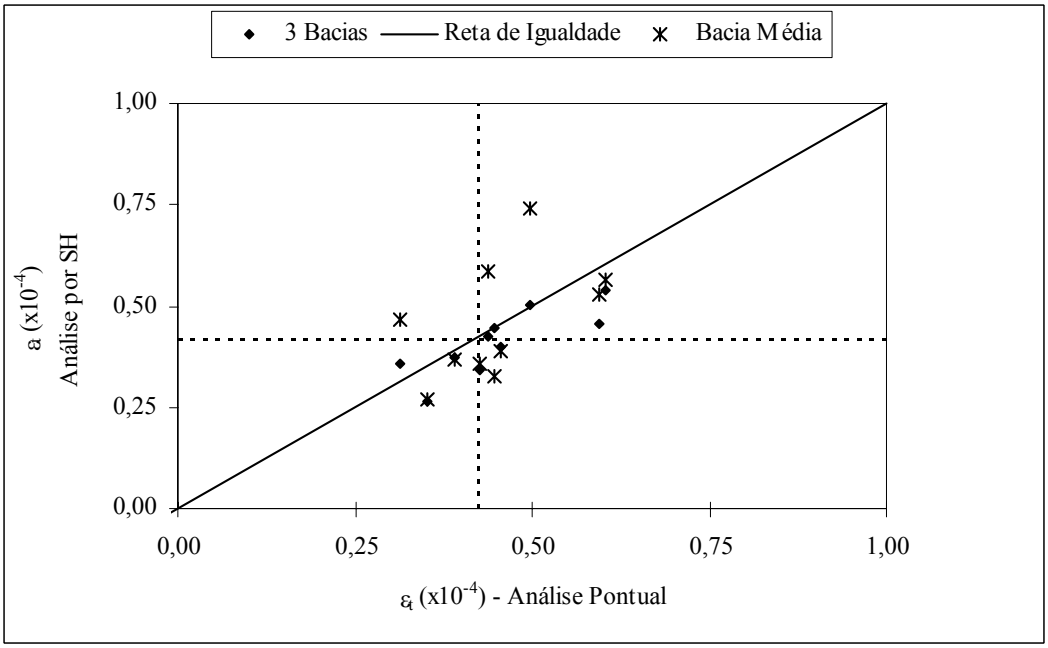


Figura 6.54 : Comparação entre os valores de ε_t determinados pelas análises pontual, da bacia média e das 3 bacias – reforço de 12m

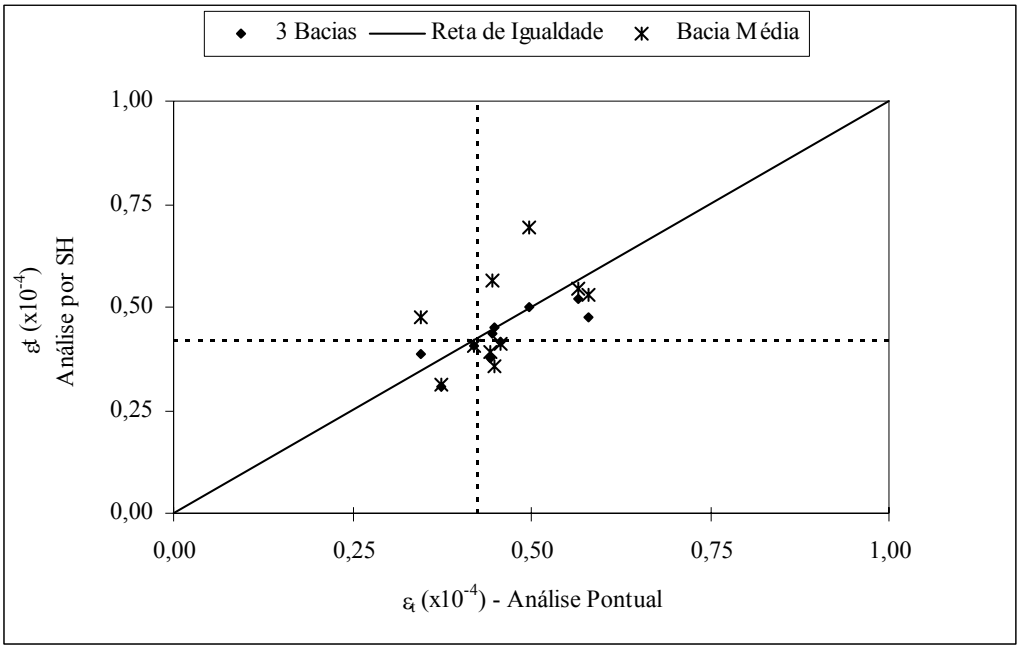


Figura 6.55: Comparação entre os valores de ε_t determinados pelas análises pontual, da bacia média e das 3 bacias – reforço de 16cm

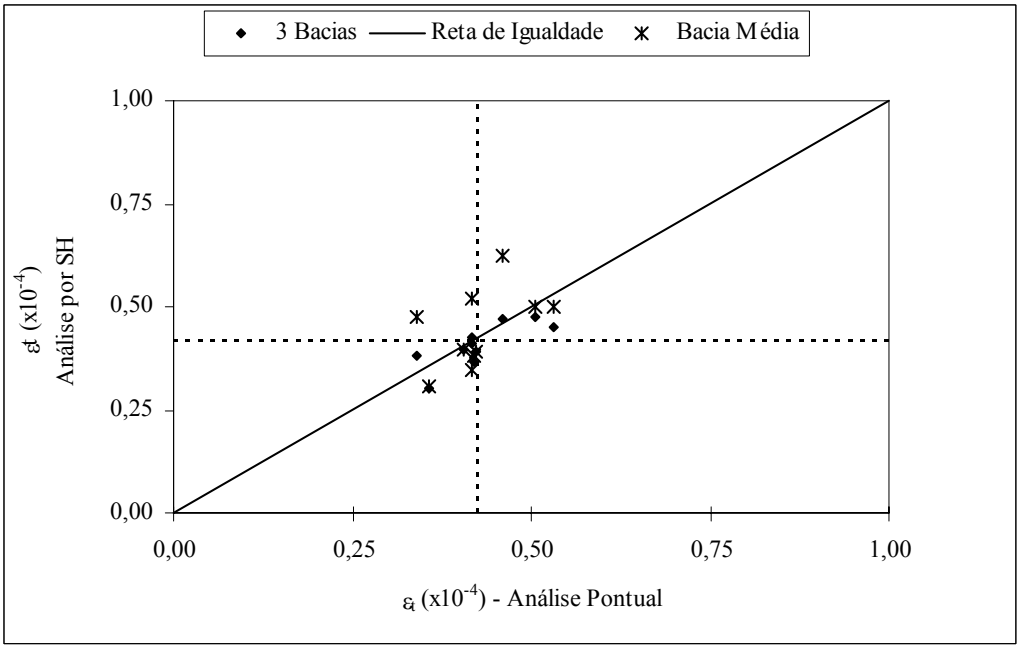


Figura 6.56: Comparação entre os valores de ε_t determinados pelas análises pontual, da bacia média e das 3 bacias – reforço de 20cm

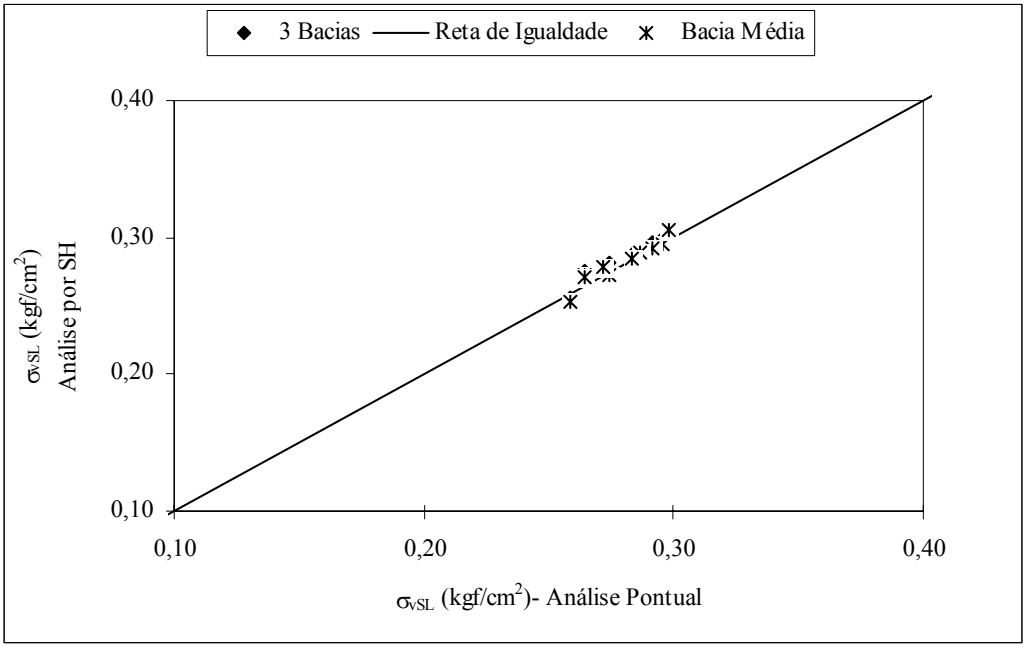


Figura 6.57: Comparação entre os valores de σ_{vSL} determinados pelas análises pontual, da bacia média e das 3 bacias – reforço de 8cm

6.4. Considerações finais

A *priori*, é de se esperar que a retroanálise dos módulos de resiliência de uma determinada estrutura a partir de uma bacia de deflexão, obtida em levantamentos deflectométricos, realizada através de metodologias distintas resulte em valores diferentes embora, como se trata da resolução do mesmo problema, esta discrepância deva ser de tal ordem que não seja um fator decisivo na avaliação estrutural do pavimento em questão. Entretanto não foi observado este comportamento em três dos cinco programas utilizados nesta pesquisa: o RETRAN2-CL, o REPAV e o REPAV V2.

Como já se sabe no meio técnico, um dos fatores considerados como desvantagem dos procedimentos de retroanálise é a possibilidade de várias estruturas com diferentes valores de módulo de resiliência atenderem a uma mesma bacia deflectométrica, ou seja, o processo de retroanálise não resulta em uma solução única para o problema.

Assim sendo, a afirmação feita no parágrafo anterior seria falsa, pois os três programas também oferecem uma solução ao problema. Quem quer que tenha citado que a não

unicidade da solução consiste numa desvantagem dos métodos de retroanálise deve ter esquecido de escrever que por trás da metodologia de cálculo que resolve tal questão existe um engenheiro, dotado da capacidade de pensar, que deve levar em consideração mais dois fatores em sua análise, tão importantes como a ferramenta utilizada: o grau de ajuste entre a bacia de campo e a bacia teórica, representada pelo erro médio de cada ponto da bacia de deflexão, e a magnitude dos valores dos módulos de resiliência retroanalisados sendo que, na maioria dos casos, estes fatores estão interligados. No caso das camadas de revestimento asfáltico, a ordem de grandeza dos valores modulares foi analisada detalhadamente nesta pesquisa tendo em vista as discrepâncias observadas, tanto em função do método de retroanálise como da espessura da camada.

Dentro deste contexto, os programas que apresentaram comportamento satisfatório, segundo os aspectos comparados nesta pesquisa foram o RETROANA e RETRAN5-L, tanto em relação à ordem de grandeza dos valores de módulo de resiliência quanto ao ajuste entre a bacia de campo e a teórica.

Era esperado que os programas REPAV e RETRAN5-L apresentassem comportamentos parecidos, já que partem do mesmo princípio para retroanalisar os módulos de resiliência: pesquisa de bancos de dados de bacias de deflexão teóricas geradas a partir do programa ELSYM5. Porém foram observadas diferenças significativas entre os resultados obtidos com estes dois programas. A razão desta discrepância, na opinião do autor desta tese, reside nos seguintes fatores: número de bacias de deflexão que compõem o banco de dados e normalização das bacias de deflexão utilizada no REPAV.

O banco de dados do REPAV possui 96.000 bacias deflectométricas, um número considerável de combinações. Mesmo assim apresenta maiores erros médios entre a bacia de campo e a teórica do que o programa RETRAN5-L, o que indica que há "lacunas" neste banco. A diferença entre os valores modulares de duas bacias teóricas é de tal ordem que uma determinada bacia de campo, que fique entre elas, seja levada a assumir os valores de uma das duas, mesmo que esta combinação estrutural não se aproxime da realidade deste pavimento, o que aumenta o valor do erro médio absoluto.

Outro fator que pode justificar a diferença entre os resultados obtidos entre estes dois programas é a normalização das deflexões de campo que o REPAV realiza em relação à

distância de duas vezes o raio da área de contato do carregamento imposto pelo equipamento, neste caso o FWD, sendo que o banco de dados deste programa é estruturado em termos de porcentagens de deflexão. No programa RETRAN5-L, as bacias de campo são comparadas às bacias teóricas absolutas, sem nenhuma conversão, procedimento que parece ser o mais correto já que os erros observados são relativamente pequenos quando comparados aos observados no programa REPAV. A mudança implementada no REPAV V2 não foi suficiente para corrigir este comportamento.

Como pôde se observar, a influência dos resultados da retroanálise no cálculo da espessura da camada de reforço foi muito grande, sendo esta diferença mais perceptível na retroanálise das estruturas das BR-277/PR (trecho Curitiba – Paranaguá). O parâmetro de dimensionamento mais sensível às diferenças modulares entre os diversos programas de retroanálise foi a deformação específica de tração na base da camada de reforço: para a mesma estrutura dois resultados, totalmente contrários, podem ser observados. Em qual análise confiar? Reconstruir ou nada alterar? O que fazer? Estas perguntas podem ser respondidas através de outro questionamento: Qual ou quais os programas que geram resultados mais coerentes, em relação à retroanálise? Agora ficou mais fácil! Para as estruturas analisadas nesta pesquisa, os programas RETROANA e RETRAN5-L apresentaram resultados satisfatórios, de acordo com o exposto ao longo deste capítulo.

Embora os resultados da retroanálise feita utilizando o programa REPAV V2 não sejam considerados satisfatórios, em relação ao ajuste entre a bacia de campo e a teórica, a possibilidade da fixação de faixas de valores aceitáveis para os módulos de resiliência melhorou a acurácia dos resultados deste programa, de forma que, os valores modulares se enquadraram na mesma ordem dos resultados obtidos pelos programas RETROANA e RETRAN5-L. Este comportamento foi refletido no dimensionamento do reforço. No segmento homogêneo 5 (cinco), os valores de deformação específica de tração determinados através das estruturas geradas pelo REPAV V2 foram da mesma ordem que os do RETROANA e RETRAN5-L. Nesta nova fase, detectados as possíveis razões para estes erros, o programa REPAV V2 deve ser corrigido a fim de melhorar a precisão dos seus resultados.

A comparação entre os módulos de resiliência obtidos através de diferentes procedimentos de análise a partir dos dados da BR-277/PR mostra que os valores modulares da análise pontual são maiores dos que os obtidos nas análises das bacias isoladas utilizadas como representativas do segmento homogêneo, exceto para o caso da bacia média menos desvio padrão, mesmo assim a diferença observada entre os valores de deformação específica de tração na base da camada de reforço obtidos através da análise pontual e a análise da bacia média foi muito pequena, indicando que a magnitude das diferenças modulares pouco influíram no dimensionamento da camada de reforço.

Entretanto, foi realizada a análise dos dados de deflexão da BR-277/PR de acordo com uma nova sistemática idealizada e testada durante esta pesquisa: a análise por segmento homogêneo através de três bacias deflectométricas, a partir da qual foram determinados módulos de resiliência, deformações específicas de tração e tensão vertical de compressão no subleito semelhantes aos obtidos na análise pontual. Esta constatação é de extrema importância, pois o tempo gasto no projeto de reforço, analisando-se somente três bacia deflectométricas, é muito menor do que o gasto na análise pontual, sem implicar em perdas de acurácia na determinação dos módulos de resiliência e no dimensionamento de camadas de reforço, com a possibilidade do uso de análise de confiabilidade.

CAPÍTULO VII
CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

Esta pesquisa teve como objetivos a comparação entre métodos de retroanálise, sendo observada a magnitude dos módulos de resiliência e sua influência no dimensionamento de reforço, e a comparação entre formas de representação de segmentos homogêneos, onde foi observada qual bacia, que retroanalisada, gera resultados que mais se aproximam dos determinados através da análise pontual. Ao final deste trabalho foi possível obter as seguintes conclusões:

1. O resultado da retroanálise é bastante influenciado pelo programa utilizado, sendo que esta diferença é mais significante na camada de revestimento antigo, que apresenta, em geral, os maiores valores modulares da estrutura do pavimento;

2. Nas análises que apresentaram resultados de módulos de resiliência incompatíveis com o especificado para camada em questão foi observado pequeno grau de ajuste entre a bacia teórica e a bacia de campo, representado por maiores valores de erro médio absoluto;

3. Observou-se que as diferenças devidas à metodologia de retroanálise são refletidas no dimensionamento da camada de reforço, o que compromete o resultado final da análise da capacidade estrutural do pavimento. Apesar disto, a retroanálise pode e deve ser usada na avaliação estrutural de pavimentos, utilizando metodologias que resultem em módulos coerentes com o material da camada em questão e que apresentem grau de ajuste satisfatório entre a bacia de campo e a bacia teórica;

4. De acordo com os valores modulares e o grau de ajuste da bacia teórica em relação à bacia de campo, os programas que melhor representaram a estrutura dos pavimentos em questão foram o RETROANA e o RETRAN5-L;

5. Mesmo apresentando menor grau de ajuste, os valores de módulo de resiliência calculados com o REPAV V2 foram semelhantes aos obtidos com o RETROANA e o RETRAN5-L. Este comportamento mostra que a fixação de faixas de valores modulares aumenta a acurácia dos resultados da retroanálise.

6. Em relação a retroanálise por segmento homogêneo, que consiste na determinação dos módulos de resiliência a partir de bacias de deflexão representativas, os valores de módulo de resiliência obtidos pela análise das três bacias, proposta nesta tese, foram semelhantes aos determinados através da análise pontual. Foi observado também que este comportamento se reflete no dimensionamento da camada reforço, cabendo ressaltar que a partir de uma hipótese bastante simples pôde-se obter resultados semelhantes aos obtidos através de uma análise mais complexa, que demanda bastante tempo de computação e que permite a aplicação de métodos probabilísticos.

São sugeridas as seguintes idéias para estudos futuros:

1. Re-analisar as bacias deflectométricas estudas nesta pesquisa para outros programas de retroanálise, inclusive em metodologias que consideram que as camadas do pavimento assumem comportamento elástico não-linear;

2. Aplicar a metodologia de análise de segmentos homogêneos proposta nesta pesquisa em outros conjuntos de dados, a fim de validá-la;

3. Aumentar o banco de dados do programa REPAV V2 para melhorar o grau de ajuste entre as bacias teóricas e as bacias de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO (1993). *Guide for Design of Pavement Structures*. Washington.

ALBERNAZ, C.A.V. (1994). "Retroanálise dos Módulos de Resiliência de Pavimento Flexível e do Subleito para Fins de Anteprojeto, Análise Estrutural e Gerência de Pavimentos". In: *28ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 1, pp. 626-657, Belo Horizonte, MG, Brasil.

ALBERNAZ, C.A.V., MOTTA, L.M.G., MEDINA, J. (1995). "Retroanálise: Uma Útil Ferramenta na Avaliação Estrutural de Pavimentos". In: *29ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 1, pp. 399-417, Cuiabá, MG, Brasil.

ALBERNAZ, C.A.V., CALDAS, J.E.F., OLIVEIRA, S.E. (1996). "Avaliação Estrutural Simplificada de Pavimentos Através de Retroanálise". In: *30ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 2, pp. 747-774, Salvador, BA, Brasil.

ALBERNAZ, C.A.V. (1997). *Método Simplificado de Retroanálise de Módulos de Resiliência de Pavimentos Flexíveis a Partir da Bacia de Deflexão*. Tese de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

ANDREATINI, L.P.V. (1988). "Dimensionamento de Reforço em Pavimentos Flexíveis – Sugestões para Modificações no DNER – PRO – 11/79". In: *23ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 3, pp. 1447-1464, Florianópolis, SC, Brasil.

AOUAD, M. F., STOKOE II, K. H., JOH, S. (2000). *Estimating Subgrade Stiffness and Bedrock Depth*. TRR 1716, Transportation Research Record, Washington.

BAYOMY, F.M., ABO-HASHEMA, M.A.H. (2002). "*Effect of the Variability of Seasonal Moduli Adjustment Factors on the Mechanistic-Empirical Overlay Design*".

In: *Proceedings of the 6th Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields*. V. 1, pp. 295-304, Lisboa, Portugal.

BENEVIDES, S.A.S. (2000). *Análise Comparativa dos Métodos de Dimensionamento de Pavimentos Asfálticos: Empíricos do DNER e da Resiliência da COPPE/UFRJ em Rodovias do Estado do Ceará*. Tese de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

BONFIM, V., PITTA, D.M., SUZUKI, C.Y. (1996). "Análise de Sensibilidade dos Métodos de Dimensionamento de Reforços de Pavimentos Asfálticos Considerando a Fresagem". In: *30ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 2, pp. 593- 607, Salvador, BA, Brasil.

BONFIM, V. (2001). *Fresagem de Pavimentos Asfálticos*. 2ª Edição, São Paulo, Fazendo Arte Editorial.

BUSSAB, W. O., MORETTIN, P.A. (1985). *Estatística Básica*, 3a Edição. São Paulo.

CAMPOS, O.S., GUIMARÃES, S.R.R., RODRIGUES, R.M. (1995). "Avaliação Estrutural dos Pavimentos da Rodovia Governador Carvalho Pinto". In: *29ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 2, pp.310-321, Cuiabá, MG, Brasil.

CARDOSO, S.H. (1995). "Faixas de Módulos Dinâmicos (elásticos) Obtidos por Retroanálise Durante Sete Anos". In: *29ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 2, pp.377-401, Cuiabá, MG, Brasil.

CARNEIRO, F.B.L. (1966). *Benkelman Beam – Auxiliary Instrument of the Maintenance Engineer*. HRR 129. Highway Research Record, pp. 28-59, Washington.

CERATTI, J.A.P., NUÑES, W.P., FABRÍCIO, J.M. (2000). "Emprego de Deflectógrafo Digital (Viga Benkelman Eletrônica) na Monitoração do Pavimento da Rodovia Concessionada – BR-290/RS: Osório – Porto Alegre – Guaíba". In: *32ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 2 pp. 987-995, Brasília, DF, Brasil.

CHEN, D., BILYEU, J., LIN, H. et. al. (2000). *Temperature Corretion on Falling Weight Deflectometer Measurements*. TRR 1716. Transportation Research Record. Washington.

CHUA, K. M., LYTTON, R.L. (1984). *Load Rating of Light Pavement Structures*. TRR 1043, Transportation Research Record, Washington.

DANTAS NETO, S.A., FARIAS, M.M., LEITE, L.M. (2001). "Estudo do Comportamento de um Trecho Experimental Executado com um Novo Ligante Asfáltico". In: *33ª Reunião Anual de Pavimentação*. pp. 814-824, Florianópolis, SC, Brasil.

DNER – PRO 10/79 (1979a). *Procedimento – Avaliação Estrutural dos Pavimentos Flexíveis – Procedimento A*. Rio de Janeiro.

DNER – PRO 11/79 (1979b). *Procedimento – Avaliação Estrutural dos Pavimentos Flexíveis – Procedimento B*. Rio de Janeiro.

DNER (1983). *Guia de Gerência de Pavimentos*. Rio de Janeiro.

DNER – ME 024/94 (1994a). *Método de Ensaio – Pavimento – Determinação das deflexões pela viga Benkelman*. Rio de Janeiro.

DNER – PRO 007/94 (1994b). *Procedimento – Avaliação Subjetiva da Superfície de Pavimentos*. Rio de Janeiro.

DNER – PRO 008/94 (1994c). *Procedimento – Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-rígidos*. Rio de Janeiro.

DNER – PRO 269/94 (1994d). *Procedimento - Projeto de restauração de pavimentos flexíveis – TECNAPAV (Método da Resiliência)*. Rio de Janeiro.

DUARTE, J.C., SILVA, P.D.E.A., FABRÍCIO, J.M. (1996). "Correlação entre Deflexões Características em Pavimentos Flexíveis Medidos com a Viga Benkelman e com o FWD – Falling Weight Deflectometer". In: *30ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 2, pp. 637-646, Salvador, BA, Brasil.

FABRÍCIO, J. M., GONÇALVES, E.A., FABRÍCIO, O. F. (1988). "Metodologia Não Destrutiva para Avaliação Estrutural dos Pavimentos Flexíveis Através da Interpretação das Bacias de Deformação". In: *23ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 3, pp. 1415-1446, Florianópolis, SC, Brasil.

FABRÍCIO, J.M., SILVA, G.A., GONÇALVES, E.A., et. al. (1994). "Método Simplificado de Retroanálise em Pavimentos Flexíveis". In: *28ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 1, pp. 658-682, Belo Horizonte, MG, Brasil.

FERNANDO, E., LIU, W. (2002). "Dynamic Analysis of FWD Data for Paviments Evaluation". In: *Proceedings of the 6th Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields*. V. 1, pp. 159-168, Lisboa, Portugal.

FERREIRA, J.G.H.M. (2002). *Elaboração e Análise da Base de Dados de Ensaios Triaxiais Dinâmicos da COPPE/UFRJ*, Tese de M.Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

FONQUINOS, M. R. (1995). *Dynamic Nondestructive Testing of Pavements*. PhD Thesis, Univ. of Texas at Austin.

FONSECA, J.L.G. (2002). *Um Método de Retroanálise de Bacias de Deflexão de Pavimentos*. Tese de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

FONSECA, J.L.G. (2003). *Comunicação Pessoal*.

FRANCO, F.A.C.P. (2000). *Um Sistema para Análise Mecanística de Pavimentos Asfálticos*. Tese de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

GERALDO, F.C.M. (1995). *Princípio da Máxima Entropia: Fundamentos e Aplicações à Geotecnia*. Tese de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

GONÇALVES, F.P., CERATTI, J.A.P. (1998). "Utilização do Ground Penetration Radar na Avaliação de Pavimentos". In: *31ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 1 pp. 390-404, São Paulo, SP, Brasil.

GONTIJO, P.R.A., GUIMARÃES, F.H.R., NOGUEIRA, C.L. (1994). "Metodologias Brasileiras para Avaliações das Características Funcionais e Estruturais de Pavimentos Rodoviários – Estado da Arte". In: *28ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 1, pp. 501-529, Belo Horizonte, MG, Brasil.

GONTIJO, P.R.A., GUIMARÃES, F.H.R. (1995). "Método Paragon para Avaliação e Diagnóstico de Pavimentos Rodoviários". In: *29ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 4, pp. 109-178, Cuiabá, MG, Brasil.

GONTIJO, P.R.A., GUIMARÃES, F.H.R. (1996). "Método Paragon para Caracterização Estrutural de Pavimentos Rodoviários". In: *30ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 3 pp. 1041-1064, Salvador, BA, Brasil.

GRENIER, S., KONRAD, J.M. (2002). "Evaluation of the Influence of Asphalt Concrete Pavement Discontinuities on Falling Weight Deflectometer". In: *Proceedings of the 6th Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields*. V. 1, pp. 617-628, Lisboa, Portugal.

HAAS, R., HUDSON, W.R, ZANIEWSKI, J. (1994). *Modern Pavement Management*. Malabar, Florida, Krieger Publishing Company.

HEUKELOM, W., KLOMP, A.J.G. (1962). "Dynamic Testing as a mean of controlling pavements during and after construtions". Proceeding, 1. In: *International Conference Structures of Asphalt Pavements*, pp. 667-679. Ann Arbor, Univ. Michigan.

HUANG, Y. H. (1993). *Pavements Analysis and Design*. New Jersey, Pretice Hall Inc.

JDS Engenharia e Consultoria Ltda. (2000). *Relatório de Andamento 03 – Versão Revisada*. Projeto de Restauração da BR-277/PR.

KSAIBATI, K., ARMAGHANI, J., FISHER, J. (2000). *Effect of Moisture on Modulus Values of Base and Subgrade Materials*. TRR 1716. Transportation Research Record. Washington.

LTPP (2002). *LTPP Data Analysis: Variations in Pavement Design Inputs*. NCHRP Web Document 48. Preparado por: STUBSTAD, R.N., TAYABJI, S.D., LUKANEN, E.O.

LYTTON, R.L. (1989). *Backcalculation of Pavement Layer Properties – Non-desctrutive Testing of Pavements and Backcalculation of Moduli*. ASTM, STP 1026, Philadelphia.

MACÊDO, J. A. G. (1996). *Interpretação de Ensaios Deflectométricos para Avaliação Estrutural de Pavimentos Flexíveis*. Tese de Doutorado. COPPE/ UFRJ, Rio de Janeiro.

MAINA, J.W., INOUE, T., KASAHARA, A. et. al. (2002). "*Backcalculation of Pavement Layer Moduli without Using D0 – Deflection*". In: *Proceedings of the 6th Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields*. V. 1, pp. 647-657, Lisboa, Portugal.

MARCHIONNA, A., CESARINI, M., FORNACCI, M.G. et al. (1985). *Pavement Elastic Characteristics Measured by Means of Tests Conducted with FWD*. TRR 1007, Transportation Research Record, Washington.

MARGARIDO, R.A., PINTO, I.E., PREUSSLER, E.S., et. al. (1998). "Ground Penetration Radar, (GPR)". In: *31ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 2 pp. 889-897, São Paulo, SP, Brasil.

MASER, K., DEBSKI, G., KLAG, A. et. al. (2001). "Use of Nondestructive Methods for Large Scale Bridge Deck Evaluation". In: *Second International Symposium on*

Maintenance and Rehabilitation of Paviment and Technological Control. Auburn, Alabama, USA.

MEDINA, J., MACÊDO, J.A.G., MOTTA, L.M.G., et. al. (1994). "Utilização de Ensaios Defletométricos e de Laboratório para a Avaliação Estrutural de Pavimentos". In: *28ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 1, pp. 595-625, Belo Horizonte, MG, Brasil.

MEDINA, J. (1997). *Mecânica dos Pavimentos*. Rio de Janeiro, Editora UFRJ.

MEHTA, Y., BIRGISSON, B., CHOUBANE, B. (2002). "Use of Backcalculated Falling Weight Deflectometer Modulus for Detecting Foudation Problems Caused by Rubblization of Concrete Pavements". In: *Proceedings of the 6th Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields*. V. 1, pp. 667-676, Lisboa, Portugal.

MOMM, L., KRYCKYJ, P.R., SANT'ANA, W.C. et. al. (2001). "Deformação da Camada de Concreto Asfáltico no Pavimento em Função do Raio de Curvatura da Deformada. In: *33ª Reunião Anual de Pavimentação*. pp. 645-659, Florianópolis, SC, Brasil.

MONTEIRO, S.A., FARIAS, M.M., CARVALHO, J.C. (1996). "Estudo Comparativo de Metodologias de Dimensionamento de Reforço de Pavimentos Flexíveis". In: *30ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 3 pp. 1397-1426, Salvador, BA, Brasil.

MOTTA, L.M.G., MEDINA, J. (1986). "A Questão da Influência da Temperatura na Deformabilidade Elástica dos Pavimentos Flexíveis". In: *21a Reunião Anual de Pavimentação*. V. 1., pp. 337-352, Salvador, BA, Brasil.

MOTTA, L.M.G. (1991). Método de Dimensionamento de Pavimentos Flexíveis; Critério de Confiabilidade e Ensaio de Cargas Repetidas. Tese de Doutorado. COPPE/ UFRJ, Rio de Janeiro.

MOTTA, L.M.G, MACÊDO, J.A.G., MEDINA, J., et. al. (1995). "Avaliação Estrutural de Trechos Experimentais na Rodovia Carvalho Pinto – Análise Preliminar". In: *29ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 2, pp.282-309, Cuiabá, MG, Brasil.

MOTTA, L.M.G. (2003). *Comunicação Pessoal*.

NEBLAUER, S. (2002). "Reinforcement of Flexible Paviments – Design of Finite Elements Models". In: *Proceedings of the 6th Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields*. V. 1, pp. 223-230, Lisboa, Portugal.

NOURELDIN, A.S. (1993). *A New Scenario for Backcalculation of Layer Moduli of Flexible Pavement*. TRR 1384. Transportation Research Record. Washington.

NUÑES, W.P., NAKAHARA, S.M., RODRÍGUES, M.R., et. al. (1997). "A Influência da Sucção no Módulo de Resiliência de um Subleito Típico de Pavimentos com Baixo Volume de Tráfego a Partir de Medidas" "in situ". In: *1º Simpósio Internacional de Pavimentação de Rodovias de Baixo Volume de Tráfego*. V.2., pp. 437-454, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

OLIVEIRA, S.T., FABRÍCIO, J.M. (1967). "Variações Mensais de Deflexões com a Viga Benkelman". In: *8ª Reunião Anual de Pavimentação*, pp. 159-196, Recife, PE, Brasil.

PAIVA, C.E.L., CAUSIM, P.B. (2000). "Estudo de Avaliações das Condições Estruturais de um Pavimento a Partir de Bacias de Deformação". In: *32ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 1 pp. 297-307, Brasília, DF, Brasil.

PAOLUCCI, H.V.N., FARIAS, M.M., CARVALHO, J.C. (1995). – "Análise de Dimensionamento de Reforço de um Pavimento Flexível através de um Programa de Elementos Finitos". In: *29ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 2, pp.464-493, Cuiabá, MG, Brasil.

PEREIRA, O.A. (1969). *Determinação das características estruturais de pavimento, a partir da linha de influência obtida em ensaios de carga com pneus*. Relat. Proc.Vol IV 52/5/3441, LNEC.

PEREIRA, A.S. (2002). *Utilização de Geotêxtil em Reforço de Pavimentos Aplicado em um Trecho Experimental*. Tese de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

PINTO, C.S., GOBARA, W. (1987). "Análise das Tensões e Deformações nos Revestimentos de Pavimentos Flexíveis". In: *22ª Reunião Anual de Pavimentação*, v. 1, pp. 603-630, Maceió, AL, Brasil.

PINTO, S. (1991). *Estudo do Comportamento à Fadiga de Misturas Betuminosas e Aplicação na Avaliação Estrutural de Pavimentos*. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

PINTO, I. E., DOMINGUES, F. A. A. (2001). "A Contribuição ao Estudo de Correlação entre Equipamentos Medidores de Deflexões: Viga Benkelman e *Falling Weight Deflectometer* – FWD". In: *Second International Symposium on Maintenance and Rehabilitation of Paviment and Technological Control*. Auburn, Alabama, USA.

PINTO, S., PREUSSLER, E.S. (2002). *Pavimentação Rodoviária – Conceitos Fundamentais sobre Pavimentos Flexíveis*. Rio de Janeiro, Copiarte, Copiadora e Artes Gráficas.

PITTA, D.M., BALBO, J.T. (1998). "Estudo de Caso de Retroanálise de Superfícies Deformadas em Pavimentos Asfálticos da Região Sul do Brasil". In: *31ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 2 pp. 815-834, São Paulo, SP, Brasil.

PREUSSLER, E.S. (1983). *Estudo da Deformação Resiliente de Pavimentos Flexíveis e Aplicação ao Projeto de Camadas de Reforço*. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

PREUSSLER, E.S., FERREIRA, A.A., PEREIRA, A.M., et. al. (1988). "Avaliação Estrutural do Pavimento do Anel Viário Metropolitano de São Paulo e sua Contribuição

no Aperfeiçoamento do Método da Resiliência". In: *23ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 2, pp. 995-967, Florianópolis, SC, Brasil.

PREUSSLER, E.S., VALE, A.F., CARVALHO, R.L.E. et. al. (2000). "Caracterização da Condição Elástica do Subleito". In: *32ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 1 pp. 331-336, Brasília, DF, Brasil.

ROCHA FILHO, N.R., RODRIGUES, R.M. (1996). "A Avaliação Estrutural dos Pavimentos por Meio de Levantamentos Deflectométricos". In: *30ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 3 pp. 1119-1146, Salvador, BA, Brasil.

ROCHA FILHO, N.R, RODRIGUES, R.M. (1998). "Levantamentos Deflectométricos: Fatores que Influenciam na Previsão de Desempenho de Pavimentos". In: *31ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 2 pp. 751-767, São Paulo, SP, Brasil.

RODRIGUES, R.M. (1991). *Estudo dos Trincamentos dos Pavimentos*. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

RODRIGUES, R.M. (1995). – "Aplicação da Mecânica dos Pavimentos ao Projeto e à Avaliação Estrutural dos Pavimentos Asfálticos". In: *29ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 2, pp.322-345, Cuiabá, MG, Brasil.

RUTH, B.E., FERNANDES JÚNIOR, J.L. (1999). "Procedimentos para a Obtenção de Melhores Resultados em Retroanálises de Avaliações Estruturais de Pavimentos Flexíveis". In: *3º Simpósio Internacional de Avaliação de Pavimentos e Projetos de Reforço*. pp. 195-199, Belém, PA, Brasil.

RYDEN, N., ULRIKSEN, P., EKDAHL, U. et. al. (2002). "Multichannel Analysis of Seismic for Layer Moduli Evaluation of Pavements". In: *Proceedings of the 6th Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields*. V. 1, pp. 705-714, Lisboa, Portugal.

SALT, G., STEVENS, D., McLEOD, R. (2002). "Pavement Structural Evaluation: Production Level FWD Back-Analysis Using the Full Time History". In: *Proceedings*

of the 6th Bearing Capacity of Roads, Railways and Airfields. V. 1, pp. 715-720, Lisboa, Portugal.

SANTA MARIA, P. E. L. (2002). *Notas de Aula da Disciplina Estatística e Risco Geotécnico*. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

SANTA MARIA, P.E.L. (2002b). *Comunicação Pessoal*.

SANTOS, A.M., MOREIRA, M.R.P. (1987). "Os Trechos Experimentais da Rodovia BR-104/PE: Análise do Desempenho do Reforço". In: *22ª Reunião Anual de Pavimentação*, v. 2, pp. 419-471, Maceió, AL, Brasil.

SCHMIDT, L.A., PREUSSLER, E.S., PINTO, S. (1987). "Modelos de Previsão de Deflexões: Aplicação Comparada a Casos Reais de Restauração de Pavimentos". In: *22ª Reunião Anual de Pavimentação*, V. 2. pp. 378-401, Maceió, AL, Brasil.

SILVA, C.A.R. (1999). "Controle Deflectométrico na Execução de Camadas de Pavimento". In: *3º Simpósio Internacional de Avaliação de Pavimentos e Projetos de Reforço*. pp. 85-89, Belém, PA, Brasil.

SILVA, G.A., DOMINGUES, F.A.A. (1994). "Aspectos sobre Alguns Métodos de Dimensionamento de Camadas de Reforço de Pavimento". In: *28ª Reunião Anual de Pavimentação*, V. 1, pp. 714-737, Belo Horizonte, MG, Brasil.

SOUZA, G.D., JATOBÁ, L.L.B., LYRA, M.P. (1988). "Restauração X Conservação". In: *23ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 3, pp. 1331-1362, Florianópolis, SC, Brasil.

SOUZA, M.L. (1967). "Utilização da Viga Benkelman: Algumas Dificuldades e Sugestões". In: *8ª Reunião Anual de Pavimentação*, pp. 259-280, Recife, PE, Brasil.

STUBSTAD, R. N., IRWIN, L. H., LUKANEN, E. O. et. al. (2000). *It's 10 o'Clock! Do You Know Where Your Sensors Are?* TRR 1716. Transportation Research Record. Washington.

SUZUKI, C.Y., SOUZA, P.R.B., NAGAO, E.M., et. al. (1998). "Procedimento para a Determinação de Espessura de Recapeamento em Função de Parâmetros de Curvatura (Relação R/D) do Pavimento Flexível Existente". In: *31ª Reunião Anual de Pavimentação*. V. 2 pp. 768-777, São Paulo, SP, Brasil.

SUZUKI, C.Y., NAGAO, E.M, OSÓRIO, C.A.A.C. et. al. (2001). "Consideração sobre o Conceito de Confiabilidade na Análise Mecanística de Estruturas de Pavimentos Flexíveis". In: *33ª Reunião Anual de Pavimentação*, pp. 695-705, Florianópolis, SC, Brasil.

TAWFIQ, K., SOBANJO, J., ARMAGHANI, J. (2000). *Curvilinear Behavior of Base Layer Moduli From Deflection and Seismic Methods*. TRR 1716, Transportation Research Record, Washington.

TRANSPORTES (2001). Separata do Jornal do Brasil do dia 14.10.2001.

VALE, A.F., PREUSSLER, E.S., NEGRÃO, D.P. et. al. (2001). "Avaliação Estrutural de Pavimentos Rígidos do Túnel Augusto Lucena Utilizando o *Falling Weight Deflectometer*". In: *Second International Symposium on Maintenance and Rehabilitation of Paviment and Technological Control*. Auburn, Alabama, USA.

VILLELA, A.R.A., MARCON, A.F. (2001). "Avaliação Estrutural de Pavimentos Utilizando um Método Simplificado de Retroanálise – Retran-2CL". In: *33ª Reunião Anual de Pavimentação*. pp. 622-633, Florianópolis, SC, Brasil.

VILLIBOR, D.F., NOGAMI, J.S. (2001). "Aspectos Fundamentais para o Uso Adequado de SAFL em Bases de Pavimentos de Baixo Custo". In: *33ª Reunião Anual de Pavimentação*. pp. 854-877, Florianópolis, SC, Brasil.

EDUARDO SUASSUNA NÓBREGA *CURRICULUM VITAE*

Dados Pessoais

Filiação: Danilo Nóbrega e Alvay Suassuna Nóbrega
Nascimento: 18/02/1978 – Recife/PE – Brasil
CI: 2.110.377 SSP – PB – 19/02/1999
CPF: 025.483.464-71

FORMAÇÃO

2001 a 2003 – Mestre em Engenharia Civil – PEC/COPPE/UFRJ

1996 a 2001 – Engenheiro Civil – UFPB – CAMPUS II

EXPERIÊNCIA PROFISSIONAL

2000 a 2001 – Santa Bárbara Engenharia S.A. – Estágio Supervisionado: setor de projetos e controle tecnológico na execução do Canal de Bodocongó (Campina Grande – PB).

2000 – Prefeitura Municipal de Campina Grande (PMCG) - Estágio Supervisionado: fiscalização de obras de infra-estrutura urbana.

1997 a 2000 – Bolsista de Iniciação Científica do programa PIBIC/CNPq/UFPB, na Área de Engenharia Sanitária e Ambiental (AESA), sob orientação da Prof[a] Dr[a] Beatriz Susana Ovruski de Ceballos.

CURSO DE CURTA DURAÇÃO

1999 – Extensão universitária em Introdução à Dinâmica de Traçadores em Rios e Açudes – UFPB – CAMPUS II.

1999 – Extensão universitária em Avaliação do Impacto de Lançamento de Efluentes – UFPB – CAMPUS II.

1999 – Extensão universitária em Autocad Básico R14 – UFPB – CAMPUS II.

TRABALHOS TÉCNICOS PUBLICADOS

NÓBREGA, E.S., CEBALLOS, B.S.O., KÖNIG, A. (2000). "Resposta do Processo de Autodepuração ao Impacto dos Esgotos Domésticos em um Rio do Semi-árido". In: *IX Simpósio Luso-brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Porto Seguro – BA.

NÓBREGA, E.S. (2000). "Autodepuração do Baixo Bodocongó: Aplicação do Modelo Matemático QUAL2E". In: *VIII Encontro de Iniciação Científica da UFPB*. João Pessoa – PB.

NÓBREGA, E.S., KÖNIG, A., CEBALLOS, B.S.O. (1999). "Impactos Ambientais e Qualidade de Água dos Compartimentos Verticais de um Manancial do Trópico Semi-árido (Paraíba-Brasil)". In: *Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro - RJ.

NÓBREGA, E.S. (1999). "Autodepuração do Baixo Bodocongó: Aplicação do Modelo Matemático Streeter-Phelps". In: *VII Encontro de Iniciação Científica da UFPB*. João Pessoa – PB.

NÓBREGA, E.S., KÖNIG, A., CEBALLOS, B.S.O., AMORIM, F.M.B. (1998). "Produção Primária e Distribuição Vertical da Biota Aquática numa Represa do Semi-árido Paraibano". In: *VI Encontro Nacional de Microbiologia e XXIII Seminário de Estudos Biológicos*, Cuiabá – MG.

NÓBREGA, E.S. (1998). "Autodepuração do Rio Bodocongó: Aspectos Sanitários e Ecológicos". In: *VI Encontro de Iniciação Científica da UFPB*. João Pessoa – PB.

CONTATO

Residência: Rua Silva Jardim, 470 – Santo Antônio – CEP: 58103/280
Campina Grande – PB – Telefone: (83) 321-2118
zuazzuna@hotmail.com

ANEXOS

ANEXO I

EXEMPLO DE DIMENSIONAMENTO PROBABILÍSTICO

A partir dos resultados de uma avaliação estrutural realizada no segmento homogêneo 1 da BR-277/PR, trecho Curitiba - Paranaguá, que consistiu na medição das bacias deflectométricas na superfície do pavimento com o FWD obteve-se, através de processo de retroanálise utilizando o programa RETRAN5-L, os valores dos módulos de resiliência equivalentes para 3 camadas, denominadas revestimento, camada granular e subleito. Estes valores são apresentados na tabela A.1.

Tabela A.1: Módulos de resiliência do segmento homogêneo 1 (BR-277/PR)

DMI (m)	Módulo de Resiliência (kgf/cm^2)		
	Revestimento	Camada Granular	Subleito
51099	27500	2800	1900
51200	15000	1300	1300
51299	42500	3200	1900
51399	22500	3200	3600
51482	55000	1600	1300
51600	32500	1500	2400
51700	42500	950	2600
51800	12500	1900	1000
51900	20000	2200	1300
52001	27500	2800	1900
52102	47500	2800	1900
52200	25000	1100	950
52299	25000	2000	3000
52399	32500	3400	1900
52500	22500	950	1400

A estrutura deste segmento tem a configuração apresentada na figura A.1.

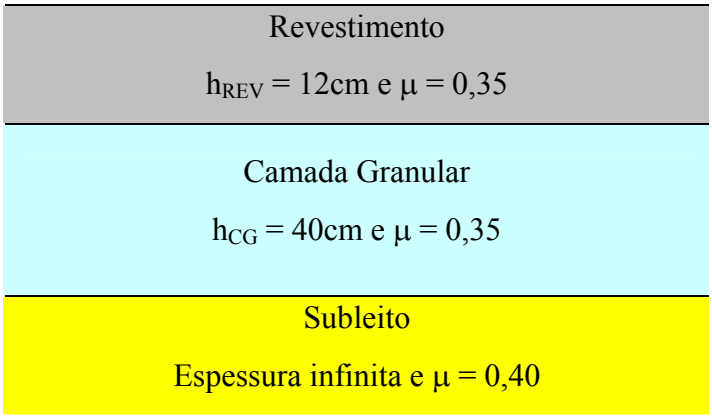


Figura A.1: Estrutura típica do pavimento da BR-277/PR

Sobre esta estrutura simulou-se uma camada de reforço de concreto betuminoso usinado à quente (CBUQ), com 8cm de espessura e módulo de resiliência igual a 30000kgf/cm^2, e foi verificado se esta camada atende aos seguintes critérios de dimensionamento:

- Deformação específica de tração na base da camada de reforço (ε_t) (PINTO, 1991):

  $$N_f = 9{,}07.10^{-5}\left(1/\varepsilon_t\right)^{2{,}65}.\left(1/M_{ref}\right)^{-0{,}033} \qquad \text{(A.1)}$$

  onde M_{ref} é o módulo de resiliência do reforço (kgf/cm^2);

- Tensão vertical de compressão no topo do sub-leito (σ_{vSL}) (HEUKELOM e KLOMP, 1962):

  $$\sigma_{vSL} = 0{,}006.M_{SL}/(1+0{,}7.\log N) \qquad \text{(A.2)}$$

  onde M_{SL} é o módulo de resiliência do subleito (kgf/cm^2).

