

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

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MEDIDAS DE DEFLEXÃO COM VIGA
BENKELMAN E FWD EM PAVIMENTOS DA MALHA RODOVIÁRIA
ESTADUAL DE SANTA CATARINA**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL**

CLARISSA BEATRIZ SANDOVAL BORGES

Florianópolis, dezembro de 2001

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MEDIDAS DE DEFLEXÃO COM VIGA
BENKELMAN E FWD EM PAVIMENTOS DA MALHA RODOVIÁRIA
ESTADUAL DE SANTA CATARINA**

CLARISSA BEATRIZ SANDOVAL BORGES

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

Prof. Dr. Glicério Trichês - Orientador

Prof. Jucilei Cordini - Coordenador do Curso

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Antônio Fortunato Marcon - UFSC

Prof. Dr. Leto Momm - UFSC

Dr. Nilton Valle - DER/SC

Dedico esse trabalho aos meus pais
Teresa Rosali e Antônio Carlos
e às minhas irmãs
Ana Cristina e Martha Luiza

Agradecimentos

Ao Departamento de Estradas e Rodagem de Santa Catarina - DER/SC pelos levantamentos de campo realizados e aos resultados fornecidos sem os quais não teria sido possível o desenvolvimento desse trabalho.

À empresa Prosul pelo patrocínio da impressão do trabalho. Em especial, ao colega Sandro pela paciência, bom humor e empréstimo de seus conhecimentos na confecção dos mapas.

Ao Dr. Leto Momm e Dr. Nilton Vale pela honra em tê-los como examinadores.

Ao professor Antonio Fortunato Marcon pelas críticas construtivas e pelo apoio e estímulo constantes.

Ao professor Glicério Trichês pelo impulso inicial que me trouxe para a área da engenharia rodoviária e pela dedicação na orientação deste trabalho.

Aos meus pais por me proporcionarem condições, suporte e incentivo para a construção da minha vida acadêmica, por serem meus companheiros nas viagens aos trechos e, ainda, por colaborarem na seleção dos segmentos amostrais.

À minha família e aos amigos pela força, incentivo e paciência.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE SÍMBOLOS	xiii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. AVALIAÇÃO DE PAVIMENTOS.....	3
2.1.1 <i>Avaliação Funcional do Pavimento</i>	3
2.1.2 <i>Avaliação Estrutural do Pavimento</i>	4
2.2. EQUIPAMENTOS PARA MEDIDA DAS DEFLEXÕES	10
2.2.1 <i>Ensaio de Placa</i>	12
2.2.2 <i>La Croix Deflectograph</i>	13
2.2.3 <i>California Travelling Deflectometer</i>	13
2.2.4 <i>Deflectógrafo Digital Solotest</i>	14
2.2.5 <i>Dynaflect</i>	14
2.2.6 <i>Road Rater</i>	15
2.2.7 <i>WES 16-kip Vibrator</i>	16
2.2.8 <i>Viga Benkelman</i>	17
2.2.9 <i>Falling Weight Deflectometer</i>	21
2.3. FATORES QUE INFLUENCIAM NOS VALORES DE DEFLEXÃO.....	27
2.4. CORRELAÇÕES ENTRE DEFLEXÕES MEDIDAS POR DIFERENTES EQUIPAMENTOS	30
2.5. SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS	38
2.5.1 <i>Sistema de Gerência de Pavimentos do DER/SC</i>	38
3. SELEÇÃO DOS SEGMENTOS AMOSTRAIS E LEVANTAMENTO DE CAMPO	41
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	65
4.1. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS	65
4.2. ANÁLISE DE REGRESSÃO FWD X VIGA.....	66
4.3. CORRELAÇÕES OBTIDAS	70
4.3.1 <i>Entre as deflexões de cada segmento homogêneo</i>	70
4.3.2 <i>Entre as deflexões de todos os segmentos</i>	87
4.3.3 <i>Entre as deflexões obtidas em cada tipo de estrutura</i>	89

4.3.4	<i>Entre as deflexões obtidas para revestimento com camada de 5,0cm e 10,0cm de espessura</i>	95
4.3.5	<i>Entre as deflexões características de cada segmento homogêneo</i>	99
4.3.6	<i>Entre as deflexões médias de cada segmento homogêneo</i>	100
4.4.	RESUMO DAS CORRELAÇÕES OBTIDAS	102
4.5.	COMPARAÇÃO ENTRE AS CORRELAÇÕES OBTIDAS E AQUELAS EXISTENTES NA LITERATURA PESQUISADA.....	106
4.6.	INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DA DEFLEXÃO OBTIDA COM O FWD E AQUELA OBTIDA PELA CORRELAÇÃO NO DIMENSIONAMENTO DA ESPESSURA DE REFORÇO DO PAVIMENTO.....	111
4.6.1	<i>Metodologia DNER-PRO 11/79</i>	111
4.6.2	<i>Metodologia DNER-PRO 269/94</i>	112
5.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	115
5.1.	CONCLUSÕES.....	115
5.2.	RECOMENDAÇÕES	118
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
	BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS	123
	ANEXOS	128
A-1	Resultados dos Levantamentos Deflectométricos - Viga Benkelman	129
A-2	Resultados dos Levantamentos Deflectométricos - FWD	182
A-3	Correção da Deflexão em Função da Temperatura	169

LISTA DE QUADROS

QUADRO 2.1 -Estrutura dos segmentos avaliados por Pinto (1991)	11
QUADRO 3.1 -... Divisão dos segmentos em termos de região geológica e nível deflectométrico	46
QUADRO 3.2 -Tipos de camadas asfálticas existentes	46
QUADRO 3.3 -Tipos de estruturas com uma camada de revestimento em CAUQ	47
QUADRO 3.4 -Tipos de estruturas com duas camadas de revestimento em CAUQ	47
QUADRO 3.5 -Tipos de estruturas selecionadas	48
QUADRO 3.6 -Segmentos amostrais analisados (localização, nível deflectométrico, tipo de estrutura)	50
QUADRO 3.7 -Segmentos amostrais analisados (dados sobre tráfego e idade).....	52
QUADRO 3.8 -Segmentos amostrais analisados (tipo e espessuras das camadas do pavimento).....	54
QUADRO 4.1 -Resultados estatísticos das deflexões obtidas com viga Benkelman e FWD.....	67
QUADRO 4.2 -Análise estatística das deflexões obtidas com viga Benkelman e com FWD.....	69
QUADRO 4.3 -Resultados da regressão linear para os 56 segmentos amostrais.....	70
QUADRO 4.4 -Resultados da regressão linear tipo $D_{VB} = \alpha D_{FWD}$	85
QUADRO 4.5 -Análise estatística de todos os valores das deflexões (D0)	87
QUADRO 4.6 -Análise estatística - deflexões viga Benkelman em cada tipo de estrutura	89
QUADRO 4.7 -Análise estatística - deflexões FWD em cada tipo de estrutura	89
QUADRO 4.8 -Resultados da regressão linear	90
QUADRO 4.9 -Resultados estatísticos das deflexões para as estruturas com 5,0cm e 10cm de espessura de camada asfáltica.....	96
QUADRO 4.10 -Resultados estatísticos das deflexões médias dos segmentos.....	101
QUADRO 4.11 -Resumo dos modelos de correlação obtidos	103
QUADRO 4.12 -Correlações existentes na literatura (tipo $D_{VB} = a D_{FWD} + b$).....	106
QUADRO 4.13 -Correlações existentes na literatura (tipo $D_{FWD} = a D_{VB} + b$).....	106
QUADRO 4.14 -Correlações existentes na literatura do tipo $D_{VB} = \alpha D_{FWD}$	107
QUADRO 4.15 -Valores deflectométricos obtidos em campo e por correlação	111

QUADRO 4.16 -Espessuras de reforço (DNER 11/79) com dados de campo.....	112
QUADRO 4.17 -Espessuras de reforço (DNER 11/79) com deflexões obtidas de correlações FWD x VIGA.....	112
QUADRO 4.18 -Espessuras de reforço (DNER 269/94) com dados de campo.....	113
QUADRO 4.19 -Espessuras de reforço (DNER 269/94) com deflexões obtidas de correlações FWD x VIGA.....	113
QUADRO 5.1-Correlações entre FWD e Viga para pavimentos catarinenses.....	116
QUADRO 5.2-Correlações entre FWD e Viga.....	117