Aplicando-se nas equações A.1 e A.2 os valores particulares correspondentes a este trecho, ou seja, um valor de N = 5.10^7 (número equivalente de operações do eixo padrão rodoviário: eixo simples com rodas duplas, com carga de 8,2 toneladas), um módulo de resiliência de 30000kgf/cm^2 para a camada de reforço e um módulo de subleito igual a 1165kgf/cm^2, que corresponde ao valor médio do módulo do subleito menos um desvio padrão, obtém-se os valores limites para o dimensionamento do reforço:

ε_t = 0,4217.10^{-4}cm/cm e

σ_{vSL} = 1,0942kgf/cm^2

SOLUÇÃO:

1º Passo:

Em primeiro lugar, deve-se calcular os valores de média, variância, desvio padrão e coeficiente de variação dos módulos de resiliência das camadas de revestimento, camada granular e subleito a partir da retroanálise pontual das bacias levantadas no segmento homogêneo 1 (tabela A.1), onde:

Média: $$E(x) = \bar{x} = \sum_{i=1}^{k} x_i / n \quad \text{(A.3)}$$

Variância: $$V(x) = \sum_{i=1}^{k} (x_i - \bar{x})^2 / n \quad \text{(A.4)}$$

Desvio Padrão: $$\sigma(x) = \sqrt{V(x)} \quad \text{(A.5)}$$

Coeficiente de Variação: $$CV = \sigma(x)/E(x) \quad \text{(A.6)}$$

(a) para a camada de revestimento:

$$E(M_{REV}) = \frac{(27.500 + 15.000 + 42.500 + ... + 22.500)}{15} = 30.000$$

$$V(M_{REV}) = \frac{(27.500 - 30.000)^2 + ... + (22.500 - 30.000)^2}{15} = 137.499.076$$

$$\sigma(M_{REV}) = \sqrt{137.499.076} = 11.726$$

$$CV(M_{REV}) = \frac{11.726}{30.000} = 39{,}1\%$$

(b) para a camada granular:

$$E(M_{CG}) = \frac{(2.800 + 1.300 + 3.200 + ... + 950)}{15} = 2.113$$

$$V(M_{REV}) = \frac{(2.800 - 2.113)^2 + ... + (950 - 2.113)^2}{15} = 702.244$$

$$\sigma(M_{CG}) = \sqrt{702.244} = 838$$

$$CV(M_{CG}) = \frac{838}{2.113} = 39{,}7\%$$

(c) para a camada de subleito:

$$E(M_{SL}) = \frac{(1.900 + 1.300 + 1.900 + ... + 1.400)}{15} = 1.890$$

$$V(M_{SL}) = \frac{(1.900 - 1.890)^2 + ... + (1.400 - 1.890)^2}{15} = 525.625$$

$$\sigma(M_{SL}) = \sqrt{525.625} = 725$$

$$CV(M_{SL}) = \frac{725}{1.890} = 38{,}4\%$$

Os valores calculados acima, a partir da retroanálise pontual, de média, desvio padrão e coeficiente de variação (em porcentagem) do segmento homogêneo 1 são apresentados na tabela A.2.

Tabela A.2: Valores calculados de média, desvio padrão e coeficiente de variação (%)

	Módulo de resiliência (kgf/cm^2)		
	Revestimento	**Camada Granular**	**Subleito**
Média	30000	2113	1890
Desvio padrão	11726	838	725
CV (%)	39,1	39,7	38,4

O fato do módulo de resiliência médio do revestimento antigo ter sido 30000kgf/cm^2, igual ao valor adotado para o reforço, foi mera coincidência. Outros trechos não apresentaram este valor.

2º Passo (Aplicação do Método de Rosenblueth):

Determinados os valores de média e desvio padrão, temos que $M_{Ri} = \overline{M_{Ri}} \pm \sigma(M_{Ri})$.

Logo:

Revestimento:
$$M_{R+} = 30000 + 11726 = 41726 kgf/cm^2$$
$$M_{R-} = 30000 - 11726 = 18274 kgf/cm^2$$

Camada Granular:
$$M_{R+} = 2113 + 838 = 2951 kgf/cm^2$$
$$M_{R-} = 2113 - 838 = 1275 kgf/cm^2$$

Subleito:
$$M_{R+} = 1890 + 725 = 2615 kgf/cm^2$$
$$M_{R-} = 1890 - 725 = 1165 kgf/cm^2$$

Os valores acima calculados foram agrupados em trincas de valores de módulo de resiliência, sendo que cada trinca corresponde a uma estrutura a ser reforçada. Para cada uma das estruturas (apresentadas na figura A.2) foram determinados os valores de ε_t e σ_{vSL} após a execução da camada de reforço em CBUQ com 8cm de espessura. O número de termos das variáveis dependentes (ε_t e σ_{vSL}) é igual a 2^N, onde "N" é o número de variáveis aleatórias independentes envolvidas na análise. Como foram 3 as variáveis aleatórias (módulos de resiliência do revestimento, camada granular e subleito) 8 trincas foram analisadas, conforme o esquema apresentado na figura A.2.

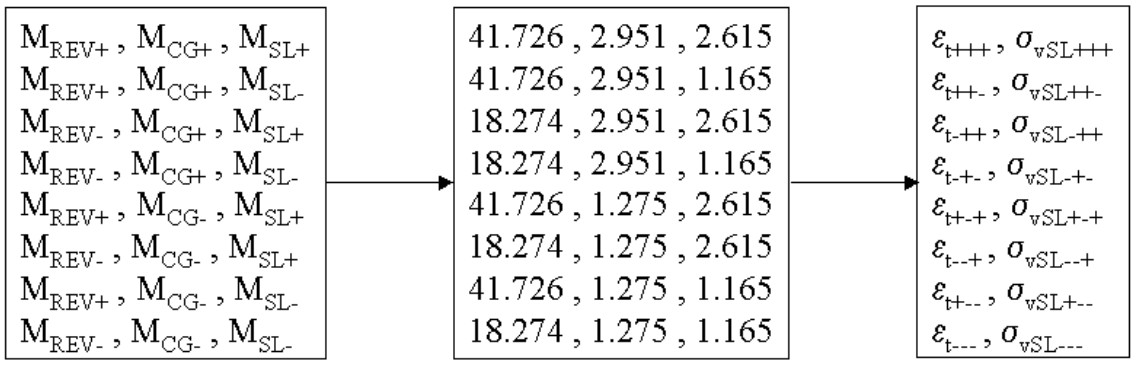


Figura A.2: Rotina de dimensionamento de reforço usando o Método de Rosenblueth

A partir dos valores de módulo de resiliência acima calculados, espessura e coeficiente de Poisson de cada camada retroanalisada (figura A.1), para um carregamento equivalente ao eixo padrão rodoviário, foram determinados os valores de deformação específica de tração na base da camada de reforço e a tensão vertical de compressão no topo da camada de subleito, utilizando o programa computacional JULEA (Jacon Uzan Layered Elastic Analysis). Como já comentado, a camada de reforço usada nesta simulação tem 8cm de espessura e módulo de resiliência igual a 30000kgf/cm^2. Na tabela A.3, que apresenta os valores calculados do parâmetros de dimensionamento citados, a variável "M" é o expoente do momento probabilístico $E\left[y^M\right]$, que pode ser definido como uma função de distribuição de probabilidade em relação ao valor de *y*.

Tabela A.3: Valores de ε_t e σ_{VSL} calculados pelo JULEA para reforço com 8cm

	ε_t (cm/cm)		σ_{VSL} (kgf/cm^2)	
	M = 1 (.10^{-4})	M = 2 (.10^{-8})	M = 1	M = 2
+++	-0,0800	0,0064	0,3147	0,0990
++-	-0,1260	0,0159	0,2274	0,0517
-++	0,4810	0,2314	0,3427	0,1174
-+-	0,4380	0,1918	0,2474	0,0612
+-+	-0,1410	0,0199	0,3127	0,0978
--+	-0,1830	0,0335	0,2468	0,0609
+--	0,4910	0,2411	0,3496	0,1222
---	0,4570	0,2088	0,2765	0,0765
Σ	1,3370	0,9488	2,3179	0,6868

A média, variância, desvio padrão e coeficiente de variação das variáveis aleatórias resposta, ou seja, ε_t e σ_{vSL} são obtidas a partir da seguintes equações:

$$E[Y^M] = \frac{1}{8}.\left(Y_{+++}^M + Y_{++-}^M + ... + Y_{---}^M\right) \quad \text{(A.7)}$$

onde a média é igual ao primeiro momento $E[Y]$ (2ª e 4ª colunas da tabela A.3), ou seja, M =1 e a variância igual a seguinte expressão:

$$V[Y] = E[Y^2] - \left(E[Y]\right)^2 \quad \text{(A.8)}$$

onde $E\left[y^2\right]$ é o segundo momento (3ª e 5ª colunas da tabela A.3), ou seja, M = 2.

O desvio padrão é obtido pela equação (A.5) e o coeficiente de variação pela equação (A.6). A partir dos valores apresentados na tabela A.3 são calculados, usando as equações (A.7), (A.8), (A.5) e (A.6), os valores de média, variância, desvio padrão e coeficiente de variação das variáveis aleatórias dependentes.

(a) para deformação específica de tração na base da camada de reforço:

$$E[\varepsilon_t] = \frac{1{,}3370.10^{-4}}{8} = 0{,}1671.10^{-4}$$

$$E[\varepsilon_t^2] = \frac{0{,}9488.10^{-8}}{8} = 0{,}1186.10^{-8}$$

$$V[\varepsilon_t] = 0{,}1186.10^{-8} - \left[\left(0{,}1671.10^{-4}\right)^2\right] = 9{,}0678.10^{-10}$$

$$\sigma[\varepsilon_t] = \sqrt{9{,}0678.10^{-10}} = 0{,}3011.10^{-4}$$

$$CV[\varepsilon_t] = \frac{0{,}3011.10^{-4}}{0{,}1671.10^{-4}} = 180\%$$

(b) para tensão vertical de compressão no topo da camada de subleito:

$$E[\sigma_{vSL}] = \frac{2{,}3179}{8} = 0{,}2897$$

$$E[\sigma_{vSL}^2] = \frac{0{,}6868}{8} = 0{,}0859$$

$$V[\sigma_{vSL}] = 0{,}0859 - \left[(0{,}2897)^2\right] = 0{,}0019$$

$$\sigma[\sigma_{vSL}] = \sqrt{0{,}0019} = 0{,}0436$$

$$CV[\sigma_{vSL}] = \frac{0{,}0436}{0{,}2897} = 15\%$$

Os valores calculado acima são apresentados na tabela A.4.

Tabela A.4: Valores calculados de E[Y], E[Y^2], V[Y], σ[Y] e CV (%)

	ε_t (cm/cm)	σ_{vSL} (kgf/cm^2)
E[Y]	$0{,}1671.10^{-4}$	0,2897
E[Y^2]	$0{,}1186.10^{-8}$	0,0859
V[Y]	$9{,}0678.10^{-10}$	0,0019
σ[Y]	$0{,}3011.10^{-4}$	0,0436
CV (%)	180	15

3º Passo (Verificação do Dimensionamento):

Agora, deseja-se saber qual o nível de confiabilidade deste dimensionamento. O nível de confiabilidade consiste na probalidade do sucesso. Neste trabalho, ele é traduzido pela probabilidade das variáveis dependentes apresentarem valores menores que o critério de fadiga proposto por PINTO (1991) e o critério de acúmulo de deformações permanentes proposto por HEUKELOM E KLOMP (1962):

- $p(\varepsilon_t \leq 0{,}4217.10^{-4}\text{cm/cm})$;
- $p(\sigma_{vSL} \leq 1{,}0942\text{kgf/cm}^2)$.

Segundo a tabela apresentada em MEDINA (1997), o nível de confiabilidade do dimensionamento da camada de reforço deve ser superior a 80% para todos os dois limites da aceitação, já que a BR-277/PR é uma rodovia interestadual e está situada em zona rural.

Para o cálculo destas probabilidades foi usada como ferramenta a distribuição normal, sendo necessário para resolução do problema os valores de média, desvio padrão e o limite de aceitação de cada parâmetro. A distribuição normal segue o seguinte modelo:

$$p(x \leq x_{\lim ite}) = \oint \left[\frac{x_{\lim ite} - \mu_x}{\sigma_x} \right]$$

(a) para deformação específica de tração na base da camada de reforço:

$p(\varepsilon_t \leq 0{,}4217.10^{-4}\text{cm/cm})$

$$p(\varepsilon_t \leq 0{,}4217.10^{-4}) = \oint\left[\frac{0{,}4217.10^{-4} - 0{,}1671.10^{-4}}{0{,}3011.10^{-4}}\right] = \oint[0{,}8456] \Rightarrow$$

pela tabela de Dist. Normal (BUSSAB e MORETTIN, 1985) $\Rightarrow$

$$p(\varepsilon_t \leq 0{,}4217.10^{-4}) = 80{,}23\%$$

(b) para tensão vertical de compressão no topo da camada de subleito:

$p(\sigma_{vSL} \leq 1{,}0942\text{kgf/cm}^2)$

$$p(\sigma_{vSL} \leq 1{,}0942) = \oint\left[\frac{1{,}0942 - 0{,}2897}{0{,}0436}\right] = \oint[18{,}4518] \Rightarrow$$

pela tabela de Dist. Normal (BUSSAB e MORETTIN, 1985) $\Rightarrow$

$$p(\sigma_{vSL} \leq 1{,}0942) = 100\%$$

Como o nível de confiabilidade deste dimensionamento foi superior ao estabelecido, para os dois parâmetros de cálculo utilizados, a camada de reforço de CBUQ com de 8cm de espessura é satisfatória para restaurar este trecho desta rodovia.

ANEXO II

RESULTADOS DA RETROANÁLISE – BR-277/PR

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN2-CL										Pista Direita			Segmento Homogêneo 1
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá				Limites do Segmento Homogêneo:		km 51,099 - km 52,500		Extensão do Segmento:		1,401 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			RMS
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
51099	32	21	17	12	9	6	3	4910	0,50	70,4	1720	0,50	Inf.	0,24
51200	58	39	30	22	15	10	5	2700	0,50	71,0	970	0,50	Inf.	0,47
51299	27	19	16	12	9	6	3	5970	0,50	79,4	1730	0,50	Inf.	0,24
51399	26	16	12	7	4	1	1	6470	0,50	40,6	2760	0,50	Inf.	0,58
51482	38	29	25	20	15	10	4	4330	0,50	89,9	1030	0,50	Inf.	0,66
51600	36	25	20	14	9	5	2	4750	0,50	54,8	1550	0,50	Inf.	0,49
51700	39	29	23	16	10	5	2	4760	0,50	48,9	1350	0,50	Inf.	0,50
51800	56	40	32	24	17	10	6	2840	0,50	77,9	880	0,50	Inf.	0,64
51900	43	31	25	18	13	8	5	3770	0,50	73,7	1140	0,50	Inf.	0,50
52001	32	22	17	12	8	5	4	4920	0,50	70,5	1730	0,50	Inf.	0,65
52102	28	20	17	13	8	7	4	5820	0,50	78,5	1630	0,50	Inf.	0,79
52200	60	46	38	27	18	11	7	2970	0,50	60,7	780	0,50	Inf.	1,02
52299	33	22	16	11	7	4	3	5060	0,50	50,1	1900	0,50	Inf.	0,49
52399	28	20	16	13	9	6	4	5770	0,50	79,3	1660	0,50	Inf.	0,49
52500	58	41	32	23	17	9	5	2950	0,50	57,4	920	0,50	Inf.	0,51

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN2-CL										Pista Direita			Segmento Homogêneo 2
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá				Limites do Segmento Homogêneo:		km 56,599 - km 58,800		Extensão do Segmento:		2,201 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			RMS
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
56599	31	20	16	12	9	6	3	4650	0,50	110,4	1670	0,50	Inf.	0,26
56701	31	20	16	13	10	7	5	4580	0,50	162,1	1320	0,50	Inf.	0,36
56800	33	22	18	13	10	6	4	4810	0,50	72,6	1590	0,50	Inf.	0,41
56901	26	18	15	12	9	6	4	5640	0,50	129,1	1630	0,50	Inf.	0,26
56999	23	18	14	11	7	6	4	7130	0,50	83,0	1850	0,50	Inf.	0,76
57099	26	18	14	10	5	4	2	6410	0,50	55,9	2220	0,50	Inf.	0,69
57198	34	24	19	14	8	5	3	5110	0,50	54,1	1600	0,50	Inf.	0,69
57300	38	27	22	16	11	7	4	4230	0,50	74,4	1310	0,50	Inf.	0,49
57401	34	22	18	13	10	6	4	4290	0,50	106,1	1510	0,50	Inf.	0,40
57502	28	19	16	13	10	7	4	5220	0,50	132,5	1510	0,50	Inf.	0,29
57599	54	37	29	20	14	8	4	3130	0,50	55,3	1050	0,50	Inf.	0,27
57701	33	20	17	14	11	8	5	4290	0,50	162,9	1250	0,50	Inf.	0,33
57802	39	26	21	16	12	9	5	3720	0,50	120,9	1220	0,50	Inf.	0,28
57901	41	27	16	10	6	4	2	3840	0,50	46,0	1810	0,50	Inf.	1,33
57999	36	22	18	12	9	5	4	4270	0,50	66,2	1720	0,50	Inf.	0,62
58100	35	22	16	11	8	4	2	4590	0,50	51,7	1900	0,50	Inf.	0,30
58197	35	22	16	12	9	6	4	4070	0,50	104,0	1660	0,50	Inf.	0,47
58299	24	16	13	10	8	6	4	5990	0,50	158,7	1620	0,50	Inf.	0,28
58398	22	13	9	6	4	3	2	6750	0,50	58,8	3320	0,50	Inf.	0,39
58501	29	18	14	11	8	4	2	5390	0,50	65,2	2070	0,50	Inf.	0,55
58601	43	28	20	14	9	5	3	3790	0,50	51,1	1510	0,50	Inf.	0,42
58700	33	20	16	12	9	5	2	4690	0,50	65,8	1850	0,50	Inf.	0,58
58800	57	39	29	21	15	10	5	2790	0,50	67,1	990	0,50	Inf.	0,56

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN2-CL										Pista Direita			Segmento Homogêneo 3
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá				Limites do Segmento Homogêneo:		km 59,198 - km 60,700		Extensão do Segmento:		1,502 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			RMS
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
59198	46	31	23	16	10	8	5	3360	0,50	68,8	1280	0,50	Inf.	1,03
59299	39	29	23	16	12	6	3	4450	0,50	59,5	1290	0,50	Inf.	0,41
59401	33	23	19	15	11	7	4	4940	0,50	76,1	1430	0,50	Inf.	0,43
59498	37	27	22	17	13	8	5	4380	0,50	81,5	1210	0,50	Inf.	0,31
59598	37	26	20	14	9	5	3	4580	0,50	55,2	1530	0,50	Inf.	0,43
59700	44	30	24	18	13	8	4	3620	0,50	72,3	1190	0,50	Inf.	0,29
59802	30	22	18	14	10	6	4	5460	0,50	78,2	1510	0,50	Inf.	0,40
59900	40	27	22	17	13	8	5	3670	0,50	116,3	1160	0,50	Inf.	0,41
59999	34	22	19	15	12	9	6	4270	0,50	155,9	1090	0,50	Inf.	0,22
60100	33	19	13	9	7	5	3	4180	0,50	95,9	2130	0,50	Inf.	0,57
60200	30	17	13	10	8	6	4	4510	0,50	179,2	1750	0,50	Inf.	0,26
60300	28	16	12	9	4	5	4	4750	0,50	186,3	2070	0,50	Inf.	1,29
60397	26	14	10	8	4	4	3	5270	0,50	93,5	2830	0,50	Inf.	0,78
60501	29	17	13	10	5	6	4	4660	0,50	176,7	1850	0,50	Inf.	1,16
60598	45	33	27	20	11	9	6	3860	0,50	62,0	1080	0,50	Inf.	1,49
60700	58	40	31	21	11	8	5	3160	0,50	44,0	1010	0,50	Inf.	1,39

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN2-CL										Pista Direita			Segmento Homogêneo 4
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá				Limites do Segmento Homogêneo:		km 67,799 - km 69,303		Extensão do Segmento:		1,504 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			RMS
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
67799	42	30	24	18	13	8	6	3810	0,50	77,2	1150	0,50	Inf.	0,65
67900	38	26	19	13	9	5	3	4390	0,50	53,1	1590	0,50	Inf.	0,32
68000	46	32	26	18	12	6	3	3750	0,50	54,4	1200	0,50	Inf.	0,68
68101	33	24	19	14	11	7	5	4810	0,50	83,3	1420	0,50	Inf.	0,53
68198	48	33	26	19	14	9	6	3270	0,50	76,2	1090	0,50	Inf.	0,53
68301	35	25	20	15	11	8	5	4570	0,50	80,1	1360	0,50	Inf.	0,55
68399	41	29	23	16	12	8	5	3880	0,50	75,3	1240	0,50	Inf.	0,49
68500	38	27	22	15	11	8	6	4250	0,50	74,1	1300	0,50	Inf.	0,94
68601	40	25	20	14	9	6	5	3870	0,50	65,8	1520	0,50	Inf.	0,86
68701	39	27	21	15	11	8	6	3740	0,50	114,6	1240	0,50	Inf.	0,89
68800	30	20	16	11	8	5	3	5310	0,50	66,8	1860	0,50	Inf.	0,25
68901	40	27	21	14	10	6	4	4260	0,50	52,1	1460	0,50	Inf.	0,55
68999	40	29	24	17	12	7	5	4390	0,50	58,8	1240	0,50	Inf.	0,69
69099	37	27	22	16	11	7	4	4770	0,50	58,7	1330	0,50	Inf.	0,43
69200	39	25	21	15	11	7	4	4050	0,50	70,3	1410	0,50	Inf.	0,53
69303	62	42	32	22	14	7	4	2690	0,50	53,1	970	0,50	Inf.	0,78

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN2-CL										Pista Direita			Segmento Homogêneo 5
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá				Limites do Segmento Homogêneo:		km 69,701 - km 71,198		Entensão do Segmento:		1,497 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			RMS
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
69701	42	29	22	16	11	6	4	4020	0,50	55,3	1350	0,50	Inf.	0,53
69804	29	20	16	11	8	4	3	5940	0,50	54,5	1900	0,50	Inf.	0,45
69902	35	24	19	14	10	6	4	4530	0,50	72,7	1510	0,50	Inf.	0,35
70000	31	22	18	13	10	6	4	5190	0,50	77,1	1560	0,50	Inf.	0,31
70100	43	30	24	16	12	7	5	3680	0,50	73,0	1240	0,50	Inf.	0,72
70198	36	26	20	14	10	6	4	4770	0,50	57,2	1470	0,50	Inf.	0,49
70300	34	24	20	14	10	6	4	4660	0,50	78,2	1460	0,50	Inf.	0,53
70400	26	20	16	12	9	6	4	6280	0,50	83,3	1650	0,50	Inf.	0,39
70500	33	24	20	15	11	8	6	4510	0,50	126,7	1230	0,50	Inf.	0,69
70599	40	29	24	17	12	7	4	4380	0,50	59,0	1240	0,50	Inf.	0,40
70701	31	22	18	14	10	7	5	4700	0,50	133,3	1380	0,50	Inf.	0,52
70800	28	21	18	13	10	7	5	5850	0,50	85,5	1480	0,50	Inf.	0,58
70900	62	45	35	25	17	9	6	2780	0,50	57,1	850	0,50	Inf.	0,77
71001	29	15	12	9	7	5	4	4590	0,50	183,1	2020	0,50	Inf.	0,35
71100	31	13	11	10	8	5	4	4460	0,50	170,9	1500	0,50	Inf.	0,68
71198	40	24	20	16	13	9	5	3500	0,50	166,8	1100	0,50	Inf.	0,39

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN2-CL										Pista Direita			Segmento Homogêneo 6
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá				Limites do Segmento Homogêneo:		km 71,198 - km 72,603		Extensão do Segmento:		1,405km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			RMS
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
71300	48	32	25	18	12	6	3	3520	0,50	52,4	1220	0,50	Inf.	0,61
71399	55	43	35	28	21	13	6	3250	0,50	67,7	760	0,50	Inf.	0,68
71500	29	20	17	14	11	8	5	5140	0,50	149,9	1170	0,50	Inf.	0,34
71601	41	30	26	21	17	11	6	3660	0,50	137,3	880	0,50	Inf.	0,58
71701	44	31	26	20	15	9	5	3670	0,50	79,3	1060	0,50	Inf.	0,48
71801	44	31	25	18	13	8	5	3630	0,50	74,9	1150	0,50	Inf.	0,42
71900	52	38	30	22	16	10	6	3090	0,50	77,1	930	0,50	Inf.	0,56
72003	58	43	31	20	13	6	3	3450	0,50	38,9	980	0,50	Inf.	0,42
72099	44	32	25	19	13	8	4	3930	0,50	59,5	1150	0,50	Inf.	0,46
72200	44	28	20	12	7	5	3	3620	0,50	48,9	1590	0,50	Inf.	0,85
72302	42	30	23	17	10	7	3	4020	0,50	58,1	1300	0,50	Inf.	0,70
72399	63	46	36	24	14	9	5	2960	0,50	46,1	870	0,50	Inf.	1,02
72499	47	33	26	17	9	7	4	3830	0,50	47,3	1210	0,50	Inf.	1,18
72603	34	24	19	15	9	7	4	4720	0,50	74,6	1470	0,50	Inf.	0,75

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN2-CL										Pista Direita			Segmento Homogêneo 7
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá				Limites do Segmento Homogêneo:		km 72,603 - km 74,499		Extensão do Segmento:		1,896km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			RMS
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
72700	35	25	20	15	10	6	4	5030	0,50	56,1	1460	0,50	Inf.	0,59
72800	30	18	16	13	9	7	5	4720	0,50	163,2	1380	0,50	Inf.	0,62
72900	32	21	16	12	7	6	4	4910	0,50	70,6	1730	0,50	Inf.	0,92
73000	32	25	21	17	11	8	5	5180	0,50	86,9	1230	0,50	Inf.	0,77
73099	38	28	24	17	12	7	5	4670	0,50	60,8	1230	0,50	Inf.	0,74
73200	44	28	23	17	12	7	4	3590	0,50	67,4	1290	0,50	Inf.	0,58
73299	38	26	21	16	12	7	4	4200	0,50	75,0	1330	0,50	Inf.	0,36
73400	41	29	24	18	13	8	5	3880	0,50	80,4	1170	0,50	Inf.	0,41
73499	40	30	25	20	15	9	5	4080	0,50	85,8	1040	0,50	Inf.	0,46
73600	45	32	25	18	14	9	5	3510	0,50	78,5	1110	0,50	Inf.	0,30
73702	57	41	33	24	17	10	5	3030	0,50	59,7	890	0,50	Inf.	0,41
73801	28	18	16	13	10	7	4	5190	0,50	155,7	1320	0,50	Inf.	0,53
73899	48	29	23	16	11	6	3	3180	0,50	63,6	1350	0,50	Inf.	0,55
74000	35	20	16	12	9	5	4	4050	0,50	98,6	1760	0,50	Inf.	0,49
74100	28	18	15	11	8	5	4	5240	0,50	105,5	1810	0,50	Inf.	0,48
74202	30	21	16	11	7	4	3	5590	0,50	55,7	1910	0,50	Inf.	0,50
74301	22	15	12	9	7	5	3	6680	0,50	116,1	2110	0,50	Inf.	0,15
74400	26	18	14	12	9	6	4	5690	0,50	120,0	1670	0,50	Inf.	0,41
74499	36	26	22	17	13	8	4	4540	0,50	80,8	1220	0,50	Inf.	0,38

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN2-CL										Pista Direita		Segmento Homogêneo 8	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá				Limites do Segmento Homogêneo:		km 74,499 - km 75,799		Extensão do Segmento:		1,300km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			RMS
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
74603	50	35	27	19	14	9	6	3160	0,50	72,9	1060	0,50	Inf.	0,65
74701	40	29	24	19	14	9	6	4090	0,50	80,7	1100	0,50	Inf.	0,57
74800	67	43	35	26	20	12	7	2180	0,50	106,4	770	0,50	Inf.	0,68
74901	36	24	20	15	12	8	5	4050	0,50	122,8	1280	0,50	Inf.	0,18
75000	52	34	28	21	16	9	5	3030	0,50	73,1	1030	0,50	Inf.	0,73
75099	39	30	24	17	12	7	4	4510	0,50	61,3	1220	0,50	Inf.	0,42
75200	44	34	28	21	16	10	6	3710	0,50	85,7	950	0,50	Inf.	0,47
75302	36	25	20	15	12	8	6	4080	0,50	121,5	1240	0,50	Inf.	0,52
75401	46	35	29	22	16	10	5	3910	0,50	62,6	960	0,50	Inf.	0,38
75503	53	36	29	22	16	10	6	2990	0,50	75,6	970	0,50	Inf.	0,50
75600	50	34	28	22	17	11	6	2920	0,50	125,1	900	0,50	Inf.	0,44
75698	44	31	26	19	14	9	6	3680	0,50	76,4	1080	0,50	Inf.	0,56
75799	48	29	23	18	14	10	6	2880	0,50	171,0	970	0,50	Inf.	0,39

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN2-CL										Pista Direita			Segmento Homogêneo 9
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá				Limites do Segmento Homogêneo:		km 76,401 - km 78,100		Extensão do Segmento:		1,699 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			RMS
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
76401	39	27	22	16	12	7	4	4070	0,50	75,2	1300	0,50	Inf.	0,27
76499	32	20	17	13	11	8	5	4450	0,50	161,3	1260	0,50	Inf.	0,17
76600	56	36	29	22	17	10	5	2570	0,50	114,0	920	0,50	Inf.	0,77
76700	45	30	24	17	13	8	4	3470	0,50	74,0	1210	0,50	Inf.	0,17
76798	36	27	22	16	12	7	4	4940	0,50	60,8	1300	0,50	Inf.	0,29
76902	42	31	25	18	13	8	4	4220	0,50	58,4	1160	0,50	Inf.	0,21
77001	35	27	22	16	12	7	4	5080	0,50	63,2	1290	0,50	Inf.	0,23
77100	31	23	18	13	10	5	3	5650	0,50	59,0	1600	0,50	Inf.	0,35
77198	35	26	20	14	10	6	3	5020	0,50	56,3	1470	0,50	Inf.	0,23
77301	43	30	24	17	12	7	4	3970	0,50	57,6	1250	0,50	Inf.	0,42
77394	54	40	34	28	22	14	7	3060	0,50	87,2	740	0,50	Inf.	0,89
77499	58	43	35	27	20	13	6	2800	0,50	81,3	770	0,50	Inf.	0,48
77600	48	31	23	17	12	8	4	3200	0,50	64,0	1250	0,50	Inf.	0,37
77700	31	20	16	12	9	6	4	4650	0,50	113,6	1660	0,50	Inf.	0,23
77800	23	18	15	12	9	7	5	6540	0,50	145,7	1450	0,50	Inf.	0,48
77900	67	47	35	23	16	9	5	2540	0,50	52,3	880	0,50	Inf.	0,67
78001	34	24	19	14	11	7	5	4300	0,50	122,2	1330	0,50	Inf.	0,55
78100	27	19	15	11	9	6	4	5400	0,50	125,4	1670	0,50	Inf.	0,35

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN2-CL										Pista Direita			Segmento Homogêneo 10
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá				Limites do Segmento Homogêneo:		km 78,100 - km 80,001		Extensão do Segmento:		1,901 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			RMS
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
78200	30	21	16	12	9	6	3	5240	0,50	75,9	1720	0,50	Inf.	0,24
78302	34	23	18	13	9	6	3	4570	0,50	74,3	1620	0,50	Inf.	0,25
78402	29	21	17	13	10	6	3	5500	0,50	82,8	1590	0,50	Inf.	0,21
78532	34	17	13	11	9	6	4	4020	0,50	174,7	1450	0,50	Inf.	0,44
78600	26	18	15	11	6	6	3	6140	0,50	77,6	1890	0,50	Inf.	0,92
78701	38	28	23	18	12	8	4	4240	0,50	82,0	1190	0,50	Inf.	0,62
78800	40	31	26	20	15	9	4	4430	0,50	68,2	1050	0,50	Inf.	0,36
78902	26	19	16	12	10	7	4	5740	0,50	130,8	1480	0,50	Inf.	0,19
79003	35	26	22	17	12	8	4	4660	0,50	83,5	1230	0,50	Inf.	0,44
79101	35	24	18	13	9	5	2	4900	0,50	51,9	1660	0,50	Inf.	0,28
79201	31	20	16	11	7	4	2	5330	0,50	53,5	1970	0,50	Inf.	0,41
79299	32	22	17	11	8	4	2	5300	0,50	52,3	1840	0,50	Inf.	0,29
79401	38	26	19	13	9	5	3	4390	0,50	53,1	1590	0,50	Inf.	0,32
79501	39	23	15	9	6	3	2	3970	0,50	43,2	2040	0,50	Inf.	0,56
79601	34	21	15	10	6	4	2	4680	0,50	48,9	2060	0,50	Inf.	0,33
79701	33	20	15	9	6	4	2	4800	0,50	49,1	2140	0,50	Inf.	0,36
79800	21	13	11	10	9	8	6	7990	0,50	129,3	1160	0,50	Inf.	0,26
79902	59	38	26	16	9	5	3	2900	0,50	40,1	1190	0,50	Inf.	0,68
80001	77	49	35	22	14	6	4	2270		39,5	890			0,68

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 1	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 51,099 - km 52,500			Extensão do Segmento:			1,401 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
51099	32	21	17	12	9	6	3	86053	0,50	10,0	3170	0,50	40,0	1812	0,50	Inf.	0,93
51200	58	39	30	22	15	10	5	18924	0,50	10,0	1892	0,50	40,0	1352	0,50	Inf.	0,96
51299	27	19	16	12	9	6	3	155656	0,50	10,0	3663	0,50	40,0	1831	0,50	Inf.	0,96
51399	26	16	12	7	4	1	1	195876	0,50	10,0	979	0,50	40,0	3918	0,50	Inf.	2,73
51482	38	29	25	20	15	10	4	2201	0,50	10,0	4402	0,50	40,0	2201	0,50	Inf.	2,58
51600	36	25	20	14	9	5	2	187632	0,50	10,0	938	0,50	40,0	1876	0,50	Inf.	1,79
51700	39	29	23	16	10	5	2	161510	0,50	10,0	897	0,50	40,0	1795	0,50	Inf.	2,40
51800	56	40	32	24	17	10	6	74469	0,50	10,0	1489	0,50	40,0	993	0,50	Inf.	0,86
51900	43	31	25	18	13	8	5	86741	0,50	10,0	2002	0,50	40,0	1334	0,50	Inf.	0,51
52001	32	22	17	12	8	5	4	4241	0,50	10,0	3817	0,50	40,0	4241	0,50	Inf.	1,86
52102	28	20	17	13	8	7	4	71360	0,50	10,0	4906	0,50	40,0	1784	0,50	Inf.	2,93
52200	60	46	38	27	18	11	7	40136	0,50	10,0	1405	0,50	40,0	1204	0,50	Inf.	0,51
52299	33	22	16	11	7	4	3	11870	0,50	10,0	3165	0,50	40,0	3957	0,50	Inf.	0,90
52399	28	20	16	13	9	6	4	53204	0,50	10,0	4522	0,50	40,0	2128	0,50	Inf.	1,12
52500	58	41	32	23	17	9	5	99812	0,50	10,0	998	0,50	40,0	998	0,50	Inf.	1,65

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 2	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 56,599 - km 58,800			Extensão do Segmento:			2,201 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
56599	31	20	16	12	9	6	3	135571	0,50	10,0	3190	0,50	40,0	1595	0,50	Inf.	0,96
56701	31	20	16	13	10	7	5	88720	0,50	10,0	4777	0,50	40,0	1365	0,50	Inf.	1,92
56800	33	22	18	13	10	6	4	2990	0,50	10,0	4485	0,50	40,0	2990	0,50	Inf.	0,75
56901	26	18	15	12	9	6	4	55532	0,50	10,0	5553	0,50	40,0	2019	0,50	Inf.	1,09
56999	23	18	14	11	7	6	4	98271	0,50	10,0	6388	0,50	40,0	1965	0,50	Inf.	3,34
57099	26	18	14	10	5	4	2	9432	0,50	10,0	3773	0,50	40,0	7546	0,50	Inf.	1,37
57198	34	24	19	14	8	5	3	63084	0,50	10,0	2208	0,50	40,0	2523	0,50	Inf.	0,47
57300	38	27	22	16	11	7	4	30626	0,50	10,0	2858	0,50	40,0	2042	0,50	Inf.	0,68
57401	34	22	18	13	10	6	4	2902	0,50	10,0	4353	0,50	40,0	2902	0,50	Inf.	0,75
57502	28	19	16	13	10	7	4	48572	0,50	10,0	5714	0,50	40,0	1714	0,50	Inf.	0,63
57599	54	37	29	20	14	8	4	57603	0,50	10,0	480	0,50	40,0	3840	0,50	Inf.	0,59
57701	33	20	17	14	11	8	5	61268	0,50	10,0	5208	0,50	40,0	1225	0,50	Inf.	0,72
57802	39	26	21	16	12	9	5	39371	0,50	10,0	3937	0,50	40,0	1243	0,50	Inf.	1,48
57901	41	27	16	10	6	4	2	68812	0,50	10,0	1449	0,50	40,0	2173	0,50	Inf.	1,06
57999	36	22	18	12	9	5	4	6226	0,50	10,0	3424	0,50	40,0	3113	0,50	Inf.	1,66
58100	35	22	16	11	8	4	2	192993	0,50	10,0	965	0,50	40,0	1930	0,50	Inf.	2,08
58197	35	22	16	12	9	6	4	42204	0,50	10,0	3658	0,50	40,0	1688	0,50	Inf.	1,11
58299	24	16	13	10	8	6	4	84244	0,50	10,0	7161	0,50	40,0	1685	0,50	Inf.	1,75
58398	22	13	9	6	4	3	2	5425	0,50	10,0	5967	0,50	40,0	5425	0,50	Inf.	2,02
58501	29	18	14	11	8	4	2	199624	0,50	10,0	1996	0,50	40,0	1996	0,50	Inf.	2,80
58601	43	28	20	14	9	5	3	157088	0,50	10,0	785	0,50	40,0	1571	0,50	Inf.	0,91
58700	33	20	16	12	9	5	2	175427	0,50	10,0	1754	0,50	40,0	1754	0,50	Inf.	2,98
58800	57	39	29	21	15	10	5	29345	0,50	10,0	1907	0,50	40,0	1174	0,50	Inf.	0,95

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 3	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 59,198 - km 60,700				Extensão do Segmento:			1,502 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
59198	46	31	23	16	10	8	5	2339	0,50	10,0	3040	0,50	40,0	2339	0,50	Inf.	2,14
59299	39	29	23	16	12	6	3	173199	0,50	10,0	866	0,50	40,0	1732	0,50	Inf.	2,77
59401	33	23	19	15	11	7	4	144962	0,50	10,0	2899	0,50	40,0	1450	0,50	Inf.	0,80
59498	37	27	22	17	13	8	5	2761	0,50	10,0	4418	0,50	40,0	2209	0,50	Inf.	0,74
59598	37	26	20	14	9	5	3	182561	0,50	10,0	913	0,50	40,0	1826	0,50	Inf.	0,91
59700	44	30	24	18	13	8	4	118287	0,50	10,0	1774	0,50	40,0	1183	0,50	Inf.	1,36
59802	30	22	18	14	10	6	4	3289	0,50	10,0	4934	0,50	40,0	3289	0,50	Inf.	0,72
59900	40	27	22	17	13	8	5	2554	0,50	10,0	4086	0,50	40,0	2043	0,50	Inf.	0,74
59999	34	22	19	15	12	9	6	97098	0,50	10,0	4855	0,50	40,0	1079	0,50	Inf.	1,57
60100	33	19	13	9	7	5	3	55478	0,50	10,0	3883	0,50	40,0	1664	0,50	Inf.	1,01
60200	30	17	13	10	8	6	4	67395	0,50	10,0	5729	0,50	40,0	1348	0,50	Inf.	1,75
60300	28	16	12	9	4	5	4	80723	0,50	10,0	5247	0,50	40,0	1614	0,50	Inf.	8,17
60397	26	14	10	8	4	4	3	66543	0,50	10,0	5323	0,50	40,0	1996	0,50	Inf.	5,80
60501	29	17	13	10	5	6	4	69719	0,50	10,0	5926	0,50	40,0	1394	0,50	Inf.	5,98
60598	45	33	27	20	11	9	6	2652	0,50	10,0	2917	0,50	40,0	2652	0,50	Inf.	2,64
60700	58	40	31	21	11	8	5	4228	0,50	10,0	1691	0,50	40,0	3383	0,50	Inf.	0,47

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 4	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 67,799 - km 69,303			Extensão do Segmento:			1,504 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
67799	42	30	24	18	13	8	6	2449	0,50	10,0	3428	0,50	40,0	2449	0,50	Inf.	1,72
67900	38	26	19	13	9	5	3	111022	0,50	10,0	1708	0,50	40,0	1708	0,50	Inf.	1,02
68000	46	32	26	18	12	6	3	146843	0,50	10,0	734	0,50	40,0	1468	0,50	Inf.	1,49
68101	33	24	19	14	11	7	5	37311	0,50	10,0	4170	0,50	40,0	1756	0,50	Inf.	1,57
68198	48	33	26	19	14	9	6	2143	0,50	10,0	3000	0,50	40,0	2143	0,50	Inf.	0,91
68301	35	25	20	15	11	8	5	49432	0,50	10,0	3955	0,50	40,0	1483	0,50	Inf.	1,32
68399	41	29	23	16	12	8	5	2624	0,50	10,0	3411	0,50	40,0	2624	0,50	Inf.	0,53
68500	38	27	22	15	11	8	6	27382	0,50	10,0	3423	0,50	40,0	1711	0,50	Inf.	3,06
68601	40	25	20	14	9	6	5	3665	0,50	10,0	2932	0,50	40,0	3665	0,50	Inf.	2,43
68701	39	27	21	15	11	8	6	36653	0,50	10,0	3421	0,50	40,0	1466	0,50	Inf.	3,07
68800	30	20	16	11	8	5	3	36586	0,50	10,0	3659	0,50	40,0	2613	0,50	Inf.	0,65
68901	40	27	21	14	10	6	4	25914	0,50	10,0	2591	0,50	40,0	2159	0,50	Inf.	0,58
68999	40	29	24	17	12	7	5	5604	0,50	10,0	3082	0,50	40,0	2802	0,50	Inf.	0,96
69099	37	27	22	16	11	7	4	31454	0,50	10,0	2936	0,50	40,0	2097	0,50	Inf.	0,68
69200	39	25	21	15	11	7	4	106930	0,50	10,0	2139	0,50	40,0	1426	0,50	Inf.	0,55
69303	62	42	32	22	14	7	4	101595	0,50	10,0	564	0,50	40,0	1129	0,50	Inf.	0,99

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 5	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 69,701 - km 71,198			Extensão do Segmento:			1,497 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
69701	42	29	22	16	11	6	4	132783	0,50	10,0	1398	0,50	40,0	1398	0,50	Inf.	0,66
69804	29	20	16	11	8	4	3	192307	0,50	10,0	2024	0,50	40,0	2024	0,50	Inf.	1,17
69902	35	24	19	14	10	6	4	3854	0,50	10,0	3854	0,50	40,0	3854	0,50	Inf.	0,62
70000	31	22	18	13	10	6	4	3183	0,50	10,0	4775	0,50	40,0	3183	0,50	Inf.	0,75
70100	43	30	24	16	12	7	5	2775	0,50	10,0	3053	0,50	40,0	2775	0,50	Inf.	1,00
70198	36	26	20	14	10	6	4	11063	0,50	10,0	3319	0,50	40,0	2766	0,50	Inf.	0,60
70300	34	24	20	14	10	6	4	11714	0,50	10,0	3514	0,50	40,0	2928	0,50	Inf.	0,60
70400	26	20	16	12	9	6	4	56813	0,50	10,0	4924	0,50	40,0	2273	0,50	Inf.	1,11
70500	33	24	20	15	11	8	6	70145	0,50	10,0	4061	0,50	40,0	1477	0,50	Inf.	3,06
70599	40	29	24	17	12	7	4	144727	0,50	10,0	1447	0,50	40,0	1447	0,50	Inf.	0,65
70701	31	22	18	14	10	7	5	35586	0,50	10,0	4508	0,50	40,0	1898	0,50	Inf.	2,23
70800	28	21	18	13	10	7	5	78150	0,50	10,0	4597	0,50	40,0	1839	0,50	Inf.	2,19
70900	62	45	35	25	17	9	6	75624	0,50	10,0	1008	0,50	40,0	1008	0,50	Inf.	0,83
71001	29	15	12	9	7	5	4	77939	0,50	10,0	5066	0,50	40,0	1559	0,50	Inf.	3,58
71100	31	13	11	10	8	5	4	101128	0,50	10,0	6573	0,50	40,0	1011	0,50	Inf.	2,25
71198	40	24	20	16	13	9	5	3561	0,50	10,0	4985	0,50	40,0	1424	0,50	Inf.	0,76

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 6	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 71,198 - km 72,603				Extensão do Segmento:			1,405km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
71300	48	32	25	18	12	6	3	140724	0,50	10,0	704	0,50	40,0	1407	0,50	Inf.	1,48
71399	55	43	35	28	21	13	6	69114	0,50	10,0	1843	0,50	40,0	922	0,50	Inf.	2,29
71500	29	20	17	14	11	8	5	69719	0,50	10,0	5926	0,50	40,0	1394	0,50	Inf.	0,72
71601	41	30	26	21	17	11	6	2595	0,50	10,0	4671	0,50	40,0	1557	0,50	Inf.	1,17
71701	44	31	26	20	15	9	5	118287	0,50	10,0	1774	0,50	40,0	1183	0,50	Inf.	1,32
71801	44	31	25	18	13	8	5	84770	0,50	10,0	1956	0,50	40,0	1304	0,50	Inf.	0,51
71900	52	38	30	22	16	10	6	92279	0,50	10,0	1538	0,50	40,0	1025	0,50	Inf.	0,52
72003	58	43	31	20	13	6	3	96153	0,50	10,0	641	0,50	40,0	1282	0,50	Inf.	2,38
72099	44	32	25	19	13	8	4	52062	0,50	10,0	2082	0,50	40,0	1562	0,50	Inf.	1,48
72200	44	28	20	12	7	5	3	7162	0,50	10,0	2149	0,50	40,0	4297	0,50	Inf.	0,47
72302	42	30	23	17	10	7	3	45947	0,50	10,0	1969	0,50	40,0	1969	0,50	Inf.	1,71
72399	63	46	36	24	14	9	5	34704	0,50	10,0	1096	0,50	40,0	1461	0,50	Inf.	0,59
72499	47	33	26	17	9	7	4	7847	0,50	10,0	1962	0,50	40,0	3923	0,50	Inf.	0,95
72603	34	24	19	15	9	7	4	3729	0,50	10,0	3729	0,50	40,0	3729	0,50	Inf.	1,81

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 7	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 72,603 - km 74,499			Extensão do Segmento:			1,896km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
72700	35	25	20	15	10	6	4	6404	0,50	10,0	3522	0,50	40,0	3202	0,50	Inf.	0,58
72800	30	18	16	13	9	7	5	91678	0,50	10,0	4937	0,50	40,0	1410	0,50	Inf.	3,06
72900	32	21	16	12	7	6	4	51397	0,50	10,0	3630	0,50	40,0	1814	0,50	Inf.	3,39
73000	32	25	21	17	11	8	5	38063	0,50	10,0	4123	0,50	40,0	1903	0,50	Inf.	1,40
73099	38	28	24	17	12	7	5	5899	0,50	10,0	3244	0,50	40,0	2949	0,50	Inf.	0,96
73200	44	28	23	17	12	7	4	131570	0,50	10,0	1316	0,50	40,0	1316	0,50	Inf.	0,98
73299	38	26	21	16	12	7	4	136964	0,50	10,0	2054	0,50	40,0	1370	0,50	Inf.	1,23
73400	41	29	24	18	13	8	5	126942	0,50	10,0	1904	0,50	40,0	1269	0,50	Inf.	0,55
73499	40	30	25	20	15	9	5	95032	0,50	10,0	2534	0,50	40,0	1267	0,50	Inf.	1,48
73600	45	32	25	18	14	9	5	88966	0,50	10,0	2224	0,50	40,0	1112	0,50	Inf.	0,78
73702	57	41	33	24	17	10	5	101563	0,50	10,0	1016	0,50	40,0	1016	0,50	Inf.	1,07
73801	28	18	16	13	10	7	4	48572	0,50	10,0	5714	0,50	40,0	1714	0,50	Inf.	0,63
73899	48	29	23	16	11	6	3	140724	0,50	10,0	704	0,50	40,0	1407	0,50	Inf.	1,97
74000	35	20	16	12	9	5	4	11080	0,50	10,0	3989	0,50	40,0	2216	0,50	Inf.	2,00
74100	28	18	15	11	8	5	4	3842	0,50	10,0	4994	0,50	40,0	3842	0,50	Inf.	2,26
74202	30	21	16	11	7	4	3	13057	0,50	10,0	3482	0,50	40,0	4352	0,50	Inf.	0,90
74301	22	15	12	9	7	5	3	76609	0,50	10,0	6512	0,50	40,0	2298	0,50	Inf.	0,86
74400	26	18	14	12	9	6	4	81947	0,50	10,0	6146	0,50	40,0	1639	0,50	Inf.	0,96
74499	36	26	22	17	13	8	4	8767	0,50	10,0	3799	0,50	40,0	2338	0,50	Inf.	1,85

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 8	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 74,499 - km 75,799			Extensão do Segmento:			1,300km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
74603	50	35	27	19	14	9	6	2260	0,50	10,0	2712	0,50	40,0	2260	0,50	Inf.	0,76
74701	40	29	24	19	14	9	6	27579	0,50	10,0	3493	0,50	40,0	1471	0,50	Inf.	1,01
74800	67	43	35	26	20	12	7	77681	0,50	10,0	1165	0,50	40,0	777	0,50	Inf.	1,10
74901	36	24	20	15	12	8	5	46817	0,50	10,0	3979	0,50	40,0	1405	0,50	Inf.	0,52
75000	52	34	28	21	16	9	5	100089	0,50	10,0	1501	0,50	40,0	1001	0,50	Inf.	1,72
75099	39	30	24	17	12	7	4	148438	0,50	10,0	1484	0,50	40,0	1484	0,50	Inf.	0,65
75200	44	34	28	21	16	10	6	108721	0,50	10,0	2174	0,50	40,0	1087	0,50	Inf.	0,70
75302	36	25	20	15	12	8	6	46817	0,50	10,0	3979	0,50	40,0	1405	0,50	Inf.	2,22
75401	46	35	29	22	16	10	5	113144	0,50	10,0	1697	0,50	40,0	1131	0,50	Inf.	1,08
75503	53	36	29	22	16	10	6	2278	0,50	10,0	2734	0,50	40,0	1822	0,50	Inf.	0,70
75600	50	34	28	22	17	11	6	1975	0,50	10,0	3358	0,50	40,0	1580	0,50	Inf.	0,95
75698	44	31	26	19	14	9	6	2337	0,50	10,0	3272	0,50	40,0	2337	0,50	Inf.	0,91
75799	48	29	23	18	14	10	6	32719	0,50	10,0	3272	0,50	40,0	982	0,50	Inf.	0,74

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 9	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 76,401 - km 78,100				Extensão do Segmento:			1,699 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
76401	39	27	22	16	12	7	4	133452	0,50	10,0	2002	0,50	40,0	1335	0,50	Inf.	1,18
76499	32	20	17	13	11	8	5	61674	0,50	10,0	5551	0,50	40,0	1233	0,50	Inf.	0,61
76600	56	36	29	22	17	10	5	92940	0,50	10,0	1394	0,50	40,0	929	0,50	Inf.	1,71
76700	45	30	24	17	13	8	4	115658	0,50	10,0	1735	0,50	40,0	1157	0,50	Inf.	1,34
76798	36	27	22	16	12	7	4	144573	0,50	10,0	2169	0,50	40,0	1446	0,50	Inf.	1,18
76902	42	31	25	18	13	8	4	54541	0,50	10,0	2182	0,50	40,0	1636	0,50	Inf.	1,52
77001	35	27	22	16	12	7	4	13492	0,50	10,0	3823	0,50	40,0	2249	0,50	Inf.	1,03
77100	31	23	18	13	10	5	3	186745	0,50	10,0	1867	0,50	40,0	1867	0,50	Inf.	1,78
77198	35	26	20	14	10	6	3	165403	0,50	11,0	1654	0,50	40,0	1654	0,50	Inf.	0,89
77301	43	30	24	17	12	7	4	134630	0,50	10,0	1346	0,50	40,0	1346	0,50	Inf.	0,65
77394	54	40	34	28	22	14	7	1721	0,50	10,0	3269	0,50	40,0	1376	0,50	Inf.	1,76
77499	58	43	35	27	20	13	6	65540	0,50	10,0	1748	0,50	40,0	874	0,50	Inf.	1,76
77600	48	31	23	17	12	8	4	43763	0,50	10,0	2188	0,50	40,0	1313	0,50	Inf.	0,94
77700	31	20	16	12	9	6	4	47649	0,50	10,0	4130	0,50	40,0	1906	0,50	Inf.	1,11
77800	23	18	15	12	9	7	5	143536	0,50	10,0	7177	0,50	40,0	1595	0,50	Inf.	2,86
77900	67	47	35	23	16	9	5	56478	0,50	11,0	847	0,50	40,0	1130	0,50	Inf.	1,38
78001	34	24	19	14	11	7	5	36214	0,50	10,0	4047	0,50	40,0	1704	0,50	Inf.	1,57
78100	27	19	15	11	9	6	4	51368	0,50	10,0	5458	0,50	40,0	1926	0,50	Inf.	1,09

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 10	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 78,100 - km 80,001			Extensão do Segmento:			1,901 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
78200	30	21	16	12	9	6	3	140090	0,50	10,0	3296	0,50	40,0	1648	0,50	Inf.	0,96
78302	34	23	18	13	9	6	3	30307	0,50	10,0	3264	0,50	40,0	2331	0,50	Inf.	0,96
78402	29	21	17	13	10	6	3	179470	0,50	10,0	2692	0,50	40,0	1795	0,50	Inf.	1,90
78532	34	17	13	11	9	6	4	23159	0,50	10,0	6369	0,50	40,0	1158	0,50	Inf.	0,89
78600	26	18	15	11	6	6	3	6163	0,50	10,0	4314	0,50	40,0	6163	0,50	Inf.	3,76
78701	38	28	23	18	12	8	4	38416	0,50	10,0	2938	0,50	40,0	1808	0,50	Inf.	0,95
78800	40	31	26	20	15	9	4	130116	0,50	10,0	1952	0,50	40,0	1301	0,50	Inf.	2,21
78902	26	19	16	12	10	7	4	32499	0,50	10,0	6500	0,50	40,0	1950	0,50	Inf.	0,66
79003	35	26	22	17	12	8	4	15507	0,50	10,0	3766	0,50	40,0	2215	0,50	Inf.	1,02
79101	35	24	18	13	9	5	2	159340	0,50	10,0	1677	0,50	40,0	1677	0,50	Inf.	2,85
79201	31	20	16	11	7	4	2	210584	0,50	10,0	1108	0,50	40,0	2217	0,50	Inf.	1,11
79299	32	22	17	11	8	4	2	211086	0,50	10,0	1055	0,50	40,0	2111	0,50	Inf.	1,46
79401	38	26	19	13	9	5	3	111022	0,50	10,0	1708	0,50	40,0	1708	0,50	Inf.	1,03
79501	39	23	15	9	6	3	2	129945	0,50	10,0	1000	0,50	40,0	1999	0,50	Inf.	0,59
79601	34	21	15	10	6	4	2	36873	0,50	10,0	2458	0,50	40,0	3073	0,50	Inf.	1,06
79701	33	20	15	9	6	4	2	55770	0,50	10,0	2324	0,50	40,0	2789	0,50	Inf.	1,03
79800	21	13	11	10	9	8	6	125709	0,50	10,0	12571	0,50	40,0	1257	0,50	Inf.	10,59
79902	59	38	26	16	9	5	3	59098	0,50	10,0	788	0,50	40,0	1576	0,50	Inf.	1,04
80001	77	49	35	22	14	6	4	65816	0,50	10,0	506	0,50	40,0	1013	0,50	Inf.	1,96

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 1	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 51,099 - km 52,500			Extensão do Segmento:			1,401 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
51099	32	21	17	12	9	6	3	10600	0,50	12,0	3180	0,50	40,0	2120	0,50	Inf.	1,00
51200	58	39	30	22	15	10	5	6271	0,50	12,0	1568	0,50	40,0	1254	0,50	Inf.	0,99
51299	27	19	16	12	9	6	3	22948	0,50	12,0	3278	0,50	40,0	1967	0,50	Inf.	0,97
51399	26	16	12	7	4	1	1	33193	0,50	12,0	830	0,50	40,0	4149	0,50	Inf.	1,49
51482	38	29	25	20	15	10	4	43105	0,50	12,0	1149	0,50	40,0	1149	0,50	Inf.	1,83
51600	36	25	20	14	9	5	2	29691	0,50	12,0	792	0,50	40,0	1979	0,50	Inf.	1,52
51700	39	29	23	16	10	5	2	29030	0,50	12,0	581	0,50	40,0	1935	0,50	Inf.	1,34
51800	56	40	32	24	17	10	6	19708	0,50	12,0	821	0,50	40,0	985	0,50	Inf.	0,47
51900	43	31	25	18	13	8	5	12783	0,50	12,0	1826	0,50	40,0	1461	0,50	Inf.	0,49
52001	32	22	17	12	8	5	4	4149	0,50	12,0	3734	0,50	40,0	4149	0,50	Inf.	1,85
52102	28	20	17	13	8	7	4	10338	0,50	12,0	4652	0,50	40,0	2068	0,50	Inf.	2,92
52200	60	46	38	27	18	11	7	7512	0,50	12,0	1252	0,50	40,0	1252	0,50	Inf.	0,41
52299	33	22	16	11	7	4	3	5897	0,50	12,0	2949	0,50	40,0	3538	0,50	Inf.	0,97
52399	28	20	16	13	9	6	4	3934	0,50	12,0	5507	0,50	40,0	3934	0,50	Inf.	0,95
52500	58	41	32	23	17	9	5	29110	0,50	12,0	323	0,50	40,0	970	0,50	Inf.	0,68

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 2	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 56,599 - km 58,800			Extensão do Segmento:			2,201 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
56599	31	20	16	12	9	6	3	19986,95	0,50	12,0	2885	0,50	40,0	1713	0,50	Inf.	0,97
56701	31	20	16	13	10	7	5	12751,61	0,50	12,0	4336	0,50	40,0	1530	0,50	Inf.	1,94
56800	33	22	18	13	10	6	4	7265,07	0,50	12,0	3633	0,50	40,0	2180	0,50	Inf.	0,72
56901	26	18	15	12	9	6	4	3924,37	0,50	12,0	6671	0,50	40,0	3924	0,50	Inf.	1,04
56999	23	18	14	11	7	6	4	17579,28	0,50	12,0	5625	0,50	40,0	2110	0,50	Inf.	3,33
57099	26	18	14	10	5	4	2	6128,47	0,50	12,0	3677	0,50	40,0	6128	0,50	Inf.	1,87
57198	34	24	19	14	8	5	3	8798,91	0,50	12,0	2346	0,50	40,0	2933	0,50	Inf.	0,51
57300	38	27	22	16	11	7	4	11114,87	0,50	12,0	2223	0,50	40,0	1852	0,50	Inf.	0,55
57401	34	22	18	13	10	6	4	7051,39	0,50	12,0	3526	0,50	40,0	2115	0,50	Inf.	0,72
57502	28	19	16	13	10	7	4	13134,92	0,50	12,0	4816	0,50	40,0	1751	0,50	Inf.	0,64
57599	54	37	29	20	14	8	4	6767,4	0,50	12,0	677	0,50	40,0	5414	0,50	Inf.	0,97
57701	33	20	17	14	11	8	5	15321,01	0,50	12,0	4290	0,50	40,0	1226	0,50	Inf.	0,64
57802	39	26	21	16	12	9	5	7119,54	0,50	12,0	3560	0,50	40,0	1424	0,50	Inf.	1,47
57901	41	27	16	10	6	4	2	9366,25	0,50	12,0	1561	0,50	40,0	2498	0,50	Inf.	1,13
57999	36	22	18	12	9	5	4	3521,83	0,50	12,0	3522	0,50	40,0	3522	0,50	Inf.	1,68
58100	35	22	16	11	8	4	2	41382,75	0,50	12,0	591	0,50	40,0	1774	0,50	Inf.	0,91
58197	35	22	16	12	9	6	4	3146,87	0,50	12,0	4406	0,50	40,0	3147	0,50	Inf.	0,93
58299	24	16	13	10	8	6	4	22583,77	0,50	12,0	5646	0,50	40,0	1694	0,50	Inf.	1,73
58398	22	13	9	6	4	3	2	5533,12	0,50	12,0	6086	0,50	40,0	5533	0,50	Inf.	1,91
58501	29	18	14	11	8	4	2	72151,73	0,50	12,0	451	0,50	40,0	1804	0,50	Inf.	1,12
58601	43	28	20	14	9	5	3	18586,35	0,50	12,0	1014	0,50	40,0	1690	0,50	Inf.	0,50
58700	33	20	16	12	9	5	2	63406,06	0,50	12,0	396	0,50	40,0	1585	0,50	Inf.	1,28
58800	57	39	29	21	15	10	5	6152,66	0,50	12,0	1692	0,50	40,0	1231	0,50	Inf.	0,96

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 3	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 59,198 - km 60,700				Extensão do Segmento:			1,502 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
59198	46	31	23	16	10	8	5	2908	0,50	12,0	2908	0,50	40,0	2327	0,50	Inf.	2,01
59299	39	29	23	16	12	6	3	45165	0,50	12,0	376	0,50	40,0	1505	0,50	Inf.	0,94
59401	33	23	19	15	11	7	4	33411	0,50	12,0	1909	0,50	40,0	1432	0,50	Inf.	0,61
59498	37	27	22	17	13	8	5	28934	0,50	12,0	1860	0,50	40,0	1240	0,50	Inf.	0,65
59598	37	26	20	14	9	5	3	21600	0,50	12,0	1178	0,50	40,0	1964	0,50	Inf.	0,50
59700	44	30	24	18	13	8	4	24062	0,50	12,0	1203	0,50	40,0	1203	0,50	Inf.	0,86
59802	30	22	18	14	10	6	4	4285	0,50	12,0	4713	0,50	40,0	3428	0,50	Inf.	0,72
59900	40	27	22	17	13	8	5	26764	0,50	12,0	1721	0,50	40,0	1147	0,50	Inf.	0,65
59999	34	22	19	15	12	9	6	14504	0,50	12,0	4351	0,50	40,0	1160	0,50	Inf.	1,63
60100	33	19	13	9	7	5	3	7904	0,50	12,0	3754	0,50	40,0	1976	0,50	Inf.	1,00
60200	30	17	13	10	8	6	4	18067	0,50	12,0	4517	0,50	40,0	1335	0,50	Inf.	1,73
60300	28	16	12	9	4	5	4	9918	0,50	12,0	4959	0,50	40,0	1984	0,50	Inf.	8,12
60397	26	14	10	8	4	4	3	11301	0,50	12,0	4897	0,50	40,0	2260	0,50	Inf.	5,75
60501	29	17	13	10	5	6	4	18690	0,50	12,0	4673	0,50	40,0	1402	0,50	Inf.	5,96
60598	45	33	27	20	11	9	6	3110	0,50	12,0	2799	0,50	40,0	2488	0,50	Inf.	2,61
60700	58	40	31	21	11	8	5	2747	0,50	12,0	1648	0,50	40,0	2747	0,50	Inf.	0,97

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 4	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 67,799 - km 69,303			Extensão do Segmento:			1,504 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
67799	42	30	24	18	13	8	6	2702	0,50	12,0	3513	0,50	40,0	2702	0,50	Inf.	1,70
67900	38	26	19	13	9	5	3	24114	0,50	12,0	1096	0,50	40,0	1754	0,50	Inf.	0,49
68000	46	32	26	18	12	6	3	24728	0,50	12,0	571	0,50	40,0	1522	0,50	Inf.	0,86
68101	33	24	19	14	11	7	5	3637	0,50	12,0	4728	0,50	40,0	2910	0,50	Inf.	1,45
68198	48	33	26	19	14	9	6	2364	0,50	12,0	3074	0,50	40,0	2364	0,50	Inf.	0,89
68301	35	25	20	15	11	8	5	3330	0,50	12,0	4662	0,50	40,0	2664	0,50	Inf.	1,26
68399	41	29	23	16	12	8	5	3263	0,50	12,0	3263	0,50	40,0	2610	0,50	Inf.	0,41
68500	38	27	22	15	11	8	6	2987	0,50	12,0	3883	0,50	40,0	2987	0,50	Inf.	2,93
68601	40	25	20	14	9	6	5	3319	0,50	12,0	2987	0,50	40,0	3319	0,50	Inf.	2,75
68701	39	27	21	15	11	8	6	2747	0,50	12,0	4121	0,50	40,0	2747	0,50	Inf.	2,93
68800	30	20	16	11	8	5	3	18963	0,50	12,0	2438	0,50	40,0	2167	0,50	Inf.	0,43
68901	40	27	21	14	10	6	4	4493	0,50	12,0	2696	0,50	40,0	2696	0,50	Inf.	0,57
68999	40	29	24	17	12	7	5	3170	0,50	12,0	3170	0,50	40,0	3170	0,50	Inf.	0,98
69099	37	27	22	16	11	7	4	11415	0,50	12,0	2283	0,50	40,0	1903	0,50	Inf.	0,55
69200	39	25	21	15	11	7	4	14204	0,50	12,0	2052	0,50	40,0	1578	0,50	Inf.	0,57
69303	62	42	32	22	14	7	4	15778	0,50	12,0	485	0,50	40,0	1213	0,50	Inf.	0,64

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 5	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 69,701 - km 71,198			Extensão do Segmento:			1,497 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
69701	42	29	22	16	11	6	4	15466	0,50	12,0	1547	0,50	40,0	1547	0,50	Inf.	0,68
69804	29	20	16	11	8	4	3	22398	0,50	12,0	2240	0,50	40,0	2240	0,50	Inf.	1,20
69902	35	24	19	14	10	6	4	5993	0,50	12,0	3296	0,50	40,0	2397	0,50	Inf.	0,67
70000	31	22	18	13	10	6	4	7734	0,50	12,0	3867	0,50	40,0	2320	0,50	Inf.	0,72
70100	43	30	24	16	12	7	5	3255	0,50	12,0	2929	0,50	40,0	2604	0,50	Inf.	1,02
70198	36	26	20	14	10	6	4	3522	0,50	12,0	3522	0,50	40,0	3522	0,50	Inf.	0,64
70300	34	24	20	14	10	6	4	3729	0,50	12,0	3729	0,50	40,0	3729	0,50	Inf.	0,64
70400	26	20	16	12	9	6	4	4236	0,50	12,0	5931	0,50	40,0	4236	0,50	Inf.	0,93
70500	33	24	20	15	11	8	6	10431	0,50	12,0	3755	0,50	40,0	1669	0,50	Inf.	3,05
70599	40	29	24	17	12	7	4	22891	0,50	12,0	1221	0,50	40,0	1526	0,50	Inf.	0,56
70701	31	22	18	14	10	7	5	3872	0,50	12,0	5033	0,50	40,0	3097	0,50	Inf.	2,11
70800	28	21	18	13	10	7	5	9127	0,50	12,0	4563	0,50	40,0	2282	0,50	Inf.	2,14
70900	62	45	35	25	17	9	6	12675	0,50	12,0	845	0,50	40,0	1056	0,50	Inf.	0,61
71001	29	15	12	9	7	5	4	9576	0,50	12,0	4788	0,50	40,0	1915	0,50	Inf.	3,53
71100	31	13	11	10	8	5	4	35870	0,50	12,0	4543	0,50	40,0	957	0,50	Inf.	2,17
71198	40	24	20	16	13	9	5	29973	0,50	12,0	2306	0,50	40,0	922	0,50	Inf.	0,74

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 6	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 71,198 - km 72,603				Extensão do Segmento:			1,405km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
71300	48	32	25	18	12	6	3	27484,28	0,50	12,0	458	0,50	40,0	1374	0,50	Inf.	0,82
71399	55	43	35	28	21	13	6	34011,99	0,50	12,0	600	0,50	40,0	800	0,50	Inf.	1,13
71500	29	20	17	14	11	8	5	17434,26	0,50	12,0	4882	0,50	40,0	1395	0,50	Inf.	0,64
71601	41	30	26	21	17	11	6	55144,83	0,50	12,0	919	0,50	40,0	919	0,50	Inf.	0,76
71701	44	31	26	20	15	9	5	34282,14	0,50	12,0	902	0,50	40,0	1083	0,50	Inf.	0,67
71801	44	31	25	18	13	8	5	12492,86	0,50	12,0	1785	0,50	40,0	1428	0,50	Inf.	0,49
71900	52	38	30	22	16	10	6	15072,86	0,50	12,0	1292	0,50	40,0	1077	0,50	Inf.	0,45
72003	58	43	31	20	13	6	3	17936,83	0,50	12,0	414	0,50	40,0	1380	0,50	Inf.	0,87
72099	44	32	25	19	13	8	4	19666,23	0,50	12,0	1311	0,50	40,0	1311	0,50	Inf.	0,84
72200	44	28	20	12	7	5	3	3621,37	0,50	12,0	2173	0,50	40,0	3621	0,50	Inf.	0,93
72302	42	30	23	17	10	7	3	10052,7	0,50	12,0	1675	0,50	40,0	2011	0,50	Inf.	1,70
72399	63	46	36	24	14	9	5	3405,76	0,50	12,0	1362	0,50	40,0	2043	0,50	Inf.	0,67
72499	47	33	26	17	9	7	4	3390,22	0,50	12,0	2034	0,50	40,0	3390	0,50	Inf.	1,51
72603	34	24	19	15	9	7	4	3728,99	0,50	12,0	3729	0,50	40,0	3729	0,50	Inf.	1,81

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 7	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 72,603 - km 74,499			Extensão do Segmento:			1,896km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
72700	35	25	20	15	10	6	4	3622	0,50	12,0	3622	0,50	40,0	3622	0,50	Inf.	0,62
72800	30	18	16	13	9	7	5	13177	0,50	12,0	4480	0,50	40,0	1581	0,50	Inf.	3,07
72900	32	21	16	12	7	6	4	3442	0,50	12,0	4819	0,50	40,0	3442	0,50	Inf.	3,19
73000	32	25	21	17	11	8	5	3442	0,50	12,0	4819	0,50	40,0	3442	0,50	Inf.	1,24
73099	38	28	24	17	12	7	5	3336	0,50	12,0	3336	0,50	40,0	3336	0,50	Inf.	0,98
73200	44	28	23	17	12	7	4	25663	0,50	12,0	962	0,50	40,0	1283	0,50	Inf.	0,59
73299	38	26	21	16	12	7	4	42694	0,50	12,0	854	0,50	40,0	1281	0,50	Inf.	0,64
73400	41	29	24	18	13	8	5	15642	0,50	12,0	1912	0,50	40,0	1390	0,50	Inf.	0,52
73499	40	30	25	20	15	9	5	44910	0,50	12,0	842	0,50	40,0	1123	0,50	Inf.	0,70
73600	45	32	25	18	14	9	5	17176	0,50	12,0	1718	0,50	40,0	1145	0,50	Inf.	0,65
73702	57	41	33	24	17	10	5	17094	0,50	12,0	855	0,50	40,0	1026	0,50	Inf.	0,83
73801	28	18	16	13	10	7	4	13135	0,50	12,0	4816	0,50	40,0	1751	0,50	Inf.	0,64
73899	48	29	23	16	11	6	3	23014	0,50	12,0	677	0,50	40,0	1354	0,50	Inf.	0,82
74000	35	20	16	12	9	5	4	3147	0,50	12,0	4406	0,50	40,0	3147	0,50	Inf.	1,89
74100	28	18	15	11	8	5	4	4190	0,50	12,0	5029	0,50	40,0	4190	0,50	Inf.	2,20
74202	30	21	16	11	7	4	3	6487	0,50	12,0	3244	0,50	40,0	3892	0,50	Inf.	0,97
74301	22	15	12	9	7	5	3	12878	0,50	12,0	6117	0,50	40,0	2576	0,50	Inf.	0,83
74400	26	18	14	12	9	6	4	17205	0,50	12,0	5161	0,50	40,0	17220	0,50	Inf.	0,95
74499	36	26	22	17	13	8	4	41214	0,50	12,0	1268	0,50	40,0	1268	0,50	Inf.	0,94

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 8	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 74,499 - km 75,799			Extensão do Segmento:			1,300km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
74603	50	35	27	19	14	9	6	3654	0,50	12,0	2375	0,50	40,0	1827	0,50	Inf.	0,82
74701	40	29	24	19	14	9	6	3001	0,50	12,0	3901	0,50	40,0	2401	0,50	Inf.	0,89
74800	67	43	35	26	20	12	7	21698	0,50	12,0	603	0,50	40,0	723	0,50	Inf.	0,54
74901	36	24	20	15	12	8	5	2834	0,50	12,0	4818	0,50	40,0	2834	0,50	Inf.	0,44
75000	52	34	28	21	16	9	5	33676	0,50	12,0	481	0,50	40,0	962	0,50	Inf.	0,74
75099	39	30	24	17	12	7	4	23478	0,50	12,0	1252	0,50	40,0	1565	0,50	Inf.	0,56
75200	44	34	28	21	16	10	6	24795	0,50	12,0	1378	0,50	40,0	1102	0,50	Inf.	0,47
75302	36	25	20	15	12	8	6	2834	0,50	12,0	4818	0,50	40,0	2834	0,50	Inf.	2,14
75401	46	35	29	22	16	10	5	20838	0,50	12,0	1326	0,50	40,0	1137	0,50	Inf.	0,85
75503	53	36	29	22	16	10	6	17719	0,50	12,0	1181	0,50	40,0	984	0,50	Inf.	0,46
75600	50	34	28	22	17	11	6	28943	0,50	12,0	1140	0,50	40,0	855	0,50	Inf.	0,73
75698	44	31	26	19	14	9	6	2579	0,50	12,0	3353	0,50	40,0	2579	0,50	Inf.	0,89
75799	48	29	23	18	14	10	6	5640	0,50	12,0	3008	0,50	40,0	1128	0,50	Inf.	0,73

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 9	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 76,401 - km 78,100				Extensão do Segmento:			1,699 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
76401	39	27	22	16	12	7	4	33636	0,50	12,0	1009	0,50	40,0	1345	0,50	Inf.	0,58
76499	32	20	17	13	11	8	5	18302	0,50	12,0	4271	0,50	40,0	1220	0,50	Inf.	0,60
76600	56	36	29	22	17	10	5	35410	0,50	12,0	417	0,50	40,0	833	0,50	Inf.	0,94
76700	45	30	24	17	13	8	4	23529	0,50	12,0	1176	0,50	40,0	1176	0,50	Inf.	0,85
76798	36	27	22	16	12	7	4	36439	0,50	12,0	1093	0,50	40,0	1458	0,50	Inf.	0,58
76902	42	31	25	18	13	8	4	20603	0,50	12,0	1374	0,50	40,0	1374	0,50	Inf.	0,83
77001	35	27	22	16	12	7	4	13494	0,50	12,0	2699	0,50	40,0	1687	0,50	Inf.	0,98
77100	31	23	18	13	10	5	3	51189	0,50	12,0	853	0,50	40,0	1706	0,50	Inf.	1,01
77198	35	26	20	14	10	6	3	24089	0,50	12,0	1533	0,50	40,0	1752	0,50	Inf.	0,78
77301	43	30	24	17	12	7	4	21294	0,50	12,0	1136	0,50	40,0	1420	0,50	Inf.	0,56
77394	54	40	34	28	22	14	7	50548	0,50	12,0	361	0,50	40,0	722	0,50	Inf.	0,93
77499	58	43	35	27	20	13	6	18810	0,50	12,0	1045	0,50	40,0	836	0,50	Inf.	1,21
77600	48	31	23	17	12	8	4	8316	0,50	12,0	1940	0,50	40,0	1386	0,50	Inf.	0,96
77700	31	20	16	12	9	6	4	3553	0,50	12,0	4974	0,50	40,0	3553	0,50	Inf.	0,93
77800	23	18	15	12	9	7	5	21982	0,50	12,0	6155	0,50	40,0	1759	0,50	Inf.	2,87
77900	67	47	35	23	16	9	5	12843	0,50	12,0	642	0,50	40,0	1027	0,50	Inf.	0,65
78001	34	24	19	14	11	7	5	3530	0,50	12,0	4589	0,50	40,0	2824	0,50	Inf.	1,45
78100	27	19	15	11	9	6	4	3779	0,50	12,0	6424	0,50	40,0	3779	0,50	Inf.	1,03

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 10	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 78,100 - km 80,001			Extensão do Segmento:			1,901 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
78200	30	21	16	12	9	6	3	20653	0,50	12,0	2950	0,50	40,0	1770	0,50	Inf.	0,97
78302	34	23	18	13	9	6	3	10697	0,50	12,0	2674	0,50	40,0	2139	0,50	Inf.	0,98
78402	29	21	17	13	10	6	3	59335	0,50	12,0	1187	0,50	40,0	1582	0,50	Inf.	0,96
78532	34	17	13	11	9	6	4	31336	0,50	12,0	3616	0,50	40,0	964	0,50	Inf.	0,77
78600	26	18	15	11	6	6	3	5380	0,50	12,0	4304	0,50	40,0	5380	0,50	Inf.	4,03
78701	38	28	23	18	12	8	4	10904	0,50	12,0	2399	0,50	40,0	1745	0,50	Inf.	0,96
78800	40	31	26	20	15	9	4	39091	0,50	12,0	902	0,50	40,0	1203	0,50	Inf.	1,11
78902	26	19	16	12	10	7	4	10286	0,50	12,0	5657	0,50	40,0	2057	0,50	Inf.	0,63
79003	35	26	22	17	12	8	4	16322	0,50	12,0	2448	0,50	40,0	1632	0,50	Inf.	0,98
79101	35	24	18	13	9	5	2	41028	0,50	12,0	648	0,50	40,0	1728	0,50	Inf.	1,43
79201	31	20	16	11	7	4	2	24208	0,50	12,0	1452	0,50	40,0	2421	0,50	Inf.	0,87
79299	32	22	17	11	8	4	2	41995	0,50	12,0	630	0,50	40,0	2100	0,50	Inf.	0,88
79401	38	26	19	13	9	5	3	24114	0,50	12,0	1096	0,50	40,0	1754	0,50	Inf.	0,49
79501	39	23	15	9	6	3	2	21327	0,50	12,0	853	0,50	40,0	2133	0,50	Inf.	0,34
79601	34	21	15	10	6	4	2	11322	0,50	12,0	1981	0,50	40,0	2831	0,50	Inf.	1,13
79701	33	20	15	9	6	4	2	8186	0,50	12,0	2456	0,50	40,0	3274	0,50	Inf.	1,10
79800	21	13	11	10	9	8	6	96110	0,50	12,0	9611	0,50	40,0	961	0,50	Inf.	6,17
79902	59	38	26	16	9	5	3	10263	0,50	12,0	684	0,50	40,0	1710	0,50	Inf.	0,66
80001	77	49	35	22	14	6	4	13713	0,50	12,0	274	0,50	40,0	1097	0,50	Inf.	0,47

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 1	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 51,099 - km 52,500				Extensão do Segmento:			1,401 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
51099	32	21	17	12	9	6	3	49957	0,50	10,0	3007	0,50	40,0	1626	0,50	Inf.	4,58
51200	58	39	30	22	15	10	5	38230	0,50	10,0	1279	0,50	40,0	961	0,50	Inf.	1,85
51299	27	19	16	12	9	6	3	52172	0,50	10,0	3369	0,50	40,0	1701	0,50	Inf.	6,84
51399	26	16	12	7	4	1	1	52772	0,50	10,0	2812	0,50	40,0	2796	0,50	Inf.	11,63
51482	38	29	25	20	15	10	4	57758	0,50	10,0	1863	0,50	40,0	1088	0,50	Inf.	7,66
51600	36	25	20	14	9	5	2	64560	0,50	10,0	1455	0,50	40,0	1896	0,50	Inf.	7,53
51700	39	29	23	16	10	5	2	76908	0,50	10,0	1173	0,50	40,0	1929	0,50	Inf.	8,56
51800	56	40	32	24	17	10	6	47184	0,50	10,0	1218	0,50	40,0	937	0,50	Inf.	2,70
51900	43	31	25	18	13	8	5	49980	0,50	10,0	1771	0,50	40,0	1214	0,50	Inf.	4,35
52001	32	22	17	12	8	5	4	51995	0,50	10,0	2537	0,50	40,0	1767	0,50	Inf.	4,67
52102	28	20	17	13	8	7	4	50493	0,50	10,0	3692	0,50	40,0	1443	0,50	Inf.	7,59
52200	60	46	38	27	18	11	7	44772	0,50	10,0	819	0,50	40,0	844	0,50	Inf.	5,31
52299	33	22	16	11	7	4	3	50411	0,50	10,0	2150	0,50	40,0	2144	0,50	Inf.	3,45
52399	28	20	16	13	9	6	4	51641	0,50	10,0	3615	0,50	40,0	1586	0,50	Inf.	4,70
52500	58	41	32	23	17	9	5	47920	0,50	10,0	1114	0,50	40,0	1024	0,50	Inf.	2,59

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 2	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 56,599 - km 58,800			Extensão do Segmento:			2,201 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
56599	31	20	16	12	9	6	3	45026,63	0,50	10,0	3068	0,50	40,0	1618	0,50	Inf.	3,88
56701	31	20	16	13	10	7	5	31153,33	0,50	10,0	3963	0,50	40,0	1273	0,50	Inf.	2,44
56800	33	22	18	13	10	6	4	48342,3	0,50	10,0	3059	0,50	40,0	1460	0,50	Inf.	4,24
56901	26	18	15	12	9	6	4	45825,64	0,50	10,0	3880	0,50	40,0	1565	0,50	Inf.	5,20
56999	23	18	14	11	7	6	4	41250,02	0,50	10,0	4106	0,50	40,0	1677	0,50	Inf.	8,08
57099	26	18	14	10	5	4	2	62149,88	0,50	10,0	3140	0,50	40,0	2385	0,50	Inf.	8,47
57198	34	24	19	14	8	5	3	63369,38	0,50	10,0	1749	0,50	40,0	1861	0,50	Inf.	7,06
57300	38	27	22	16	11	7	4	58336,77	0,50	10,0	2076	0,50	40,0	1429	0,50	Inf.	5,61
57401	34	22	18	13	10	6	4	47226,57	0,50	10,0	2835	0,50	40,0	1452	0,50	Inf.	3,67
57502	28	19	16	13	10	7	4	45536,89	0,50	10,0	4188	0,50	40,0	1372	0,50	Inf.	4,38
57599	54	37	29	20	14	8	4	50019,97	0,50	10,0	1169	0,50	40,0	1184	0,50	Inf.	2,89
57701	33	20	17	14	11	8	5	23840,66	0,50	10,0	4308	0,50	40,0	1131	0,50	Inf.	2,53
57802	39	26	21	16	12	9	5	34054,46	0,50	10,0	3024	0,50	40,0	1083	0,50	Inf.	2,63
57901	41	27	16	10	6	4	2	32565,88	0,50	10,0	1538	0,50	40,0	2529	0,50	Inf.	3,25
57999	36	22	18	12	9	5	4	48428,13	0,50	10,0	2226	0,50	40,0	1606	0,50	Inf.	4,02
58100	35	22	16	11	8	4	2	49489,3	0,50	10,0	2000	0,50	40,0	2126	0,50	Inf.	3,37
58197	35	22	16	12	9	6	4	26220,57	0,50	10,0	3040	0,50	40,0	1532	0,50	Inf.	1,02
58299	24	16	13	10	8	6	4	37938,95	0,50	10,0	4571	0,50	40,0	1564	0,50	Inf.	4,82
58398	22	13	9	6	4	3	2	30815,82	0,50	10,0	5290	0,50	40,0	2825	0,50	Inf.	3,38
58501	29	18	14	11	8	4	2	52172,78	0,50	10,0	2911	0,50	40,0	2247	0,50	Inf.	5,31
58601	43	28	20	14	9	5	3	45446,83	0,50	10,0	1479	0,50	40,0	1740	0,50	Inf.	1,14
58700	33	20	16	12	9	5	2	50602,93	0,50	10,0	2568	0,50	40,0	1839	0,50	Inf.	5,38
58800	57	39	29	21	15	10	5	32457,47	0,50	10,0	1375	0,50	40,0	972	0,50	Inf.	1,36

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 3	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 59,198 - km 60,700			Extensão do Segmento:			1,502 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
59198	46	31	23	16	10	8	5	34401	0,50	10,0	1910	0,50	40,0	1191	0,50	Inf.	2,07
59299	39	29	23	16	12	6	3	63757	0,50	10,0	1472	0,50	40,0	1541	0,50	Inf.	6,53
59401	33	23	19	15	11	7	4	52845	0,50	10,0	3022	0,50	40,0	1361	0,50	Inf.	4,99
59498	37	27	22	17	13	8	5	51031	0,50	10,0	2633	0,50	40,0	1210	0,50	Inf.	4,31
59598	37	26	20	14	9	5	3	58879	0,50	10,0	1641	0,50	40,0	1845	0,50	Inf.	5,28
59700	44	30	24	18	13	8	4	45234	0,50	10,0	1764	0,50	40,0	1200	0,50	Inf.	3,73
59802	30	22	18	14	10	6	4	56960	0,50	10,0	2996	0,50	40,0	1589	0,50	Inf.	6,24
59900	40	27	22	17	13	8	5	43539	0,50	10,0	2391	0,50	40,0	1142	0,50	Inf.	3,03
59999	34	22	19	15	12	9	6	29831	0,50	10,0	4397	0,50	40,0	998	0,50	Inf.	3,11
60100	33	19	13	9	7	5	3	17307	0,50	10,0	3265	0,50	40,0	1899	0,50	Inf.	2,15
60200	30	17	13	10	8	6	4	13644	0,50	10,0	4394	0,50	40,0	1534	0,50	Inf.	2,61
60300	28	16	12	9	4	5	4	15811	0,50	10,0	4388	0,50	40,0	1709	0,50	Inf.	6,72
60397	26	14	10	8	4	4	3	13926	0,50	10,0	4652	0,50	40,0	2264	0,50	Inf.	4,97
60501	29	17	13	10	5	6	4	17492	0,50	10,0	4291	0,50	40,0	1574	0,50	Inf.	5,53
60598	45	33	27	20	11	9	6	46869	0,50	10,0	1650	0,50	40,0	1030	0,50	Inf.	6,17
60700	58	40	31	21	11	8	5	44340	0,50	10,0	883	0,50	40,0	1119	0,50	Inf.	3,64

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 4	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 67,799 - km 69,303			Extensão do Segmento:			1,504 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
67799	42	30	24	18	13	8	6	48236	0,50	10,0	1985	0,50	40,0	1096	0,50	Inf.	3,62
67900	38	26	19	13	9	5	3	48719	0,50	10,0	1880	0,50	40,0	1828	0,50	Inf.	2,92
68000	46	32	26	18	12	6	3	62226	0,50	10,0	1070	0,50	40,0	1537	0,50	Inf.	6,25
68101	33	24	19	14	11	7	5	46951	0,50	10,0	3079	0,50	40,0	1331	0,50	Inf.	3,41
68198	48	33	26	19	14	9	6	41191	0,50	10,0	1688	0,50	40,0	1028	0,50	Inf.	1,93
68301	35	25	20	15	11	8	5	45696	0,50	10,0	3225	0,50	40,0	1216	0,50	Inf.	3,19
68399	41	29	23	16	12	8	5	45254	0,50	10,0	2149	0,50	40,0	1209	0,50	Inf.	3,02
68500	38	27	22	15	11	8	6	46663	0,50	10,0	2546	0,50	40,0	1132	0,50	Inf.	4,38
68601	40	25	20	14	9	6	5	44355	0,50	10,0	1841	0,50	40,0	1362	0,50	Inf.	4,32
68701	39	27	21	15	11	8	6	38607	0,50	10,0	2511	0,50	40,0	1117	0,50	Inf.	3,10
68800	30	20	16	11	8	5	3	55630	0,50	10,0	2939	0,50	40,0	1906	0,50	Inf.	5,01
68901	40	27	21	14	10	6	4	49349	0,50	10,0	1876	0,50	40,0	1483	0,50	Inf.	3,29
68999	40	29	24	17	12	7	5	57811	0,50	10,0	1580	0,50	40,0	1281	0,50	Inf.	6,27
69099	37	27	22	16	11	7	4	59718	0,50	10,0	2010	0,50	40,0	1409	0,50	Inf.	6,02
69200	39	25	21	15	11	7	4	50281	0,50	10,0	2188	0,50	40,0	1351	0,50	Inf.	4,30
69303	62	42	32	22	14	7	4	46541	0,50	10,0	844	0,50	40,0	1213	0,50	Inf.	2,39

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 5	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 69,701 - km 71,198			Extensão do Segmento:			1,497 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
69701	42	29	22	16	11	6	4	47009	0,50	10,0	1737	0,50	40,0	1414	0,50	Inf.	2,89
69804	29	20	16	11	8	4	3	59744	0,50	10,0	2721	0,50	40,0	1990	0,50	Inf.	6,70
69902	35	24	19	14	10	6	4	51104	0,50	10,0	2450	0,50	40,0	1510	0,50	Inf.	4,02
70000	31	22	18	13	10	6	4	54259	0,50	10,0	3049	0,50	40,0	1518	0,50	Inf.	5,32
70100	43	30	24	16	12	7	5	50667	0,50	10,0	1624	0,50	40,0	1261	0,50	Inf.	3,91
70198	36	26	20	14	10	6	4	52741	0,50	10,0	2296	0,50	40,0	1553	0,50	Inf.	4,19
70300	34	24	20	14	10	6	4	55700	0,50	10,0	1986	0,50	40,0	1531	0,50	Inf.	6,72
70400	26	20	16	12	9	6	4	50150	0,50	10,0	3449	0,50	40,0	1639	0,50	Inf.	5,98
70500	33	24	20	15	11	8	6	49364	0,50	10,0	3336	0,50	40,0	1143	0,50	Inf.	4,89
70599	40	29	24	17	12	7	4	62728	0,50	10,0	1593	0,50	40,0	1392	0,50	Inf.	6,54
70701	31	22	18	14	10	7	5	46572	0,50	10,0	3472	0,50	40,0	1293	0,50	Inf.	4,49
70800	28	21	18	13	10	7	5	48481	0,50	10,0	3782	0,50	40,0	1296	0,50	Inf.	6,99
70900	62	45	35	25	17	9	6	47303	0,50	10,0	883	0,50	40,0	969	0,50	Inf.	2,47
71001	29	15	12	9	7	5	4	13624	0,50	10,0	4448	0,50	40,0	1757	0,50	Inf.	3,83
71100	31	13	11	10	8	5	4	9696	0,50	10,0	4186	0,50	40,0	1434	0,50	Inf.	8,02
71198	40	24	20	16	13	9	5	21682	0,50	10,0	3277	0,50	40,0	1019	0,50	Inf.	2,55

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 6	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 71,198 - km 72,603				Extensão do Segmento:			1,405km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
71300	48	32	25	18	12	6	3	53765,54	0,50	10,0	1197	0,50	40,0	1490	0,50	Inf.	4,25
71399	55	43	35	28	21	13	6	51175,57	0,50	10,0	1414	0,50	40,0	817	0,50	Inf.	4,60
71500	29	20	17	14	11	8	5	43094,06	0,50	10,0	4346	0,50	40,0	1184	0,50	Inf.	3,75
71601	41	30	26	21	17	11	6	49319,15	0,50	10,0	2587	0,50	40,0	887	0,50	Inf.	5,26
71701	44	31	26	20	15	9	5	45925,56	0,50	10,0	1803	0,50	40,0	1053	0,50	Inf.	4,97
71801	44	31	25	18	13	8	5	49302,15	0,50	10,0	1773	0,50	40,0	1200	0,50	Inf.	3,78
71900	52	38	30	22	16	10	6	45547,08	0,50	10,0	1415	0,50	40,0	973	0,50	Inf.	2,52
72003	58	43	31	20	13	6	3	54803,66	0,50	10,0	840	0,50	40,0	1436	0,50	Inf.	3,32
72099	44	32	25	19	13	8	4	50140,2	0,50	10,0	1698	0,50	40,0	1221	0,50	Inf.	4,23
72200	44	28	20	12	7	5	3	43453,93	0,50	10,0	1330	0,50	40,0	1810	0,50	Inf.	1,88
72302	42	30	23	17	10	7	3	49226,43	0,50	10,0	1638	0,50	40,0	1458	0,50	Inf.	5,33
72399	63	46	36	24	14	9	5	54238,77	0,50	10,0	843	0,50	40,0	1053	0,50	Inf.	4,33
72499	47	33	26	17	9	7	4	49776,49	0,50	10,0	1247	0,50	40,0	1345	0,50	Inf.	5,75
72603	34	24	19	15	9	7	4	49173,66	0,50	10,0	2820	0,50	40,0	1404	0,50	Inf.	5,00

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 7	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 72,603 - km 74,499			Extensão do Segmento:			1,896km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
72700	35	25	20	15	10	6	4	58176	0,50	10,0	2141	0,50	40,0	1531	0,50	Inf.	5,71
72800	30	18	16	13	9	7	5	42629	0,50	10,0	4058	0,50	40,0	1292	0,50	Inf.	4,95
72900	32	21	16	12	7	6	4	40198	0,50	10,0	3181	0,50	40,0	1560	0,50	Inf.	3,66
73000	32	25	21	17	11	8	5	58954	0,50	10,0	2905	0,50	40,0	1256	0,50	Inf.	7,41
73099	38	28	24	17	12	7	5	60879	0,50	10,0	1292	0,50	40,0	1272	0,50	Inf.	7,91
73200	44	28	23	17	12	7	4	47471	0,50	10,0	1766	0,50	40,0	1284	0,50	Inf.	3,73
73299	38	26	21	16	12	7	4	47054	0,50	10,0	2222	0,50	40,0	1320	0,50	Inf.	4,35
73400	41	29	24	18	13	8	5	53298	0,50	10,0	2062	0,50	40,0	1196	0,50	Inf.	4,81
73499	40	30	25	20	15	9	5	52435	0,50	10,0	1991	0,50	40,0	1088	0,50	Inf.	5,67
73600	45	32	25	18	14	9	5	43889	0,50	10,0	2039	0,50	40,0	1074	0,50	Inf.	2,30
73702	57	41	33	24	17	10	5	46259	0,50	10,0	1011	0,50	40,0	981	0,50	Inf.	3,71
73801	28	18	16	13	10	7	4	45968	0,50	10,0	4015	0,50	40,0	1354	0,50	Inf.	5,29
73899	48	29	23	16	11	6	3	45554	0,50	10,0	1211	0,50	40,0	1458	0,50	Inf.	3,05
74000	35	20	16	12	9	5	4	31145	0,50	10,0	2920	0,50	40,0	1521	0,50	Inf.	2,89
74100	28	18	15	11	8	5	4	50590	0,50	10,0	3368	0,50	40,0	1689	0,50	Inf.	5,37
74202	30	21	16	11	7	4	3	58271	0,50	10,0	2229	0,50	40,0	2117	0,50	Inf.	5,99
74301	22	15	12	9	7	5	3	38908	0,50	10,0	4377	0,50	40,0	1923	0,50	Inf.	5,91
74400	26	18	14	12	9	6	4	40594	0,50	10,0	4773	0,50	40,0	1536	0,50	Inf.	3,14
74499	36	26	22	17	13	8	4	58395	0,50	10,0	2513	0,50	40,0	1254	0,50	Inf.	6,54

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 8	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 74,499 - km 75,799				Extensão do Segmento:			1,300km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
74603	50	35	27	19	14	9	6	41814	0,50	10,0	1599	0,50	40,0	1044	0,50	Inf.	1,50
74701	40	29	24	19	14	9	6	48425	0,50	10,0	2262	0,50	40,0	1050	0,50	Inf.	4,00
74800	67	43	35	26	20	12	7	30763	0,50	10,0	1289	0,50	40,0	760	0,50	Inf.	2,07
74901	36	24	20	15	12	8	5	44215	0,50	10,0	3061	0,50	40,0	1157	0,50	Inf.	3,09
75000	52	34	28	21	16	9	5	46734	0,50	10,0	1518	0,50	40,0	997	0,50	Inf.	3,43
75099	39	30	24	17	12	7	4	61738	0,50	10,0	1381	0,50	40,0	1452	0,50	Inf.	6,31
75200	44	34	28	21	16	10	6	45451	0,50	10,0	1636	0,50	40,0	988	0,50	Inf.	4,88
75302	36	25	20	15	12	8	6	36872	0,50	10,0	3181	0,50	40,0	1129	0,50	Inf.	2,70
75401	46	35	29	22	16	10	5	47107	0,50	10,0	1268	0,50	40,0	1005	0,50	Inf.	5,82
75503	53	36	29	22	16	10	6	43709	0,50	10,0	1516	0,50	40,0	945	0,50	Inf.	1,84
75600	50	34	28	22	17	11	6	41665	0,50	10,0	1878	0,50	40,0	867	0,50	Inf.	2,70
75698	44	31	26	19	14	9	6	44632	0,50	10,0	1940	0,50	40,0	1051	0,50	Inf.	4,49
75799	48	29	23	18	14	10	6	16326	0,50	10,0	2528	0,50	40,0	924	0,50	Inf.	2,03

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 9	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 76,401 - km 78,100				Extensão do Segmento:		1,699 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
76401	39	27	22	16	12	7	4	54178	0,50	10,0	2275	0,50	40,0	1339	0,50	Inf.	4,73
76499	32	20	17	13	11	8	5	26977	0,50	10,0	4578	0,50	40,0	1125	0,50	Inf.	2,65
76600	56	36	29	22	17	10	5	40260	0,50	10,0	1355	0,50	40,0	941	0,50	Inf.	2,89
76700	45	30	24	17	13	8	4	43984	0,50	10,0	1814	0,50	40,0	1193	0,50	Inf.	3,27
76798	36	27	22	16	12	7	4	53821	0,50	10,0	1865	0,50	40,0	1406	0,50	Inf.	6,07
76902	42	31	25	18	13	8	4	52439	0,50	10,0	1692	0,50	40,0	1247	0,50	Inf.	5,42
77001	35	27	22	16	12	7	4	63661	0,50	10,0	1983	0,50	40,0	1453	0,50	Inf.	6,61
77100	31	23	18	13	10	5	3	63312	0,50	10,0	2082	0,50	40,0	1851	0,50	Inf.	6,42
77198	35	26	20	14	10	6	3	56836	0,50	11,0	2158	0,50	40,0	1642	0,50	Inf.	5,64
77301	43	30	24	17	12	7	4	54829	0,50	10,0	1657	0,50	40,0	1363	0,50	Inf.	4,37
77394	54	40	34	28	22	14	7	49598	0,50	10,0	1763	0,50	40,0	730	0,50	Inf.	4,47
77499	58	43	35	27	20	13	6	43720	0,50	10,0	1228	0,50	40,0	792	0,50	Inf.	3,43
77600	48	31	23	17	12	8	4	31266	0,50	10,0	1832	0,50	40,0	1223	0,50	Inf.	1,48
77700	31	20	16	12	9	6	4	44189	0,50	10,0	3318	0,50	40,0	1522	0,50	Inf.	2,82
77800	23	18	15	12	9	7	5	39827	0,50	10,0	3776	0,50	40,0	1372	0,50	Inf.	9,22
77900	67	47	35	23	16	9	5	40046	0,50	11,0	827	0,50	40,0	1031	0,50	Inf.	1,29
78001	34	24	19	14	11	7	5	44011	0,50	10,0	3065	0,50	40,0	1278	0,50	Inf.	2,97
78100	27	19	15	11	9	6	4	44744	0,50	10,0	4164	0,50	40,0	1552	0,50	Inf.	3,10