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 -Esquema de ensaio de placa (Albernaz, 1997).....	13
FIGURA 2.2 -Deflectógrafo Digital Solotest.....	14
FIGURA 2.3 - Ilustração do Dynaflect.....	15
FIGURA 2.4 -Ilustração Road Rater.....	16
FIGURA 2.5 -Ilustração do WES 16-kip vibrador.....	17
FIGURA 2.6 -Esquema ilustrativo da viga Benkelman.....	18
FIGURA 2.7 -Pontos de avaliação da viga Benkelman.....	19
FIGURA 2.8 -Pontos de avaliação do FWD.....	25
FIGURA 2.9 -Correlação entre Viga Benkelman e FWD - Rocha Filho (1996).....	35
FIGURA 3.1 -Mapa de Santa Catarina com as divisões geológicas.....	45
FIGURA 3.2 -Mapa de Santa Catarina com a localização dos segmentos amostrais.....	56
FIGURA 3.3 -Marcação feita na pista com spray para orientação da equipe responsável pelo FWD referente à primeira estação de leitura do segmento S-01.....	59
FIGURA 3.4 -Segmento S-09 selecionado em campo possuindo características tais que minimizassem interferências que pudessem vir a prejudicar a análise dos resultados em escritório.....	60
FIGURA 3.5 -Equipamento KUAB FWD de origem sueca utilizado no levantamento deflectométrico pelo DER/SC em 2001. O aparelho é montado em uma carreta rebocada por um veículo.....	60
FIGURA 3.6 -Conjunto de massas que a partir de uma altura pré-fixada cai sobre um sistema de amortecedores de borracha que transmite a força aplicada a uma placa circular apoiada no pavimento. Na placa existe uma célula de carga que mede a carga do impacto proveniente da queda do conjunto de massas.....	61
FIGURA 3.7 -Os deslocamentos recuperáveis gerados na superfície do pavimento - bacia de deflexões - são medidos por sismômetros instalados na placa e ao longo da barra metálica...61	61
FIGURA 3.8 -O responsável pelo levantamento com FWD marca com spray na pista cada estação onde foram realizadas as leituras.....	62
FIGURA 3.9 -Abaixamento da placa de carga e da barra com os sete sismômetros, elevação dos pesos para altura de queda pré-determinada, liberação dos pesos para a queda, suspensão hidráulica da placa e da barra e emissão de um sinal sonoro indicando que o veículo pode ser deslocado para próxima estação.....	62
FIGURA 3.10 -A medidas de temperatura do ar e do revestimento foram realizadas na primeira e na última estação de ensaio de cada segmento homogêneo.....	63

FIGURA 3.11 -O levantamento com a viga Benkelman foi realizado de acordo com o procedimento DNER-PRO-024/94.....	63
FIGURA 3.12 -A ponta da viga foi posicionada entre as rodas do caminhão na trilha de roda externa e na direção da marca de spray referente ao local onde o FWD fez a leitura.....	64
FIGURA 3.13 -Operador da viga Benkelman realizando a leitura no extensômetro.....	64
FIGURA 4.1 - Segmento S-01-II	72
FIGURA 4.2 - Segmento S-02-II	72
FIGURA 4.3 - Segmento S-03-VIII.....	72
FIGURA 4.4 - Segmento S-04-VIII.....	72
FIGURA 4.5 - Segmento S-05-I	73
FIGURA 4.6 - Segmento S-06-I	73
FIGURA 4.7 - Segmento S-07-I	73
FIGURA 4.8 - Segmento S-08-II	73
FIGURA 4.9 - Segmento S-09-II	74
FIGURA 4.10 - Segmento S-10-VI.....	74
FIGURA 4.11 - Segmento S-11-VI.....	74
FIGURA 4.12 - Segmento S-12-I.....	74
FIGURA 4.13 - Segmento S-13-II	75
FIGURA 4.14 - Segmento S-14-II.....	75
FIGURA 4.15 - Segmento S-15-VI.....	75
FIGURA 4.16 - Segmento S-16-I.....	75
FIGURA 4.17 - Segmento S-17-I.....	76
FIGURA 4.18 - Segmento S-18-V.....	76
FIGURA 4.19 - Segmento S-19-I.....	76
FIGURA 4.20 - Segmento S-20-VI.....	76
FIGURA 4.21 - Segmento S-21-V.....	77
FIGURA 4.22 - Segmento S-22-V.....	77
FIGURA 4.23 - Segmento S-23-I.....	77
FIGURA 4.24 - Segmento S-24-III.....	77
FIGURA 4.25 - Segmento S-25-VII.....	78
FIGURA 4.26 - Segmento S-26-VII.....	78
FIGURA 4.27 - Segmento S-27-III.....	78
FIGURA 4.28 - Segmento S-28-I.....	78
FIGURA 4.29 - Segmento S-29-I.....	79
FIGURA 4.30 - Segmento S-30-V.....	79
FIGURA 4.31 - Segmento S-31-I.....	79