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 10	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 78,100 - km 80,001			Extensão do Segmento:			1,901 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
78200	30	21	16	12	9	6	3	44899	0,50	10,0	3381	0,50	40,0	1692	0,50	Inf.	3,68
78302	34	23	18	13	9	6	3	50095	0,50	10,0	2549	0,50	40,0	1624	0,50	Inf.	4,43
78402	29	21	17	13	10	6	3	58404	0,50	10,0	3317	0,50	40,0	1661	0,50	Inf.	6,33
78532	34	17	13	11	9	6	4	10176	0,50	10,0	3423	0,50	40,0	1423	0,50	Inf.	5,66
78600	26	18	15	11	6	6	3	48634	0,50	10,0	4078	0,50	40,0	1747	0,50	Inf.	8,67
78701	38	28	23	18	12	8	4	58296	0,50	10,0	2122	0,50	40,0	1276	0,50	Inf.	6,35
78800	40	31	26	20	15	9	4	58404	0,50	10,0	3317	0,50	40,0	1661	0,50	Inf.	6,33
78902	26	19	16	12	10	7	4	44272	0,50	10,0	3936	0,50	40,0	1411	0,50	Inf.	5,81
79003	35	26	22	17	12	8	4	59073	0,50	10,0	2190	0,50	40,0	1303	0,50	Inf.	7,19
79101	35	24	18	13	9	5	2	53606	0,50	10,0	2146	0,50	40,0	1860	0,50	Inf.	5,32
79201	31	20	16	11	7	4	2	61800	0,50	10,0	2022	0,50	40,0	2274	0,50	Inf.	7,01
79299	32	22	17	11	8	4	2	64355	0,50	10,0	2020	0,50	40,0	2218	0,50	Inf.	6,48
79401	38	26	19	13	9	5	3	48719	0,50	10,0	1880	0,50	40,0	1828	0,50	Inf.	2,92
79501	39	23	15	9	6	3	2	38605	0,50	10,0	1434	0,50	40,0	2604	0,50	Inf.	1,87
79601	34	21	15	10	6	4	2	46616	0,50	10,0	2033	0,50	40,0	2235	0,50	Inf.	2,71
79701	33	20	15	9	6	4	2	48767	0,50	10,0	2193	0,50	40,0	2279	0,50	Inf.	3,75
79800	21	13	11	10	9	8	6	31609	0,50	10,0	3574	0,50	40,0	1438	0,50	Inf.	21,13
79902	59	38	26	16	9	5	3	43101	0,50	10,0	822	0,50	40,0	1847	0,50	Inf.	1,71
80001	77	49	35	22	14	6	4	30632	0,50	10,0	561	0,50	40,0	1104	0,50	Inf.	3,73

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 1	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 51,099 - km 52,500			Extensão do Segmento:			1,401 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
51099	32	21	17	12	9	6	3	34248	0,50	12,0	2469	0,50	40,0	1568	0,50	Inf.	3,44
51200	58	39	30	22	15	10	5	23915	0,50	12,0	1156	0,50	40,0	934	0,50	Inf.	1,69
51299	27	19	16	12	9	6	3	42603	0,50	12,0	2639	0,50	40,0	1640	0,50	Inf.	4,62
51399	26	16	12	7	4	1	1	37329	0,50	12,0	2126	0,50	40,0	2721	0,50	Inf.	10,36
51482	38	29	25	20	15	10	4	47623	0,50	12,0	1326	0,50	40,0	1053	0,50	Inf.	5,23
51600	36	25	20	14	9	5	2	44728	0,50	12,0	972	0,50	40,0	1802	0,50	Inf.	4,82
51700	39	29	23	16	10	5	2	50428	0,50	12,0	718	0,50	40,0	1760	0,50	Inf.	5,23
51800	56	40	32	24	17	10	6	30991	0,50	12,0	975	0,50	40,0	912	0,50	Inf.	1,88
51900	43	31	25	18	13	8	5	34583	0,50	12,0	1382	0,50	40,0	1166	0,50	Inf.	2,95
52001	32	22	17	12	8	5	4	36793	0,50	12,0	1947	0,50	40,0	1741	0,50	Inf.	3,95
52102	28	20	17	13	8	7	4	40468	0,50	12,0	3071	0,50	40,0	1399	0,50	Inf.	5,91
52200	60	46	38	27	18	11	7	32083	0,50	12,0	649	0,50	40,0	809	0,50	Inf.	3,92
52299	33	22	16	11	7	4	3	33454	0,50	12,0	1724	0,50	40,0	2072	0,50	Inf.	2,76
52399	28	20	16	13	9	6	4	39006	0,50	12,0	2930	0,50	40,0	1568	0,50	Inf.	3,39
52500	58	41	32	23	17	9	5	30018	0,50	12,0	900	0,50	40,0	977	0,50	Inf.	1,99

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Quadrático
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 2	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 56,599 - km 58,800			Extensão do Segmento:			2,201 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
56599	31	20	16	12	9	6	3	30989,54	0,50	12,0	2738	0,50	40,0	1568	0,50	Inf.	3,33
56701	31	20	16	13	10	7	5	22511,13	0,50	12,0	3781	0,50	40,0	1290	0,50	Inf.	1,99
56800	33	22	18	13	10	6	4	33492,53	0,50	12,0	2536	0,50	40,0	1420	0,50	Inf.	3,12
56901	26	18	15	12	9	6	4	37021,33	0,50	12,0	3403	0,50	40,0	1552	0,50	Inf.	3,69
56999	23	18	14	11	7	6	4	35809,78	0,50	12,0	3998	0,50	40,0	1647	0,50	Inf.	5,53
57099	26	18	14	10	5	4	2	45122,59	0,50	12,0	2182	0,50	40,0	2278	0,50	Inf.	6,10
57198	34	24	19	14	8	5	3	44753,39	0,50	12,0	1195	0,50	40,0	1790	0,50	Inf.	4,77
57300	38	27	22	16	11	7	4	40415,53	0,50	12,0	1489	0,50	40,0	1363	0,50	Inf.	3,77
57401	34	22	18	13	10	6	4	32406,27	0,50	12,0	2391	0,50	40,0	1422	0,50	Inf.	2,92
57502	28	19	16	13	10	7	4	33992,69	0,50	12,0	3742	0,50	40,0	1349	0,50	Inf.	3,63
57599	54	37	29	20	14	8	4	31263,55	0,50	12,0	921	0,50	40,0	1121	0,50	Inf.	2,04
57701	33	20	17	14	11	8	5	17951,39	0,50	12,0	4034	0,50	40,0	1133	0,50	Inf.	2,55
57802	39	26	21	16	12	9	5	22908,14	0,50	12,0	2799	0,50	40,0	1055	0,50	Inf.	2,45
57901	41	27	16	10	6	4	2	20432,41	0,50	12,0	1354	0,50	40,0	2438	0,50	Inf.	4,11
57999	36	22	18	12	9	5	4	32399,92	0,50	12,0	1847	0,50	40,0	1580	0,50	Inf.	3,57
58100	35	22	16	11	8	4	2	31664,86	0,50	12,0	1650	0,50	40,0	2042	0,50	Inf.	2,77
58197	35	22	16	12	9	6	4	17752,99	0,50	12,0	2888	0,50	40,0	1514	0,50	Inf.	0,92
58299	24	16	13	10	8	6	4	28314,25	0,50	12,0	4735	0,50	40,0	1552	0,50	Inf.	2,90
58398	22	13	9	6	4	3	2	20537,06	0,50	12,0	5008	0,50	40,0	2725	0,50	Inf.	3,25
58501	29	18	14	11	8	4	2	35909,77	0,50	12,0	2204	0,50	40,0	2170	0,50	Inf.	4,43
58601	43	28	20	14	9	5	3	28191,15	0,50	12,0	1288	0,50	40,0	1667	0,50	Inf.	0,92
58700	33	20	16	12	9	5	2	33453,16	0,50	12,0	2084	0,50	40,0	1791	0,50	Inf.	4,84
58800	57	39	29	21	15	10	5	20505,82	0,50	12,0	1292	0,50	40,0	947	0,50	Inf.	1,34

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Quadrático
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 3	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 59,198 - km 60,700			Extensão do Segmento:			1,502 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
59198	46	31	23	16	10	8	5	21933	0,50	12,0	1782	0,50	40,0	1160	0,50	Inf.	2,04
59299	39	29	23	16	12	6	3	44323	0,50	12,0	989	0,50	40,0	1479	0,50	Inf.	4,08
59401	33	23	19	15	11	7	4	38337	0,50	12,0	2369	0,50	40,0	1337	0,50	Inf.	3,55
59498	37	27	22	17	13	8	5	36327	0,50	12,0	2110	0,50	40,0	1167	0,50	Inf.	3,02
59598	37	26	20	14	9	5	3	39900	0,50	12,0	1149	0,50	40,0	1762	0,50	Inf.	3,34
59700	44	30	24	18	13	8	4	30512	0,50	12,0	1478	0,50	40,0	1163	0,50	Inf.	2,81
59802	30	22	18	14	10	6	4	43975	0,50	12,0	2195	0,50	40,0	1530	0,50	Inf.	4,18
59900	40	27	22	17	13	8	5	29430	0,50	12,0	2124	0,50	40,0	1108	0,50	Inf.	2,57
59999	34	22	19	15	12	9	6	21249	0,50	12,0	4173	0,50	40,0	980	0,50	Inf.	2,67
60100	33	19	13	9	7	5	3	12932	0,50	12,0	3019	0,50	40,0	1838	0,50	Inf.	2,22
60200	30	17	13	10	8	6	4	11815	0,50	12,0	4118	0,50	40,0	1548	0,50	Inf.	2,08
60300	28	16	12	9	4	5	4	12698	0,50	12,0	4321	0,50	40,0	1751	0,50	Inf.	6,35
60397	26	14	10	8	4	4	3	11619	0,50	12,0	4342	0,50	40,0	2268	0,50	Inf.	4,62
60501	29	17	13	10	5	6	4	14185	0,50	12,0	4088	0,50	40,0	1611	0,50	Inf.	4,96
60598	45	33	27	20	11	9	6	33759	0,50	12,0	1346	0,50	40,0	1013	0,50	Inf.	4,99
60700	58	40	31	21	11	8	5	28310	0,50	12,0	750	0,50	40,0	1083	0,50	Inf.	3,18

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Quadrático
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 4	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 67,799 - km 69,303			Extensão do Segmento:			1,504 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
67799	42	30	24	18	13	8	6	33779	0,50	12,0	1618	0,50	40,0	1108	0,50	Inf.	3,04
67900	38	26	19	13	9	5	3	31593	0,50	12,0	1510	0,50	40,0	1737	0,50	Inf.	1,95
68000	46	32	26	18	12	6	3	40804	0,50	12,0	705	0,50	40,0	1423	0,50	Inf.	3,84
68101	33	24	19	14	11	7	5	33984	0,50	12,0	2575	0,50	40,0	1321	0,50	Inf.	2,62
68198	48	33	26	19	14	9	6	27209	0,50	12,0	1515	0,50	40,0	1013	0,50	Inf.	1,60
68301	35	25	20	15	11	8	5	31233	0,50	12,0	2806	0,50	40,0	1182	0,50	Inf.	2,54
68399	41	29	23	16	12	8	5	30779	0,50	12,0	1809	0,50	40,0	1175	0,50	Inf.	2,19
68500	38	27	22	15	11	8	6	33170	0,50	12,0	2131	0,50	40,0	1137	0,50	Inf.	3,84
68601	40	25	20	14	9	6	5	29995	0,50	12,0	1612	0,50	40,0	1381	0,50	Inf.	4,13
68701	39	27	21	15	11	8	6	26133	0,50	12,0	2374	0,50	40,0	1127	0,50	Inf.	2,73
68800	30	20	16	11	8	5	3	38866	0,50	12,0	2221	0,50	40,0	1834	0,50	Inf.	3,41
68901	40	27	21	14	10	6	4	32792	0,50	12,0	1501	0,50	40,0	1441	0,50	Inf.	2,48
68999	40	29	24	17	12	7	5	42087	0,50	12,0	1119	0,50	40,0	1264	0,50	Inf.	4,53
69099	37	27	22	16	11	7	4	42914	0,50	12,0	1422	0,50	40,0	1348	0,50	Inf.	3,92
69200	39	25	21	15	11	7	4	33909	0,50	12,0	1759	0,50	40,0	1304	0,50	Inf.	3,25
69303	62	42	32	22	14	7	4	28215	0,50	12,0	668	0,50	40,0	1138	0,50	Inf.	1,59

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Quadrático
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 5	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 69,701 - km 71,198			Extensão do Segmento:			1,497 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
69701	42	29	22	16	11	6	4	30995	0,50	12,0	1437	0,50	40,0	1376	0,50	Inf.	2,05
69804	29	20	16	11	8	4	3	43245	0,50	12,0	1956	0,50	40,0	1927	0,50	Inf.	4,65
69902	35	24	19	14	10	6	4	35372	0,50	12,0	1946	0,50	40,0	1481	0,50	Inf.	2,90
70000	31	22	18	13	10	6	4	40052	0,50	12,0	2358	0,50	40,0	1480	0,50	Inf.	3,63
70100	43	30	24	16	12	7	5	34873	0,50	12,0	1252	0,50	40,0	1247	0,50	Inf.	3,03
70198	36	26	20	14	10	6	4	35847	0,50	12,0	1787	0,50	40,0	1501	0,50	Inf.	3,00
70300	34	24	20	14	10	6	4	42200	0,50	12,0	1449	0,50	40,0	1501	0,50	Inf.	4,66
70400	26	20	16	12	9	6	4	42377	0,50	12,0	2827	0,50	40,0	1617	0,50	Inf.	4,12
70500	33	24	20	15	11	8	6	37445	0,50	12,0	2736	0,50	40,0	1155	0,50	Inf.	4,13
70599	40	29	24	17	12	7	4	44233	0,50	12,0	1077	0,50	40,0	1319	0,50	Inf.	4,16
70701	31	22	18	14	10	7	5	34959	0,50	12,0	2955	0,50	40,0	1296	0,50	Inf.	3,63
70800	28	21	18	13	10	7	5	40741	0,50	12,0	3285	0,50	40,0	1259	0,50	Inf.	5,16
70900	62	45	35	25	17	9	6	30283	0,50	12,0	693	0,50	40,0	941	0,50	Inf.	1,80
71001	29	15	12	9	7	5	4	11511	0,50	12,0	4124	0,50	40,0	1776	0,50	Inf.	3,51
71100	31	13	11	10	8	5	4	9687	0,50	12,0	3987	0,50	40,0	1473	0,50	Inf.	7,40
71198	40	24	20	16	13	9	5	15880	0,50	12,0	3044	0,50	40,0	1005	0,50	Inf.	2,91

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Quadrático
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 6	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 71,198 - km 72,603				Extensão do Segmento:			1,405km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
71300	48	32	25	18	12	6	3	34107	0,50	12,0	883	0,50	40,0	1415	0,50	Inf.	2,91
71399	55	43	35	28	21	13	6	35019	0,50	12,0	1082	0,50	40,0	786	0,50	Inf.	3,37
71500	29	20	17	14	11	8	5	32063	0,50	12,0	4075	0,50	40,0	1171	0,50	Inf.	3,12
71601	41	30	26	21	17	11	6	36928	0,50	12,0	2103	0,50	40,0	872	0,50	Inf.	4,04
71701	44	31	26	20	15	9	5	33130	0,50	12,0	1465	0,50	40,0	1022	0,50	Inf.	3,51
71801	44	31	25	18	13	8	5	33539	0,50	12,0	1380	0,50	40,0	1159	0,50	Inf.	2,58
71900	52	38	30	22	16	10	6	30188	0,50	12,0	1187	0,50	40,0	949	0,50	Inf.	1,81
72003	58	43	31	20	13	6	3	32590	0,50	12,0	619	0,50	40,0	1334	0,50	Inf.	2,20
72099	44	32	25	19	13	8	4	34208	0,50	12,0	1301	0,50	40,0	1185	0,50	Inf.	2,80
72200	44	28	20	12	7	5	3	26413	0,50	12,0	1236	0,50	40,0	1717	0,50	Inf.	1,94
72302	42	30	23	17	10	7	3	32930	0,50	12,0	1297	0,50	40,0	1387	0,50	Inf.	3,86
72399	63	46	36	24	14	9	5	33306	0,50	12,0	613	0,50	40,0	986	0,50	Inf.	3,27
72499	47	33	26	17	9	7	4	33112	0,50	12,0	967	0,50	40,0	1282	0,50	Inf.	4,35
72603	34	24	19	15	9	7	4	34705	0,50	12,0	2313	0,50	40,0	1362	0,50	Inf.	3,88

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Quadrático
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 7	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 72,603 - km 74,499			Extensão do Segmento:			1,896km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
72700	35	25	20	15	10	6	4	41656	0,50	12,0	1539	0,50	40,0	1494	0,50	Inf.	3,95
72800	30	18	16	13	9	7	5	29975	0,50	12,0	3742	0,50	40,0	1282	0,50	Inf.	4,41
72900	32	21	16	12	7	6	4	26639	0,50	12,0	2957	0,50	40,0	1528	0,50	Inf.	3,29
73000	32	25	21	17	11	8	5	48080	0,50	12,0	2164	0,50	40,0	1208	0,50	Inf.	5,13
73099	38	28	24	17	12	7	5	48097	0,50	12,0	879	0,50	40,0	1266	0,50	Inf.	5,63
73200	44	28	23	17	12	7	4	31132	0,50	12,0	1437	0,50	40,0	1243	0,50	Inf.	2,86
73299	38	26	21	16	12	7	4	32826	0,50	12,0	1850	0,50	40,0	1275	0,50	Inf.	3,27
73400	41	29	24	18	13	8	5	37213	0,50	12,0	1550	0,50	40,0	1157	0,50	Inf.	3,29
73499	40	30	25	20	15	9	5	39808	0,50	12,0	1512	0,50	40,0	1064	0,50	Inf.	3,09
73600	45	32	25	18	14	9	5	28882	0,50	12,0	1746	0,50	40,0	1053	0,50	Inf.	1,85
73702	57	41	33	24	17	10	5	30775	0,50	12,0	819	0,50	40,0	938	0,50	Inf.	2,56
73801	28	18	16	13	10	7	4	35471	0,50	12,0	3561	0,50	40,0	1341	0,50	Inf.	4,33
73899	48	29	23	16	11	6	3	28691	0,50	12,0	1047	0,50	40,0	1402	0,50	Inf.	2,48
74000	35	20	16	12	9	5	4	20956	0,50	12,0	2710	0,50	40,0	1495	0,50	Inf.	2,77
74100	28	18	15	11	8	5	4	37661	0,50	12,0	2722	0,50	40,0	1711	0,50	Inf.	4,58
74202	30	21	16	11	7	4	3	41715	0,50	12,0	1619	0,50	40,0	2072	0,50	Inf.	4,37
74301	22	15	12	9	7	5	3	31417	0,50	12,0	4336	0,50	40,0	1896	0,50	Inf.	3,56
74400	26	18	14	12	9	6	4	28060	0,50	12,0	4600	0,50	40,0	1515	0,50	Inf.	2,54
74499	36	26	22	17	13	8	4	43029	0,50	12,0	1838	0,50	40,0	1206	0,50	Inf.	4,53

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Quadrático
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 8	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá				Limites do Segmento Homogêneo:			km 74,499 - km 75,799			Extensão do Segmento:			1,300km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
74603	50	35	27	19	14	9	6	27190	0,50	12,0	1386	0,50	40,0	1029	0,50	Inf.	1,28
74701	40	29	24	19	14	9	6	35440	0,50	12,0	1842	0,50	40,0	1043	0,50	Inf.	2,90
74800	67	43	35	26	20	12	7	19478	0,50	12,0	1158	0,50	40,0	737	0,50	Inf.	1,97
74901	36	24	20	15	12	8	5	30660	0,50	12,0	2666	0,50	40,0	1148	0,50	Inf.	2,64
75000	52	34	28	21	16	9	5	29860	0,50	12,0	1275	0,50	40,0	970	0,50	Inf.	3,00
75099	39	30	24	17	12	7	4	44935	0,50	12,0	933	0,50	40,0	1392	0,50	Inf.	3,94
75200	44	34	28	21	16	10	6	35120	0,50	12,0	1321	0,50	40,0	967	0,50	Inf.	3,13
75302	36	25	20	15	12	8	6	26500	0,50	12,0	2813	0,50	40,0	1134	0,50	Inf.	2,23
75401	46	35	29	22	16	10	5	36591	0,50	12,0	991	0,50	40,0	978	0,50	Inf.	3,83
75503	53	36	29	22	16	10	6	28037	0,50	12,0	1327	0,50	40,0	918	0,50	Inf.	1,62
75600	50	34	28	22	17	11	6	27285	0,50	12,0	1695	0,50	40,0	851	0,50	Inf.	2,55
75698	44	31	26	19	14	9	6	31426	0,50	12,0	1634	0,50	40,0	1007	0,50	Inf.	3,37
75799	48	29	23	18	14	10	6	12630	0,50	12,0	2290	0,50	40,0	912	0,50	Inf.	2,06

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Quadrático
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 9	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 76,401 - km 78,100				Extensão do Segmento:		1,699 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
76401	39	27	22	16	12	7	4	36430	0,50	12,0	1747	0,50	40,0	11279	0,50	Inf.	3,29
76499	32	20	17	13	11	8	5	19421	0,50	12,0	4362	0,50	40,0	1119	0,50	Inf.	2,63
76600	56	36	29	22	17	10	5	24906	0,50	12,0	1279	0,50	40,0	911	0,50	Inf.	2,75
76700	45	30	24	17	13	8	4	28820	0,50	12,0	1546	0,50	40,0	1159	0,50	Inf.	2,66
76798	36	27	22	16	12	7	4	41404	0,50	12,0	1383	0,50	40,0	1349	0,50	Inf.	3,68
76902	42	31	25	18	13	8	4	37076	0,50	12,0	1275	0,50	40,0	1199	0,50	Inf.	3,50
77001	35	27	22	16	12	7	4	47578	0,50	12,0	1352	0,50	40,0	1390	0,50	Inf.	4,03
77100	31	23	18	13	10	5	3	46748	0,50	12,0	1436	0,50	40,0	1802	0,50	Inf.	4,26
77198	35	26	20	14	10	6	3	39691	0,50	12,0	1575	0,50	40,0	1578	0,50	Inf.	3,68
77301	43	30	24	17	12	7	4	36569	0,50	12,0	1215	0,50	40,0	1304	0,50	Inf.	2,80
77394	54	40	34	28	22	14	7	34056	0,50	12,0	1412	0,50	40,0	711	0,50	Inf.	3,65
77499	58	43	35	27	20	13	6	29705	0,50	12,0	1052	0,50	40,0	766	0,50	Inf.	2,62
77600	48	31	23	17	12	8	4	20050	0,50	12,0	1661	0,50	40,0	1186	0,50	Inf.	1,49
77700	31	20	16	12	9	6	4	30385	0,50	12,0	2954	0,50	40,0	1512	0,50	Inf.	2,36
77800	23	18	15	12	9	7	5	39435	0,50	12,0	4006	0,50	40,0	1379	0,50	Inf.	5,27
77900	67	47	35	23	16	9	5	24523	0,50	12,0	700	0,50	40,0	987	0,50	Inf.	1,04
78001	34	24	19	14	11	7	5	30987	0,50	12,0	2683	0,50	40,0	1274	0,50	Inf.	2,37
78100	27	19	15	11	9	6	4	32952	0,50	12,0	3677	0,50	40,0	1551	0,50	Inf.	2,48

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Quadrático
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 10	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 78,100 - km 80,001			Extensão do Segmento:			1,901 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
78200	30	21	16	12	9	6	3	31176	0,50	12,0	2914	0,50	40,0	1630	0,50	Inf.	3,03
78302	34	23	18	13	9	6	3	34403	0,50	12,0	2034	0,50	40,0	1575	0,50	Inf.	3,22
78402	29	21	17	13	10	6	3	44018	0,50	12,0	2430	0,50	40,0	1596	0,50	Inf.	4,44
78532	34	17	13	11	9	6	4	9783	0,50	12,0	3239	0,50	40,0	1470	0,50	Inf.	5,37
78600	26	18	15	11	6	6	3	37859	0,50	12,0	3368	0,50	40,0	1663	0,50	Inf.	7,00
78701	38	28	23	18	12	8	4	42208	0,50	12,0	1529	0,50	40,0	1227	0,50	Inf.	4,27
78800	40	31	26	20	15	9	4	44018	0,50	12,0	2430	0,50	40,0	1596	0,50	Inf.	4,44
78902	26	19	16	12	10	7	4	37596	0,50	12,0	3597	0,50	40,0	1395	0,50	Inf.	4,02
79003	35	26	22	17	12	8	4	46088	0,50	12,0	1568	0,50	40,0	1254	0,50	Inf.	4,82
79101	35	24	18	13	9	5	2	35700	0,50	12,0	1632	0,50	40,0	1791	0,50	Inf.	3,95
79201	31	20	16	11	7	4	2	42793	0,50	12,0	1418	0,50	40,0	2174	0,50	Inf.	4,68
79299	32	22	17	11	8	4	2	43730	0,50	12,0	1372	0,50	40,0	2099	0,50	Inf.	4,08
79401	38	26	19	13	9	5	3	31593	0,50	12,0	1510	0,50	40,0	1737	0,50	Inf.	1,95
79501	39	23	15	9	6	3	2	22971	0,50	12,0	1415	0,50	40,0	2457	0,50	Inf.	1,97
79601	34	21	15	10	6	4	2	29979	0,50	12,0	1737	0,50	40,0	2169	0,50	Inf.	2,22
79701	33	20	15	9	6	4	2	31249	0,50	12,0	1840	0,50	40,0	2177	0,50	Inf.	2,99
79800	21	13	11	10	9	8	6	30761	0,50	12,0	4419	0,50	40,0	1555	0,50	Inf.	14,94
79902	59	38	26	16	9	5	3	24631	0,50	12,0	687	0,50	40,0	1682	0,50	Inf.	2,72
80001	77	49	35	22	14	6	4	18748	0,50	12,0	506	0,50	40,0	1004	0,50	Inf.	4,51

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Quadrático
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 1	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 51,099 - km 52,500				Extensão do Segmento:			1,401 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
51099	32	21	17	12	9	6	3	50565	0,35	10,0	2569	0,35	40,0	2036	0,40	Inf.	0,75
51200	58	39	30	22	15	10	5	24994	0,35	10,0	1515	0,35	40,0	1097	0,40	Inf.	0,89
51299	27	19	16	12	9	6	3	65954	0,35	10,0	3360	0,35	40,0	1910	0,40	Inf.	0,42
51399	26	16	12	7	4	1	1	65954	0,35	10,0	3360	0,35	40,0	1910	0,40	Inf.	0,00
51482	38	29	25	20	15	10	4	70000	0,35	10,0	2282	0,35	40,0	1096	0,40	Inf.	0,44
51600	36	25	20	14	9	5	2	62408	0,35	10,0	1689	0,35	40,0	2025	0,40	Inf.	0,66
51700	39	29	23	16	10	5	2	62408	0,35	10,0	1348	0,35	40,0	1887	0,40	Inf.	0,39
51800	56	40	32	24	17	10	6	33652	0,35	10,0	1485	0,35	40,0	984	0,40	Inf.	1,01
51900	43	31	25	18	13	8	5	38107	0,35	10,0	1852	0,35	40,0	1320	0,40	Inf.	0,49
52001	32	22	17	12	8	5	4	38107	0,35	10,0	2628	0,35	40,0	1997	0,40	Inf.	0,44
52102	28	20	17	13	8	7	4	38107	0,35	10,0	4264	0,35	40,0	1555	0,40	Inf.	0,66
52200	60	46	38	27	18	11	7	38107	0,35	10,0	1063	0,35	40,0	954	0,40	Inf.	0,80
52299	33	22	16	11	7	4	3	38107	0,35	10,0	2406	0,35	40,0	2358	0,40	Inf.	0,44
52399	28	20	16	13	9	6	4	70000	0,35	10,0	3297	0,35	40,0	1762	0,40	Inf.	0,60
52500	58	41	32	23	17	9	5	33026	0,35	10,0	1178	0,35	40,0	1166	0,40	Inf.	0,77

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Quadrático
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 2	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 56,599 - km 58,800			Extensão do Segmento:			2,201 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
56599	31	20	16	12	9	6	3	40617	0,35	10,0	3360	0,35	40,0	1830	0,40	Inf.	0,63
56701	31	20	16	13	10	7	5	48741	0,35	10,0	3226	0,35	40,0	1760	0,40	Inf.	1,08
56800	33	22	18	13	10	6	4	40942	0,35	10,0	3097	0,35	40,0	1629	0,40	Inf.	0,64
56901	26	18	15	12	9	6	4	43260	0,35	10,0	4560	0,35	40,0	1846	0,40	Inf.	0,45
56999	23	18	14	11	7	6	4	70000	0,35	10,0	4112	0,35	40,0	2003	0,40	Inf.	0,45
57099	26	18	14	10	5	4	2	70000	0,35	10,0	2037	0,35	40,0	3271	0,40	Inf.	0,84
57198	34	24	19	14	8	5	3	65954	0,35	10,0	1747	0,35	40,0	2254	0,40	Inf.	0,58
57300	38	27	22	16	11	7	4	54318	0,35	10,0	2100	0,35	40,0	1468	0,40	Inf.	0,54
57401	34	22	18	13	10	6	4	49612	0,35	10,0	2438	0,35	40,0	1889	0,40	Inf.	0,77
57502	28	19	16	13	10	7	4	70000	0,35	10,0	5000	0,35	40,0	1511	0,40	Inf.	0,78
57599	54	37	29	20	14	8	4	20922	0,35	10,0	1538	0,35	40,0	1224	0,40	Inf.	0,84
57701	33	20	17	14	11	8	5	12380	0,35	10,0	5000	0,35	40,0	1337	0,40	Inf.	0,89
57802	39	26	21	16	12	9	5	12380	0,35	10,0	4000	0,35	40,0	1207	0,40	Inf.	0,30
57901	41	27	16	10	6	4	2	15593	0,35	10,0	1895	0,35	40,0	2831	0,40	Inf.	1,01
57999	36	22	18	12	9	5	4	40357	0,35	10,0	1902	0,35	40,0	2350	0,40	Inf.	0,75
58100	35	22	16	11	8	4	2	33900	0,35	10,0	2177	0,35	40,0	2468	0,40	Inf.	0,67
58197	35	22	16	12	9	6	4	12380	0,35	10,0	4127	0,35	40,0	1692	0,40	Inf.	0,37
58299	24	16	13	10	8	6	4	12380	0,35	10,0	5000	0,35	40,0	1939	0,40	Inf.	1,73
58398	22	13	9	6	4	3	2	26905	0,35	10,0	4401	0,35	40,0	4051	0,40	Inf.	0,38
58501	29	18	14	11	8	4	2	41247	0,35	10,0	3405	0,35	40,0	2188	0,40	Inf.	1,04
58601	43	28	20	14	9	5	3	24648	0,35	10,0	1964	0,35	40,0	1815	0,40	Inf.	0,63
58700	33	20	16	12	9	5	2	26905	0,35	10,0	2988	0,35	40,0	2015	0,40	Inf.	0,69
58800	57	39	29	21	15	10	5	15545	0,35	10,0	1807	0,35	40,0	1060	0,40	Inf.	0,35

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Quadrático
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 3	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 59,198 - km 60,700			Extensão do Segmento:			1,502 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
59198	46	31	23	16	10	8	5	24225	0,35	10,0	1848	0,35	40,0	1575	0,40	Inf.	0,63
59299	39	29	23	16	12	6	3	54507	0,35	10,0	1672	0,35	40,0	1642	0,40	Inf.	0,41
59401	33	23	19	15	11	7	4	51617	0,35	10,0	3286	0,35	40,0	1411	0,40	Inf.	0,74
59498	37	27	22	17	13	8	5	52464	0,35	10,0	2451	0,35	40,0	1320	0,40	Inf.	0,52
59598	37	26	20	14	9	5	3	50643	0,35	10,0	1753	0,35	40,0	2003	0,40	Inf.	0,55
59700	44	30	24	18	13	8	4	44115	0,35	10,0	1723	0,35	40,0	1426	0,40	Inf.	0,91
59802	30	22	18	14	10	6	4	70000	0,35	10,0	2808	0,35	40,0	1650	0,40	Inf.	0,57
59900	40	27	22	17	13	8	5	54293	0,35	10,0	1851	0,35	40,0	1537	0,40	Inf.	1,16
59999	34	22	19	15	12	9	6	23752	0,35	10,0	4200	0,35	40,0	1265	0,40	Inf.	0,63
60100	33	19	13	9	7	5	3	10000	0,35	10,0	4200	0,35	40,0	2243	0,40	Inf.	0,52
60200	30	17	13	10	8	6	4	16928	0,35	10,0	4524	0,35	40,0	2111	0,40	Inf.	0,94
60300	28	16	12	9	4	5	4	16928	0,35	10,0	5000	0,35	40,0	2482	0,40	Inf.	1,01
60397	26	14	10	8	4	4	3	24566	0,35	10,0	4126	0,35	40,0	3225	0,40	Inf.	1,02
60501	29	17	13	10	5	6	4	29479	0,35	10,0	3694	0,35	40,0	2351	0,40	Inf.	1,20
60598	45	33	27	20	11	9	6	68352	0,35	10,0	1123	0,35	40,0	1512	0,40	Inf.	1,08
60700	58	40	31	21	11	8	5	43528	0,35	10,0	777	0,35	40,0	1795	0,40	Inf.	1,24

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Quadrático
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 4	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 67,799 - km 69,303			Extensão do Segmento:			1,504 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
67799	42	30	24	18	13	8	6	38816	0,35	10,0	1978	0,35	40,0	1321	0,40	Inf.	0,56
67900	38	26	19	13	9	5	3	43969	0,35	10,0	1574	0,35	40,0	2431	0,40	Inf.	0,52
68000	46	32	26	18	12	6	3	64889	0,35	10,0	1011	0,35	40,0	1884	0,40	Inf.	0,89
68101	33	24	19	14	11	7	5	39453	0,35	10,0	2907	0,35	40,0	1556	0,40	Inf.	0,32
68198	48	33	26	19	14	9	6	22795	0,35	10,0	2071	0,35	40,0	1159	0,40	Inf.	0,52
68301	35	25	20	15	11	8	5	22795	0,35	10,0	3575	0,35	40,0	1338	0,40	Inf.	0,31
68399	41	29	23	16	12	8	5	38619	0,35	10,0	2030	0,35	40,0	1464	0,40	Inf.	0,44
68500	38	27	22	15	11	8	6	38619	0,35	10,0	2558	0,35	40,0	1387	0,40	Inf.	0,35
68601	40	25	20	14	9	6	5	34226	0,35	10,0	2155	0,35	40,0	1750	0,40	Inf.	0,79
68701	39	27	21	15	11	8	6	34226	0,35	10,0	2241	0,35	40,0	1565	0,40	Inf.	0,43
68800	30	20	16	11	8	5	3	25404	0,35	10,0	3478	0,35	40,0	1937	0,40	Inf.	0,53
68901	40	27	21	14	10	6	4	43969	0,35	10,0	1578	0,35	40,0	2057	0,40	Inf.	0,59
68999	40	29	24	17	12	7	5	57160	0,35	10,0	1572	0,35	40,0	1569	0,40	Inf.	0,38
69099	37	27	22	16	11	7	4	70000	0,35	10,0	1886	0,35	40,0	1488	0,40	Inf.	0,60
69200	39	25	21	15	11	7	4	33467	0,35	10,0	2384	0,35	40,0	1563	0,40	Inf.	0,68
69303	62	42	32	22	14	7	4	31261	0,35	10,0	1042	0,35	40,0	1294	0,40	Inf.	1,23

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Quadrático
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 5	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 69,701 - km 71,198			Extensão do Segmento:			1,497 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
69701	42	29	22	16	11	6	4	36586	0,35	10,0	1895	0,35	40,0	1562	0,40	Inf.	0,77
69804	29	20	16	11	8	4	3	70000	0,35	10,0	2023	0,35	40,0	2628	0,40	Inf.	0,45
69902	35	24	19	14	10	6	4	43260	0,35	10,0	2595	0,35	40,0	1653	0,40	Inf.	0,63
70000	31	22	18	13	10	6	4	67182	0,35	10,0	1797	0,35	40,0	2452	0,40	Inf.	0,91
70100	43	30	24	16	12	7	5	22065	0,35	10,0	2261	0,35	40,0	1342	0,40	Inf.	0,78
70198	36	26	20	14	10	6	4	33641	0,35	10,0	2500	0,35	40,0	1591	0,40	Inf.	0,41
70300	34	24	20	14	10	6	4	70000	0,35	10,0	2016	0,35	40,0	1797	0,40	Inf.	0,51
70400	26	20	16	12	9	6	4	47952	0,35	10,0	4122	0,35	40,0	1693	0,40	Inf.	0,33
70500	33	24	20	15	11	8	6	32603	0,35	10,0	3895	0,35	40,0	1339	0,40	Inf.	0,42
70599	40	29	24	17	12	7	4	55098	0,35	10,0	1768	0,35	40,0	1496	0,40	Inf.	0,53
70701	31	22	18	14	10	7	5	46316	0,35	10,0	3522	0,35	40,0	1493	0,40	Inf.	0,38
70800	28	21	18	13	10	7	5	46316	0,35	10,0	4371	0,35	40,0	1424	0,40	Inf.	0,44
70900	62	45	35	25	17	9	6	30379	0,35	10,0	1072	0,35	40,0	1074	0,40	Inf.	0,78
71001	29	15	12	9	7	5	4	12180	0,35	10,0	5000	0,35	40,0	2415	0,40	Inf.	0,90
71100	31	13	11	10	8	5	4	12180	0,35	10,0	5000	0,35	40,0	2835	0,40	Inf.	1,91
71198	40	24	20	16	13	9	5	11575	0,35	10,0	4000	0,35	40,0	1256	0,40	Inf.	0,81

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Quadrático
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 6	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 71,198 - km 72,603			Extensão do Segmento:			1,405km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
71300	48	32	25	18	12	6	3	46878	0,35	10,0	1114	0,35	40,0	1862	0,40	Inf.	1,08
71399	55	43	35	28	21	13	6	39065	0,35	10,0	1489	0,35	40,0	814	0,40	Inf.	1,19
71500	29	20	17	14	11	8	5	11575	0,35	10,0	5000	0,35	40,0	1336	0,40	Inf.	1,64
71601	41	30	26	21	17	11	6	63766	0,35	10,0	2646	0,35	40,0	938	0,40	Inf.	0,89
71701	44	31	26	20	15	9	5	58155	0,35	10,0	1778	0,35	40,0	1175	0,40	Inf.	0,99
71801	44	31	25	18	13	8	5	38199	0,35	10,0	1962	0,35	40,0	1284	0,40	Inf.	0,60
71900	52	38	30	22	16	10	6	18894	0,35	10,0	2109	0,35	40,0	976	0,40	Inf.	0,87
72003	58	43	31	20	13	6	3	28658	0,35	10,0	1002	0,35	40,0	1504	0,40	Inf.	0,89
72099	44	32	25	19	13	8	4	42511	0,35	10,0	1900	0,35	40,0	1255	0,40	Inf.	0,67
72200	44	28	20	12	7	5	3	20123	0,35	10,0	1802	0,35	40,0	2204	0,40	Inf.	0,26
72302	42	30	23	17	10	7	3	48259	0,35	10,0	1508	0,35	40,0	1650	0,40	Inf.	0,62
72399	63	46	36	24	14	9	5	32700	0,35	10,0	845	0,35	40,0	1263	0,40	Inf.	0,61
72499	47	33	26	17	9	7	4	47756	0,35	10,0	1084	0,35	40,0	1927	0,40	Inf.	0,71
72603	34	24	19	15	9	7	4	56597	0,35	10,0	2386	0,35	40,0	1654	0,40	Inf.	0,75

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Quadrático
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 7	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 72,603 - km 74,499			Extensão do Segmento:			1,896km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
72700	35	25	20	15	10	6	4	56597	0,35	10,0	2481	0,35	40,0	1570	0,40	Inf.	0,61
72800	30	18	16	13	9	7	5	25154	0,35	10,0	4549	0,35	40,0	1679	0,40	Inf.	1,02
72900	32	21	16	12	7	6	4	43805	0,35	10,0	2646	0,35	40,0	2109	0,40	Inf.	0,81
73000	32	25	21	17	11	8	5	70000	0,35	10,0	2404	0,35	40,0	1387	0,40	Inf.	0,85
73099	38	28	24	17	12	7	5	70000	0,35	10,0	2100	0,35	40,0	1304	0,40	Inf.	0,83
73200	44	28	23	17	12	7	4	70000	0,35	10,0	1680	0,35	40,0	1559	0,40	Inf.	1,48
73299	38	26	21	16	12	7	4	40265	0,35	10,0	2623	0,35	40,0	1376	0,40	Inf.	0,88
73400	41	29	24	18	13	8	5	60397	0,35	10,0	1695	0,35	40,0	1415	0,40	Inf.	0,73
73499	40	30	25	20	15	9	5	60397	0,35	10,0	2393	0,35	40,0	1068	0,40	Inf.	0,78
73600	45	32	25	18	14	9	5	29595	0,35	10,0	1914	0,35	40,0	1281	0,40	Inf.	0,60
73702	57	41	33	24	17	10	5	20922	0,35	10,0	1653	0,35	40,0	947	0,40	Inf.	1,10
73801	28	18	16	13	10	7	4	33641	0,35	10,0	5000	0,35	40,0	1498	0,40	Inf.	0,62
73899	48	29	23	16	11	6	3	33426	0,35	10,0	1442	0,35	40,0	1875	0,40	Inf.	1,24
74000	35	20	16	12	9	5	4	12380	0,35	10,0	3500	0,35	40,0	1937	0,40	Inf.	0,70
74100	28	18	15	11	8	5	4	62675	0,35	10,0	2963	0,35	40,0	2222	0,40	Inf.	0,65
74202	30	21	16	11	7	4	3	70000	0,35	10,0	2084	0,35	40,0	2626	0,40	Inf.	0,45
74301	22	15	12	9	7	5	3	70000	0,35	10,0	5000	0,35	40,0	2194	0,40	Inf.	0,45
74400	26	18	14	12	9	6	4	12380	0,35	10,0	5000	0,35	40,0	1693	0,40	Inf.	1,59
74499	36	26	22	17	13	8	4	61663	0,35	10,0	2448	0,35	40,0	1320	0,40	Inf.	0,61

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Quadrático
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 8	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá				Limites do Segmento Homogêneo:			km 74,499 - km 75,799			Extensão do Segmento:			1,300km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
74603	50	35	27	19	14	9	6	20585	0,35	10,0	1964	0,35	40,0	1159	0,40	Inf.	0,32
74701	40	29	24	19	14	9	6	70000	0,35	10,0	1886	0,35	40,0	1269	0,40	Inf.	0,82
74800	67	43	35	26	20	12	7	15834	0,35	10,0	1698	0,35	40,0	829	0,40	Inf.	1,30
74901	36	24	20	15	12	8	5	48668	0,35	10,0	2629	0,35	40,0	1486	0,40	Inf.	0,84
75000	52	34	28	21	16	9	5	28702	0,35	10,0	1729	0,35	40,0	1156	0,40	Inf.	0,96
75099	39	30	24	17	12	7	4	45568	0,35	10,0	1926	0,35	40,0	1390	0,40	Inf.	0,60
75200	44	34	28	21	16	10	6	45568	0,35	10,0	1954	0,35	40,0	1051	0,40	Inf.	0,44
75302	36	25	20	15	12	8	6	15579	0,35	10,0	4000	0,35	40,0	1269	0,40	Inf.	0,41
75401	46	35	29	22	16	10	5	45568	0,35	10,0	1680	0,35	40,0	1051	0,40	Inf.	0,57
75503	53	36	29	22	16	10	6	34204	0,35	10,0	1616	0,35	40,0	1080	0,40	Inf.	1,08
75600	50	34	28	22	17	11	6	28667	0,35	10,0	2219	0,35	40,0	955	0,40	Inf.	0,97
75698	44	31	26	19	14	9	6	43302	0,35	10,0	2100	0,35	40,0	1144	0,40	Inf.	0,69
75799	48	29	23	18	14	10	6	18429	0,35	10,0	2484	0,35	40,0	1216	0,40	Inf.	1,52

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Quadrático
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 9	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 76,401 - km 78,100			Extensão do Segmento:			1,699 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
76401	39	27	22	16	12	7	4	49964	0,35	10,0	2100	0,35	40,0	1476	0,40	Inf.	0,66
76499	32	20	17	13	11	8	5	11388	0,35	10,0	5000	0,35	40,0	1407	0,40	Inf.	0,90
76600	56	36	29	22	17	10	5	27935	0,35	10,0	1590	0,35	40,0	1103	0,40	Inf.	1,33
76700	45	30	24	17	13	8	4	19246	0,35	10,0	2342	0,35	40,0	1269	0,40	Inf.	0,54
76798	36	27	22	16	12	7	4	49964	0,35	10,0	2100	0,35	40,0	1476	0,40	Inf.	0,65
76902	42	31	25	18	13	8	4	49964	0,35	10,0	1778	0,35	40,0	1377	0,40	Inf.	0,40
77001	35	27	22	16	12	7	4	64954	0,35	10,0	2100	0,35	40,0	1476	0,40	Inf.	0,23
77100	31	23	18	13	10	5	3	67249	0,35	10,0	2441	0,35	40,0	1887	0,40	Inf.	0,47
77198	35	26	20	14	10	6	3	70000	0,35	11,0	1668	0,35	40,0	1887	0,40	Inf.	0,42
77301	43	30	24	17	12	7	4	39182	0,35	10,0	1923	0,35	40,0	1392	0,40	Inf.	0,63
77394	54	40	34	28	22	14	7	48427	0,35	10,0	1784	0,35	40,0	757	0,40	Inf.	1,25
77499	58	43	35	27	20	13	6	33899	0,35	10,0	1689	0,35	40,0	796	0,40	Inf.	0,81
77600	48	31	23	17	12	8	4	18780	0,35	10,0	2112	0,35	40,0	1372	0,40	Inf.	0,61
77700	31	20	16	12	9	6	4	48427	0,35	10,0	2779	0,35	40,0	2053	0,40	Inf.	0,87
77800	23	18	15	12	9	7	5	70000	0,35	10,0	5000	0,35	40,0	1604	0,40	Inf.	0,34
77900	67	47	35	23	16	9	5	19246	0,35	11,0	1227	0,35	40,0	1036	0,40	Inf.	0,63
78001	34	24	19	14	11	7	5	18589	0,35	10,0	4000	0,35	40,0	1408	0,40	Inf.	0,53
78100	27	19	15	11	9	6	4	11388	0,35	10,0	5000	0,35	40,0	1688	0,40	Inf.	1,08

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Quadrático
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 10	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 78,100 - km 80,001			Extensão do Segmento:			1,901 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
78200	30	21	16	12	9	6	3	22206	0,35	10,0	4030	0,35	40,0	1679	0,40	Inf.	0,44
78302	34	23	18	13	9	6	3	43001	0,35	10,0	2502	0,35	40,0	1869	0,40	Inf.	0,51
78402	29	21	17	13	10	6	3	55901	0,35	10,0	3082	0,35	40,0	1762	0,40	Inf.	0,40
78532	34	17	13	11	9	6	4	10000	0,35	10,0	5000	0,35	40,0	2073	0,40	Inf.	1,48
78600	26	18	15	11	6	6	3	70000	0,35	10,0	2908	0,35	40,0	2239	0,40	Inf.	0,74
78701	38	28	23	18	12	8	4	68352	0,35	10,0	2100	0,35	40,0	1319	0,40	Inf.	0,66
78800	40	31	26	20	15	9	4	68352	0,35	10,0	1725	0,35	40,0	1208	0,40	Inf.	0,56
78902	26	19	16	12	10	7	4	33856	0,35	10,0	5000	0,35	40,0	1568	0,40	Inf.	0,42
79003	35	26	22	17	12	8	4	64954	0,35	10,0	2458	0,35	40,0	1319	0,40	Inf.	0,47
79101	35	24	18	13	9	5	2	29888	0,35	10,0	2500	0,35	40,0	1808	0,40	Inf.	0,78
79201	31	20	16	11	7	4	2	58800	0,35	10,0	2178	0,35	40,0	2538	0,40	Inf.	0,70
79299	32	22	17	11	8	4	2	58800	0,35	10,0	2091	0,35	40,0	2457	0,40	Inf.	0,43
79401	38	26	19	13	9	5	3	43668	0,35	10,0	1599	0,35	40,0	2392	0,40	Inf.	0,52
79501	39	23	15	9	6	3	2	17082	0,35	10,0	2093	0,35	40,0	3034	0,40	Inf.	0,22
79601	34	21	15	10	6	4	2	28868	0,35	10,0	2471	0,35	40,0	2565	0,40	Inf.	0,47
79701	33	20	15	9	6	4	2	20208	0,35	10,0	2980	0,35	40,0	2519	0,40	Inf.	0,25
79800	21	13	11	10	9	8	6	20208	0,35	10,0	5000	0,35	40,0	1689	0,40	Inf.	2,99
79902	59	38	26	16	9	5	3	22991	0,35	10,0	1074	0,35	40,0	1959	0,40	Inf.	0,76
80001	77	49	35	22	14	6	4	19751	0,35	10,0	730	0,35	40,0	1614	0,40	Inf.	1,41

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Quadrático
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 1	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 51,099 - km 52,500				Extensão do Segmento:			1,401 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
51099	32	21	17	12	9	6	3	34418	0,35	12,0	2316	0,35	40,0	2117	0,40	Inf.	0,76
51200	58	39	30	22	15	10	5	17957	0,35	12,0	1360	0,35	40,0	1099	0,40	Inf.	0,99
51299	27	19	16	12	9	6	3	44571	0,35	12,0	3228	0,35	40,0	1852	0,40	Inf.	0,38
51399	26	16	12	7	4	1	1	44571	0,35	12,0	3228	0,35	40,0	1852	0,40	Inf.	0,00
51482	38	29	25	20	15	10	4	51850	0,35	12,0	2028	0,35	40,0	1125	0,40	Inf.	0,47
51600	36	25	20	14	9	5	2	33603	0,35	12,0	1945	0,35	40,0	1891	0,40	Inf.	0,64
51700	39	29	23	16	10	5	2	43684	0,35	12,0	1204	0,35	40,0	2024	0,40	Inf.	0,46
51800	56	40	32	24	17	10	6	19809	0,35	12,0	1723	0,35	40,0	860	0,40	Inf.	1,15
51900	43	31	25	18	13	8	5	20601	0,35	12,0	1825	0,35	40,0	1316	0,40	Inf.	0,74
52001	32	22	17	12	8	5	4	22318	0,35	12,0	2613	0,35	40,0	1920	0,40	Inf.	0,63
52102	28	20	17	13	8	7	4	60001	0,35	12,0	2542	0,35	40,0	1838	0,40	Inf.	0,74
52200	60	46	38	27	18	11	7	22318	0,35	12,0	1119	0,35	40,0	918	0,40	Inf.	0,74
52299	33	22	16	11	7	4	3	22318	0,35	12,0	2492	0,35	40,0	2239	0,40	Inf.	0,33
52399	28	20	16	13	9	6	4	44571	0,35	12,0	3087	0,35	40,0	1761	0,40	Inf.	0,56
52500	58	41	32	23	17	9	5	22318	0,35	12,0	1036	0,35	40,0	1178	0,40	Inf.	0,83

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 2	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 56,599 - km 58,800			Extensão do Segmento:			2,201 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
56599	31	20	16	12	9	6	3	25450	0,35	12,0	3360	0,35	40,0	1831	0,40	Inf.	0,50
56701	31	20	16	13	10	7	5	30112	0,35	12,0	3206	0,35	40,0	1755	0,40	Inf.	0,96
56800	33	22	18	13	10	6	4	12549	0,35	12,0	5000	0,35	40,0	1371	0,40	Inf.	0,72
56901	26	18	15	12	9	6	4	52479	0,35	12,0	3362	0,35	40,0	1858	0,40	Inf.	0,54
56999	23	18	14	11	7	6	4	57053	0,35	12,0	3558	0,35	40,0	2039	0,40	Inf.	0,41
57099	26	18	14	10	5	4	2	52207	0,35	12,0	2100	0,35	40,0	3139	0,40	Inf.	0,58
57198	34	24	19	14	8	5	3	48827	0,35	12,0	1411	0,35	40,0	2373	0,40	Inf.	0,62
57300	38	27	22	16	11	7	4	31813	0,35	12,0	2100	0,35	40,0	1459	0,40	Inf.	0,44
57401	34	22	18	13	10	6	4	30997	0,35	12,0	2339	0,35	40,0	1909	0,40	Inf.	0,73
57502	28	19	16	13	10	7	4	30491	0,35	12,0	4655	0,35	40,0	1487	0,40	Inf.	0,57
57599	54	37	29	20	14	8	4	18824	0,35	12,0	1239	0,35	40,0	1340	0,40	Inf.	0,58
57701	33	20	17	14	11	8	5	15059	0,35	12,0	5000	0,35	40,0	1328	0,40	Inf.	0,77
57802	39	26	21	16	12	9	5	12549	0,35	12,0	3500	0,35	40,0	1198	0,40	Inf.	0,29
57901	41	27	16	10	6	4	2	10000	0,35	12,0	2331	0,35	40,0	2409	0,40	Inf.	1,09
57999	36	22	18	12	9	5	4	22500	0,35	12,0	2123	0,35	40,0	2105	0,40	Inf.	0,65
58100	35	22	16	11	8	4	2	19887	0,35	12,0	2257	0,35	40,0	2413	0,40	Inf.	0,51
58197	35	22	16	12	9	6	4	10000	0,35	12,0	4000	0,35	40,0	1685	0,40	Inf.	0,40
58299	24	16	13	10	8	6	4	10000	0,35	12,0	5000	0,35	40,0	1923	0,40	Inf.	1,71
58398	22	13	9	6	4	3	2	23657	0,35	12,0	4034	0,35	40,0	4082	0,40	Inf.	0,48
58501	29	18	14	11	8	4	2	11925	0,35	12,0	5000	0,35	40,0	1851	0,40	Inf.	0,48
58601	43	28	20	14	9	5	3	14585	0,35	12,0	1931	0,35	40,0	1824	0,40	Inf.	0,48
58700	33	20	16	12	9	5	2	12154	0,35	12,0	3500	0,35	40,0	1937	0,40	Inf.	0,43
58800	57	39	29	21	15	10	5	12154	0,35	12,0	1814	0,35	40,0	1060	0,40	Inf.	0,82

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 3	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 59,198 - km 60,700			Extensão do Segmento:			1,502 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
59198	46	31	23	16	10	8	5	16375	0,35	12,0	1790	0,35	40,0	1535	0,40	Inf.	0,63
59299	39	29	23	16	12	6	3	27674	0,35	12,0	1735	0,35	40,0	1563	0,40	Inf.	0,64
59401	33	23	19	15	11	7	4	37923	0,35	12,0	2808	0,35	40,0	1461	0,40	Inf.	0,76
59498	37	27	22	17	13	8	5	27347	0,35	12,0	2371	0,35	40,0	1310	0,40	Inf.	0,67
59598	37	26	20	14	9	5	3	29824	0,35	12,0	1901	0,35	40,0	1880	0,40	Inf.	0,44
59700	44	30	24	18	13	8	4	31265	0,35	12,0	1512	0,35	40,0	1474	0,40	Inf.	0,99
59802	30	22	18	14	10	6	4	46216	0,35	12,0	2556	0,35	40,0	1643	0,40	Inf.	0,54
59900	40	27	22	17	13	8	5	35741	0,35	12,0	1696	0,35	40,0	1569	0,40	Inf.	1,18
59999	34	22	19	15	12	9	6	20298	0,35	12,0	4200	0,35	40,0	1258	0,40	Inf.	0,72
60100	33	19	13	9	7	5	3	12549	0,35	12,0	3500	0,35	40,0	2278	0,40	Inf.	0,72
60200	30	17	13	10	8	6	4	12450	0,35	12,0	4484	0,35	40,0	2102	0,40	Inf.	0,90
60300	28	16	12	9	4	5	4	22160	0,35	12,0	3364	0,35	40,0	2781	0,40	Inf.	1,18
60397	26	14	10	8	4	4	3	17128	0,35	12,0	4067	0,35	40,0	3188	0,40	Inf.	0,99
60501	29	17	13	10	5	6	4	18231	0,35	12,0	3675	0,35	40,0	2340	0,40	Inf.	1,03
60598	45	33	27	20	11	9	6	43003	0,35	12,0	1041	0,35	40,0	1561	0,40	Inf.	1,08
60700	58	40	31	21	11	8	5	27507	0,35	12,0	731	0,35	40,0	1852	0,40	Inf.	1,23

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 4	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 67,799 - km 69,303			Extensão do Segmento:			1,504 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
67799	42	30	24	18	13	8	6	24433	0,35	12,0	1938	0,35	40,0	1315	0,40	Inf.	0,46
67900	38	26	19	13	9	5	3	26514	0,35	12,0	1595	0,35	40,0	2341	0,40	Inf.	0,46
68000	46	32	26	18	12	6	3	33686	0,35	12,0	1108	0,35	40,0	1795	0,40	Inf.	0,81
68101	33	24	19	14	11	7	5	23044	0,35	12,0	3196	0,35	40,0	1488	0,40	Inf.	0,23
68198	48	33	26	19	14	9	6	13636	0,35	12,0	1962	0,35	40,0	1157	0,40	Inf.	0,87
68301	35	25	20	15	11	8	5	17726	0,35	12,0	3461	0,35	40,0	1329	0,40	Inf.	0,23
68399	41	29	23	16	12	8	5	26977	0,35	12,0	1796	0,35	40,0	1531	0,40	Inf.	0,45
68500	38	27	22	15	11	8	6	26977	0,35	12,0	2263	0,35	40,0	1439	0,40	Inf.	0,36
68601	40	25	20	14	9	6	5	23670	0,35	12,0	1966	0,35	40,0	1804	0,40	Inf.	0,75
68701	39	27	21	15	11	8	6	23670	0,35	12,0	2045	0,35	40,0	1604	0,40	Inf.	0,48
68800	30	20	16	11	8	5	3	17168	0,35	12,0	3409	0,35	40,0	1937	0,40	Inf.	0,52
68901	40	27	21	14	10	6	4	27524	0,35	12,0	1586	0,35	40,0	1994	0,40	Inf.	0,56
68999	40	29	24	17	12	7	5	44402	0,35	12,0	1325	0,35	40,0	1649	0,40	Inf.	0,42
69099	37	27	22	16	11	7	4	44402	0,35	12,0	1794	0,35	40,0	1560	0,40	Inf.	0,45
69200	39	25	21	15	11	7	4	29838	0,35	12,0	1978	0,35	40,0	1626	0,40	Inf.	0,82
69303	62	42	32	22	14	7	4	19437	0,35	12,0	866	0,35	40,0	1495	0,40	Inf.	1,01

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 5	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 69,701 - km 71,198			Extensão do Segmento:			1,497 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
69701	42	29	22	16	11	6	4	21898	0,35	12,0	1960	0,35	40,0	1502	0,40	Inf.	0,64
69804	29	20	16	11	8	4	3	43732	0,35	12,0	2100	0,35	40,0	2528	0,40	Inf.	0,40
69902	35	24	19	14	10	6	4	21898	0,35	12,0	2635	0,35	40,0	1582	0,40	Inf.	0,62
70000	31	22	18	13	10	6	4	64329	0,35	12,0	1277	0,35	40,0	2864	0,40	Inf.	0,92
70100	43	30	24	16	12	7	5	17066	0,35	12,0	2058	0,35	40,0	1340	0,40	Inf.	0,75
70198	36	26	20	14	10	6	4	22611	0,35	12,0	2500	0,35	40,0	1583	0,40	Inf.	0,32
70300	34	24	20	14	10	6	4	38212	0,35	12,0	2016	0,35	40,0	1791	0,40	Inf.	0,41
70400	26	20	16	12	9	6	4	32230	0,35	12,0	4000	0,35	40,0	1686	0,40	Inf.	0,35
70500	33	24	20	15	11	8	6	24422	0,35	12,0	3452	0,35	40,0	1330	0,40	Inf.	0,25
70599	40	29	24	17	12	7	4	38098	0,35	12,0	1450	0,35	40,0	1589	0,40	Inf.	0,34
70701	31	22	18	14	10	7	5	36017	0,35	12,0	3022	0,35	40,0	1545	0,40	Inf.	0,40
70800	28	21	18	13	10	7	5	36017	0,35	12,0	3807	0,35	40,0	1462	0,40	Inf.	0,37
70900	62	45	35	25	17	9	6	20418	0,35	12,0	968	0,35	40,0	1079	0,40	Inf.	0,91
71001	29	15	12	9	7	5	4	12313	0,35	12,0	5000	0,35	40,0	2415	0,40	Inf.	1,08
71100	31	13	11	10	8	5	4	12313	0,35	12,0	5000	0,35	40,0	2836	0,40	Inf.	2,09
71198	40	24	20	16	13	9	5	11701	0,35	12,0	3626	0,35	40,0	1256	0,40	Inf.	0,97

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 6	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 71,198 - km 72,603			Extensão do Segmento:			1,405km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
71300	48	32	25	18	12	6	3	29801	0,35	12,0	1058	0,35	40,0	1897	0,40	Inf.	1,01
71399	55	43	35	28	21	13	6	29662	0,35	12,0	1428	0,35	40,0	814	0,40	Inf.	0,65
71500	29	20	17	14	11	8	5	29662	0,35	12,0	5000	0,35	40,0	1326	0,40	Inf.	0,55
71601	41	30	26	21	17	11	6	36942	0,35	12,0	2514	0,35	40,0	959	0,40	Inf.	0,80
71701	44	31	26	20	15	9	5	36942	0,35	12,0	1689	0,35	40,0	1173	0,40	Inf.	0,93
71801	44	31	25	18	13	8	5	30776	0,35	12,0	1671	0,35	40,0	1274	0,40	Inf.	0,84
71900	52	38	30	22	16	10	6	19152	0,35	12,0	1609	0,35	40,0	1010	0,40	Inf.	0,70
72003	58	43	31	20	13	6	3	16999	0,35	12,0	1135	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,85
72099	44	32	25	19	13	8	4	26397	0,35	12,0	1868	0,35	40,0	1248	0,40	Inf.	0,60
72200	44	28	20	12	7	5	3	13599	0,35	12,0	1742	0,35	40,0	2145	0,40	Inf.	0,21
72302	42	30	23	17	10	7	3	32511	0,35	12,0	1429	0,35	40,0	1654	0,40	Inf.	0,65
72399	63	46	36	24	14	9	5	16999	0,35	12,0	929	0,35	40,0	1179	0,40	Inf.	0,92
72499	47	33	26	17	9	7	4	28845	0,35	12,0	1266	0,35	40,0	1677	0,40	Inf.	0,87
72603	34	24	19	15	9	7	4	41591	0,35	12,0	2034	0,35	40,0	1737	0,40	Inf.	0,83

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 7	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 72,603 - km 74,499			Extensão do Segmento:			1,896km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
72700	35	25	20	15	10	6	4	41591	0,35	12,0	1953	0,35	40,0	1636	0,40	Inf.	0,64
72800	30	18	16	13	9	7	5	16999	0,35	12,0	4368	0,35	40,0	1678	0,40	Inf.	1,11
72900	32	21	16	12	7	6	4	28559	0,35	12,0	2529	0,35	40,0	2113	0,40	Inf.	0,79
73000	32	25	21	17	11	8	5	66741	0,35	12,0	1952	0,35	40,0	1433	0,40	Inf.	0,48
73099	38	28	24	17	12	7	5	49870	0,35	12,0	1527	0,35	40,0	1495	0,40	Inf.	0,61
73200	44	28	23	17	12	7	4	49870	0,35	12,0	1479	0,35	40,0	1592	0,40	Inf.	0,83
73299	38	26	21	16	12	7	4	19598	0,35	12,0	2718	0,35	40,0	1373	0,40	Inf.	0,61
73400	41	29	24	18	13	8	5	35194	0,35	12,0	1738	0,35	40,0	1381	0,40	Inf.	0,62
73499	40	30	25	20	15	9	5	35194	0,35	12,0	2386	0,35	40,0	1049	0,40	Inf.	0,73
73600	45	32	25	18	14	9	5	28859	0,35	12,0	1603	0,35	40,0	1310	0,40	Inf.	0,74
73702	57	41	33	24	17	10	5	23541	0,35	12,0	1234	0,35	40,0	1025	0,40	Inf.	0,83
73801	28	18	16	13	10	7	4	22611	0,35	12,0	5000	0,35	40,0	1489	0,40	Inf.	0,57
73899	48	29	23	16	11	6	3	12549	0,35	12,0	1659	0,35	40,0	1766	0,40	Inf.	0,95
74000	35	20	16	12	9	5	4	12549	0,35	12,0	3500	0,35	40,0	1937	0,40	Inf.	0,82
74100	28	18	15	11	8	5	4	28236	0,35	12,0	3081	0,35	40,0	2217	0,40	Inf.	0,45
74202	30	21	16	11	7	4	3	28236	0,35	12,0	2853	0,35	40,0	2177	0,40	Inf.	0,56
74301	22	15	12	9	7	5	3	36707	0,35	12,0	5000	0,35	40,0	2093	0,40	Inf.	0,44
74400	26	18	14	12	9	6	4	26805	0,35	12,0	5000	0,35	40,0	1686	0,40	Inf.	0,53
74499	36	26	22	17	13	8	4	40299	0,35	12,0	2368	0,35	40,0	1310	0,40	Inf.	0,58

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 8	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 74,499 - km 75,799			Extensão do Segmento:			1,300km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
74603	50	35	27	19	14	9	6	12313	0,35	12,0	1812	0,35	40,0	1204	0,40	Inf.	0,72
74701	40	29	24	19	14	9	6	36017	0,35	12,0	2100	0,35	40,0	1188	0,40	Inf.	0,50
74800	67	43	35	26	20	12	7	10000	0,35	12,0	1641	0,35	40,0	831	0,40	Inf.	1,30
74901	36	24	20	15	12	8	5	27408	0,35	12,0	2771	0,35	40,0	1429	0,40	Inf.	0,73
75000	52	34	28	21	16	9	5	21466	0,35	12,0	1573	0,35	40,0	1154	0,40	Inf.	1,17
75099	39	30	24	17	12	7	4	30627	0,35	12,0	2000	0,35	40,0	1380	0,40	Inf.	0,64
75200	44	34	28	21	16	10	6	35339	0,35	12,0	1680	0,35	40,0	1083	0,40	Inf.	0,22
75302	36	25	20	15	12	8	6	12082	0,35	12,0	4000	0,35	40,0	1260	0,40	Inf.	0,42
75401	46	35	29	22	16	10	5	45941	0,35	12,0	1282	0,35	40,0	1095	0,40	Inf.	0,74
75503	53	36	29	22	16	10	6	16087	0,35	12,0	1713	0,35	40,0	1061	0,40	Inf.	0,53
75600	50	34	28	22	17	11	6	18864	0,35	12,0	2117	0,35	40,0	968	0,40	Inf.	0,91
75698	44	31	26	19	14	9	6	14925	0,35	12,0	2500	0,35	40,0	1090	0,40	Inf.	0,70
75799	48	29	23	18	14	10	6	13160	0,35	12,0	2345	0,35	40,0	1228	0,40	Inf.	1,52

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 9	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 76,401 - km 78,100			Extensão do Segmento:			1,699 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
76401	39	27	22	16	12	7	4	29105	0,35	12,0	2100	0,35	40,0	1456	0,40	Inf.	0,54
76499	32	20	17	13	11	8	5	14717	0,35	12,0	5000	0,35	40,0	1399	0,40	Inf.	0,50
76600	56	36	29	22	17	10	5	14466	0,35	12,0	1614	0,35	40,0	1103	0,40	Inf.	1,02
76700	45	30	24	17	13	8	4	19403	0,35	12,0	2151	0,35	40,0	1265	0,40	Inf.	0,58
76798	36	27	22	16	12	7	4	33582	0,35	12,0	2100	0,35	40,0	1456	0,40	Inf.	0,35
76902	42	31	25	18	13	8	4	33582	0,35	12,0	1729	0,35	40,0	1357	0,40	Inf.	0,48
77001	35	27	22	16	12	7	4	33582	0,35	12,0	2100	0,35	40,0	1456	0,40	Inf.	0,51
77100	31	23	18	13	10	5	3	40009	0,35	12,0	2213	0,35	40,0	1950	0,40	Inf.	0,31
77198	35	26	20	14	10	6	3	40009	0,35	12,0	1866	0,35	40,0	1851	0,40	Inf.	0,39
77301	43	30	24	17	12	7	4	15411	0,35	12,0	2151	0,35	40,0	1334	0,40	Inf.	0,85
77394	54	40	34	28	22	14	7	17222	0,35	12,0	2642	0,35	40,0	637	0,40	Inf.	1,10
77499	58	43	35	27	20	13	6	17222	0,35	12,0	1849	0,35	40,0	744	0,40	Inf.	0,51
77600	48	31	23	17	12	8	4	13117	0,35	12,0	2014	0,35	40,0	1372	0,40	Inf.	0,61
77700	31	20	16	12	9	6	4	32549	0,35	12,0	2676	0,35	40,0	2045	0,40	Inf.	0,88
77800	23	18	15	12	9	7	5	42313	0,35	12,0	5000	0,35	40,0	1596	0,40	Inf.	0,30
77900	67	47	35	23	16	9	5	13442	0,35	12,0	1030	0,35	40,0	1055	0,40	Inf.	1,26
78001	34	24	19	14	11	7	5	14455	0,35	12,0	3675	0,35	40,0	1399	0,40	Inf.	0,48
78100	27	19	15	11	9	6	4	19403	0,35	12,0	5000	0,35	40,0	1681	0,40	Inf.	0,22

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 10	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 78,100 - km 80,001			Extensão do Segmento:			1,901 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
78200	30	21	16	12	9	6	3	19403	0,35	12,0	4225	0,35	40,0	1586	0,40	Inf.	0,32
78302	34	23	18	13	9	6	3	29105	0,35	12,0	2295	0,35	40,0	1902	0,40	Inf.	0,52
78402	29	21	17	13	10	6	3	44494	0,35	12,0	2778	0,35	40,0	1771	0,40	Inf.	0,38
78532	34	17	13	11	9	6	4	10000	0,35	12,0	5000	0,35	40,0	2067	0,40	Inf.	1,43
78600	26	18	15	11	6	6	3	53800	0,35	12,0	2765	0,35	40,0	2241	0,40	Inf.	0,78
78701	38	28	23	18	12	8	4	40776	0,35	12,0	1726	0,35	40,0	1412	0,40	Inf.	0,56
78800	40	31	26	20	15	9	4	40776	0,35	12,0	1875	0,35	40,0	1075	0,40	Inf.	0,91
78902	26	19	16	12	10	7	4	29662	0,35	12,0	4705	0,35	40,0	1568	0,40	Inf.	0,23
79003	35	26	22	17	12	8	4	43657	0,35	12,0	2381	0,35	40,0	1309	0,40	Inf.	0,47
79101	35	24	18	13	9	5	2	20034	0,35	12,0	2500	0,35	40,0	1802	0,40	Inf.	0,56
79201	31	20	16	11	7	4	2	38470	0,35	12,0	2100	0,35	40,0	2505	0,40	Inf.	0,66
79299	32	22	17	11	8	4	2	41790	0,35	12,0	1700	0,35	40,0	2614	0,40	Inf.	0,51
79401	38	26	19	13	9	5	3	33432	0,35	12,0	1425	0,35	40,0	2542	0,40	Inf.	0,66
79501	39	23	15	9	6	3	2	13753	0,35	12,0	1922	0,35	40,0	3200	0,40	Inf.	0,31
79601	34	21	15	10	6	4	2	16869	0,35	12,0	2498	0,35	40,0	2555	0,40	Inf.	0,30
79701	33	20	15	9	6	4	2	16869	0,35	12,0	2728	0,35	40,0	2496	0,40	Inf.	0,34
79800	21	13	11	10	9	8	6	16869	0,35	12,0	5000	0,35	40,0	1852	0,40	Inf.	2,80
79902	59	38	26	16	9	5	3	11855	0,35	12,0	1210	0,35	40,0	1759	0,40	Inf.	0,88
80001	77	49	35	22	14	6	4	11855	0,35	12,0	711	0,35	40,0	1580	0,40	Inf.	1,14

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 1	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 51,099 - km 52,500			Extensão do Segmento:			1,401 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
51099	32	21	17	12	9	6	3	25000	0,35	10,0	3800	0,35	40,0	1800	0,40	Inf.	0,24
51200	58	39	30	22	15	10	5	17500	0,35	10,0	1600	0,35	40,0	1200	0,40	Inf.	0,26
51299	27	19	16	12	9	6	3	65000	0,35	10,0	3400	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,15
51399	26	16	12	7	4	1	1	32500	0,35	10,0	2800	0,35	40,0	4000	0,40	Inf.	0,54
51482	38	29	25	20	15	10	4	60000	0,35	10,0	2400	0,35	40,0	1200	0,40	Inf.	0,24
51600	36	25	20	14	9	5	2	50000	0,35	10,0	1600	0,35	40,0	2400	0,40	Inf.	0,37
51700	39	29	23	16	10	5	2	55000	0,35	10,0	1400	0,35	40,0	2000	0,40	Inf.	0,19
51800	56	40	32	24	17	10	6	20000	0,35	10,0	1900	0,35	40,0	1000	0,40	Inf.	0,26
51900	43	31	25	18	13	8	5	22500	0,35	10,0	2800	0,35	40,0	1200	0,40	Inf.	0,35
52001	32	22	17	12	8	5	4	25000	0,35	10,0	3800	0,35	40,0	1800	0,40	Inf.	0,24
52102	28	20	17	13	8	7	4	70000	0,35	10,0	3000	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,33
52200	60	46	38	27	18	11	7	40000	0,35	10,0	1100	0,35	40,0	1000	0,40	Inf.	0,31
52299	33	22	16	11	7	4	3	25000	0,35	10,0	2800	0,35	40,0	2400	0,40	Inf.	0,24
52399	28	20	16	13	9	6	4	50000	0,35	10,0	3600	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,10
52500	58	41	32	23	17	9	5	27500	0,35	10,0	1300	0,35	40,0	1200	0,40	Inf.	0,25

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 2	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 56,599 - km 58,800				Extensão do Segmento:			2,201 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
56599	31	20	16	12	9	6	3	20000	0,35	10,0	4000	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,45
56701	31	20	16	13	10	7	5	30000	0,35	10,0	4000	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,24
56800	33	22	18	13	10	6	4	25000	0,35	10,0	3600	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,17
56901	26	18	15	12	9	6	4	70000	0,35	10,0	3800	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,72
56999	23	18	14	11	7	6	4	67500	0,35	10,0	4000	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,23
57099	26	18	14	10	5	4	2	70000	0,35	10,0	2400	0,35	40,0	3000	0,40	Inf.	0,28
57198	34	24	19	14	8	5	3	47500	0,35	10,0	2000	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,22
57300	38	27	22	16	11	7	4	27500	0,35	10,0	3000	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,27
57401	34	22	18	13	10	6	4	40000	0,35	10,0	2400	0,35	40,0	2000	0,40	Inf.	0,12
57502	28	19	16	13	10	7	4	65000	0,35	10,0	3600	0,35	40,0	1800	0,40	Inf.	0,72
57599	54	37	29	20	14	8	4	30000	0,35	10,0	1200	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,28
57701	33	20	17	14	11	8	5	22500	0,35	10,0	3800	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,29
57802	39	26	21	16	12	9	5	15000	0,35	10,0	3800	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,16
57901	41	27	16	10	6	4	2	20000	0,35	10,0	1800	0,35	40,0	3000	0,40	Inf.	0,27
57999	36	22	18	12	9	5	4	10000	0,35	10,0	1300	0,35	40,0	3200	0,40	Inf.	3,62
58100	35	22	16	11	8	4	2	30000	0,35	10,0	2200	0,35	40,0	2600	0,40	Inf.	0,32
58197	35	22	16	12	9	6	4	15000	0,35	10,0	3600	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,33
58299	24	16	13	10	8	6	4	70000	0,35	10,0	3600	0,35	40,0	2400	0,40	Inf.	0,66
58398	22	13	9	6	4	3	2	45000	0,35	10,0	3600	0,35	40,0	4000	0,40	Inf.	0,60
58501	29	18	14	11	8	4	2	30000	0,35	10,0	3400	0,35	40,0	2400	0,40	Inf.	0,32
58601	43	28	20	14	9	5	3	17500	0,35	10,0	2200	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,27
58700	33	20	16	12	9	5	2	30000	0,35	10,0	2800	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,27
58800	57	39	29	21	15	10	5	22500	0,35	10,0	1500	0,35	40,0	1200	0,40	Inf.	0,20

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 3	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 59,198 - km 60,700				Extensão do Segmento:		1,502 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
59198	46	31	23	16	10	8	5	15000	0,35	10,0	2600	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,21
59299	39	29	23	16	12	6	3	50000	0,35	10,0	1800	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,16
59401	33	23	19	15	11	7	4	45000	0,35	10,0	3000	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,21
59498	37	27	22	17	13	8	5	30000	0,35	10,0	3200	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,28
59598	37	26	20	14	9	5	3	40000	0,35	10,0	1800	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,27
59700	44	30	24	18	13	8	4	20000	0,35	10,0	2600	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,15
59802	30	22	18	14	10	6	4	55000	0,35	10,0	3200	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,30
59900	40	27	22	17	13	8	5	15000	0,35	10,0	3600	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,35
59999	34	22	19	15	12	9	6	30000	0,35	10,0	3800	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,20
60100	33	19	13	9	7	5	3	15000	0,35	10,0	4000	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,72
60200	30	17	13	10	8	6	4	17500	0,35	10,0	4000	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,60
60300	28	16	12	9	4	5	4	20000	0,35	10,0	4000	0,35	40,0	2800	0,40	Inf.	0,86
60397	26	14	10	8	4	4	3	20000	0,35	10,0	4000	0,35	40,0	3600	0,40	Inf.	0,61
60501	29	17	13	10	5	6	4	20000	0,35	10,0	4000	0,35	40,0	2400	0,40	Inf.	0,65
60598	45	33	27	20	11	9	6	45000	0,35	10,0	1500	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,15
60700	58	40	31	21	11	8	5	27500	0,35	10,0	1100	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,24

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 4	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá				Limites do Segmento Homogêneo:			km 67,799 - km 69,303			Extensão do Segmento:			1,504 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
67799	42	30	24	18	13	8	6	30000	0,35	10,0	2400	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,30
67900	38	26	19	13	9	5	3	35000	0,35	10,0	1900	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,22
68000	46	32	26	18	12	6	3	37500	0,35	10,0	1500	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,18
68101	33	24	19	14	11	7	5	45000	0,35	10,0	3000	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,21
68198	48	33	26	19	14	9	6	25000	0,35	10,0	2000	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,18
68301	35	25	20	15	11	8	5	37500	0,35	10,0	3000	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,28
68399	41	29	23	16	12	8	5	40000	0,35	10,0	2000	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,18
68500	38	27	22	15	11	8	6	27500	0,35	10,0	3000	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,27
68601	40	25	20	14	9	6	5	17500	0,35	10,0	2800	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,30
68701	39	27	21	15	11	8	6	30000	0,35	10,0	2400	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,28
68800	30	20	16	11	8	5	3	35000	0,35	10,0	3200	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,25
68901	40	27	21	14	10	6	4	27500	0,35	10,0	2200	0,35	40,0	1800	0,40	Inf.	0,29
68999	40	29	24	17	12	7	5	35000	0,35	10,0	2400	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,29
69099	37	27	22	16	11	7	4	65000	0,35	10,0	1600	0,35	40,0	1800	0,40	Inf.	0,25
69200	39	25	21	15	11	7	4	27500	0,35	10,0	2600	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,30
69303	62	42	32	22	14	7	4	22500	0,35	10,0	1100	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,25

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 5	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 69,701 - km 71,198			Extensão do Segmento:			1,497 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
69701	42	29	22	16	11	6	4	42500	0,35	10,0	1500	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,26
69804	29	20	16	11	8	4	3	70000	0,35	10,0	1900	0,35	40,0	2800	0,40	Inf.	0,24
69902	35	24	19	14	10	6	4	30000	0,35	10,0	3000	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,27
70000	31	22	18	13	10	6	4	35000	0,35	10,0	3600	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,20
70100	43	30	24	16	12	7	5	25000	0,35	10,0	2400	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,26
70198	36	26	20	14	10	6	4	50000	0,35	10,0	1900	0,35	40,0	2000	0,40	Inf.	0,23
70300	34	24	20	14	10	6	4	45000	0,35	10,0	2600	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,23
70400	26	20	16	12	9	6	4	70000	0,35	10,0	3400	0,35	40,0	2000	0,40	Inf.	0,16
70500	33	24	20	15	11	8	6	35000	0,35	10,0	3800	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,20
70599	40	29	24	17	12	7	4	55000	0,35	10,0	1600	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,16
70701	31	22	18	14	10	7	5	40000	0,35	10,0	3800	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,34
70800	28	21	18	13	10	7	5	70000	0,35	10,0	3600	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,32
70900	62	45	35	25	17	9	6	22500	0,35	10,0	1300	0,35	40,0	1100	0,40	Inf.	0,27
71001	29	15	12	9	7	5	4	70000	0,35	10,0	1800	0,35	40,0	3200	0,40	Inf.	0,25
71100	31	13	11	10	8	5	4	12500	0,35	10,0	4000	0,35	40,0	2800	0,40	Inf.	0,46
71198	40	24	20	16	13	9	5	15000	0,35	10,0	3200	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,13

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 6	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 71,198 - km 72,603				Extensão do Segmento:			1,405km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
71300	48	32	25	18	12	6	3	27500	0,35	10,0	1500	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,21
71399	55	43	35	28	21	13	6	65000	0,35	10,0	850	0,35	40,0	1100	0,40	Inf.	0,27
71500	29	20	17	14	11	8	5	67500	0,35	10,0	4000	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,49
71601	41	30	26	21	17	11	6	35000	0,35	10,0	3200	0,35	40,0	1000	0,40	Inf.	0,25
71701	44	31	26	20	15	9	5	47500	0,35	10,0	1700	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,22
71801	44	31	25	18	13	8	5	20000	0,35	10,0	2800	0,35	40,0	1200	0,40	Inf.	0,26
71900	52	38	30	22	16	10	6	30000	0,35	10,0	1700	0,35	40,0	1100	0,40	Inf.	0,18
72003	58	43	31	20	13	6	3	30000	0,35	10,0	950	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,24
72099	44	32	25	19	13	8	4	55000	0,35	10,0	1200	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,27
72200	44	28	20	12	7	5	3	22500	0,35	10,0	1700	0,35	40,0	2400	0,40	Inf.	0,30
72302	42	30	23	17	10	7	3	35000	0,35	10,0	1800	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,20
72399	63	46	36	24	14	9	5	32500	0,35	10,0	850	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,24
72499	47	33	26	17	9	7	4	30000	0,35	10,0	1600	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,12
72603	34	24	19	15	9	7	4	45000	0,35	10,0	2600	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,23

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 7	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 72,603 - km 74,499			Extensão do Segmento:			1,896km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
72700	35	25	20	15	10	6	4	35000	0,35	10,0	2800	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,28
72800	30	18	16	13	9	7	5	25000	0,35	10,0	4000	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,41
72900	32	21	16	12	7	6	4	30000	0,35	10,0	3000	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,25
73000	32	25	21	17	11	8	5	55000	0,35	10,0	3600	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,28
73099	38	28	24	17	12	7	5	67500	0,35	10,0	1600	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,30
73200	44	28	23	17	12	7	4	15000	0,35	10,0	2800	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,25
73299	38	26	21	16	12	7	4	25000	0,35	10,0	3200	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,33
73400	41	29	24	18	13	8	5	25000	0,35	10,0	2800	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,37
73499	40	30	25	20	15	9	5	47500	0,35	10,0	2400	0,35	40,0	1200	0,40	Inf.	0,15
73600	45	32	25	18	14	9	5	27500	0,35	10,0	2200	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,30
73702	57	41	33	24	17	10	5	32500	0,35	10,0	1200	0,35	40,0	1200	0,40	Inf.	0,27
73801	28	18	16	13	10	7	4	65000	0,35	10,0	3600	0,35	40,0	1800	0,40	Inf.	0,72
73899	48	29	23	16	11	6	3	12500	0,35	10,0	2200	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,28
74000	35	20	16	12	9	5	4	15000	0,35	10,0	3600	0,35	40,0	2000	0,40	Inf.	0,26
74100	28	18	15	11	8	5	4	45000	0,35	10,0	3600	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,74
74202	30	21	16	11	7	4	3	55000	0,35	10,0	2400	0,35	40,0	2400	0,40	Inf.	0,22
74301	22	15	12	9	7	5	3	65000	0,35	10,0	3800	0,35	40,0	3000	0,40	Inf.	0,65
74400	26	18	14	12	9	6	4	65000	0,35	10,0	3600	0,35	40,0	2000	0,40	Inf.	0,57
74499	36	26	22	17	13	8	4	37500	0,35	10,0	3200	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,28

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 8	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá				Limites do Segmento Homogêneo:			km 74,499 - km 75,799			Extensão do Segmento:			1,300km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
74603	50	35	27	19	14	9	6	27500	0,35	10,0	1700	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,24
74701	40	29	24	19	14	9	6	45000	0,35	10,0	2200	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,24
74800	67	43	35	26	20	12	7	10000	0,35	10,0	1900	0,35	40,0	900	0,40	Inf.	0,21
74901	36	24	20	15	12	8	5	22500	0,35	10,0	3800	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,21
75000	52	34	28	21	16	9	5	25000	0,35	10,0	1600	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,27
75099	39	30	24	17	12	7	4	67500	0,35	10,0	1300	0,35	40,0	1800	0,40	Inf.	0,27
75200	44	34	28	21	16	10	6	60000	0,35	10,0	1600	0,35	40,0	1200	0,40	Inf.	0,29
75302	36	25	20	15	12	8	6	25000	0,35	10,0	3600	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,24
75401	46	35	29	22	16	10	5	65000	0,35	10,0	1100	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,24
75503	53	36	29	22	16	10	6	20000	0,35	10,0	2000	0,35	40,0	1100	0,40	Inf.	0,24
75600	50	34	28	22	17	11	6	15000	0,35	10,0	2800	0,35	40,0	1000	0,40	Inf.	0,24
75698	44	31	26	19	14	9	6	35000	0,35	10,0	2000	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,31
75799	48	29	23	18	14	10	6	12500	0,35	10,0	2600	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,4

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 9	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 76,401 - km 78,100				Extensão do Segmento:		1,699 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
76401	39	27	22	16	12	7	4	30000	0,35	10,0	2600	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,24
76499	32	20	17	13	11	8	5	25000	0,35	10,0	4000	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,15
76600	56	36	29	22	17	10	5	15000	0,35	10,0	2000	0,35	40,0	1100	0,40	Inf.	0,20
76700	45	30	24	17	13	8	4	25000	0,35	10,0	2000	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,21
76798	36	27	22	16	12	7	4	70000	0,35	10,0	1700	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,22
76902	42	31	25	18	13	8	4	42500	0,35	10,0	1900	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,28
77001	35	27	22	16	12	7	4	70000	0,35	10,0	2000	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,16
77100	31	23	18	13	10	5	3	50000	0,35	10,0	2600	0,35	40,0	2000	0,40	Inf.	0,23
77198	35	26	20	14	10	6	3	60000	0,35	10,0	1800	0,35	40,0	2000	0,40	Inf.	0,20
77301	43	30	24	17	12	7	4	25000	0,35	10,0	2400	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,26
77394	54	40	34	28	22	14	7	35000	0,35	10,0	2000	0,35	40,0	800	0,40	Inf.	0,22
77499	58	43	35	27	20	13	6	32500	0,35	10,0	1400	0,35	40,0	950	0,40	Inf.	0,19
77600	48	31	23	17	12	8	4	20000	0,35	10,0	2000	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,24
77700	31	20	16	12	9	6	4	20000	0,35	10,0	4000	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,45
77800	23	18	15	12	9	7	5	70000	0,35	10,0	4000	0,35	40,0	2000	0,40	Inf.	0,94
77900	67	47	35	23	16	9	5	20000	0,35	10,0	1100	0,35	40,0	1200	0,40	Inf.	0,31
78001	34	24	19	14	11	7	5	45000	0,35	10,0	2600	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,23
78100	27	19	15	11	9	6	4	57500	0,35	10,0	3600	0,35	40,0	2000	0,40	Inf.	0,70

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 10	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 78,100 - km 80,001			Extensão do Segmento:			1,901 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
78200	30	21	16	12	9	6	3	40000	0,35	10,0	3400	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,24
78302	34	23	18	13	9	6	3	40000	0,35	10,0	2400	0,35	40,0	2000	0,40	Inf.	0,12
78402	29	21	17	13	10	6	3	40000	0,35	10,0	4000	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,21
78532	34	17	13	11	9	6	4	12500	0,35	10,0	3800	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,48
78600	26	18	15	11	6	6	3	45000	0,35	10,0	3800	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,29
78701	38	28	23	18	12	8	4	30000	0,35	10,0	3000	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,30
78800	40	31	26	20	15	9	4	60000	0,35	10,0	1800	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,30
78902	26	19	16	12	10	7	4	70000	0,35	10,0	3600	0,35	40,0	1800	0,40	Inf.	0,47
79003	35	26	22	17	12	8	4	65000	0,35	10,0	2200	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,30
79101	35	24	18	13	9	5	2	42500	0,35	10,0	1900	0,35	40,0	2400	0,40	Inf.	0,36
79201	31	20	16	11	7	4	2	45000	0,35	10,0	2200	0,35	40,0	2800	0,40	Inf.	0,22
79299	32	22	17	11	8	4	2	35000	0,35	10,0	2600	0,35	40,0	2400	0,40	Inf.	0,22
79401	38	26	19	13	9	5	3	35000	0,35	10,0	1900	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,22
79501	39	23	15	9	6	3	2	12500	0,35	10,0	2600	0,35	40,0	2800	0,40	Inf.	0,26
79601	34	21	15	10	6	4	2	30000	0,35	10,0	2200	0,35	40,0	3000	0,40	Inf.	0,30
79701	33	20	15	9	6	4	2	25000	0,35	10,0	2400	0,35	40,0	3200	0,40	Inf.	0,34
79800	21	13	11	10	9	8	6	70000	0,35	10,0	3800	0,35	40,0	2400	0,40	Inf.	1,21
79902	59	38	26	16	9	5	3	17500	0,35	10,0	1100	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,23
80001	77	49	35	22	14	6	4	15000	0,35	10,0	800	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,35

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 1	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 51,099 - km 52,500			Extensão do Segmento:			1,401 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
51099	32	21	17	12	9	6	3	27500	0,35	12,0	2800	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,29
51200	58	39	30	22	15	10	5	15000	0,35	12,0	1300	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,25
51299	27	19	16	12	9	6	3	42500	0,35	12,0	3200	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,15
51399	26	16	12	7	4	1	1	22500	0,35	12,0	3200	0,35	40,0	3600	0,40	Inf.	0,60
51482	38	29	25	20	15	10	4	55000	0,35	12,0	1600	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,24
51600	36	25	20	14	9	5	2	32500	0,35	12,0	1500	0,35	40,0	2400	0,40	Inf.	0,37
51700	39	29	23	16	10	5	2	42500	0,35	12,0	950	0,35	40,0	2600	0,40	Inf.	0,20
51800	56	40	32	24	17	10	6	12500	0,35	12,0	1900	0,35	40,0	1000	0,40	Inf.	0,42
51900	43	31	25	18	13	8	5	20000	0,35	12,0	2200	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,32
52001	32	22	17	12	8	5	4	27500	0,35	12,0	2800	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,29
52102	28	20	17	13	8	7	4	47500	0,35	12,0	2800	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,33
52200	60	46	38	27	18	11	7	25000	0,35	12,0	1100	0,35	40,0	950	0,40	Inf.	0,37
52299	33	22	16	11	7	4	3	25000	0,35	12,0	2000	0,35	40,0	3000	0,40	Inf.	0,30
52399	28	20	16	13	9	6	4	32500	0,35	12,0	3400	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,10
52500	58	41	32	23	17	9	5	22500	0,35	12,0	950	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,29

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 2	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 56,599 - km 58,800			Extensão do Segmento:			2,201 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
56599	31	20	16	12	9	6	3	17500	0,35	12,0	3800	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,36
56701	31	20	16	13	10	7	5	17500	0,35	12,0	4000	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,24
56800	33	22	18	13	10	6	4	22500	0,35	12,0	3000	0,35	40,0	1800	0,40	Inf.	0,17
56901	26	18	15	12	9	6	4	27500	0,35	12,0	4000	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,49
56999	23	18	14	11	7	6	4	62500	0,35	12,0	3400	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,23
57099	26	18	14	10	5	4	2	37500	0,35	12,0	2800	0,35	40,0	2800	0,40	Inf.	0,28
57198	34	24	19	14	8	5	3	32500	0,35	12,0	1900	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,22
57300	38	27	22	16	11	7	4	22500	0,35	12,0	2400	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,27
57401	34	22	18	13	10	6	4	22500	0,35	12,0	2600	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,12
57502	28	19	16	13	10	7	4	27500	0,35	12,0	4000	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,20
57599	54	37	29	20	14	8	4	17500	0,35	12,0	1300	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,29
57701	33	20	17	14	11	8	5	17500	0,35	12,0	3600	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,29
57802	39	26	21	16	12	9	5	12500	0,35	12,0	3600	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,16
57901	41	27	16	10	6	4	2	15000	0,35	12,0	1700	0,35	40,0	3000	0,40	Inf.	0,32
57999	36	22	18	12	9	5	4	10000	0,35	12,0	1200	0,35	40,0	3000	0,40	Inf.	4,74
58100	35	22	16	11	8	4	2	20000	0,35	12,0	2200	0,35	40,0	2600	0,40	Inf.	0,36
58197	35	22	16	12	9	6	4	10000	0,35	12,0	4000	0,35	40,0	1800	0,40	Inf.	0,30
58299	24	16	13	10	8	6	4	42500	0,35	12,0	3600	0,35	40,0	2400	0,40	Inf.	0,66
58398	22	13	9	6	4	3	2	27500	0,35	12,0	3800	0,35	40,0	4000	0,40	Inf.	0,60
58501	29	18	14	11	8	4	2	22500	0,35	12,0	3200	0,35	40,0	2400	0,40	Inf.	0,32
58601	43	28	20	14	9	5	3	15000	0,35	12,0	2000	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,27
58700	33	20	16	12	9	5	2	17500	0,35	12,0	3000	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,20
58800	57	39	29	21	15	10	5	10000	0,35	12,0	1900	0,35	40,0	1100	0,40	Inf.	0,16

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 3	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 59,198 - km 60,700				Extensão do Segmento:		1,502 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
59198	46	31	23	16	10	8	5	12500	0,35	12,0	2200	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,28
59299	39	29	23	16	12	6	3	37500	0,35	12,0	1500	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,16
59401	33	23	19	15	11	7	4	37500	0,35	12,0	2200	0,35	40,0	1800	0,40	Inf.	0,21
59498	37	27	22	17	13	8	5	35000	0,35	12,0	2000	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,25
59598	37	26	20	14	9	5	3	27500	0,35	12,0	1700	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,27
59700	44	30	24	18	13	8	4	20000	0,35	12,0	1900	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,16
59802	30	22	18	14	10	6	4	37500	0,35	12,0	3000	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,30
59900	40	27	22	17	13	8	5	12500	0,35	12,0	3400	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,35
59999	34	22	19	15	12	9	6	17500	0,35	12,0	4000	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,20
60100	33	19	13	9	7	5	3	10000	0,35	12,0	4000	0,35	40,0	2400	0,40	Inf.	0,55
60200	30	17	13	10	8	6	4	17500	0,35	12,0	3200	0,35	40,0	2600	0,40	Inf.	0,79
60300	28	16	12	9	4	5	4	12500	0,35	12,0	4000	0,35	40,0	3000	0,40	Inf.	0,49
60397	26	14	10	8	4	4	3	17500	0,35	12,0	3600	0,35	40,0	3800	0,40	Inf.	0,61
60501	29	17	13	10	5	6	4	15000	0,35	12,0	4000	0,35	40,0	2400	0,40	Inf.	0,65
60598	45	33	27	20	11	9	6	32500	0,35	12,0	1300	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,15
60700	58	40	31	21	11	8	5	17500	0,35	12,0	1000	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,45

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 4	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá				Limites do Segmento Homogêneo:			km 67,799 - km 69,303			Extensão do Segmento:			1,504 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
67799	42	30	24	18	13	8	6	20000	0,35	12,0	2400	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,34
67900	38	26	19	13	9	5	3	22500	0,35	12,0	1800	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,31
68000	46	32	26	18	12	6	3	20000	0,35	12,0	1600	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,17
68101	33	24	19	14	11	7	5	37500	0,35	12,0	2200	0,35	40,0	1800	0,40	Inf.	0,21
68198	48	33	26	19	14	9	6	17500	0,35	12,0	1800	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,24
68301	35	25	20	15	11	8	5	22500	0,35	12,0	3000	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,28
68399	41	29	23	16	12	8	5	25000	0,35	12,0	1900	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,15
68500	38	27	22	15	11	8	6	22500	0,35	12,0	2400	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,27
68601	40	25	20	14	9	6	5	12500	0,35	12,0	2600	0,35	40,0	1800	0,40	Inf.	0,34
68701	39	27	21	15	11	8	6	22500	0,35	12,0	2200	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,28
68800	30	20	16	11	8	5	3	17500	0,35	12,0	3800	0,35	40,0	2000	0,40	Inf.	0,27
68901	40	27	21	14	10	6	4	17500	0,35	12,0	2200	0,35	40,0	1800	0,40	Inf.	0,29
68999	40	29	24	17	12	7	5	27500	0,35	12,0	1900	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,24
69099	37	27	22	16	11	7	4	47500	0,35	12,0	1300	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,25
69200	39	25	21	15	11	7	4	17500	0,35	12,0	2400	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,30
69303	62	42	32	22	14	7	4	15000	0,35	12,0	1000	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,25