FIGURA 4.32 - Segmento S-32-I.....	79
FIGURA 4.33 - Segmento S-33-I.....	80
FIGURA 4.34 - Segmento S-34-III.....	80
FIGURA 4.35 - Segmento S-35-III.....	80
FIGURA 4.36 - Segmento S-36-III.....	80
FIGURA 4.37 - Segmento S-37-I.....	81
FIGURA 4.38 - Segmento S-38-I.....	81
FIGURA 4.39 - Segmento S-39-I.....	81
FIGURA 4.40 - Segmento S-40-IV.....	81
FIGURA 4.41 - Segmento S-41-IV.....	82
FIGURA 4.42 - Segmento S-42-III.....	82
FIGURA 4.43 - Segmento S-43-VII.....	82
FIGURA 4.44 - Segmento S-44-VII.....	82
FIGURA 4.45 - Segmento S-45-VI.....	83
FIGURA 4.46 - Segmento S-46-VI.....	83
FIGURA 4.47 - Segmento S-47-III.....	83
FIGURA 4.48 - Segmento S-48-I.....	83
FIGURA 4.49 - Segmento S-49-VIII.....	84
FIGURA 4.50 - Segmento S-50-VII.....	84
FIGURA 4.51 - Segmento S-51-VI.....	84
FIGURA 4.52 - Segmento S-52-VIII.....	84
FIGURA 4.53 - Segmento S-53-IV.....	85
FIGURA 4.54 - Segmento S-54-IV.....	85
FIGURA 4.55 - Segmento S-55-IV.....	85
FIGURA 4.56 - Segmento S-56-III.....	85
FIGURA 4.57 - Correlação com todos os valores (D0).....	88
FIGURA 4.58 - Correlação FWD x VIGA - Estrutura I.....	90
FIGURA 4.59 - Correlação FWD x VIGA - Estrutura II.....	91
FIGURA 4.60 - Correlação FWD x VIGA - Estrutura III.....	91
FIGURA 4.61 - Correlação FWD x VIGA - Estrutura IV.....	91
FIGURA 4.62 - Correlação FWD x VIGA - Estrutura V.....	92
FIGURA 4.63 - Correlação FWD x VIGA - Estrutura VI.....	92
FIGURA 4.64 - Correlação FWD x VIGA - Estrutura VII.....	92
FIGURA 4.65 - Correlação FWD x VIGA - Estrutura VIII.....	93
FIGURA 4.66 - Representação gráfica das correlações obtidas para os diferentes tipos de estrutura do pavimento - correlação $D_{VB} = a D_{FWD} + b$	94