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 5	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 69,701 - km 71,198			Extensão do Segmento:			1,497 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
69701	42	29	22	16	11	6	4	25000	0,35	12,0	1500	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,26
69804	29	20	16	11	8	4	3	47500	0,35	12,0	1800	0,35	40,0	2800	0,40	Inf.	0,21
69902	35	24	19	14	10	6	4	20000	0,35	12,0	2800	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,27
70000	31	22	18	13	10	6	4	22500	0,35	12,0	3800	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,20
70100	43	30	24	16	12	7	5	15000	0,35	12,0	2400	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,26
70198	36	26	20	14	10	6	4	32500	0,35	12,0	1800	0,35	40,0	2000	0,40	Inf.	0,23
70300	34	24	20	14	10	6	4	27500	0,35	12,0	2800	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,23
70400	26	20	16	12	9	6	4	47500	0,35	12,0	3400	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,16
70500	33	24	20	15	11	8	6	22500	0,35	12,0	3800	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,20
70599	40	29	24	17	12	7	4	37500	0,35	12,0	1300	0,35	40,0	1800	0,40	Inf.	0,16
70701	31	22	18	14	10	7	5	27500	0,35	12,0	3800	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,26
70800	28	21	18	13	10	7	5	57500	0,35	12,0	2600	0,35	40,0	1800	0,40	Inf.	0,32
70900	62	45	35	25	17	9	6	22500	0,35	12,0	800	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,31
71001	29	15	12	9	7	5	4	47500	0,35	12,0	1600	0,35	40,0	3400	0,40	Inf.	0,25
71100	31	13	11	10	8	5	4	10000	0,35	12,0	3800	0,35	40,0	3000	0,40	Inf.	0,46
71198	40	24	20	16	13	9	5	12500	0,35	12,0	3000	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,18

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 6	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 71,198 - km 72,603			Extensão do Segmento:			1,405km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
71300	48	32	25	18	12	6	3	17500	0,35	12,0	1600	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,18
71399	55	43	35	28	21	13	6	37500	0,35	12,0	850	0,35	40,0	1100	0,40	Inf.	0,27
71500	29	20	17	14	11	8	5	37500	0,35	12,0	4000	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,48
71601	41	30	26	21	17	11	6	20000	0,35	12,0	3200	0,35	40,0	1000	0,40	Inf.	0,25
71701	44	31	26	20	15	9	5	27500	0,35	12,0	1700	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,23
71801	44	31	25	18	13	8	5	15000	0,35	12,0	2600	0,35	40,0	1200	0,40	Inf.	0,26
71900	52	38	30	22	16	10	6	20000	0,35	12,0	1600	0,35	40,0	1100	0,40	Inf.	0,25
72003	58	43	31	20	13	6	3	22500	0,35	12,0	800	0,35	40,0	1800	0,40	Inf.	0,24
72099	44	32	25	19	13	8	4	32500	0,35	12,0	1300	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,27
72200	44	28	20	12	7	5	3	15000	0,35	12,0	1600	0,35	40,0	2400	0,40	Inf.	0,30
72302	42	30	23	17	10	7	3	30000	0,35	12,0	1300	0,35	40,0	2000	0,40	Inf.	0,19
72399	63	46	36	24	14	9	5	22500	0,35	12,0	700	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,25
72499	47	33	26	17	9	7	4	20000	0,35	12,0	1500	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,12
72603	34	24	19	15	9	7	4	27500	0,35	12,0	2800	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,23

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 7	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 72,603 - km 74,499			Extensão do Segmento:			1,896km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
72700	35	25	20	15	10	6	4	27500	0,35	12,0	2600	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,28
72800	30	18	16	13	9	7	5	20000	0,35	12,0	4000	0,35	40,0	1800	0,40	Inf.	0,32
72900	32	21	16	12	7	6	4	22500	0,35	12,0	2800	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,25
73000	32	25	21	17	11	8	5	47500	0,35	12,0	2600	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,28
73099	38	28	24	17	12	7	5	45000	0,35	12,0	1400	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,30
73200	44	28	23	17	12	7	4	12500	0,35	12,0	2600	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,24
73299	38	26	21	16	12	7	4	27500	0,35	12,0	2000	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,37
73400	41	29	24	18	13	8	5	27500	0,35	12,0	1800	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,37
73499	40	30	25	20	15	9	5	32500	0,35	12,0	2200	0,35	40,0	1200	0,40	Inf.	0,21
73600	45	32	25	18	14	9	5	20000	0,35	12,0	2000	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,30
73702	57	41	33	24	17	10	5	22500	0,35	12,0	1100	0,35	40,0	1200	0,40	Inf.	0,26
73801	28	18	16	13	10	7	4	27500	0,35	12,0	4000	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,20
73899	48	29	23	16	11	6	3	10000	0,35	12,0	2200	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,30
74000	35	20	16	12	9	5	4	10000	0,35	12,0	3600	0,35	40,0	2000	0,40	Inf.	0,26
74100	28	18	15	11	8	5	4	25000	0,35	12,0	4000	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,51
74202	30	21	16	11	7	4	3	32500	0,35	12,0	2400	0,35	40,0	2400	0,40	Inf.	0,22
74301	22	15	12	9	7	5	3	42500	0,35	12,0	4000	0,35	40,0	2600	0,40	Inf.	0,43
74400	26	18	14	12	9	6	4	27500	0,35	12,0	4000	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,47
74499	36	26	22	17	13	8	4	25000	0,35	12,0	3000	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,29

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 8	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá				Limites do Segmento Homogêneo:			km 74,499 - km 75,799			Extensão do Segmento:			1,300km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
74603	50	35	27	19	14	9	6	17500	0,35	12,0	1700	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,29
74701	40	29	24	19	14	9	6	27500	0,35	12,0	2200	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,24
74800	67	43	35	26	20	12	7	10000	0,35	12,0	1700	0,35	40,0	850	0,40	Inf.	1,17
74901	36	24	20	15	12	8	5	12500	0,35	12,0	4000	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,23
75000	52	34	28	21	16	9	5	17500	0,35	12,0	1500	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,26
75099	39	30	24	17	12	7	4	47500	0,35	12,0	1200	0,35	40,0	1800	0,40	Inf.	0,27
75200	44	34	28	21	16	10	6	35000	0,35	12,0	1600	0,35	40,0	1200	0,40	Inf.	0,29
75302	36	25	20	15	12	8	6	17500	0,35	12,0	3400	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,24
75401	46	35	29	22	16	10	5	35000	0,35	12,0	1300	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,25
75503	53	36	29	22	16	10	6	12500	0,35	12,0	2000	0,35	40,0	1100	0,40	Inf.	0,18
75600	50	34	28	22	17	11	6	10000	0,35	12,0	2800	0,35	40,0	1000	0,40	Inf.	0,31
75698	44	31	26	19	14	9	6	27500	0,35	12,0	1700	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,38
75799	48	29	23	18	14	10	6	10000	0,35	12,0	2600	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,55

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 9	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 76,401 - km 78,100				Extensão do Segmento:		1,699 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
76401	39	27	22	16	12	7	4	27500	0,35	12,0	2000	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,19
76499	32	20	17	13	11	8	5	22500	0,35	12,0	3400	0,35	40,0	1700	0,40	Inf.	0,19
76600	56	36	29	22	17	10	5	15000	0,35	12,0	1500	0,35	40,0	1200	0,40	Inf.	0,19
76700	45	30	24	17	13	8	4	15000	0,35	12,0	2200	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,17
76798	36	27	22	16	12	7	4	42500	0,35	12,0	1800	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,22
76902	42	31	25	18	13	8	4	27500	0,35	12,0	1800	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,28
77001	35	27	22	16	12	7	4	47500	0,35	12,0	1800	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,16
77100	31	23	18	13	10	5	3	52500	0,35	12,0	1600	0,35	40,0	2400	0,40	Inf.	0,23
77198	35	26	20	14	10	6	3	37500	0,35	12,0	1800	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,20
77301	43	30	24	17	12	7	4	15000	0,35	12,0	2400	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,26
77394	54	40	34	28	22	14	7	22500	0,35	12,0	1900	0,35	40,0	800	0,40	Inf.	0,22
77499	58	43	35	27	20	13	6	15000	0,35	12,0	1900	0,35	40,0	850	0,40	Inf.	0,18
77600	48	31	23	17	12	8	4	12500	0,35	12,0	2000	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,37
77700	31	20	16	12	9	6	4	17500	0,35	12,0	3800	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,36
77800	23	18	15	12	9	7	5	67500	0,35	12,0	4000	0,35	40,0	1800	0,40	Inf.	0,59
77900	67	47	35	23	16	9	5	15000	0,35	12,0	950	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,48
78001	34	24	19	14	11	7	5	27500	0,35	12,0	2800	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,23
78100	27	19	15	11	9	6	4	27500	0,35	12,0	4000	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,28

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 10	
Rodovia:	BR-277/PR		Trecho:	Curitíba - Paranaguá			Limites do Segmento Homogêneo:			km 78,100 - km 80,001			Extensão do Segmento:			1,901 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	60	90	150	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
78200	30	21	16	12	9	6	3	27500	0,35	12,0	3000	0,35	40,0	2000	0,40	Inf.	0,24
78302	34	23	18	13	9	6	3	22500	0,35	12,0	2600	0,35	40,0	1900	0,40	Inf.	0,12
78402	29	21	17	13	10	6	3	32500	0,35	12,0	3400	0,35	40,0	1800	0,40	Inf.	0,23
78532	34	17	13	11	9	6	4	10000	0,35	12,0	4000	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,43
78600	26	18	15	11	6	6	3	30000	0,35	12,0	3600	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,29
78701	38	28	23	18	12	8	4	22500	0,35	12,0	2800	0,35	40,0	1300	0,40	Inf.	0,29
78800	40	31	26	20	15	9	4	47500	0,35	12,0	1400	0,35	40,0	1400	0,40	Inf.	0,32
78902	26	19	16	12	10	7	4	57500	0,35	12,0	3200	0,35	40,0	1800	0,40	Inf.	0,47
79003	35	26	22	17	12	8	4	42500	0,35	12,0	2000	0,35	40,0	1500	0,40	Inf.	0,30
79101	35	24	18	13	9	5	2	27500	0,35	12,0	2000	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,36
79201	31	20	16	11	7	4	2	27500	0,35	12,0	2200	0,35	40,0	2800	0,40	Inf.	0,22
79299	32	22	17	11	8	4	2	30000	0,35	12,0	2000	0,35	40,0	2600	0,40	Inf.	0,21
79401	38	26	19	13	9	5	3	22500	0,35	12,0	1800	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,31
79501	39	23	15	9	6	3	2	10000	0,35	12,0	2400	0,35	40,0	3000	0,40	Inf.	0,25
79601	34	21	15	10	6	4	2	17500	0,35	12,0	2200	0,35	40,0	3000	0,40	Inf.	0,30
79701	33	20	15	9	6	4	2	15000	0,35	12,0	2800	0,35	40,0	2800	0,40	Inf.	0,34
79800	21	13	11	10	9	8	6	67500	0,35	12,0	4000	0,35	40,0	2200	0,40	Inf.	0,66
79902	59	38	26	16	9	5	3	12500	0,35	12,0	1000	0,35	40,0	2400	0,40	Inf.	0,30
80001	77	49	35	22	14	6	4	10000	0,35	12,0	800	0,35	40,0	1600	0,40	Inf.	0,31

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

ANEXO III

RESULTADOS DA RETROANÁLISE – BR-418/MG

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN2-CL										Pista Direita			Segmento Homogêneo 1
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km3,767 - km 5,600		Extensão do Segmento:		1,833 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			RMS
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
3767	114	67	36	13	5	4	3	1280	0,50	37,6	820	0,50	Inf.	6,49
3840	116	67	38	15	5	4	3	1220	0,50	42,4	810	0,50	Inf.	5,98
3921	143	91	54	21	8	3	2	1220	0,50	36,5	510	0,50	Inf.	6,99
4000	159	95	58	25	9	4	3	1020	0,50	34,7	520	0,50	Inf.	6,21
4081	166	104	64	25	9	5	4	950	0,50	39,1	490	0,50	Inf.	7,62
4160	170	110	67	29	11	6	4	940	0,50	38,6	470	0,50	Inf.	7,52
4240	134	69	37	18	5	2	3	1040	0,50	38,8	740	0,50	Inf.	5,71
4320	153	86	43	17	6	5	4	950	0,50	37,7	620	0,50	Inf.	8,46
4402	244	80	44	16	5	4	4	480	0,50	40,6	600	0,50	Inf.	10,88
4480	122	69	40	18	10	7	5	1230	0,50	40,6	710	0,50	Inf.	4,69
4560	90	45	24	7	3	3	3	1430	0,50	46,4	1240	0,50	Inf.	5,22
4640	151	86	49	22	11	8	7	990	0,50	40,7	580	0,50	Inf.	6,25
4811	160	83	44	14	4	2	2	860	0,50	39,2	630	0,50	Inf.	8,80
4883	187	94	52	19	7	4	4	750	0,50	38,5	520	0,50	Inf.	9,01
5040	156	107	78	48	30	18	12	1120	0,50	45,6	400	0,50	Inf.	0,90
5122	135	79	45	19	8	6	5	1080	0,50	41,5	670	0,50	Inf.	6,31
5204	143	81	50	23	9	6	4	1020	0,50	41,6	630	0,50	Inf.	5,53
5281	119	64	34	12	4	3	2	1190	0,50	38,4	820	0,50	Inf.	6,32
5360	137	82	52	25	12	7	6	1230	0,50	37,3	550	0,50	Inf.	4,56
5441	126	71	40	16	6	3	3	1140	0,50	38,0	760	0,50	Inf.	6,19
5520	138	88	53	22	10	6	5	1190	0,50	38,0	560	0,50	Inf.	5,89
5600	113	65	36	12	4	2	2	1410	0,50	35,2	750	0,50	Inf.	6,24

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN2-CL										Pista Direita			Segmento Homogêneo 2
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:		km 5,600 - km 7,280			Extensão do Segmento:		1,680 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			RMS
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
5600	113	65	36	12	4	2	2	1410	0,50	35,2	750	0,50	Inf.	6,24
5682	123	74	44	21	10	7	4	1230	0,50	40,4	700	0,50	Inf.	4,91
5761	131	84	51	24	11	7	6	1290	0,50	37,1	570	0,50	Inf.	4,87
5841	99	50	28	12	7	6	4	1350	0,50	49,1	1020	0,50	Inf.	4,14
5933	143	68	35	11	2	4	4	890	0,50	46,9	800	0,50	Inf.	8,34
6002	130	78	44	19	7	4	4	1220	0,50	38,9	620	0,50	Inf.	5,97
6080	165	89	51	22	8	4	3	860	0,50	38,4	590	0,50	Inf.	7,05
6179	143	68	35	10	1	1	3	960	0,50	39,3	710	0,50	Inf.	8,83
6240	100	51	27	10	6	5	4	1320	0,50	50,0	1050	0,50	Inf.	5,01
6334	122	65	35	13	6	4	3	1180	0,50	37,7	780	0,50	Inf.	5,98
6400	136	72	40	12	3	3	3	1040	0,50	38,4	720	0,50	Inf.	7,72
6481	187	89	50	17	3	2	4	740	0,50	39,1	540	0,50	Inf.	9,91
6568	106	60	34	12	3	3	2	1350	0,50	38,1	910	0,50	Inf.	5,93
6652	166	95	56	21	8	4	4	980	0,50	34,7	500	0,50	Inf.	7,90
6721	140	76	42	15	4	3	3	1010	0,50	38,5	700	0,50	Inf.	7,41
6802	158	90	50	16	3	1	2	980	0,50	35,9	550	0,50	Inf.	9,04
6880	148	93	59	28	14	10	6	1120	0,50	41,0	490	0,50	Inf.	5,10
6962	161	79	42	13	4	3	3	870	0,50	38,7	620	0,50	Inf.	9,06
7040	142	73	29	12	1	1	2	960	0,50	39,5	720	0,50	Inf.	9,60
7120	136	72	27	12	1	1	1	1000	0,50	39,6	760	0,50	Inf.	9,49
7202	130	64	35	11	3	1	1	1050	0,50	39,6	790	0,50	Inf.	6,84
7280	116	63	36	13	3	1	2	1350	0,50	35,6	740	0,50	Inf.	6,17

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN2-CL										Pista Direita		Segmento Homogêneo 3	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:		km 7,280 - km 9,280		Extensão do Segmento:		2,000 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			RMS
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
7361	101	58	30	13	2	2	2	1590	0,50	35,0	830	0,50	Inf.	5,78
7440	119	68	43	22	8	5	4	1370	0,50	38,1	660	0,50	Inf.	4,11
7520	120	65	39	14	5	3	2	1180	0,50	38,4	810	0,50	Inf.	5,76
7601	110	61	36	14	4	2	3	1460	0,50	34,9	760	0,50	Inf.	5,45
7681	99	51	26	9	3	3	3	1460	0,50	37,7	960	0,50	Inf.	5,78
7767	95	55	33	13	5	4	3	1520	0,50	41,8	960	0,50	Inf.	4,54
7856	115	66	40	18	8	5	3	1270	0,50	41,5	780	0,50	Inf.	4,56
7925	114	67	41	19	9	5	4	1440	0,50	38,0	680	0,50	Inf.	4,20
8000	64	40	24	11	5	3	3	2610	0,50	37,5	1190	0,50	Inf.	2,51
8160	120	67	40	17	6	3	3	1360	0,50	34,6	690	0,50	Inf.	5,29
8246	137	74	41	16	6	3	3	1030	0,50	38,4	710	0,50	Inf.	6,47
8325	168	95	54	21	5	3	3	950	0,50	35,1	500	0,50	Inf.	8,58
8400	116	88	42	18	7	5	3	1600	0,50	35,0	590	0,50	Inf.	8,31
8486	116	62	35	13	5	3	3	1230	0,50	38,1	830	0,50	Inf.	5,49
8561	125	63	33	11	3	3	3	1140	0,50	38,2	780	0,50	Inf.	7,11
8720	156	90	52	19	6	5	5	930	0,50	37,5	600	0,50	Inf.	8,40
8804	143	84	46	18	6	3	2	1130	0,50	34,9	580	0,50	Inf.	7,25
8880	109	57	34	14	6	4	3	1310	0,50	42,3	860	0,50	Inf.	4,34
8961	165	102	68	35	20	10	7	1040	0,50	36,8	450	0,50	Inf.	3,14
9088	118	72	48	26	13	7	5	1450	0,50	36,9	630	0,50	Inf.	2,22
9126	140	75	41	16	5	3	3	1010	0,50	38,5	700	0,50	Inf.	6,85
9200	132	68	39	17	7	3	2	1060	0,50	38,6	750	0,50	Inf.	5,11
9280	115	64	39	18	8	5	4	1260	0,50	41,7	790	0,50	Inf.	4,04

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN2-CL										Pista Direita			Segmento Homogêneo 4
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas				Limites do Segmento Homogêneo:		km 9,280 - km 11,043		Extensão do Segmento:		1,763 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			RMS
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
9280	115	64	39	18	8	5	4	1260	0,50	41,7	790	0,50	Inf.	2,87
9360	126	82	55	29	14	8	6	1310	0,50	41,0	580	0,50	Inf.	6,75
9440	120	62	32	12	4	4	4	1190	0,50	42,3	780	0,50	Inf.	5,75
9680	239	145	95	48	22	11	8	690	0,50	37,9	320	0,50	Inf.	6,26
9760	150	91	54	22	10	5	4	1060	0,50	38,9	540	0,50	Inf.	5,64
9841	233	155	102	52	24	10	7	800	0,50	34,9	290	0,50	Inf.	5,19
9920	134	83	48	22	10	5	4	1200	0,50	38,5	590	0,50	Inf.	6,69
10000	137	76	44	17	6	3	3	1040	0,50	38,2	710	0,50	Inf.	6,04
10080	133	69	40	15	6	4	4	1090	0,50	37,7	710	0,50	Inf.	7,31
10160	134	78	43	16	6	4	4	1080	0,50	37,6	700	0,50	Inf.	5,94
10240	120	66	36	14	5	3	3	1190	0,50	38,1	810	0,50	Inf.	6,51
10320	137	79	47	18	7	4	4	1150	0,50	39,0	590	0,50	Inf.	7,65
10401	158	91	50	21	9	5	4	920	0,50	37,6	600	0,50	Inf.	4,03
10481	146	88	55	29	16	11	8	1050	0,50	43,6	550	0,50	Inf.	5,37
10560	110	64	36	15	6	4	3	1300	0,50	42,1	840	0,50	Inf.	3,29
10641	69	37	20	8	4	3	2	2090	0,50	41,8	1330	0,50	Inf.	6,46
10721	123	63	33	12	3	2	1	1120	0,50	39,1	820	0,50	Inf.	6,90
10800	134	73	41	16	4	2	2	1040	0,50	38,9	750	0,50	Inf.	8,73
10883	162	83	46	14	4	2	2	850	0,50	39,2	630	0,50	Inf.	5,81
10960	145	85	50	22	10	5	4	1100	0,50	38,8	550	0,50	Inf.	5,43
11043	118	72	41	17	6	3	3	1380	0,50	34,6	700	0,50	Inf.	5,43

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN2-CL										Pista Direita		Segmento Homogêneo 5	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas				Limites do Segmento Homogêneo:		km 11,043 - km 12,803		Extensão do Segmento:		1,760 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			RMS
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
11043	118	72	41	17	6	3	3	1380	0,50	34,6	700	0,50	Inf.	5,43
11120	78	42	21	8	4	3	2	1830	0,50	42,3	1200	0,50	Inf.	4,21
11200	169	98	56	20	6	3	4	950	0,50	35,0	500	0,50	Inf.	8,78
11340	98	45	22	7	2	2	2	1280	0,50	42,5	1200	0,50	Inf.	5,54
11420	120	54	28	9	3	1	2	1030	0,50	43,4	1020	0,50	Inf.	6,32
11503	122	72	40	13	3	2	2	1300	0,50	35,3	700	0,50	Inf.	7,03
11604	128	82	45	15	4	3	3	1270	0,50	34,7	650	0,50	Inf.	7,81
11681	102	57	33	13	5	3	3	1410	0,50	37,8	930	0,50	Inf.	4,77
11761	126	74	43	18	8	4	4	1260	0,50	38,8	640	0,50	Inf.	5,52
11840	157	90	53	21	6	3	3	1020	0,50	35,1	540	0,50	Inf.	7,29
11920	133	66	38	15	5	3	2	1060	0,50	38,6	740	0,50	Inf.	5,84
12001	126	81	49	23	9	4	4	1270	0,50	38,5	630	0,50	Inf.	5,02
12081	170	100	57	23	8	4	3	950	0,50	34,9	490	0,50	Inf.	7,86
12162	140	84	47	19	7	4	3	1170	0,50	34,5	590	0,50	Inf.	6,71
12242	164	71	39	13	5	3	2	760	0,50	42,9	730	0,50	Inf.	7,78
12322	135	77	45	19	6	2	2	1170	0,50	35,4	630	0,50	Inf.	5,75
12404	124	66	36	12	3	1	2	1110	0,50	39,4	820	0,50	Inf.	6,82
12482	146	86	52	24	10	6	4	1110	0,50	38,4	540	0,50	Inf.	5,51
12561	136	84	44	14	2	2	2	1160	0,50	35,4	630	0,50	Inf.	8,77
12643	125	64	30	10	5	4	3	1020	0,50	46,8	910	0,50	Inf.	7,60
12723	127	75	37	13	4	3	3	1120	0,50	38,3	770	0,50	Inf.	8,14
12803	123	60	28	11	4	2	2	1010	0,50	42,9	980	0,50	Inf.	6,97

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN2-CL										Pista Direita			Segmento Homogêneo 6
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas				Limites do Segmento Homogêneo:		km 12,803 - km 15,200		Extensão do Segmento:		2,397 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			RMS
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
13044	142	72	42	17	7	4	5	1020	0,50	37,7	670	0,50	Inf.	6,04
13360	164	93	54	25	13	8	7	900	0,50	41,1	540	0,50	Inf.	6,04
13440	121	65	34	13	6	4	3	1200	0,50	37,7	780	0,50	Inf.	6,06
13520	136	89	54	26	12	6	4	1210	0,50	37,9	570	0,50	Inf.	4,99
13601	163	96	54	24	8	4	2	990	0,50	34,9	510	0,50	Inf.	7,08
13768	140	71	38	13	3	2	2	990	0,50	39,1	720	0,50	Inf.	7,47
13840	101	56	32	13	5	3	3	1430	0,50	37,8	940	0,50	Inf.	4,60
13920	123	62	36	15	6	3	2	1150	0,50	38,4	800	0,50	Inf.	4,90
14007	158	91	47	16	4	1	2	980	0,50	35,9	550	0,50	Inf.	9,21
14081	151	88	50	21	8	3	3	1060	0,50	35,0	560	0,50	Inf.	6,57
14160	126	70	39	14	6	2	2	1260	0,50	35,3	670	0,50	Inf.	6,42
14320	125	77	45	18	4	3	2	1290	0,50	34,9	670	0,50	Inf.	6,31
14400	135	76	40	13	2	1	2	1150	0,50	35,8	640	0,50	Inf.	8,26
14482	122	70	40	16	6	3	3	1330	0,50	34,6	680	0,50	Inf.	5,80
14560	143	78	42	16	5	3	3	990	0,50	38,5	690	0,50	Inf.	7,35
14641	152	85	49	19	6	3	3	1050	0,50	35,0	550	0,50	Inf.	7,49
14722	145	76	43	15	6	3	3	970	0,50	38,5	680	0,50	Inf.	6,96
14802	160	92	50	18	5	2	2	980	0,50	35,5	540	0,50	Inf.	8,59
14883	155	93	54	23	9	4	2	1040	0,50	34,9	540	0,50	Inf.	6,44
14964	150	93	54	22	6	1	1	1190	0,50	32,6	510	0,50	Inf.	7,36
15040	149	87	48	18	4	2	2	1050	0,50	35,5	580	0,50	Inf.	7,89
15122	151	94	56	22	8	5	5	1060	0,50	38,7	530	0,50	Inf.	7,09
15200	106	51	26	9	3	2	2	1180	0,50	42,7	1120	0,50	Inf.	5,86

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN2-CL										Pista Direita			Segmento Homogêneo 7
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas				Limites do Segmento Homogêneo:		km 15,200 - km 16,965		Extensão do Segmento:		1,765 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			RMS
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
15283	119	63	36	13	4	3	3	1200	0,50	38,1	810	0,50	Inf.	5,85
15363	118	56	29	8	2	3	4	1080	0,50	46,9	970	0,50	Inf.	7,05
15441	133	75	36	10	2	1	2	1030	0,50	39,4	770	0,50	Inf.	9,13
15520	131	72	40	14	4	2	3	1070	0,50	38,8	760	0,50	Inf.	7,10
15600	141	75	39	12	2	1	2	970	0,50	39,5	730	0,50	Inf.	8,45
15680	131	74	38	11	3	2	3	1060	0,50	38,8	760	0,50	Inf.	8,39
15840	115	62	32	10	4	3	3	1240	0,50	38,1	840	0,50	Inf.	6,63
15928	113	63	35	13	3	2	3	1250	0,50	38,5	870	0,50	Inf.	6,19
16002	143	68	39	14	3	2	2	970	0,50	39,1	700	0,50	Inf.	7,09
16080	110	57	27	9	6	5	4	1200	0,50	45,4	970	0,50	Inf.	6,50
16160	120	65	35	13	7	4	3	1210	0,50	37,7	790	0,50	Inf.	5,74
16243	123	72	38	15	6	4	3	1180	0,50	37,7	770	0,50	Inf.	6,70
16320	117	64	36	15	6	4	3	1240	0,50	37,6	810	0,50	Inf.	5,16
16400	156	85	48	20	7	3	3	900	0,50	38,6	630	0,50	Inf.	7,19
16481	133	71	42	12	2	2	4	1060	0,50	38,6	740	0,50	Inf.	7,75
16560	115	60	32	13	5	3	3	1240	0,50	38,1	840	0,50	Inf.	5,43
16640	137	77	40	15	4	2	2	1150	0,50	35,4	620	0,50	Inf.	7,84
16721	97	49	26	12	5	5	4	1360	0,50	49,8	1070	0,50	Inf.	4,42
16801	94	44	22	9	4	3	3	1370	0,50	46,5	1190	0,50	Inf.	4,54
16884	92	48	25	10	4	3	3	1580	0,50	37,5	1020	0,50	Inf.	4,72
16965	121	67	33	11	3	2	2	1150	0,50	38,9	830	0,50	Inf.	7,36

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN2-CL										Pista Direita			Segmento Homogêneo 8
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas				Limites do Segmento Homogêneo:		km 16,965 - km 18,561		Extensão do Segmento:		1,596 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			RMS
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
16965	121	67	33	11	3	2	2	1150	0,50	38,9	830	0,50	Inf.	7,36
17041	122	63	31	8	2	2	2	1140	0,50	38,9	820	0,50	Inf.	7,83
17120	104	50	25	8	3	3	3	1230	0,50	46,9	1090	0,50	Inf.	5,88
17201	112	51	26	8	3	2	2	1120	0,50	42,7	1070	0,50	Inf.	6,03
17286	122	63	34	13	5	3	3	1170	0,50	38,2	790	0,50	Inf.	5,89
17361	127	65	31	9	3	3	3	1120	0,50	38,3	770	0,50	Inf.	8,20
17441	117	60	32	11	4	2	2	1190	0,50	38,8	85	0,50	Inf.	6,00
17520	126	64	31	8	2	2	2	1100	0,50	38,9	790	0,50	Inf.	8,16
17600	126	66	35	12	4	2	2	1100	0,50	38,9	79	0,50	Inf.	6,63
17682	125	68	37	11	3	3	5	1150	0,50	37,8	760	0,50	Inf.	7,47
17761	94	45	25	8	4	4	3	1390	0,50	45,8	1160	0,50	Inf.	4,77
17841	93	44	22	7	2	3	3	1380	0,50	46,5	1200	0,50	Inf.	5,38
17922	173	103	58	24	8	3	3	920	0,50	35,2	490	0,50	Inf.	7,93
18001	100	50	26	10	4	3	3	1280	0,50	46,7	1130	0,50	Inf.	5,26
18081	94	48	28	12	6	4	3	1540	0,50	41,8	970	0,50	Inf.	3,83
18159	121	75	47	25	13	8	5	1370	0,50	41,1	600	0,50	Inf.	3,38
18240	146	98	67	36	19	9	5	1260	0,50	38,2	450	0,50	Inf.	2,70
18320	86	46	26	11	6	4	4	1720	0,50	41,1	1030	0,50	Inf.	3,79
18400	79	43	25	11	5	4	3	1870	0,50	41,1	1120	0,50	Inf.	3,24
18561	120	67	34	12	6	4	3	1210	0,50	37,7	790	0,50	Inf.	6,60

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN2-CL										Pista Direita			Segmento Homogêneo 9
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas				Limites do Segmento Homogêneo:		km 18,561 - km 20,320		Extensão do Segmento:		1,759km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			RMS
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
18642	104	51	25	6	2	2	2	1210	0,50	42,6	1140	0,50	Inf.	6,74
18721	112	51	24	6	2	2	2	1120	0,50	42,7	1070	0,50	Inf.	6,87
18806	140	70	36	12	4	3	3	1010	0,50	38,5	700	0,50	Inf.	7,87
18885	92	51	25	8	2	2	2	1530	0,50	38,4	1060	0,50	Inf.	5,76
18960	133	60	27	6	2	2	2	930	0,50	43,0	910	0,50	Inf.	8,54
19046	129	72	42	18	8	4	3	1120	0,50	37,7	730	0,50	Inf.	5,42
19121	117	69	36	13	4	3	2	1380	0,50	34,8	710	0,50	Inf.	6,86
19205	134	69	37	10	2	2	2	1030	0,50	39,0	750	0,50	Inf.	8,01
19281	136	77	48	21	8	4	3	1210	0,50	34,4	600	0,50	Inf.	5,15
19360	138	83	48	22	10	6	4	1180	0,50	38,2	570	0,50	Inf.	5,65
19440	116	70	40	15	6	4	4	1380	0,50	38,6	690	0,50	Inf.	5,99
19520	112	68	36	12	4	2	2	1420	0,50	35,1	750	0,50	Inf.	6,51
19603	117	69	36	14	6	4	3	1240	0,50	37,6	810	0,50	Inf.	6,48
19680	113	62	34	13	4	3	2	1260	0,50	38,3	860	0,50	Inf.	5,75
19740	150	79	44	17	6	4	4	950	0,50	38,0	640	0,50	Inf.	7,07
19821	117	69	36	13	5	4	3	1240	0,50	37,6	810	0,50	Inf.	6,85
19905	130	74	40	14	6	4	4	1110	0,50	37,7	730	0,50	Inf.	7,04
19920	140	73	39	15	7	6	5	940	0,50	45,4	760	0,50	Inf.	7,37
20001	148	78	44	19	9	5	4	980	0,50	37,6	640	0,50	Inf.	5,90
20080	143	76	43	17	6	3	2	980	0,50	38,7	690	0,50	Inf.	6,54
20160	142	78	46	19	7	3	3	1010	0,50	38,1	680	0,50	Inf.	6,39
20242	134	84	48	17	5	4	3	1230	0,50	34,4	610	0,50	Inf.	7,38
20320	127	75	43	15	5	3	3	1280	0,50	34,7	650	0,50	Inf.	6,68

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN2-CL										Pista Direita		Segmento Homogêneo 10	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas				Limites do Segmento Homogêneo:		km 20,320 - km 22,080		Extensão do Segmento:		1,801 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			RMS
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
20320	127	75	43	15	5	3	3	1280	0,50	34,7	650	0,50	Inf.	6,68
20640	141	90	58	28	13	6	3	1170	0,50	37,8	550	0,50	Inf.	4,53
20731	126	63	35	11	3	3	3	1130	0,50	38,3	770	0,50	Inf.	6,97
20800	122	62	30	7	3	2	1	1130	0,50	39,1	830	0,50	Inf.	7,84
20881	108	52	24	5	2	2	2	1160	0,50	42,7	1110	0,50	Inf.	7,23
20960	112	49	27	9	4	3	3	1130	0,50	47,1	1030	0,50	Inf.	5,34
21044	124	66	34	11	3	2	2	1120	0,50	38,9	810	0,50	Inf.	7,10
21134	128	67	36	11	2	2	1	1080	0,50	39,2	790	0,50	Inf.	7,40
21210	142	67	36	14	7	5	4	910	0,50	46,4	790	0,50	Inf.	6,41
21303	154	88	50	18	4	2	3	1030	0,50	35,3	550	0,50	Inf.	8,17
21360	144	82	46	16	3	2	2	1090	0,50	35,4	590	0,50	Inf.	8,00
21440	160	82	47	20	3	2	3	870	0,50	39,0	630	0,50	Inf.	7,55
21521	174	101	55	18	4	2	2	900	0,50	35,6	500	0,50	Inf.	10,01
21601	74	32	13	1	1	1	1	1680	0,50	43,1	1640	0,50	Inf.	5,46
21683	120	66	38	13	3	2	2	1170	0,50	38,7	830	0,50	Inf.	6,65
21762	116	77	45	20	9	6	6	1460	0,50	37,1	650	0,50	Inf.	5,27
21842	119	78	49	21	9	4	3	1520	0,50	35,5	590	0,50	Inf.	4,75
21297	108	66	37	15	6	4	3	1480	0,50	38,6	740	0,50	Inf.	5,29
22004	91	44	21	7	3	3	3	1420	0,50	46,4	1230	0,50	Inf.	5,25
22080	107	59	31	10	4	3	3	1340	0,50	37,9	890	0,50	Inf.	6,07

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
RMS - Root Mean Square (erro médio quadrático)
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 1	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 3,767 - km 5,600			Extensão do Segmento:			1,833 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
3767	114	67	36	13	5	4	3	1822	0,50	18,0	364	0,50	20,0	1822	0,50	Inf.	2,54
3840	116	67	38	15	5	4	3	1791	0,50	18,0	358	0,50	20,0	1791	0,50	Inf.	2,54
3921	143	91	54	21	8	3	2	1838	0,50	18,0	184	0,50	20,0	1470	0,50	Inf.	1,01
4000	159	95	58	25	9	4	3	1653	0,50	18,0	165	0,50	20,0	1322	0,50	Inf.	1,62
4081	166	104	64	25	9	5	4	1252	0,50	18,0	250	0,50	20,0	1252	0,50	Inf.	2,21
4160	170	110	67	29	11	6	4	1222	0,50	18,0	244	0,50	20,0	1222	0,50	Inf.	1,41
4240	134	69	37	18	5	2	3	1613	0,50	18,0	323	0,50	20,0	1290	0,50	Inf.	3,57
4320	153	86	43	17	6	5	4	1413	0,50	18,0	283	0,50	20,0	1130	0,50	Inf.	2,61
4402	244	80	44	16	5	4	4	886	0,50	18,0	177	0,50	20,0	709	0,50	Inf.	2,85
4480	122	69	40	18	10	7	5	1505	0,50	18,0	451	0,50	20,0	1505	0,50	Inf.	2,00
4560	90	45	24	7	3	3	3	2040	0,50	18,0	612	0,50	20,0	2040	0,50	Inf.	3,33
4640	151	86	49	22	11	8	7	1112	0,50	18,0	445	0,50	20,0	1112	0,50	Inf.	1,36
4811	160	83	44	14	4	2	2	1642	0,50	18,0	164	0,50	20,0	1314	0,50	Inf.	2,92
4883	187	94	52	19	7	4	4	1111	0,50	18,0	222	0,50	20,0	1111	0,50	Inf.	2,69
5040	156	107	78	48	30	18	12	2677	0,50	18,0	161	0,50	20,0	535	0,50	Inf.	1,88
5122	135	79	45	19	8	6	5	1360	0,50	18,0	408	0,50	20,0	1360	0,50	Inf.	1,56
5204	143	81	50	23	9	6	4	1453	0,50	18,0	291	0,50	20,0	1453	0,50	Inf.	1,58
5281	119	64	34	12	4	3	2	1746	0,50	18,0	249	0,50	20,0	1746	0,50	Inf.	2,44
5360	137	82	52	25	12	7	6	1340	0,50	18,0	402	0,50	20,0	1340	0,50	Inf.	0,23
5441	126	71	40	16	6	3	3	1649	0,50	18,0	330	0,50	20,0	1649	0,50	Inf.	2,38
5520	138	88	53	22	10	6	5	1566	0,50	18,0	313	0,50	20,0	1253	0,50	Inf.	1,38
5600	113	65	36	12	4	2	2	2325	0,50	18,0	233	0,50	20,0	1860	0,50	Inf.	3,15

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 2	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 5,600 - km 7,280				Extensão do Segmento:		1,680 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
5600	113	65	36	12	4	2	2	2325	0,50	18,0	233	0,50	20,0	1860	0,50	Inf.	3,15
5682	123	74	44	21	10	7	4	2252	0,50	18,0	225	0,50	20,0	1351	0,50	Inf.	1,89
5761	131	84	51	24	11	7	6	1401	0,50	18,0	420	0,50	20,0	1401	0,50	Inf.	0,59
5841	99	50	28	12	7	6	4	1934	0,50	18,0	580	0,50	20,0	1548	0,50	Inf.	2,85
5933	143	68	35	11	2	4	4	1284	0,50	18,0	385	0,50	20,0	1284	0,50	Inf.	4,39
6002	130	78	44	19	7	4	4	1663	0,50	18,0	333	0,50	20,0	1330	0,50	Inf.	1,89
6080	165	89	51	22	8	4	3	1259	0,50	18,0	252	0,50	20,0	1259	0,50	Inf.	1,76
6179	143	68	35	10	1	1	3	1511	0,50	18,0	302	0,50	20,0	1209	0,50	Inf.	7,15
6240	100	51	27	10	6	5	4	1679	0,50	18,0	671	0,50	20,0	1679	0,50	Inf.	1,94
6334	122	65	35	13	6	4	3	1703	0,50	18,0	341	0,50	20,0	1703	0,50	Inf.	1,97
6400	136	72	40	12	3	3	3	1528	0,50	18,0	306	0,50	20,0	1528	0,50	Inf.	3,99
6481	187	89	50	17	3	2	4	1156	0,50	18,0	231	0,50	20,0	925	0,50	Inf.	5,81
6568	106	60	34	12	3	3	2	2039	0,50	18,0	408	0,50	20,0	1631	0,50	Inf.	3,51
6652	166	95	56	21	8	4	4	1252	0,50	18,0	250	0,50	20,0	1252	0,50	Inf.	2,63
6721	140	76	42	15	4	3	3	1484	0,50	18,0	297	0,50	20,0	1484	0,50	Inf.	3,59
6802	158	90	50	16	3	1	2	1608	0,50	18,0	161	0,50	20,0	1608	0,50	Inf.	3,85
6880	148	93	59	28	14	10	6	2589	0,50	18,0	129	0,50	20,0	777	0,50	Inf.	2,67
6962	161	79	42	13	4	3	3	1290	0,50	18,0	258	0,50	20,0	1290	0,50	Inf.	3,65
7040	142	73	29	12	1	1	2	1851	0,50	18,0	185	0,50	20,0	1851	0,50	Inf.	5,81
7120	136	72	27	12	1	1	1	1932	0,50	18,0	193	0,50	20,0	1546	0,50	Inf.	3,18
7202	130	64	35	11	3	1	1	1954	0,50	18,0	195	0,50	20,0	1954	0,50	Inf.	2,34
7280	116	63	36	13	3	1	2	2265	0,50	18,0	227	0,50	20,0	1812	0,50	Inf.	4,19

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 3	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 7,280 - km 9,280				Extensão do Segmento:			2,000 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
7361	101	58	30	13	2	2	2	2057	0,50	18,0	411	0,50	20,0	2057	0,50	Inf.	4,13
7440	119	68	43	22	8	5	4	1816	0,50	18,0	363	0,50	20,0	1453	0,50	Inf.	1,56
7520	120	65	39	14	5	3	2	2190	0,50	18,0	219	0,50	20,0	1752	0,50	Inf.	2,13
7601	110	61	36	14	4	2	3	1965	0,50	18,0	393	0,50	20,0	1572	0,50	Inf.	4,16
7681	99	51	26	9	3	3	3	1854	0,50	18,0	556	0,50	20,0	1854	0,50	Inf.	3,21
7767	95	55	33	13	5	4	3	2187	0,50	18,0	437	0,50	20,0	2187	0,50	Inf.	2,62
7856	115	66	40	18	8	5	3	2409	0,50	18,0	241	0,50	20,0	1445	0,50	Inf.	1,63
7925	114	67	41	19	9	5	4	1896	0,50	18,0	379	0,50	20,0	1517	0,50	Inf.	0,93
8000	64	40	24	11	5	3	3	2869	0,50	18,0	861	0,50	20,0	2869	0,50	Inf.	1,40
8160	120	67	40	17	6	3	3	1731	0,50	18,0	346	0,50	20,0	1731	0,50	Inf.	2,35
8246	137	74	41	16	6	3	3	1516	0,50	18,0	303	0,50	20,0	1516	0,50	Inf.	2,50
8325	168	95	54	21	5	3	3	1564	0,50	18,0	156	0,50	20,0	1251	0,50	Inf.	3,40
8400	116	88	42	18	7	5	3	1791	0,50	18,0	358	0,50	20,0	1791	0,50	Inf.	1,54
8486	116	62	35	13	5	3	3	1863	0,50	18,0	373	0,50	20,0	1491	0,50	Inf.	2,59
8561	125	63	33	11	3	3	3	1729	0,50	18,0	346	0,50	20,0	1383	0,50	Inf.	3,34
8720	156	90	52	19	6	5	5	1386	0,50	18,0	277	0,50	20,0	1108	0,50	Inf.	2,70
8804	143	84	46	18	6	3	2	1453	0,50	18,0	291	0,50	20,0	1453	0,50	Inf.	2,98
8880	109	57	34	14	6	4	3	1906	0,50	18,0	381	0,50	20,0	1906	0,50	Inf.	1,94
8961	165	102	68	35	20	10	7	2122	0,50	18,0	141	0,50	20,0	707	0,50	Inf.	1,48
9088	118	72	48	26	13	7	5	2967	0,50	18,0	198	0,50	20,0	989	0,50	Inf.	1,75
9126	140	75	41	16	5	3	3	1484	0,50	18,0	297	0,50	20,0	1484	0,50	Inf.	2,98
9200	132	68	39	17	7	3	2	1574	0,50	18,0	315	0,50	20,0	1574	0,50	Inf.	1,28
9280	115	64	39	18	8	5	4	1879	0,50	18,0	376	0,50	20,0	1504	0,50	Inf.	1,17

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 4	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 9,280 - km 11,043			Extensão do Segmento:			1,763 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
9280	115	64	39	18	8	5	4	1879	0,50	18,0	376	0,50	20,0	1504	0,50	Inf.	1,17
9360	126	82	55	29	14	8	6	2285	0,50	18,0	229	0,50	20,0	1143	0,50	Inf.	1,64
9440	120	62	32	12	4	4	4	1530	0,50	18,0	459	0,50	20,0	1530	0,50	Inf.	3,17
9680	239	145	95	48	22	11	8	904	0,50	18,0	181	0,50	20,0	723	0,50	Inf.	1,66
9760	150	91	54	22	10	5	4	1385	0,50	18,0	277	0,50	20,0	1385	0,50	Inf.	1,59
9841	233	155	102	52	24	10	7	1532	0,50	18,0	77	0,50	20,0	613	0,50	Inf.	1,49
9920	134	83	48	22	10	5	4	1613	0,50	18,0	323	0,50	20,0	1290	0,50	Inf.	1,68
10000	137	76	44	17	6	3	3	1516	0,50	18,0	303	0,50	20,0	1516	0,50	Inf.	2,81
10080	133	69	40	15	6	4	4	1625	0,50	18,0	325	0,50	20,0	1300	0,50	Inf.	2,02
10160	134	78	43	16	6	4	4	1613	0,50	18,0	323	0,50	20,0	1290	0,50	Inf.	2,29
10240	120	66	36	14	5	3	3	1801	0,50	18,0	360	0,50	20,0	1441	0,50	Inf.	2,80
10320	137	79	47	18	7	4	4	1578	0,50	18,0	316	0,50	20,0	1262	0,50	Inf.	2,50
10401	158	91	50	21	9	5	4	1315	0,50	18,0	263	0,50	20,0	1315	0,50	Inf.	1,62
10481	146	88	55	29	16	11	8	1150	0,50	18,0	460	0,50	20,0	1150	0,50	Inf.	1,66
10560	110	64	36	15	6	4	3	1889	0,50	18,0	378	0,50	20,0	1889	0,50	Inf.	1,91
10641	69	37	20	8	4	3	2	3132	0,50	18,0	626	0,50	20,0	2506	0,50	Inf.	2,61
10721	123	63	33	12	3	2	1	2065	0,50	18,0	207	0,50	20,0	2065	0,50	Inf.	2,19
10800	134	73	41	16	4	2	2	1961	0,50	18,0	196	0,50	20,0	1569	0,50	Inf.	2,86
10883	162	83	46	14	4	2	2	1622	0,50	18,0	162	0,50	20,0	1298	0,50	Inf.	2,90
10960	145	85	50	22	10	5	4	1910	0,50	18,0	191	0,50	20,0	1146	0,50	Inf.	2,00
11043	118	72	41	17	6	3	3	1761	0,50	18,0	352	0,50	20,0	1761	0,50	Inf.	2,47

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 5	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 11,043 - km 12,803			Extensão do Segmento:			1,760 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
11043	118	72	41	17	6	3	3	1761	0,50	18,0	352	0,50	20,0	1761	0,50	Inf.	2,47
11120	78	42	21	8	4	3	2	2663	0,50	18,0	533	0,50	20,0	2663	0,50	Inf.	2,24
11200	169	98	56	20	6	3	4	1229	0,50	18,0	246	0,50	20,0	1229	0,50	Inf.	4,08
11340	98	45	22	7	2	2	2	2205	0,50	18,0	441	0,50	20,0	1764	0,50	Inf.	3,36
11420	120	54	28	9	3	1	2	2190	0,50	18,0	219	0,50	20,0	1752	0,50	Inf.	4,78
11503	122	72	40	13	3	2	2	2154	0,50	18,0	215	0,50	20,0	1723	0,50	Inf.	3,51
11604	128	82	45	15	4	3	3	1623	0,50	18,0	325	0,50	20,0	1623	0,50	Inf.	3,85
11681	102	57	33	13	5	3	3	2119	0,50	18,0	424	0,50	20,0	1695	0,50	Inf.	2,07
11761	126	74	43	18	8	4	4	1715	0,50	18,0	343	0,50	20,0	1372	0,50	Inf.	1,33
11840	157	90	53	21	6	3	3	1674	0,50	18,0	167	0,50	20,0	1339	0,50	Inf.	3,05
11920	133	66	38	15	5	3	2	1976	0,50	18,0	198	0,50	20,0	1581	0,50	Inf.	2,08
12001	126	81	49	23	9	4	4	1649	0,50	18,0	330	0,50	20,0	1649	0,50	Inf.	1,97
12081	170	100	57	23	8	4	3	1546	0,50	18,0	155	0,50	20,0	1237	0,50	Inf.	2,01
12162	140	84	47	19	7	4	3	1484	0,50	18,0	297	0,50	20,0	1484	0,50	Inf.	1,88
12242	164	71	39	13	5	3	2	1602	0,50	18,0	160	0,50	20,0	1282	0,50	Inf.	2,18
12322	135	77	45	19	6	2	2	1946	0,50	18,0	195	0,50	20,0	1557	0,50	Inf.	1,83
12404	124	66	36	12	3	1	2	2119	0,50	18,0	212	0,50	20,0	1695	0,50	Inf.	4,24
12482	146	86	52	24	10	6	4	1423	0,50	18,0	285	0,50	20,0	1423	0,50	Inf.	1,76
12561	136	84	44	14	2	2	2	1932	0,50	18,0	193	0,50	20,0	1546	0,50	Inf.	3,82
12643	125	64	30	10	5	4	3	1729	0,50	18,0	346	0,50	20,0	1383	0,50	Inf.	2,52
12723	127	75	37	13	4	3	3	1636	0,50	18,0	327	0,50	20,0	1636	0,50	Inf.	3,35
12803	123	60	28	11	4	2	2	1689	0,50	18,0	338	0,50	20,0	1689	0,50	Inf.	2,61

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 6	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 12,803 - km 15,200			Extensão do Segmento:			2,397 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
13044	142	72	42	17	7	4	5	1522	0,50	18,0	304	0,50	20,0	1218	0,50	Inf.	3,24
13360	164	93	54	25	13	8	7	1119	0,50	18,0	336	0,50	20,0	1119	0,50	Inf.	1,00
13440	121	65	34	13	6	4	3	1717	0,50	18,0	343	0,50	20,0	1717	0,50	Inf.	2,00
13520	136	89	54	26	12	6	4	2037	0,50	18,0	204	0,50	20,0	1222	0,50	Inf.	1,46
13601	163	96	54	24	8	4	2	1612	0,50	18,0	161	0,50	20,0	1290	0,50	Inf.	1,26
13768	140	71	38	13	3	2	2	1877	0,50	18,0	188	0,50	20,0	1502	0,50	Inf.	3,57
13840	101	56	32	13	5	3	3	2140	0,50	18,0	428	0,50	20,0	1712	0,50	Inf.	1,90
13920	123	62	36	15	6	3	2	1689	0,50	18,0	338	0,50	20,0	1689	0,50	Inf.	1,33
14007	158	91	47	16	4	1	2	1608	0,50	18,0	161	0,50	20,0	1608	0,50	Inf.	3,50
14081	151	88	50	21	8	3	3	1740	0,50	18,0	174	0,50	20,0	1392	0,50	Inf.	2,31
14160	126	70	39	14	6	2	2	2085	0,50	18,0	209	0,50	20,0	1668	0,50	Inf.	1,98
14320	125	77	45	18	4	3	2	2102	0,50	18,0	210	0,50	20,0	1682	0,50	Inf.	2,43
14400	135	76	40	13	2	1	2	1946	0,50	18,0	195	0,50	20,0	1557	0,50	Inf.	4,66
14482	122	70	40	16	6	3	3	1703	0,50	18,0	341	0,50	20,0	1703	0,50	Inf.	2,38
14560	143	78	42	16	5	3	3	1453	0,50	18,0	291	0,50	20,0	1453	0,50	Inf.	3,09
14641	152	85	49	19	6	3	3	1729	0,50	18,0	173	0,50	20,0	1383	0,50	Inf.	3,18
14722	145	76	43	15	6	3	3	1433	0,50	18,0	287	0,50	20,0	1433	0,50	Inf.	2,77
14802	160	92	50	18	5	2	2	1642	0,50	18,0	164	0,50	20,0	1314	0,50	Inf.	2,31
14883	155	93	54	23	9	4	2	1695	0,50	18,0	170	0,50	20,0	1356	0,50	Inf.	1,16
14964	150	93	54	22	6	1	1	1693	0,50	18,0	169	0,50	20,0	1693	0,50	Inf.	1,03
15040	149	87	48	18	4	2	2	1764	0,50	18,0	176	0,50	20,0	1411	0,50	Inf.	2,71
15122	151	94	56	22	8	5	5	1431	0,50	18,0	286	0,50	20,0	1145	0,50	Inf.	2,34
15200	106	51	26	9	3	2	2	1960	0,50	18,0	392	0,50	20,0	1960	0,50	Inf.	3,09

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 7	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 15,200 - km 16,965			Extensão do Segmento:			1,765 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
15283	119	63	36	13	4	3	3	1816	0,50	18,0	363	0,50	20,0	1453	0,50	Inf.	3,37
15363	118	56	29	8	2	3	4	1832	0,50	18,0	366	0,50	20,0	1465	0,50	Inf.	6,41
15441	133	75	36	10	2	1	2	1976	0,50	18,0	198	0,50	20,0	1581	0,50	Inf.	4,90
15520	131	72	40	14	4	2	3	1650	0,50	18,0	330	0,50	20,0	1320	0,50	Inf.	4,50
15600	141	75	39	12	2	1	2	1864	0,50	18,0	186	0,50	20,0	1491	0,50	Inf.	4,73
15680	131	74	38	11	3	2	3	1650	0,50	18,0	330	0,50	20,0	1320	0,50	Inf.	4,98
15840	115	62	32	10	4	3	3	1879	0,50	18,0	376	0,50	20,0	1504	0,50	Inf.	2,64
15928	113	63	35	13	3	2	3	1913	0,50	18,0	383	0,50	20,0	1530	0,50	Inf.	4,66
16002	143	68	39	14	3	2	2	1838	0,50	18,0	184	0,50	20,0	1470	0,50	Inf.	3,49
16080	110	57	27	9	6	5	4	1526	0,50	18,0	610	0,50	20,0	1526	0,50	Inf.	2,01
16160	120	65	35	13	7	4	3	1801	0,50	18,0	360	0,50	20,0	1441	0,50	Inf.	1,89
16243	123	72	38	15	6	4	3	1689	0,50	18,0	338	0,50	20,0	1689	0,50	Inf.	2,02
16320	117	64	36	15	6	4	3	1776	0,50	18,0	355	0,50	20,0	1776	0,50	Inf.	1,91
16400	156	85	48	20	7	3	3	1332	0,50	18,0	266	0,50	20,0	1332	0,50	Inf.	2,71
16481	133	71	42	12	2	2	4	1625	0,50	18,0	325	0,50	20,0	1300	0,50	Inf.	6,50
16560	115	60	32	13	5	3	3	1879	0,50	18,0	376	0,50	20,0	1504	0,50	Inf.	1,90
16640	137	77	40	15	4	2	2	1918	0,50	18,0	192	0,50	20,0	1534	0,50	Inf.	2,92
16721	97	49	26	12	5	5	4	1730	0,50	18,0	692	0,50	20,0	1730	0,50	Inf.	2,53
16801	94	44	22	9	4	3	3	1953	0,50	18,0	586	0,50	20,0	1953	0,50	Inf.	2,62
16884	92	48	25	10	4	3	3	1995	0,50	18,0	599	0,50	20,0	1995	0,50	Inf.	2,33
16965	121	67	33	11	3	2	2	2172	0,50	18,0	217	0,50	20,0	1737	0,50	Inf.	3,87

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 8	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 16,965 - km 18,561			Extensão do Segmento:			1,596 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
16965	121	67	33	11	3	2	2	2172	0,50	18,0	217	0,50	20,0	1737	0,50	Inf.	3,87
17041	122	63	31	8	2	2	2	1703	0,50	18,0	341	0,50	20,0	1703	0,50	Inf.	4,49
17120	104	50	25	8	3	3	3	1765	0,50	18,0	530	0,50	20,0	1765	0,50	Inf.	3,26
17201	112	51	26	8	3	2	2	1855	0,50	18,0	371	0,50	20,0	1855	0,50	Inf.	3,14
17286	122	63	34	13	5	3	3	1772	0,50	18,0	354	0,50	20,0	1417	0,50	Inf.	2,33
17361	127	65	31	9	3	3	3	1702	0,50	18,0	340	0,50	20,0	1362	0,50	Inf.	3,16
17441	117	60	32	11	4	2	2	1776	0,50	18,0	355	0,50	20,0	1776	0,50	Inf.	3,21
17520	126	64	31	8	2	2	2	1649	0,50	18,0	330	0,50	20,0	1649	0,50	Inf.	4,49
17600	126	66	35	12	4	2	2	2085	0,50	18,0	209	0,50	20,0	1668	0,50	Inf.	3,17
17682	125	68	37	11	3	3	5	1729	0,50	18,0	346	0,50	20,0	1383	0,50	Inf.	7,00
17761	94	45	25	8	4	4	3	1953	0,50	18,0	586	0,50	20,0	1953	0,50	Inf.	2,83
17841	93	44	22	7	2	3	3	1974	0,50	18,0	592	0,50	20,0	1974	0,50	Inf.	4,63
17922	173	103	58	24	8	3	3	1519	0,50	18,0	152	0,50	20,0	1215	0,50	Inf.	2,22
18001	100	50	26	10	4	3	3	1836	0,50	18,0	551	0,50	20,0	1836	0,50	Inf.	2,38
18081	94	48	28	12	6	4	3	2299	0,50	18,0	460	0,50	20,0	1839	0,50	Inf.	1,48
18159	121	75	47	25	13	8	5	3166	0,50	18,0	158	0,50	20,0	950	0,50	Inf.	2,16
18240	146	98	67	36	19	9	5	2624	0,50	18,0	131	0,50	20,0	787	0,50	Inf.	1,12
18320	86	46	26	11	6	4	4	1952	0,50	18,0	781	0,50	20,0	1952	0,50	Inf.	2,52
18400	79	43	25	11	5	4	3	2324	0,50	18,0	697	0,50	20,0	2324	0,50	Inf.	1,82
18561	120	67	34	12	6	4	3	1731	0,50	18,0	346	0,50	20,0	1731	0,50	Inf.	2,06

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 9	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 18,561 - km 20,320			Extensão do Segmento:			1,759 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
18642	104	51	25	6	2	2	2	1998	0,50	18,0	400	0,50	20,0	1998	0,50	Inf.	4,08
18721	112	51	24	6	2	2	2	1930	0,50	18,0	386	0,50	20,0	1544	0,50	Inf.	4,03
18806	140	70	36	12	4	3	3	1544	0,50	18,0	309	0,50	20,0	1235	0,50	Inf.	3,40
18885	92	51	25	8	2	2	2	2258	0,50	18,0	452	0,50	20,0	2258	0,50	Inf.	3,90
18960	133	60	27	6	2	2	2	1562	0,50	18,0	312	0,50	20,0	1562	0,50	Inf.	4,15
19046	129	72	42	18	8	4	3	1610	0,50	18,0	322	0,50	20,0	1610	0,50	Inf.	1,64
19121	117	69	36	13	4	3	2	1776	0,50	18,0	355	0,50	20,0	1776	0,50	Inf.	2,49
19205	134	69	37	10	2	2	2	1961	0,50	18,0	196	0,50	20,0	1569	0,50	Inf.	4,31
19281	136	77	48	21	8	4	3	1528	0,50	18,0	306	0,50	20,0	1528	0,50	Inf.	1,46
19360	138	83	48	22	10	6	4	2007	0,50	18,0	201	0,50	20,0	1204	0,50	Inf.	1,72
19440	116	70	40	15	6	4	4	1863	0,50	18,0	373	0,50	20,0	1491	0,50	Inf.	2,02
19520	112	68	36	12	4	2	2	2346	0,50	18,0	235	0,50	20,0	1877	0,50	Inf.	3,15
19603	117	69	36	14	6	4	3	1776	0,50	18,0	355	0,50	20,0	1776	0,50	Inf.	1,95
19680	113	62	34	13	4	3	2	1839	0,50	18,0	368	0,50	20,0	1839	0,50	Inf.	2,39
19740	150	79	44	17	6	4	4	1441	0,50	18,0	288	0,50	20,0	1153	0,50	Inf.	2,38
19821	117	69	36	13	5	4	3	1776	0,50	18,0	355	0,50	20,0	1776	0,50	Inf.	2,54
19905	130	74	40	14	6	4	4	1663	0,50	18,0	333	0,50	20,0	1330	0,50	Inf.	2,07
19920	140	73	39	15	7	6	5	1311	0,50	18,0	393	0,50	20,0	1311	0,50	Inf.	1,92
20001	148	78	44	19	9	5	4	1460	0,50	18,0	292	0,50	20,0	1168	0,50	Inf.	1,32
20080	143	76	43	17	6	3	2	1838	0,50	18,0	184	0,50	20,0	1470	0,50	Inf.	1,57
20160	142	78	46	19	7	3	3	1463	0,50	18,0	293	0,50	20,0	1463	0,50	Inf.	2,53
20242	134	84	48	17	5	4	3	1550	0,50	18,0	310	0,50	20,0	1550	0,50	Inf.	2,82
20320	127	75	43	15	5	3	3	1636	0,50	18,0	327	0,50	20,0	1636	0,50	Inf.	3,22

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV													Pista Direita		Segmento Homogêneo 10	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 20,320 - km 22,080			Extensão do Segmento:			1,760 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
20320	127	75	43	15	5	3	3	1636	0,50	18,0	327	0,50	20,0	1636	0,50	Inf.	3,22
20640	141	90	58	28	13	6	3	1965	0,50	18,0	196	0,50	20,0	1179	0,50	Inf.	1,55
20731	126	63	35	11	3	3	3	1715	0,50	18,0	343	0,50	20,0	1372	0,50	Inf.	3,76
20800	122	62	30	7	3	2	1	2082	0,50	18,0	208	0,50	20,0	2082	0,50	Inf.	2,44
20881	108	52	24	5	2	2	2	2001	0,50	18,0	400	0,50	20,0	1601	0,50	Inf.	4,07
20960	112	49	27	9	4	3	3	1930	0,50	18,0	386	0,50	20,0	1544	0,50	Inf.	2,48
21044	124	66	34	11	3	2	2	2119	0,50	18,0	212	0,50	20,0	1695	0,50	Inf.	3,83
21134	128	67	36	11	2	2	1	1984	0,50	18,0	198	0,50	20,0	1984	0,50	Inf.	2,83
21210	142	67	36	14	7	5	4	1293	0,50	18,0	388	0,50	20,0	1293	0,50	Inf.	1,55
21303	154	88	50	18	4	2	3	1706	0,50	18,0	171	0,50	20,0	1365	0,50	Inf.	4,27
21360	144	82	46	16	3	2	2	1825	0,50	18,0	182	0,50	20,0	1460	0,50	Inf.	3,24
21440	160	82	47	20	3	2	3	1642	0,50	18,0	164	0,50	20,0	1314	0,50	Inf.	4,70
21521	174	101	55	18	4	2	2	1510	0,50	18,0	151	0,50	20,0	1208	0,50	Inf.	2,67
21601	74	32	13	1	1	1	1	2807	0,50	18,0	561	0,50	20,0	2807	0,50	Inf.	4,33
21683	120	66	38	13	3	2	2	2190	0,50	18,0	219	0,50	20,0	1752	0,50	Inf.	3,57
21762	116	77	45	20	9	6	6	1583	0,50	18,0	475	0,50	20,0	1583	0,50	Inf.	1,99
21842	119	78	49	21	9	4	3	1746	0,50	18,0	349	0,50	20,0	1746	0,50	Inf.	1,34
21297	108	66	37	15	6	4	3	1924	0,50	18,0	385	0,50	20,0	1924	0,50	Inf.	1,97
22004	91	44	21	7	3	3	3	2017	0,50	18,0	605	0,50	20,0	2017	0,50	Inf.	3,99
22080	107	59	31	10	4	3	3	2020	0,50	18,0	404	0,50	20,0	1616	0,50	Inf.	2,48

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 1	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 3,767 - km 5,600				Extensão do Segmento:		1,833 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
3767	114	67	36	13	5	4	3	3130	0,50	18,0	445	0,50	20,0	1823	0,50	Inf.	6,48
3840	116	67	38	15	5	4	3	3689	0,50	18,0	547	0,50	20,0	1848	0,50	Inf.	5,89
3921	143	91	54	21	8	3	2	4965	0,50	18,0	356	0,50	20,0	1567	0,50	Inf.	6,49
4000	159	95	58	25	9	4	3	4137	0,50	18,0	343	0,50	20,0	1409	0,50	Inf.	5,65
4081	166	104	64	25	9	5	4	3724	0,50	18,0	246	0,50	20,0	1193	0,50	Inf.	4,99
4160	170	110	67	29	11	6	4	3636	0,50	18,0	240	0,50	20,0	1165	0,50	Inf.	4,85
4240	134	69	37	18	5	2	3	2048	0,50	18,0	439	0,50	20,0	1492	0,50	Inf.	7,06
4320	153	86	43	17	6	5	4	1844	0,50	18,0	382	0,50	20,0	1343	0,50	Inf.	8,33
4402	244	80	44	16	5	4	4	604	0,50	18,0	257	0,50	20,0	604	0,50	Inf.	26,12
4480	122	69	40	18	10	7	5	3632	0,50	18,0	512	0,50	20,0	1873	0,50	Inf.	4,36
4560	90	45	24	7	3	3	3	3134	0,50	18,0	650	0,50	20,0	2282	0,50	Inf.	8,12
4640	151	86	49	22	11	8	7	2449	0,50	18,0	331	0,50	20,0	1295	0,50	Inf.	4,58
4811	160	83	44	14	4	2	2	1655	0,50	18,0	348	0,50	20,0	1205	0,50	Inf.	9,96
4883	187	94	52	19	7	4	4	1468	0,50	18,0	315	0,50	20,0	1069	0,50	Inf.	6,66
5040	156	107	78	48	30	18	12	4591	0,50	18,0	233	0,50	20,0	655	0,50	Inf.	2,24
5122	135	79	45	19	8	6	5	3199	0,50	18,0	469	0,50	20,0	1649	0,50	Inf.	5,15
5204	143	81	50	23	9	6	4	3484	0,50	18,0	438	0,50	20,0	1398	0,50	Inf.	4,98
5281	119	64	34	12	4	3	2	2307	0,50	18,0	494	0,50	20,0	1680	0,50	Inf.	8,39
5360	137	82	52	25	12	7	6	4731	0,50	18,0	324	0,50	20,0	1482	0,50	Inf.	3,17
5441	126	71	40	16	6	3	3	3172	0,50	18,0	449	0,50	20,0	1589	0,50	Inf.	6,02
5520	138	88	53	22	10	6	5	4491	0,50	18,0	297	0,50	20,0	1472	0,50	Inf.	4,44
5600	113	65	36	12	4	2	2	3041	0,50	18,0	453	0,50	20,0	1771	0,50	Inf.	7,52

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 2	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 5,600 - km 7,280				Extensão do Segmento:		1,680 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
5600	113	65	36	12	4	2	2	3041	0,50	18,0	453	0,50	20,0	1771	0,50	Inf.	7,52
5682	123	74	44	21	10	7	4	3816	0,50	18,0	463	0,50	20,0	1450	0,50	Inf.	5,12
5761	131	84	51	24	11	7	6	4947	0,50	18,0	339	0,50	20,0	1584	0,50	Inf.	4,20
5841	99	50	28	12	7	6	4	3252	0,50	18,0	679	0,50	20,0	1894	0,50	Inf.	4,72
5933	143	68	35	11	2	4	4	1389	0,50	18,0	476	0,50	20,0	1218	0,50	Inf.	10,64
6002	130	78	44	19	7	4	4	3801	0,50	18,0	440	0,50	20,0	1713	0,50	Inf.	5,60
6080	165	89	51	22	8	4	3	2083	0,50	18,0	310	0,50	20,0	1213	0,50	Inf.	6,03
6179	143	68	35	10	1	1	3	1336	0,50	18,0	508	0,50	20,0	1172	0,50	Inf.	13,29
6240	100	51	27	10	6	5	4	2767	0,50	18,0	559	0,50	20,0	2067	0,50	Inf.	4,86
6334	122	65	35	13	6	4	3	2556	0,50	18,0	457	0,50	20,0	1639	0,50	Inf.	6,25
6400	136	72	40	12	3	3	3	2293	0,50	18,0	410	0,50	20,0	1470	0,50	Inf.	8,06
6481	187	89	50	17	3	2	4	1457	0,50	18,0	297	0,50	20,0	1061	0,50	Inf.	8,18
6568	106	60	34	12	3	3	2	4037	0,50	18,0	598	0,50	20,0	2022	0,50	Inf.	7,63
6652	166	95	56	21	8	4	4	2977	0,50	18,0	345	0,50	20,0	1341	0,50	Inf.	5,71
6721	140	76	42	15	4	3	3	2549	0,50	18,0	363	0,50	20,0	1484	0,50	Inf.	7,37
6802	158	90	50	16	3	1	2	2175	0,50	18,0	324	0,50	20,0	1267	0,50	Inf.	8,88
6880	148	93	59	28	14	10	6	3681	0,50	18,0	252	0,50	20,0	1209	0,50	Inf.	3,96
6962	161	79	42	13	4	3	3	1646	0,50	18,0	331	0,50	20,0	1199	0,50	Inf.	10,13
7040	142	73	29	12	1	1	2	1039	0,50	18,0	442	0,50	20,0	1039	0,50	Inf.	31,52
7120	136	72	27	12	1	1	1	1085	0,50	18,0	462	0,50	20,0	1085	0,50	Inf.	38,20
7202	130	64	35	11	3	1	1	2037	0,50	18,0	429	0,50	20,0	1484	0,50	Inf.	10,35
7280	116	63	36	13	3	1	2	2963	0,50	18,0	441	0,50	20,0	1725	0,50	Inf.	7,69

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 3	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 7,280 - km 9,280			Extensão do Segmento:			2,000 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
7361	101	58	30	13	2	2	2	3236	0,50	18,0	594	0,50	20,0	2075	0,50	Inf.	9,37
7440	119	68	43	22	8	5	4	5674	0,50	18,0	528	0,50	20,0	1791	0,50	Inf.	3,86
7520	120	65	39	14	5	3	2	3566	0,50	18,0	528	0,50	20,0	1786	0,50	Inf.	5,94
7601	110	61	36	14	4	2	3	3890	0,50	18,0	576	0,50	20,0	1948	0,50	Inf.	6,48
7681	99	51	26	9	3	3	3	2584	0,50	18,0	641	0,50	20,0	1882	0,50	Inf.	9,05
7767	95	55	33	13	5	4	3	4591	0,50	18,0	566	0,50	20,0	1877	0,50	Inf.	4,84
7856	115	66	40	18	8	5	3	4319	0,50	18,0	545	0,50	20,0	1701	0,50	Inf.	4,75
7925	114	67	41	19	9	5	4	4021	0,50	18,0	506	0,50	20,0	1528	0,50	Inf.	4,01
8000	64	40	24	11	5	3	3	8378	0,50	18,0	1421	0,50	20,0	3491	0,50	Inf.	6,10
8160	120	67	40	17	6	3	3	4118	0,50	18,0	477	0,50	20,0	1856	0,50	Inf.	5,33
8246	137	74	41	16	6	3	3	2604	0,50	18,0	370	0,50	20,0	1517	0,50	Inf.	6,25
8325	168	95	54	21	5	3	3	2547	0,50	18,0	377	0,50	20,0	1276	0,50	Inf.	7,11
8400	116	88	42	18	7	5	3	3186	0,50	18,0	493	0,50	20,0	1920	0,50	Inf.	9,20
8486	116	62	35	13	5	3	3	3076	0,50	18,0	438	0,50	20,0	1791	0,50	Inf.	5,43
8561	125	63	33	11	3	3	3	2179	0,50	18,0	444	0,50	20,0	1587	0,50	Inf.	8,92
8720	156	90	52	19	6	5	5	2768	0,50	18,0	406	0,50	20,0	1427	0,50	Inf.	6,10
8804	143	84	46	18	6	3	2	2573	0,50	18,0	399	0,50	20,0	1499	0,50	Inf.	7,88
8880	109	57	34	14	6	4	3	3667	0,50	18,0	519	0,50	20,0	1836	0,50	Inf.	4,27
8961	165	102	68	35	20	10	7	3833	0,50	18,0	246	0,50	20,0	972	0,50	Inf.	2,46
9088	118	72	48	26	13	7	5	5350	0,50	18,0	361	0,50	20,0	1342	0,50	Inf.	2,32
9126	140	75	41	16	5	3	3	2209	0,50	18,0	410	0,50	20,0	1262	0,50	Inf.	7,35
9200	132	68	39	17	7	3	2	2703	0,50	18,0	385	0,50	20,0	1574	0,50	Inf.	6,33
9280	115	64	39	18	8	5	4	3792	0,50	18,0	467	0,50	20,0	1551	0,50	Inf.	3,17

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 4	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 9,280 - km 11,043			Extensão do Segmento:			1,763 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
9280	115	64	39	18	8	5	4	3792	0,50	18,0	467	0,50	20,0	1551	0,50	Inf.	3,17
9360	126	82	55	29	14	8	6	5189	0,50	18,0	263	0,50	20,0	1244	0,50	Inf.	3,11
9440	120	62	32	12	4	4	4	2270	0,50	18,0	462	0,50	20,0	1653	0,50	Inf.	7,30
9680	239	145	95	48	22	11	8	2631	0,50	18,0	145	0,50	20,0	716	0,50	Inf.	3,04
9760	150	91	54	22	10	5	4	3252	0,50	18,0	424	0,50	20,0	1305	0,50	Inf.	5,42
9841	233	155	102	52	24	10	7	2618	0,50	18,0	158	0,50	20,0	675	0,50	Inf.	4,10
9920	134	83	48	22	10	5	4	3707	0,50	18,0	467	0,50	20,0	1460	0,50	Inf.	5,02
10000	137	76	44	17	6	3	3	3124	0,50	18,0	463	0,50	20,0	1564	0,50	Inf.	5,80
10080	133	69	40	15	6	4	4	2683	0,50	18,0	382	0,50	20,0	1562	0,50	Inf.	4,75
10160	134	78	43	16	6	4	4	2565	0,50	18,0	382	0,50	20,0	1494	0,50	Inf.	6,30
10240	120	66	36	14	5	3	3	2973	0,50	18,0	423	0,50	20,0	1732	0,50	Inf.	6,44
10320	137	79	47	18	7	4	4	3626	0,50	18,0	457	0,50	20,0	1428	0,50	Inf.	5,39
10401	158	91	50	21	9	5	4	2175	0,50	18,0	324	0,50	20,0	1267	0,50	Inf.	5,68
10481	146	88	55	29	16	11	8	3285	0,50	18,0	322	0,50	20,0	1079	0,50	Inf.	3,16
10560	110	64	36	15	6	4	3	3890	0,50	18,0	576	0,50	20,0	1948	0,50	Inf.	5,34
10641	69	37	20	8	4	3	2	4918	0,50	18,0	995	0,50	20,0	3225	0,50	Inf.	9,50
10721	123	63	33	12	3	2	1	2215	0,50	18,0	451	0,50	20,0	1613	0,50	Inf.	11,27
10800	134	73	41	16	4	2	2	2565	0,50	18,0	382	0,50	20,0	1494	0,50	Inf.	7,57
10883	162	83	46	14	4	2	2	1694	0,50	18,0	363	0,50	20,0	1234	0,50	Inf.	8,85
10960	145	85	50	22	10	5	4	3426	0,50	18,0	432	0,50	20,0	1349	0,50	Inf.	4,36
11043	118	72	41	17	6	3	3	4188	0,50	18,0	485	0,50	20,0	1887	0,50	Inf.	6,21

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 5	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 11,043 - km 12,803			Extensão do Segmento:			1,760 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
11043	118	72	41	17	6	3	3	4188	0,50	18,0	485	0,50	20,0	1887	0,50	Inf.	6,21
11120	78	42	21	8	4	3	2	3492	0,50	18,0	711	0,50	20,0	2543	0,50	Inf.	7,72
11200	169	98	56	20	6	3	4	2532	0,50	18,0	375	0,50	20,0	1268	0,50	Inf.	6,89
11340	98	45	22	7	2	2	2	1530	0,50	18,0	656	0,50	20,0	1530	0,50	Inf.	16,34
11420	120	54	28	9	3	1	2	1527	0,50	18,0	614	0,50	20,0	1340	0,50	Inf.	13,25
11503	122	72	40	13	3	2	2	3508	0,50	18,0	520	0,50	20,0	1757	0,50	Inf.	8,16
11604	128	82	45	15	4	3	3	3860	0,50	18,0	447	0,50	20,0	1740	0,50	Inf.	7,99
11681	102	57	33	13	5	3	3	3918	0,50	18,0	555	0,50	20,0	1962	0,50	Inf.	5,41
11761	126	74	43	18	8	4	4	3942	0,50	18,0	497	0,50	20,0	1553	0,50	Inf.	4,98
11840	157	90	53	21	6	3	3	3147	0,50	18,0	365	0,50	20,0	1418	0,50	Inf.	6,51
11920	133	66	38	15	5	3	2	2326	0,50	18,0	432	0,50	20,0	1328	0,50	Inf.	7,46
12001	126	81	49	23	9	4	4	4919	0,50	18,0	326	0,50	20,0	1612	0,50	Inf.	4,34
12081	170	100	57	23	8	4	3	2517	0,50	18,0	373	0,50	20,0	1261	0,50	Inf.	6,21
12162	140	84	47	19	7	4	3	3057	0,50	18,0	453	0,50	20,0	1531	0,50	Inf.	6,02
12242	164	71	39	13	5	3	2	1165	0,50	18,0	443	0,50	20,0	1022	0,50	Inf.	12,37
12322	135	77	45	19	6	2	2	3170	0,50	18,0	470	0,50	20,0	1588	0,50	Inf.	6,36
12404	124	66	36	12	3	1	2	2514	0,50	18,0	450	0,50	20,0	1612	0,50	Inf.	8,66
12482	146	86	52	24	10	6	4	3341	0,50	18,0	436	0,50	20,0	1340	0,50	Inf.	5,08
12561	136	84	44	14	2	2	2	2527	0,50	18,0	376	0,50	20,0	1472	0,50	Inf.	10,05
12643	125	64	30	10	5	4	3	1466	0,50	18,0	590	0,50	20,0	1286	0,50	Inf.	13,68
12723	127	75	37	13	4	3	3	2161	0,50	18,0	463	0,50	20,0	1574	0,50	Inf.	9,10
12803	123	60	28	11	4	2	2	1219	0,50	18,0	523	0,50	20,0	1219	0,50	Inf.	16,63

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 6	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 12,803 - km 15,200			Extensão do Segmento:			2,397 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
13044	142	72	42	17	7	4	5	2513	0,50	18,0	357	0,50	20,0	1463	0,50	Inf.	5,66
13360	164	93	54	25	13	8	7	2735	0,50	18,0	428	0,50	20,0	1236	0,50	Inf.	4,14
13440	121	65	34	13	6	4	3	2269	0,50	18,0	486	0,50	20,0	1652	0,50	Inf.	6,77
13520	136	89	54	26	12	6	4	4557	0,50	18,0	302	0,50	20,0	1493	0,50	Inf.	4,07
13601	163	96	54	24	8	4	2	2625	0,50	18,0	389	0,50	20,0	1315	0,50	Inf.	7,10
13768	140	71	38	13	3	2	2	1892	0,50	18,0	398	0,50	20,0	1378	0,50	Inf.	9,50
13840	101	56	32	13	5	3	3	3957	0,50	18,0	560	0,50	20,0	1982	0,50	Inf.	5,36
13920	123	62	36	15	6	3	2	2901	0,50	18,0	413	0,50	20,0	1689	0,50	Inf.	6,36
14007	158	91	47	16	4	1	2	1973	0,50	18,0	353	0,50	20,0	1265	0,50	Inf.	10,33
14081	151	88	50	21	8	3	3	2834	0,50	18,0	420	0,50	20,0	1419	0,50	Inf.	5,68
14160	126	70	39	14	6	2	2	2727	0,50	18,0	406	0,50	20,0	1589	0,50	Inf.	6,71
14320	125	77	45	18	4	3	2	4374	0,50	18,0	635	0,50	20,0	1754	0,50	Inf.	8,41
14400	135	76	40	13	2	1	2	2310	0,50	18,0	413	0,50	20,0	1481	0,50	Inf.	10,23
14482	122	70	40	16	6	3	3	3508	0,50	18,0	520	0,50	20,0	1757	0,50	Inf.	5,71
14560	143	78	42	16	5	3	3	2180	0,50	18,0	390	0,50	20,0	1398	0,50	Inf.	7,70
14641	152	85	49	19	6	3	3	2815	0,50	18,0	417	0,50	20,0	1410	0,50	Inf.	6,16
14722	145	76	43	15	6	3	3	2461	0,50	18,0	350	0,50	20,0	1433	0,50	Inf.	6,40
14802	160	92	50	18	5	2	2	2148	0,50	18,0	320	0,50	20,0	1251	0,50	Inf.	8,45
14883	155	93	54	23	9	4	2	3137	0,50	18,0	405	0,50	20,0	1208	0,50	Inf.	7,25
14964	150	93	54	22	6	1	1	3711	0,50	18,0	520	0,50	20,0	1462	0,50	Inf.	9,09
15040	149	87	48	18	4	2	2	2470	0,50	18,0	383	0,50	20,0	1438	0,50	Inf.	8,49
15122	151	94	56	22	8	5	5	3005	0,50	18,0	322	0,50	20,0	1112	0,50	Inf.	6,22
15200	106	51	26	9	3	2	2	1873	0,50	18,0	642	0,50	20,0	1643	0,50	Inf.	11,71

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 7	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 15,200 - km 16,965			Extensão do Segmento:			1,765 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
15283	119	63	36	13	4	3	3	2998	0,50	18,0	427	0,50	20,0	1746	0,50	Inf.	5,80
15363	118	56	29	8	2	3	4	1683	0,50	18,0	577	0,50	20,0	1476	0,50	Inf.	10,82
15441	133	75	36	10	2	1	2	1992	0,50	18,0	401	0,50	20,0	1451	0,50	Inf.	13,83
15520	131	72	40	14	4	2	3	2724	0,50	18,0	387	0,50	20,0	1586	0,50	Inf.	7,27
15600	141	75	39	12	2	1	2	1878	0,50	18,0	395	0,50	20,0	1368	0,50	Inf.	10,75
15680	131	74	38	11	3	2	3	2095	0,50	18,0	449	0,50	20,0	1526	0,50	Inf.	9,47
15840	115	62	32	10	4	3	3	2369	0,50	18,0	482	0,50	20,0	1725	0,50	Inf.	7,93
15928	113	63	35	13	3	2	3	3157	0,50	18,0	449	0,50	20,0	1839	0,50	Inf.	7,40
16002	143	68	39	14	3	2	2	1920	0,50	18,0	411	0,50	20,0	1398	0,50	Inf.	8,36
16080	110	57	27	9	6	5	4	1737	0,50	18,0	661	0,50	20,0	1523	0,50	Inf.	9,23
16160	120	65	35	13	7	4	3	2598	0,50	18,0	465	0,50	20,0	1666	0,50	Inf.	5,97
16243	123	72	38	15	6	4	3	2867	0,50	18,0	409	0,50	20,0	1637	0,50	Inf.	6,58
16320	117	64	36	15	6	4	3	3050	0,50	18,0	434	0,50	20,0	1776	0,50	Inf.	5,08
16400	156	85	48	20	7	3	3	2203	0,50	18,0	328	0,50	20,0	1283	0,50	Inf.	6,12
16481	133	71	42	12	2	2	4	3005	0,50	18,0	425	0,50	20,0	1505	0,50	Inf.	8,56
16560	115	60	32	13	5	3	3	2387	0,50	18,0	511	0,50	20,0	1738	0,50	Inf.	6,30
16640	137	77	40	15	4	2	2	2276	0,50	18,0	407	0,50	20,0	1459	0,50	Inf.	9,42
16721	97	49	26	12	5	5	4	2853	0,50	18,0	576	0,50	20,0	2131	0,50	Inf.	5,00
16801	94	44	22	9	4	3	3	1950	0,50	18,0	784	0,50	20,0	1710	0,50	Inf.	9,41
16884	92	48	25	10	4	3	3	2961	0,50	18,0	603	0,50	20,0	2156	0,50	Inf.	6,19
16965	121	67	33	11	3	2	2	2251	0,50	18,0	458	0,50	20,0	1640	0,50	Inf.	11,02

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2																Pista Direita	Segmento Homogêneo 8
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 16,965 - km 18,561					Extensão do Segmento:		1,596 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO	
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3		
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm		
16965	121	67	33	11	3	2	2	2251	0,50	18,0	458	0,50	20,0	1640	0,50	Inf.	11,02	
17041	122	63	31	8	2	2	2	1603	0,50	18,0	559	0,50	20,0	1406	0,50	Inf.	14,19	
17120	104	50	25	8	3	3	3	1858	0,50	18,0	697	0,50	20,0	1630	0,50	Inf.	11,03	
17201	112	51	26	8	3	2	2	1593	0,50	18,0	683	0,50	20,0	1397	0,50	Inf.	14,31	
17286	122	63	34	13	5	3	3	2250	0,50	18,0	482	0,50	20,0	1639	0,50	Inf.	6,42	
17361	127	65	31	9	3	3	3	1522	0,50	18,0	571	0,50	20,0	1335	0,50	Inf.	13,93	
17441	117	60	32	11	4	2	2	2264	0,50	18,0	476	0,50	20,0	1649	0,50	Inf.	8,46	
17520	126	64	31	8	2	2	2	1516	0,50	18,0	577	0,50	20,0	1330	0,50	Inf.	15,62	
17600	126	66	35	12	4	2	2	2179	0,50	18,0	467	0,50	20,0	1587	0,50	Inf.	8,89	
17682	125	68	37	11	3	3	5	2475	0,50	18,0	460	0,50	20,0	1413	0,50	Inf.	9,82	
17761	94	45	25	8	4	4	3	2898	0,50	18,0	590	0,50	20,0	2110	0,50	Inf.	5,03	
17841	93	44	22	7	2	3	3	1971	0,50	18,0	793	0,50	20,0	1729	0,50	Inf.	11,28	
17922	173	103	58	24	8	3	3	2474	0,50	18,0	367	0,50	20,0	1239	0,50	Inf.	6,43	
18001	100	50	26	10	4	3	3	2484	0,50	18,0	607	0,50	20,0	1809	0,50	Inf.	7,79	
18081	94	48	28	12	6	4	3	3796	0,50	18,0	540	0,50	20,0	2211	0,50	Inf.	3,45	
18159	121	75	47	25	13	8	5	5357	0,50	18,0	408	0,50	20,0	1678	0,50	Inf.	3,74	
18240	146	98	67	36	19	9	5	6363	0,50	18,0	288	0,50	20,0	1290	0,50	Inf.	3,19	
18320	86	46	26	11	6	4	4	3909	0,50	18,0	852	0,50	20,0	2356	0,50	Inf.	5,17	
18400	79	43	25	11	5	4	3	5261	0,50	18,0	711	0,50	20,0	2713	0,50	Inf.	4,08	
18561	120	67	34	12	6	4	3	2287	0,50	18,0	490	0,50	20,0	1666	0,50	Inf.	7,64	

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 9	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 18,561 - km 20,320			Extensão do Segmento:			1,759 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
18642	104	51	25	6	2	2	2	1762	0,50	18,0	709	0,50	20,0	1546	0,50	Inf.	15,07
18721	112	51	24	6	2	2	2	1298	0,50	18,0	549	0,50	20,0	1298	0,50	Inf.	20,74
18806	140	70	36	12	4	3	3	1503	0,50	18,0	460	0,50	20,0	1318	0,50	Inf.	10,21
18885	92	51	25	8	2	2	2	2961	0,50	18,0	603	0,50	20,0	2156	0,50	Inf.	10,71
18960	133	60	27	6	2	2	2	1067	0,50	18,0	447	0,50	20,0	1067	0,50	Inf.	27,02
19046	129	72	42	18	8	4	3	3317	0,50	18,0	492	0,50	20,0	1661	0,50	Inf.	4,39
19121	117	69	36	13	4	3	2	3014	0,50	18,0	430	0,50	20,0	1721	0,50	Inf.	8,99
19205	134	69	37	10	2	2	2	1976	0,50	18,0	416	0,50	20,0	1439	0,50	Inf.	10,09
19281	136	77	48	21	8	4	3	4321	0,50	18,0	626	0,50	20,0	1613	0,50	Inf.	5,46
19360	138	83	48	22	10	6	4	3600	0,50	18,0	454	0,50	20,0	1418	0,50	Inf.	4,70
19440	116	70	40	15	6	4	4	4260	0,50	18,0	493	0,50	20,0	1920	0,50	Inf.	5,80
19520	112	68	36	12	4	2	2	3068	0,50	18,0	457	0,50	20,0	1787	0,50	Inf.	8,33
19603	117	69	36	14	6	4	3	3050	0,50	18,0	434	0,50	20,0	1776	0,50	Inf.	6,68
19680	113	62	34	13	4	3	2	3121	0,50	18,0	445	0,50	20,0	1782	0,50	Inf.	7,69
19740	150	79	44	17	6	4	4	2095	0,50	18,0	386	0,50	20,0	1220	0,50	Inf.	6,15
19821	117	69	36	13	5	4	3	3050	0,50	18,0	434	0,50	20,0	1776	0,50	Inf.	7,30
19905	130	74	40	14	6	4	4	2745	0,50	18,0	390	0,50	20,0	1599	0,50	Inf.	6,04
19920	140	73	39	15	7	6	5	2016	0,50	18,0	420	0,50	20,0	1506	0,50	Inf.	5,27
20001	148	78	44	19	9	5	4	2411	0,50	18,0	343	0,50	20,0	1404	0,50	Inf.	4,11
20080	143	76	43	17	6	3	2	2403	0,50	18,0	358	0,50	20,0	1400	0,50	Inf.	7,32
20160	142	78	46	19	7	3	3	3014	0,50	18,0	447	0,50	20,0	1509	0,50	Inf.	5,15
20242	134	84	48	17	5	4	3	3707	0,50	18,0	467	0,50	20,0	1460	0,50	Inf.	7,52
20320	127	75	43	15	5	3	3	3370	0,50	18,0	499	0,50	20,0	1688	0,50	Inf.	6,49

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - REPAV V2													Pista Direita		Segmento Homogêneo 10	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 20,320 - km 22,080			Extensão do Segmento:			1,760 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
20320	127	75	43	15	5	3	3	3370	0,50	18,0	499	0,50	20,0	1688	0,50	Inf.	6,49
20640	141	90	58	28	13	6	3	5253	0,50	18,0	294	0,50	20,0	1400	0,50	Inf.	4,50
20731	126	63	35	11	3	3	3	2179	0,50	18,0	467	0,50	20,0	1587	0,50	Inf.	7,33
20800	122	62	30	7	3	2	1	1584	0,50	18,0	594	0,50	20,0	1390	0,50	Inf.	17,45
20881	108	52	24	5	2	2	2	1366	0,50	18,0	581	0,50	20,0	1366	0,50	Inf.	20,25
20960	112	49	27	9	4	3	3	1773	0,50	18,0	607	0,50	20,0	1555	0,50	Inf.	8,21
21044	124	66	34	11	3	2	2	2197	0,50	18,0	447	0,50	20,0	1600	0,50	Inf.	9,88
21134	128	67	36	11	2	2	1	2145	0,50	18,0	460	0,50	20,0	1562	0,50	Inf.	11,30
21210	142	67	36	14	7	5	4	1785	0,50	18,0	426	0,50	20,0	1300	0,50	Inf.	6,63
21303	154	88	50	18	4	2	3	2779	0,50	18,0	412	0,50	20,0	1392	0,50	Inf.	7,62
21360	144	82	46	16	3	2	2	2387	0,50	18,0	355	0,50	20,0	1390	0,50	Inf.	8,60
21440	160	82	47	20	3	2	3	2230	0,50	18,0	317	0,50	20,0	1299	0,50	Inf.	7,58
21521	174	101	55	18	4	2	2	1975	0,50	18,0	294	0,50	20,0	1150	0,50	Inf.	9,08
21601	74	32	13	1	1	1	1	1827	0,50	18,0	753	0,50	20,0	1827	0,50	Inf.	44,10
21683	120	66	38	13	3	2	2	3330	0,50	18,0	472	0,50	20,0	1668	0,50	Inf.	7,68
21762	116	77	45	20	9	6	6	3879	0,50	18,0	322	0,50	20,0	1305	0,50	Inf.	5,90
21842	119	78	49	21	9	4	3	5064	0,50	18,0	348	0,50	20,0	1659	0,50	Inf.	4,64
21297	108	66	37	15	6	4	3	4575	0,50	18,0	530	0,50	20,0	2062	0,50	Inf.	5,49
22004	91	44	21	7	3	3	3	1665	0,50	18,0	707	0,50	20,0	1665	0,50	Inf.	12,83
22080	107	59	31	10	4	3	3	2565	0,50	18,0	550	0,50	20,0	1868	0,50	Inf.	7,04

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 1	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 3,767 - km 5,600				Extensão do Segmento:			1,833 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
3767	114	67	36	13	5	4	3	2110	0,35	18,0	411	0,35	20,0	2015	0,40	Inf.	2,39
3840	116	67	38	15	5	4	3	2110	0,35	18,0	346	0,35	20,0	2031	0,40	Inf.	2,30
3921	143	91	54	21	8	3	2	2110	0,35	18,0	221	0,35	20,0	1787	0,40	Inf.	14,14
4000	159	95	58	25	9	4	3	2110	0,35	18,0	186	0,35	20,0	1801	0,40	Inf.	15,44
4081	166	104	64	25	9	5	4	1844	0,35	18,0	194	0,35	20,0	1577	0,40	Inf.	19,37
4160	170	110	67	29	11	6	4	1844	0,35	18,0	180	0,35	20,0	1327	0,40	Inf.	18,23
4240	134	69	37	18	5	2	3	1858	0,35	18,0	309	0,35	20,0	1815	0,40	Inf.	7,44
4320	153	86	43	17	6	5	4	1858	0,35	18,0	216	0,35	20,0	2178	0,40	Inf.	14,80
4402	244	80	44	16	5	4	4	1858	0,35	18,0	253	0,35	20,0	2434	0,40	Inf.	13,48
4480	122	69	40	18	10	7	5	1858	0,35	18,0	573	0,35	20,0	1206	0,40	Inf.	5,43
4560	90	45	24	7	3	3	3	2665	0,35	18,0	464	0,35	20,0	3830	0,40	Inf.	1,17
4640	151	86	49	22	11	8	7	1866	0,35	18,0	335	0,35	20,0	1247	0,40	Inf.	12,19
4811	160	83	44	14	4	2	2	1866	0,35	18,0	257	0,35	20,0	2168	0,40	Inf.	11,53
4883	187	94	52	19	7	4	4	1320	0,35	18,0	269	0,35	20,0	1428	0,40	Inf.	13,24
5040	156	107	78	48	30	18	12	2519	0,35	18,0	288	0,35	20,0	575	0,40	Inf.	2,36
5122	135	79	45	19	8	6	5	1993	0,35	18,0	312	0,35	20,0	1592	0,40	Inf.	11,80
5204	143	81	50	23	9	6	4	2134	0,35	18,0	259	0,35	20,0	1492	0,40	Inf.	14,88
5281	119	64	34	12	4	3	2	1960	0,35	18,0	371	0,35	20,0	2285	0,40	Inf.	1,57
5360	137	82	52	25	12	7	6	2047	0,35	18,0	294	0,35	20,0	1206	0,40	Inf.	8,95
5441	126	71	40	16	6	3	3	2013	0,35	18,0	336	0,35	20,0	1909	0,40	Inf.	8,55
5520	138	88	53	22	10	6	5	2101	0,35	18,0	265	0,35	20,0	1438	0,40	Inf.	13,17
5600	113	65	36	12	4	2	2	2437	0,35	18,0	315	0,35	20,0	2649	0,40	Inf.	7,60

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 2	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 5,600 - km 7,280				Extensão do Segmento:			1,680 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
5600	113	65	36	12	4	2	2	2437	0,35	18,0	315	0,35	20,0	2649	0,40	Inf.	7,60
5682	123	74	44	21	10	7	4	2225	0,35	18,0	415	0,35	20,0	1266	0,40	Inf.	1,61
5761	131	84	51	24	11	7	6	2449	0,35	18,0	282	0,35	20,0	1327	0,40	Inf.	2,86
5841	99	50	28	12	7	6	4	1894	0,35	18,0	866	0,35	20,0	1519	0,40	Inf.	1,84
5933	143	68	35	11	2	4	4	1894	0,35	18,0	424	0,35	20,0	2279	0,40	Inf.	7,16
6002	130	78	44	19	7	4	4	2162	0,35	18,0	290	0,35	20,0	1794	0,40	Inf.	9,46
6080	165	89	51	22	8	4	3	1632	0,35	18,0	243	0,35	20,0	1541	0,40	Inf.	12,87
6179	143	68	35	10	1	1	3	1654	0,35	18,0	304	0,35	20,0	3911	0,40	Inf.	8,60
6240	100	51	27	10	6	5	4	1654	0,35	18,0	846	0,35	20,0	1637	0,40	Inf.	3,47
6334	122	65	35	13	6	4	3	1814	0,35	18,0	433	0,35	20,0	1739	0,40	Inf.	4,44
6400	136	72	40	12	3	3	3	1795	0,35	18,0	304	0,35	20,0	2615	0,40	Inf.	2,80
6481	187	89	50	17	3	2	4	1795	0,35	18,0	204	0,35	20,0	2625	0,40	Inf.	14,24
6568	106	60	34	12	3	3	2	2501	0,35	18,0	344	0,35	20,0	3025	0,40	Inf.	1,41
6652	166	95	56	21	8	4	4	1767	0,35	18,0	209	0,35	20,0	1645	0,40	Inf.	14,92
6721	140	76	42	15	4	3	3	2016	0,35	18,0	266	0,35	20,0	2470	0,40	Inf.	9,79
6802	158	90	50	16	3	1	2	1815	0,35	18,0	214	0,35	20,0	2342	0,40	Inf.	14,66
6880	148	93	59	28	14	10	6	2085	0,35	18,0	281	0,35	20,0	1029	0,40	Inf.	10,88
6962	161	79	42	13	4	3	3	1438	0,35	18,0	301	0,35	20,0	2037	0,40	Inf.	11,21
7040	142	73	29	12	1	1	2	1903	0,35	18,0	236	0,35	20,0	3965	0,40	Inf.	10,15
7120	136	72	27	12	1	1	1	1979	0,35	18,0	239	0,35	20,0	4671	0,40	Inf.	9,68
7202	130	64	35	11	3	1	1	2058	0,35	18,0	309	0,35	20,0	2775	0,40	Inf.	6,14
7280	116	63	36	13	3	1	2	2305	0,35	18,0	298	0,35	20,0	3095	0,40	Inf.	3,96

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 3	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 7,280 - km 9,280				Extensão do Segmento:			2,000 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
7361	101	58	30	13	2	2	2	2544	0,35	18,0	342	0,35	20,0	3409	0,40	Inf.	1,97
7440	119	68	43	22	8	5	4	2847	0,35	18,0	269	0,35	20,0	1778	0,40	Inf.	3,86
7520	120	65	39	14	5	3	2	2277	0,35	18,0	294	0,35	20,0	2667	0,40	Inf.	5,46
7601	110	61	36	14	4	2	3	2733	0,35	18,0	318	0,35	20,0	2700	0,40	Inf.	2,75
7681	99	51	26	9	3	3	3	1862	0,35	18,0	582	0,35	20,0	2316	0,40	Inf.	2,31
7767	95	55	33	13	5	4	3	2737	0,35	18,0	391	0,35	20,0	2435	0,40	Inf.	1,76
7856	115	66	40	18	8	5	3	2736	0,35	18,0	310	0,35	20,0	1926	0,40	Inf.	0,93
7925	114	67	41	19	9	5	4	2407	0,35	18,0	358	0,35	20,0	1594	0,40	Inf.	1,14
8000	64	40	24	11	5	3	3	4339	0,35	18,0	661	0,35	20,0	2658	0,40	Inf.	1,19
8160	120	67	40	17	6	3	3	2408	0,35	18,0	291	0,35	20,0	2174	0,40	Inf.	5,13
8246	137	74	41	16	6	3	3	1917	0,35	18,0	295	0,35	20,0	1972	0,40	Inf.	9,23
8325	168	95	54	21	5	3	3	1818	0,35	18,0	194	0,35	20,0	2167	0,40	Inf.	14,10
8400	116	88	42	18	7	5	3	2166	0,35	18,0	337	0,35	20,0	1685	0,40	Inf.	5,81
8486	116	62	35	13	5	3	3	2117	0,35	18,0	380	0,35	20,0	2155	0,40	Inf.	1,09
8561	125	63	33	11	3	3	3	2117	0,35	18,0	380	0,35	20,0	2801	0,40	Inf.	4,44
8720	156	90	52	19	6	5	5	2117	0,35	18,0	192	0,35	20,0	2563	0,40	Inf.	13,91
8804	143	84	46	18	6	3	2	1965	0,35	18,0	260	0,35	20,0	1999	0,40	Inf.	10,70
8880	109	57	34	14	6	4	3	2286	0,35	18,0	443	0,35	20,0	1915	0,40	Inf.	0,67
8961	165	102	68	35	20	10	7	2032	0,35	18,0	214	0,35	20,0	962	0,40	Inf.	14,49
9088	118	72	48	26	13	7	5	3497	0,35	18,0	247	0,35	20,0	1482	0,40	Inf.	4,25
9126	140	75	41	16	5	3	3	1801	0,35	18,0	302	0,35	20,0	1907	0,40	Inf.	9,26
9200	132	68	39	17	7	3	2	1966	0,35	18,0	329	0,35	20,0	1734	0,40	Inf.	6,15
9280	115	64	39	18	8	5	4	2359	0,35	18,0	388	0,35	20,0	1575	0,40	Inf.	3,35

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 4	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 9,280 - km 11,043			Extensão do Segmento:			1,763 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
9280	115	64	39	18	8	5	4	2359	0,35	18,0	388	0,35	20,0	1575	0,40	Inf.	3,35
9360	126	82	55	29	14	8	6	4304	0,35	18,0	228	0,35	20,0	1348	0,40	Inf.	7,75
9440	120	62	32	12	4	4	4	2152	0,35	18,0	392	0,35	20,0	2427	0,40	Inf.	2,87
9680	239	145	95	48	22	11	8	2002	0,35	18,0	118	0,35	20,0	900	0,40	Inf.	28,08
9760	150	91	54	22	10	5	4	2037	0,35	18,0	231	0,35	20,0	1572	0,40	Inf.	13,98
9841	233	155	102	52	24	10	7	2002	0,35	18,0	103	0,35	20,0	915	0,40	Inf.	26,57
9920	134	83	48	22	10	5	4	2209	0,35	18,0	300	0,35	20,0	1392	0,40	Inf.	10,50
10000	137	76	44	17	6	3	3	2086	0,35	18,0	265	0,35	20,0	2016	0,40	Inf.	9,13
10080	133	69	40	15	6	4	4	1752	0,35	18,0	345	0,35	20,0	1760	0,40	Inf.	7,21
10160	134	78	43	16	6	4	4	1752	0,35	18,0	329	0,35	20,0	1703	0,40	Inf.	9,00
10240	120	66	36	14	5	3	3	1974	0,35	18,0	393	0,35	20,0	1986	0,40	Inf.	1,64
10320	137	79	47	18	7	4	4	2155	0,35	18,0	254	0,35	20,0	1913	0,40	Inf.	2,10
10401	158	91	50	21	9	5	4	1724	0,35	18,0	303	0,35	20,0	1260	0,40	Inf.	7,22
10481	146	88	55	29	16	11	8	1828	0,35	18,0	414	0,35	20,0	853	0,40	Inf.	10,50
10560	110	64	36	15	6	4	3	2434	0,35	18,0	394	0,35	20,0	1996	0,40	Inf.	1,60
10641	69	37	20	8	4	3	2	3515	0,35	18,0	788	0,35	20,0	3060	0,40	Inf.	1,49
10721	123	63	33	12	3	2	1	2159	0,35	18,0	381	0,35	20,0	2355	0,40	Inf.	1,47
10800	134	73	41	16	4	2	2	2182	0,35	18,0	253	0,35	20,0	2548	0,40	Inf.	1,43
10883	162	83	46	14	4	2	2	1434	0,35	18,0	257	0,35	20,0	2094	0,40	Inf.	8,49
10960	145	85	50	22	10	5	4	1947	0,35	18,0	279	0,35	20,0	1403	0,40	Inf.	11,11
11043	118	72	41	17	6	3	3	2636	0,35	18,0	285	0,35	20,0	2268	0,40	Inf.	8,96

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 5	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 11,043 - km 12,803			Extensão do Segmento:			1,760 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
11043	118	72	41	17	6	3	3	2636	0,35	18,0	285	0,35	20,0	2268	0,40	Inf.	8,96
11120	78	42	21	8	4	3	2	3190	0,35	18,0	773	0,35	20,0	2962	0,40	Inf.	3,27
11200	169	98	56	20	6	3	4	1774	0,35	18,0	188	0,35	20,0	2007	0,40	Inf.	14,14
11340	98	45	22	7	2	2	2	1978	0,35	18,0	477	0,35	20,0	3612	0,40	Inf.	6,48
11420	120	54	28	9	3	1	2	2133	0,35	18,0	448	0,35	20,0	2350	0,40	Inf.	7,92
11503	122	72	40	13	3	2	2	2339	0,35	18,0	257	0,35	20,0	3434	0,40	Inf.	8,63
11604	128	82	45	15	4	3	3	2211	0,35	18,0	236	0,35	20,0	3015	0,40	Inf.	12,45
11681	102	57	33	13	5	3	3	2799	0,35	18,0	369	0,35	20,0	2519	0,40	Inf.	1,83
11761	126	74	43	18	8	4	4	2211	0,35	18,0	316	0,35	20,0	1715	0,40	Inf.	9,79
11840	157	90	53	21	6	3	3	2211	0,35	18,0	168	0,35	20,0	3089	0,40	Inf.	15,02
11920	133	66	38	15	5	3	2	1943	0,35	18,0	321	0,35	20,0	1925	0,40	Inf.	4,49
12001	126	81	49	23	9	4	4	2741	0,35	18,0	204	0,35	20,0	2111	0,40	Inf.	8,23
12081	170	100	57	23	8	4	3	1743	0,35	18,0	215	0,35	20,0	1533	0,40	Inf.	16,69
12162	140	84	47	19	7	4	3	1999	0,35	18,0	254	0,35	20,0	1873	0,40	Inf.	6,75
12242	164	71	39	13	5	3	2	1999	0,35	18,0	305	0,35	20,0	2248	0,40	Inf.	8,90
12322	135	77	45	19	6	2	2	2456	0,35	18,0	211	0,35	20,0	2607	0,40	Inf.	5,72
12404	124	66	36	12	3	1	2	2124	0,35	18,0	311	0,35	20,0	2774	0,40	Inf.	7,83
12482	146	86	52	24	10	6	4	2124	0,35	18,0	255	0,35	20,0	1392	0,40	Inf.	11,35
12561	136	84	44	14	2	2	2	2124	0,35	18,0	212	0,35	20,0	4235	0,40	Inf.	11,90
12643	125	64	30	10	5	4	3	2124	0,35	18,0	569	0,35	20,0	2018	0,40	Inf.	6,83
12723	127	75	37	13	4	3	3	2124	0,35	18,0	346	0,35	20,0	2422	0,40	Inf.	2,94
12803	123	60	28	11	4	2	2	2124	0,35	18,0	346	0,35	20,0	2906	0,40	Inf.	1,95

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 6	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 12,803 - km 15,200			Extensão do Segmento:			2,397 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
13044	142	72	42	17	7	4	5	1869	0,35	18,0	320	0,35	20,0	1592	0,40	Inf.	9,08
13360	164	93	54	25	13	8	7	1495	0,35	18,0	312	0,35	20,0	1047	0,40	Inf.	13,00
13440	121	65	34	13	6	4	3	1691	0,35	18,0	527	0,35	20,0	1655	0,40	Inf.	3,62
13520	136	89	54	26	12	6	4	2353	0,35	18,0	257	0,35	20,0	1294	0,40	Inf.	12,25
13601	163	96	54	24	8	4	2	1882	0,35	18,0	194	0,35	20,0	1741	0,40	Inf.	15,59
13768	140	71	38	13	3	2	2	1816	0,35	18,0	296	0,35	20,0	2371	0,40	Inf.	8,22
13840	101	56	32	13	5	3	3	2556	0,35	18,0	432	0,35	20,0	2199	0,40	Inf.	1,14
13920	123	62	36	15	6	3	2	2147	0,35	18,0	364	0,35	20,0	1943	0,40	Inf.	0,68
14007	158	91	47	16	4	1	2	1568	0,35	18,0	252	0,35	20,0	2030	0,40	Inf.	14,00
14081	151	88	50	21	8	3	3	1897	0,35	18,0	228	0,35	20,0	1723	0,40	Inf.	12,37
14160	126	70	39	14	6	2	2	1959	0,35	18,0	333	0,35	20,0	2028	0,40	Inf.	1,52
14320	125	77	45	18	4	3	2	2672	0,35	18,0	184	0,35	20,0	4755	0,40	Inf.	1,36
14400	135	76	40	13	2	1	2	2040	0,35	18,0	235	0,35	20,0	2981	0,40	Inf.	11,36
14482	122	70	40	16	6	3	3	2195	0,35	18,0	310	0,35	20,0	2129	0,40	Inf.	9,55
14560	143	78	42	16	5	3	3	2195	0,35	18,0	260	0,35	20,0	2555	0,40	Inf.	9,07
14641	152	85	49	19	6	3	3	1682	0,35	18,0	255	0,35	20,0	1715	0,40	Inf.	14,17
14722	145	76	43	15	6	3	3	1794	0,35	18,0	283	0,35	20,0	1961	0,40	Inf.	12,65
14802	160	92	50	18	5	2	2	1794	0,35	18,0	226	0,35	20,0	1977	0,40	Inf.	8,87
14883	155	93	54	23	9	4	2	1794	0,35	18,0	208	0,35	20,0	1599	0,40	Inf.	13,71
14964	150	93	54	22	6	1	1	1794	0,35	18,0	208	0,35	20,0	1599	0,40	Inf.	14,27
15040	149	87	48	18	4	2	2	1755	0,35	18,0	236	0,35	20,0	2125	0,40	Inf.	12,24
15122	151	94	56	22	8	5	5	2021	0,35	18,0	206	0,35	20,0	1818	0,40	Inf.	14,21
15200	106	51	26	9	3	2	2	2651	0,35	18,0	445	0,35	20,0	3468	0,40	Inf.	5,04

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 7	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 15,200 - km 16,965			Extensão do Segmento:			1,765 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
15283	119	63	36	13	4	3	3	2097	0,35	18,0	361	0,35	20,0	2207	0,40	Inf.	1,05
15363	118	56	29	8	2	3	4	1712	0,35	18,0	469	0,35	20,0	2754	0,40	Inf.	2,54
15441	133	75	36	10	2	1	2	1748	0,35	18,0	281	0,35	20,0	3703	0,40	Inf.	9,19
15520	131	72	40	14	4	2	3	2104	0,35	18,0	260	0,35	20,0	3009	0,40	Inf.	9,00
15600	141	75	39	12	2	1	2	2104	0,35	18,0	260	0,35	20,0	3611	0,40	Inf.	6,93
15680	131	74	38	11	3	2	3	2104	0,35	18,0	260	0,35	20,0	3611	0,40	Inf.	6,83
15840	115	62	32	10	4	3	3	2104	0,35	18,0	393	0,35	20,0	2522	0,40	Inf.	3,84
15928	113	63	35	13	3	2	3	2180	0,35	18,0	331	0,35	20,0	2742	0,40	Inf.	1,85
16002	143	68	39	14	3	2	2	2180	0,35	18,0	292	0,35	20,0	2652	0,40	Inf.	8,08
16080	110	57	27	9	6	5	4	2180	0,35	18,0	438	0,35	20,0	2096	0,40	Inf.	5,27
16160	120	65	35	13	7	4	3	1759	0,35	18,0	431	0,35	20,0	1792	0,40	Inf.	2,23
16243	123	72	38	15	6	4	3	2081	0,35	18,0	361	0,35	20,0	1917	0,40	Inf.	2,26
16320	117	64	36	15	6	4	3	2422	0,35	18,0	333	0,35	20,0	2086	0,40	Inf.	1,23
16400	156	85	48	20	7	3	3	1702	0,35	18,0	255	0,35	20,0	1677	0,40	Inf.	12,17
16481	133	71	42	12	2	2	4	1885	0,35	18,0	269	0,35	20,0	2797	0,40	Inf.	10,17
16560	115	60	32	13	5	3	3	1959	0,35	18,0	447	0,35	20,0	1958	0,40	Inf.	4,64
16640	137	77	40	15	4	2	2	1979	0,35	18,0	266	0,35	20,0	2395	0,40	Inf.	9,93
16721	97	49	26	12	5	5	4	2394	0,35	18,0	652	0,35	20,0	2113	0,40	Inf.	2,22
16801	94	44	22	9	4	3	3	2394	0,35	18,0	652	0,35	20,0	2747	0,40	Inf.	4,15
16884	92	48	25	10	4	3	3	2394	0,35	18,0	626	0,35	20,0	2430	0,40	Inf.	3,59
16965	121	67	33	11	3	2	2	1915	0,35	18,0	347	0,35	20,0	2722	0,40	Inf.	7,91

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 8	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 16,965 - km 18,561			Extensão do Segmento:			1,596 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
16965	121	67	33	11	3	2	2	1915	0,35	18,0	347	0,35	20,0	2722	0,40	Inf.	7,91
17041	122	63	31	8	2	2	2	1915	0,35	18,0	347	0,35	20,0	3538	0,40	Inf.	5,16
17120	104	50	25	8	3	3	3	1915	0,35	18,0	417	0,35	20,0	2803	0,40	Inf.	2,37
17201	112	51	26	8	3	2	2	1915	0,35	18,0	417	0,35	20,0	3364	0,40	Inf.	1,87
17286	122	63	34	13	5	3	3	1889	0,35	18,0	411	0,35	20,0	1895	0,40	Inf.	1,47
17361	127	65	31	9	3	3	3	1511	0,35	18,0	414	0,35	20,0	2447	0,40	Inf.	2,60
17441	117	60	32	11	4	2	2	1985	0,35	18,0	398	0,35	20,0	2360	0,40	Inf.	1,16
17520	126	64	31	8	2	2	2	1646	0,35	18,0	349	0,35	20,0	3019	0,40	Inf.	5,29
17600	126	66	35	12	4	2	2	1903	0,35	18,0	336	0,35	20,0	2442	0,40	Inf.	8,41
17682	125	68	37	11	3	3	5	1903	0,35	18,0	336	0,35	20,0	2931	0,40	Inf.	9,62
17761	94	45	25	8	4	4	3	1903	0,35	18,0	748	0,35	20,0	2242	0,40	Inf.	1,19
17841	93	44	22	7	2	3	3	1903	0,35	18,0	748	0,35	20,0	2684	0,40	Inf.	1,64
17922	173	103	58	24	8	3	3	1745	0,35	18,0	186	0,35	20,0	1896	0,40	Inf.	17,31
18001	100	50	26	10	4	3	3	3693	0,35	18,0	499	0,35	20,0	3273	0,40	Inf.	3,45
18081	94	48	28	12	6	4	3	2344	0,35	18,0	630	0,35	20,0	1880	0,40	Inf.	1,36
18159	121	75	47	25	13	8	5	2663	0,35	18,0	359	0,35	20,0	1161	0,40	Inf.	1,28
18240	146	98	67	36	19	9	5	3110	0,35	18,0	192	0,35	20,0	1010	0,40	Inf.	10,66
18320	86	46	26	11	6	4	4	3888	0,35	18,0	638	0,35	20,0	2191	0,40	Inf.	3,95
18400	79	43	25	11	5	4	3	3110	0,35	18,0	675	0,35	20,0	2364	0,40	Inf.	1,29
18561	120	67	34	12	6	4	3	2177	0,35	18,0	449	0,35	20,0	2189	0,40	Inf.	5,24

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 9	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 18,561 - km 20,320			Extensão do Segmento:			1,759 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
18642	104	51	25	6	2	2	2	2177	0,35	18,0	449	0,35	20,0	3700	0,40	Inf.	2,54
18721	112	51	24	6	2	2	2	2177	0,35	18,0	449	0,35	20,0	4440	0,40	Inf.	4,98
18806	140	70	36	12	4	3	3	1572	0,35	18,0	328	0,35	20,0	2390	0,40	Inf.	6,18
18885	92	51	25	8	2	2	2	2190	0,35	18,0	590	0,35	20,0	2708	0,40	Inf.	3,27
18960	133	60	27	6	2	2	2	1533	0,35	18,0	500	0,35	20,0	3086	0,40	Inf.	7,72
19046	129	72	42	18	8	4	3	2065	0,35	18,0	329	0,35	20,0	1675	0,40	Inf.	8,21
19121	117	69	36	13	4	3	2	2274	0,35	18,0	308	0,35	20,0	2870	0,40	Inf.	8,97
19205	134	69	37	10	2	2	2	1618	0,35	18,0	316	0,35	20,0	2642	0,40	Inf.	9,82
19281	136	77	48	21	8	4	3	2387	0,35	18,0	235	0,35	20,0	2043	0,40	Inf.	10,22
19360	138	83	48	22	10	6	4	2069	0,35	18,0	304	0,35	20,0	1352	0,40	Inf.	12,52
19440	116	70	40	15	6	4	4	2382	0,35	18,0	337	0,35	20,0	1979	0,40	Inf.	4,84
19520	112	68	36	12	4	2	2	2338	0,35	18,0	305	0,35	20,0	2990	0,40	Inf.	2,98
19603	117	69	36	14	6	4	3	2338	0,35	18,0	420	0,35	20,0	1903	0,40	Inf.	2,37
19680	113	62	34	13	4	3	2	2171	0,35	18,0	386	0,35	20,0	2249	0,40	Inf.	1,36
19740	150	79	44	17	6	4	4	1756	0,35	18,0	255	0,35	20,0	1943	0,40	Inf.	10,34
19821	117	69	36	13	5	4	3	2124	0,35	18,0	349	0,35	20,0	2431	0,40	Inf.	3,95
19905	130	74	40	14	6	4	4	2124	0,35	18,0	334	0,35	20,0	2081	0,40	Inf.	7,42
19920	140	73	39	15	7	6	5	1487	0,35	18,0	424	0,35	20,0	1478	0,40	Inf.	9,28
20001	148	78	44	19	9	5	4	1739	0,35	18,0	317	0,35	20,0	1443	0,40	Inf.	10,17
20080	143	76	43	17	6	3	2	1795	0,35	18,0	284	0,35	20,0	1849	0,40	Inf.	9,11
20160	142	78	46	19	7	3	3	1795	0,35	18,0	272	0,35	20,0	1775	0,40	Inf.	10,04
20242	134	84	48	17	5	4	3	2083	0,35	18,0	242	0,35	20,0	2444	0,40	Inf.	10,03
20320	127	75	43	15	5	3	3	2189	0,35	18,0	271	0,35	20,0	2463	0,40	Inf.	7,69

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETROANA													Pista Direita		Segmento Homogêneo 10	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 20,320 - km 22,080			Extensão do Segmento:			1,760 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
20320	127	75	43	15	5	3	3	2189	0,35	18,0	271	0,35	20,0	2463	0,40	Inf.	7,69
20640	141	90	58	28	13	6	3	2539	0,35	18,0	199	0,35	20,0	1545	0,40	Inf.	12,15
20731	126	63	35	11	3	3	3	2539	0,35	18,0	298	0,35	20,0	3916	0,40	Inf.	1,41
20800	122	62	30	7	3	2	1	2539	0,35	18,0	401	0,35	20,0	3113	0,40	Inf.	3,85
20881	108	52	24	5	2	2	2	2539	0,35	18,0	521	0,35	20,0	3736	0,40	Inf.	3,54
20960	112	49	27	9	4	3	3	2539	0,35	18,0	417	0,35	20,0	3138	0,40	Inf.	2,90
21044	124	66	34	11	3	2	2	2539	0,35	18,0	292	0,35	20,0	3766	0,40	Inf.	2,20
21134	128	67	36	11	2	2	1	1713	0,35	18,0	325	0,35	20,0	2720	0,40	Inf.	2,14
21210	142	67	36	14	7	5	4	1713	0,35	18,0	461	0,35	20,0	1584	0,40	Inf.	7,50
21303	154	88	50	18	4	2	3	1815	0,35	18,0	204	0,35	20,0	2451	0,40	Inf.	13,42
21360	144	82	46	16	3	2	2	1809	0,35	18,0	240	0,35	20,0	2287	0,40	Inf.	12,05
21440	160	82	47	20	3	2	3	1886	0,35	18,0	219	0,35	20,0	2197	0,40	Inf.	12,04
21521	174	101	55	18	4	2	2	1528	0,35	18,0	198	0,35	20,0	2074	0,40	Inf.	18,59
21601	74	32	13	1	1	1	1	1528	0,35	18,0	198	0,35	20,0	2074	0,40	Inf.	14,85
21683	120	66	38	13	3	2	2	2293	0,35	18,0	286	0,35	20,0	2913	0,40	Inf.	1,51
21762	116	77	45	20	9	6	6	2735	0,35	18,0	293	0,35	20,0	1705	0,40	Inf.	7,28
21842	119	78	49	21	9	4	3	2434	0,35	18,0	241	0,35	20,0	1828	0,40	Inf.	9,99
21297	108	66	37	15	6	4	3	2569	0,35	18,0	363	0,35	20,0	2067	0,40	Inf.	1,87
22004	91	44	21	7	3	3	3	2569	0,35	18,0	613	0,35	20,0	3062	0,40	Inf.	2,77
22080	107	59	31	10	4	3	3	2055	0,35	18,0	437	0,35	20,0	2349	0,40	Inf.	2,05

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 1	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 3,767 - km 5,600				Extensão do Segmento:		1,833 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
3767	114	67	36	13	5	4	3	3500	0,35	18,0	250	0,35	20,0	2600	0,40	Inf.	3,99
3840	116	67	38	15	5	4	3	2000	0,35	18,0	400	0,35	20,0	2000	0,40	Inf.	3,78
3921	143	91	54	21	8	3	2	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1600	0,40	Inf.	4,50
4000	159	95	58	25	9	4	3	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	1500	0,40	Inf.	5,31
4081	166	104	64	25	9	5	4	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1000	0,40	Inf.	6,68
4160	170	110	67	29	11	6	4	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	900	0,40	Inf.	7,05
4240	134	69	37	18	5	2	3	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	0,25
4320	153	86	43	17	6	5	4	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1700	0,40	Inf.	4,23
4402	244	80	44	16	5	4	4	500	0,35	18,0	600	0,35	20,0	1200	0,40	Inf.	1,96
4480	122	69	40	18	10	7	5	2000	0,35	18,0	450	0,35	20,0	1500	0,40	Inf.	1,83
4560	90	45	24	7	3	3	3	2000	0,35	18,0	700	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	2,12
4640	151	86	49	22	11	8	7	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1600	0,40	Inf.	1,67
4811	160	83	44	14	4	2	2	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1500	0,40	Inf.	5,26
4883	187	94	52	19	7	4	4	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1100	0,40	Inf.	11,93
5040	156	107	78	48	30	18	12	3500	0,35	18,0	250	0,35	20,0	600	0,40	Inf.	4,68
5122	135	79	45	19	8	6	5	2000	0,35	18,0	300	0,35	20,0	1800	0,40	Inf.	2,46
5204	143	81	50	23	9	6	4	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	1600	0,40	Inf.	1,37
5281	119	64	34	12	4	3	2	2000	0,35	18,0	350	0,35	20,0	3200	0,40	Inf.	2,10
5360	137	82	52	25	12	7	6	2000	0,35	18,0	350	0,35	20,0	1200	0,40	Inf.	2,75
5441	126	71	40	16	6	3	3	2000	0,35	18,0	300	0,35	20,0	2800	0,40	Inf.	2,73
5520	138	88	53	22	10	6	5	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	1600	0,40	Inf.	4,96
5600	113	65	36	12	4	2	2	2000	0,35	18,0	425	0,35	20,0	2200	0,40	Inf.	3,51

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 2	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 5,600 - km 7,280				Extensão do Segmento:		1,680 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
5600	113	65	36	12	4	2	2	2000	0,35	18,0	425	0,35	20,0	2200	0,40	Inf.	3,51
5682	123	74	44	21	10	7	4	2000	0,35	18,0	425	0,35	20,0	1300	0,40	Inf.	3,02
5761	131	84	51	24	11	7	6	2000	0,35	18,0	375	0,35	20,0	1200	0,40	Inf.	4,83
5841	99	50	28	12	7	6	4	2000	0,35	18,0	700	0,35	20,0	1900	0,40	Inf.	1,66
5933	143	68	35	11	2	4	4	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	4000	0,40	Inf.	2,93
6002	130	78	44	19	7	4	4	2000	0,35	18,0	325	0,35	20,0	1800	0,40	Inf.	3,87
6080	165	89	51	22	8	4	3	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1400	0,40	Inf.	5,11
6179	143	68	35	10	1	1	3	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	4000	0,40	Inf.	3,31
6240	100	51	27	10	6	5	4	2000	0,35	18,0	550	0,35	20,0	2600	0,40	Inf.	2,39
6334	122	65	35	13	6	4	3	2000	0,35	18,0	400	0,35	20,0	2000	0,40	Inf.	1,30
6400	136	72	40	12	3	3	3	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	3600	0,40	Inf.	1,48
6481	187	89	50	17	3	2	4	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1200	0,40	Inf.	12,66
6568	106	60	34	12	3	3	2	3500	0,35	18,0	250	0,35	20,0	4000	0,40	Inf.	2,69
6652	166	95	56	21	8	4	4	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1400	0,40	Inf.	6,56
6721	140	76	42	15	4	3	3	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	2600	0,40	Inf.	1,54
6802	158	90	50	16	3	1	2	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1500	0,40	Inf.	4,21
6880	148	93	59	28	14	10	6	2000	0,35	18,0	325	0,35	20,0	1000	0,40	Inf.	2,62
6962	161	79	42	13	4	3	3	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1900	0,40	Inf.	6,60
7040	142	73	29	12	1	1	2	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	4000	0,40	Inf.	2,48
7120	136	72	27	12	1	1	1	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	3600	0,40	Inf.	1,75
7202	130	64	35	11	3	1	1	2000	0,35	18,0	300	0,35	20,0	3200	0,40	Inf.	0,67
7280	116	63	36	13	3	1	2	2000	0,35	18,0	350	0,35	20,0	3200	0,40	Inf.	2,73

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 3	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 7,280 - km 9,280			Extensão do Segmento:			2,000 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
7361	101	58	30	13	2	2	2	3500	0,35	18,0	275	0,35	20,0	4000	0,40	Inf.	1,91
7440	119	68	43	22	8	5	4	2000	0,35	18,0	450	0,35	20,0	1500	0,40	Inf.	2,92
7520	120	65	39	14	5	3	2	2000	0,35	18,0	400	0,35	20,0	2000	0,40	Inf.	2,18
7601	110	61	36	14	4	2	3	3500	0,35	18,0	250	0,35	20,0	3600	0,40	Inf.	3,10
7681	99	51	26	9	3	3	3	2000	0,35	18,0	600	0,35	20,0	2800	0,40	Inf.	1,82
7767	95	55	33	13	5	4	3	3500	0,35	18,0	275	0,35	20,0	3800	0,40	Inf.	1,90
7856	115	66	40	18	8	5	3	3500	0,35	18,0	250	0,35	20,0	2400	0,40	Inf.	3,07
7925	114	67	41	19	9	5	4	3500	0,35	18,0	250	0,35	20,0	2400	0,40	Inf.	1,95
8000	64	40	24	11	5	3	3	5000	0,35	18,0	550	0,35	20,0	3200	0,40	Inf.	1,16
8160	120	67	40	17	6	3	3	2000	0,35	18,0	375	0,35	20,0	1900	0,40	Inf.	2,69
8246	137	74	41	16	6	3	3	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	1,68
8325	168	95	54	21	5	3	3	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1400	0,40	Inf.	1,78
8400	116	88	42	18	7	5	3	3500	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1800	0,40	Inf.	4,74
8486	116	62	35	13	5	3	3	2000	0,35	18,0	425	0,35	20,0	2200	0,40	Inf.	1,66
8561	125	63	33	11	3	3	3	2000	0,35	18,0	325	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	0,32
8720	156	90	52	19	6	5	5	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1500	0,40	Inf.	3,81
8804	143	84	46	18	6	3	2	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	1700	0,40	Inf.	3,24
8880	109	57	34	14	6	4	3	2000	0,35	18,0	475	0,35	20,0	2200	0,40	Inf.	2,12
8961	165	102	68	35	20	10	7	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	850	0,40	Inf.	2,54
9088	118	72	48	26	13	7	5	3500	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1600	0,40	Inf.	1,03
9126	140	75	41	16	5	3	3	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	2800	0,40	Inf.	1,45
9200	132	68	39	17	7	3	2	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	0,88
9280	115	64	39	18	8	5	4	2000	0,35	18,0	500	0,35	20,0	1600	0,40	Inf.	2,30

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 4	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 9,280 - km 11,043				Extensão do Segmento:		1,763 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
9280	115	64	39	18	8	5	4	2000	0,35	18,0	500	0,35	20,0	1600	0,40	Inf.	2,30
9360	126	82	55	29	14	8	6	3500	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1200	0,40	Inf.	2,29
9440	120	62	32	12	4	4	4	2000	0,35	18,0	350	0,35	20,0	3200	0,40	Inf.	0,61
9680	239	145	95	48	22	11	8	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	425	0,40	Inf.	17,14
9760	150	91	54	22	10	5	4	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1400	0,40	Inf.	2,26
9841	233	155	102	52	24	10	7	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	400	0,40	Inf.	16,36
9920	134	83	48	22	10	5	4	2000	0,35	18,0	375	0,35	20,0	1200	0,40	Inf.	3,92
10000	137	76	44	17	6	3	3	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	2800	0,40	Inf.	2,25
10080	133	69	40	15	6	4	4	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	0,71
10160	134	78	43	16	6	4	4	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	2800	0,40	Inf.	2,79
10240	120	66	36	14	5	3	3	2000	0,35	18,0	325	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	2,68
10320	137	79	47	18	7	4	4	2000	0,35	18,0	300	0,35	20,0	1800	0,40	Inf.	2,53
10401	158	91	50	21	9	5	4	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1500	0,40	Inf.	4,48
10481	146	88	55	29	16	11	8	2000	0,35	18,0	325	0,35	20,0	1100	0,40	Inf.	1,63
10560	110	64	36	15	6	4	3	3500	0,35	18,0	250	0,35	20,0	3600	0,40	Inf.	2,37
10641	69	37	20	8	4	3	2	3500	0,35	18,0	700	0,35	20,0	3400	0,40	Inf.	0,85
10721	123	63	33	12	3	2	1	2000	0,35	18,0	325	0,35	20,0	3400	0,40	Inf.	0,76
10800	134	73	41	16	4	2	2	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	2600	0,40	Inf.	1,76
10883	162	83	46	14	4	2	2	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1500	0,40	Inf.	5,67
10960	145	85	50	22	10	5	4	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	1600	0,40	Inf.	2,08
11043	118	72	41	17	6	3	3	3500	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1900	0,40	Inf.	4,35

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 5	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 11,043 - km 12,803				Extensão do Segmento:		1,760 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
11043	118	72	41	17	6	3	3	3500	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1900	0,40	Inf.	4,35
11120	78	42	21	8	4	3	2	3500	0,35	18,0	500	0,35	20,0	4000	0,40	Inf.	0,98
11200	169	98	56	20	6	3	4	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1100	0,40	Inf.	7,54
11340	98	45	22	7	2	2	2	2000	0,35	18,0	600	0,35	20,0	3400	0,40	Inf.	1,86
11420	120	54	28	9	3	1	2	2000	0,35	18,0	350	0,35	20,0	4000	0,40	Inf.	1,71
11503	122	72	40	13	3	2	2	2000	0,35	18,0	375	0,35	20,0	1900	0,40	Inf.	3,22
11604	128	82	45	15	4	3	3	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	2600	0,40	Inf.	6,03
11681	102	57	33	13	5	3	3	3500	0,35	18,0	275	0,35	20,0	4000	0,40	Inf.	1,21
11761	126	74	43	18	8	4	4	2000	0,35	18,0	350	0,35	20,0	1800	0,40	Inf.	3,10
11840	157	90	53	21	6	3	3	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1400	0,40	Inf.	4,13
11920	133	66	38	15	5	3	2	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	3200	0,40	Inf.	0,38
12001	126	81	49	23	9	4	4	2000	0,35	18,0	400	0,35	20,0	1200	0,40	Inf.	4,79
12081	170	100	57	23	8	4	3	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1100	0,40	Inf.	7,73
12162	140	84	47	19	7	4	3	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	1700	0,40	Inf.	3,37
12242	164	71	39	13	5	3	2	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	2200	0,40	Inf.	8,66
12322	135	77	45	19	6	2	2	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	2800	0,40	Inf.	2,81
12404	124	66	36	12	3	1	2	2000	0,35	18,0	325	0,35	20,0	2600	0,40	Inf.	1,71
12482	146	86	52	24	10	6	4	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1600	0,40	Inf.	2,68
12561	136	84	44	14	2	2	2	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	2800	0,40	Inf.	3,27
12643	125	64	30	10	5	4	3	2000	0,35	18,0	325	0,35	20,0	3200	0,40	Inf.	0,22
12723	127	75	37	13	4	3	3	2000	0,35	18,0	300	0,35	20,0	2800	0,40	Inf.	2,40
12803	123	60	28	11	4	2	2	2000	0,35	18,0	325	0,35	20,0	4000	0,40	Inf.	0,62

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 6	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 12,803 - km 15,200				Extensão do Segmento:			2,397 km
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
13044	142	72	42	17	7	4	5	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	2600	0,40	Inf.	0,64
13360	164	93	54	25	13	8	7	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1200	0,40	Inf.	3,18
13440	121	65	34	13	6	4	3	2000	0,35	18,0	400	0,35	20,0	2000	0,40	Inf.	1,37
13520	136	89	54	26	12	6	4	2000	0,35	18,0	350	0,35	20,0	1100	0,40	Inf.	4,76
13601	163	96	54	24	8	4	2	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1400	0,40	Inf.	5,60
13768	140	71	38	13	3	2	2	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	3400	0,40	Inf.	1,02
13840	101	56	32	13	5	3	3	3500	0,35	18,0	275	0,35	20,0	4000	0,40	Inf.	1,23
13920	123	62	36	15	6	3	2	2000	0,35	18,0	325	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	0,89
14007	158	91	47	16	4	1	2	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1500	0,40	Inf.	5,80
14081	151	88	50	21	8	3	3	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1500	0,40	Inf.	3,72
14160	126	70	39	14	6	2	2	2000	0,35	18,0	300	0,35	20,0	2800	0,40	Inf.	2,27
14320	125	77	45	18	4	3	2	2000	0,35	18,0	350	0,35	20,0	1800	0,40	Inf.	4,33
14400	135	76	40	13	2	1	2	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	2600	0,40	Inf.	2,74
14482	122	70	40	16	6	3	3	2000	0,35	18,0	375	0,35	20,0	1900	0,40	Inf.	3,26
14560	143	78	42	16	5	3	3	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	2600	0,40	Inf.	1,90
14641	152	85	49	19	6	3	3	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1700	0,40	Inf.	3,79
14722	145	76	43	15	6	3	3	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	2600	0,40	Inf.	1,58
14802	160	92	50	18	5	2	2	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1400	0,40	Inf.	4,82
14883	155	93	54	23	9	4	2	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1400	0,40	Inf.	3,74
14964	150	93	54	22	6	1	1	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1400	0,40	Inf.	3,75
15040	149	87	48	18	4	2	2	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1700	0,40	Inf.	3,42
15122	151	94	56	22	8	5	5	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1400	0,40	Inf.	3,64
15200	106	51	26	9	3	2	2	2000	0,35	18,0	475	0,35	20,0	3400	0,40	Inf.	0,78

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 7	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 15,200 - km 16,965			Extensão do Segmento:			1,765 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
15283	119	63	36	13	4	3	3	2000	0,35	18,0	400	0,35	20,0	2200	0,40	Inf.	1,73
15363	118	56	29	8	2	3	4	2000	0,35	18,0	350	0,35	20,0	4000	0,40	Inf.	0,51
15441	133	75	36	10	2	1	2	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	3,63
15520	131	72	40	14	4	2	3	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	2,01
15600	141	75	39	12	2	1	2	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	2,72
15680	131	74	38	11	3	2	3	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	2,59
15840	115	62	32	10	4	3	3	2000	0,35	18,0	375	0,35	20,0	3400	0,40	Inf.	2,81
15928	113	63	35	13	3	2	3	2000	0,35	18,0	425	0,35	20,0	2200	0,40	Inf.	3,05
16002	143	68	39	14	3	2	2	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	3400	0,40	Inf.	2,21
16080	110	57	27	9	6	5	4	2000	0,35	18,0	500	0,35	20,0	2400	0,40	Inf.	0,64
16160	120	65	35	13	7	4	3	2000	0,35	18,0	400	0,35	20,0	2000	0,40	Inf.	1,52
16243	123	72	38	15	6	4	3	2000	0,35	18,0	375	0,35	20,0	1900	0,40	Inf.	3,06
16320	117	64	36	15	6	4	3	2000	0,35	18,0	400	0,35	20,0	2000	0,40	Inf.	2,36
16400	156	85	48	20	7	3	3	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1500	0,40	Inf.	3,00
16481	133	71	42	12	2	2	4	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	1,49
16560	115	60	32	13	5	3	3	2000	0,35	18,0	450	0,35	20,0	2200	0,40	Inf.	1,38
16640	137	77	40	15	4	2	2	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	2,76
16721	97	49	26	12	5	5	4	2000	0,35	18,0	750	0,35	20,0	2000	0,40	Inf.	0,94
16801	94	44	22	9	4	3	3	2000	0,35	18,0	700	0,35	20,0	2800	0,40	Inf.	0,87
16884	92	48	25	10	4	3	3	3500	0,35	18,0	350	0,35	20,0	3800	0,40	Inf.	1,87
16965	121	67	33	11	3	2	2	2000	0,35	18,0	325	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	2,65

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 8	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 16,965 - km 18,561			Extensão do Segmento:			1,596 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
16965	121	67	33	11	3	2	2	2000	0,35	18,0	325	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	2,65
17041	122	63	31	8	2	2	2	2000	0,35	18,0	325	0,35	20,0	3800	0,40	Inf.	0,30
17120	104	50	25	8	3	3	3	2000	0,35	18,0	475	0,35	20,0	4000	0,40	Inf.	0,87
17201	112	51	26	8	3	2	2	2000	0,35	18,0	400	0,35	20,0	4000	0,40	Inf.	1,07
17286	122	63	34	13	5	3	3	2000	0,35	18,0	350	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	1,13
17361	127	65	31	9	3	3	3	2000	0,35	18,0	300	0,35	20,0	4000	0,40	Inf.	0,52
17441	117	60	32	11	4	2	2	2000	0,35	18,0	425	0,35	20,0	2200	0,40	Inf.	1,23
17520	126	64	31	8	2	2	2	2000	0,35	18,0	325	0,35	20,0	3200	0,40	Inf.	0,80
17600	126	66	35	12	4	2	2	2000	0,35	18,0	325	0,35	20,0	2600	0,40	Inf.	0,56
17682	125	68	37	11	3	3	5	2000	0,35	18,0	325	0,35	20,0	2600	0,40	Inf.	2,71
17761	94	45	25	8	4	4	3	2000	0,35	18,0	800	0,35	20,0	2200	0,40	Inf.	1,22
17841	93	44	22	7	2	3	3	2000	0,35	18,0	700	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	1,87
17922	173	103	58	24	8	3	3	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1000	0,40	Inf.	7,95
18001	100	50	26	10	4	3	3	2000	0,35	18,0	600	0,35	20,0	2800	0,40	Inf.	1,78
18081	94	48	28	12	6	4	3	3500	0,35	18,0	325	0,35	20,0	4000	0,40	Inf.	1,45
18159	121	75	47	25	13	8	5	3500	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1500	0,40	Inf.	2,71
18240	146	98	67	36	19	9	5	2000	0,35	18,0	425	0,35	20,0	750	0,40	Inf.	5,28
18320	86	46	26	11	6	4	4	3500	0,35	18,0	400	0,35	20,0	3800	0,40	Inf.	0,63
18400	79	43	25	11	5	4	3	3500	0,35	18,0	500	0,35	20,0	3400	0,40	Inf.	0,28
18561	120	67	34	12	6	4	3	2000	0,35	18,0	325	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	2,38

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 9	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 18,561 - km 20,320			Extensão do Segmento:			1,759 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
18642	104	51	25	6	2	2	2	2000	0,35	18,0	475	0,35	20,0	4000	0,40	Inf.	1,17
18721	112	51	24	6	2	2	2	2000	0,35	18,0	425	0,35	20,0	4000	0,40	Inf.	1,96
18806	140	70	36	12	4	3	3	2000	0,35	18,0	350	0,35	20,0	4000	0,40	Inf.	1,54
18885	92	51	25	8	2	2	2	3500	0,35	18,0	350	0,35	20,0	3800	0,40	Inf.	2,39
18960	133	60	27	6	2	2	2	2000	0,35	18,0	300	0,35	20,0	3800	0,40	Inf.	4,77
19046	129	72	42	18	8	4	3	2000	0,35	18,0	350	0,35	20,0	1800	0,40	Inf.	2,06
19121	117	69	36	13	4	3	2	2000	0,35	18,0	400	0,35	20,0	2000	0,40	Inf.	3,50
19205	134	69	37	10	2	2	2	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	3200	0,40	Inf.	0,81
19281	136	77	48	21	8	4	3	2000	0,35	18,0	300	0,35	20,0	1800	0,40	Inf.	2,76
19360	138	83	48	22	10	6	4	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	1700	0,40	Inf.	3,22
19440	116	70	40	15	6	4	4	3500	0,35	18,0	250	0,35	20,0	2200	0,40	Inf.	4,12
19520	112	68	36	12	4	2	2	3500	0,35	18,0	250	0,35	20,0	3600	0,40	Inf.	3,46
19603	117	69	36	14	6	4	3	2000	0,35	18,0	400	0,35	20,0	2000	0,40	Inf.	3,57
19680	113	62	34	13	4	3	2	2000	0,35	18,0	450	0,35	20,0	2200	0,40	Inf.	2,87
19740	150	79	44	17	6	4	4	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1900	0,40	Inf.	2,74
19821	117	69	36	13	5	4	3	2000	0,35	18,0	400	0,35	20,0	2000	0,40	Inf.	3,50
19905	130	74	40	14	6	4	4	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	2,59
19920	140	73	39	15	7	6	5	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	0,60
20001	148	78	44	19	9	5	4	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	2000	0,40	Inf.	2,49
20080	143	76	43	17	6	3	2	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	2600	0,40	Inf.	0,90
20160	142	78	46	19	7	3	3	2000	0,35	18,0	275	0,35	20,0	1900	0,40	Inf.	1,49
20242	134	84	48	17	5	4	3	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	2600	0,40	Inf.	5,13
20320	127	75	43	15	5	3	3	2000	0,35	18,0	350	0,35	20,0	1800	0,40	Inf.	3,35

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita

COPPE	Retroanálise dos Módulos de Resiliência - RETRAN5-L													Pista Direita		Segmento Homogêneo 10	
Rodovia:	BR-418/MG		Trecho:	Ataléia - C. Chagas			Limites do Segmento Homogêneo:			km 20,320 - km 22,080			Extensão do Segmento:			1,760 km	
SEÇÃO	DISTÂNCIAS RADIAIS (cm)							CAMADA 1			CAMADA 2			CAMADA 3			ERRO
	0	20	30	45	65	90	120	MR1	POIS1	ESP1	MR2	POIS2	ESP2	MR3	POIS3	ESP3	
DMI	DEFLEXÕES (x 0,01 mm) - Carregamento Tipo FWD							kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	kgf/cm^2	-	cm	
20320	127	75	43	15	5	3	3	2000	0,35	18,0	350	0,35	20,0	1800	0,40	Inf.	3,35
20640	141	90	58	28	13	6	3	2000	0,35	18,0	325	0,35	20,0	1100	0,40	Inf.	4,70
20731	126	63	35	11	3	3	3	2000	0,35	18,0	300	0,35	20,0	3600	0,40	Inf.	0,50
20800	122	62	30	7	3	2	1	2000	0,35	18,0	325	0,35	20,0	4000	0,40	Inf.	0,45
20881	108	52	24	5	2	2	2	2000	0,35	18,0	450	0,35	20,0	3800	0,40	Inf.	0,92
20960	112	49	27	9	4	3	3	2000	0,35	18,0	425	0,35	20,0	3600	0,40	Inf.	0,69
21044	124	66	34	11	3	2	2	2000	0,35	18,0	325	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	2,25
21134	128	67	36	11	2	2	1	2000	0,35	18,0	325	0,35	20,0	2600	0,40	Inf.	0,47
21210	142	67	36	14	7	5	4	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	3400	0,40	Inf.	2,41
21303	154	88	50	18	4	2	3	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1500	0,40	Inf.	3,62
21360	144	82	46	16	3	2	2	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	2600	0,40	Inf.	3,21
21440	160	82	47	20	3	2	3	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1500	0,40	Inf.	4,39
21521	174	101	55	18	4	2	2	2000	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1100	0,40	Inf.	8,61
21601	74	32	13	1	1	1	1	2000	0,35	18,0	1400	0,35	20,0	3200	0,40	Inf.	0,80
21683	120	66	38	13	3	2	2	2000	0,35	18,0	325	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	2,68
21762	116	77	45	20	9	6	6	3500	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1800	0,40	Inf.	3,31
21842	119	78	49	21	9	4	3	3500	0,35	18,0	250	0,35	20,0	1800	0,40	Inf.	4,33
21297	108	66	37	15	6	4	3	3500	0,35	18,0	250	0,35	20,0	3600	0,40	Inf.	2,11
22004	91	44	21	7	3	3	3	2000	0,35	18,0	700	0,35	20,0	3000	0,40	Inf.	1,61
22080	107	59	31	10	4	3	3	2000	0,35	18,0	500	0,35	20,0	2400	0,40	Inf.	2,83

LEGENDA:
DMI - Distance Measuring Intrument (seção onde foi medida a bacia deflectométrica)
MR - Módulo de Resiliência
POIS - Coeficiente de Poisson
ESP - Espessura da Camada
ERRO - Erro Médio Absoluto
Inf. - Camada com Espessura Infinita