FIGURA 4.67 - Representação gráfica das correlações obtidas para os diferentes tipos de estrutura do pavimento - correlação $D_{VB} = \alpha D_{FWD}$	95
FIGURA 4.68 - Correlação com todos os valores (D0) para estruturas com 5,0cm de espessura de revestimento	96
FIGURA 4.69 - Correlação com todos os valores (D0) para estruturas com 10,0cm de espessura de revestimento	97
FIGURA 4.70 - Correlação linear entre D_{FWD} x D_{VB} para diferentes espessuras de revestimento	98
FIGURA 4.71 - Correlação FWD x Viga (deflexão característica dos segmentos)	99
FIGURA 4.72 - Modelos de regressão a partir das deflexões características	100
FIGURA 4.73 - Correlação FWD x Viga (deflexão média dos segmentos)	101
FIGURA 4.74 - Modelos de regressão a partir das deflexões médias.....	102
FIGURA 4.75 - Correlações obtidas do tipo linear	104
FIGURA 4.76 - Correlações obtidas do tipo linear sem o intercepto	105
FIGURA 4.77 - Correlações obtidas neste trabalho e nas literaturas pesquisadas tipo $D_{VB} = a D_{FWD} + b$	108
FIGURA 4.78 - Correlações obtidas neste trabalho e nas literaturas pesquisada tipo $D_{FWD} = a D_{VB} + b$	109
FIGURA 4.79 - Correlações obtidas neste trabalho e nas literaturas pesquisada tipo $D_{VB} = \alpha D_{FWD}$	110

LISTA DE SÍMBOLOS E SIGLAS

- BG - brita graduada
- CAUQ - concreto asfáltico usinado a quente
- CV - coeficiente de variação (%)
- D_{CFWD} - deflexão característica obtida através do emprego do FWD ($\times 10^{-2}$ mm), resultado da soma da deflexão média mais o desvio padrão
- D_{CVB} - deflexão característica obtida através do emprego da viga Benkelman ($\times 10^{-2}$ mm)), resultado da soma da deflexão média mais o desvio padrão
- DER/SC - Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Santa Catarina
- D_{FWD} - deflexão obtida através do emprego do FWD ($\times 10^{-2}$ mm)
- DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
- D_{VB} - deflexão obtida através do emprego da viga Benkelman ($\times 10^{-2}$ mm)
- FWD - Falling Weight Deflectometer
- HDM -
- HR - espessura da camada de reforço em concreto asfáltico (cm)
- MS - macadame seco
- PMF - pré-misturado a frio
- PMQ - pré-misturado usinado a quente
- R^2 - coeficiente de determinação
- S-01 a S-56 - segmentos amostrais de 1 Km objetos de estudo desta dissertação
- SAI - saibro
- SB - seixo bruto
- SBR - seixo britado
- SC - seixo classificado
- SE - solo estabilizado
- SGP - Sistema de Gerência de Pavimentos
- SPB - seixo parcialmente britado
- VB - Viga Benkelman

RESUMO

Apresentam-se os resultados de um estudo envolvendo o levantamento deflectométrico por meio dos dois equipamentos usualmente empregados no Brasil para este fim: a viga Benkelman e o Falling Weight Deflectometer (FWD). Os levantamentos foram realizados em segmentos selecionados pertencentes à malha rodoviária estadual pavimentada de Santa Catarina e fazem parte da campanha de avaliação das condições dos pavimentos realizada pelo Departamento de Estradas e Rodagem do Estado de Santa Catarina no primeiro semestre do ano de 2001 para o Sistema de Gerência de Pavimento.

Descreve-se a metodologia utilizada para seleção e marcação dos segmentos amostrais representativos dos pavimentos rodoviários catarinenses e como foram realizados os levantamentos.

Através de análise de regressão, avalia-se se há correlação entre os valores obtidos por estes equipamentos e se elas são dependentes do tipo de estrutura do pavimento, tipos de materiais e espessuras das camadas granulares e betuminosas, da presença ou não de camada de reforço em concreto asfáltico e do grau de deflexão atual do pavimento.

Apresentam-se correlações entre as medidas de deflexão obtidas com estes dois equipamentos para rodovias catarinenses, permitindo assim, que se possa obter a deflexão que seria medida com a viga a partir de medidas efetuadas com o FWD, validando desta forma, o emprego das deflexões obtidas com o FWD nos métodos atuais de projeto de restauração de pavimentos flexíveis, no Sistema de Gerência de Pavimentos do DER/SC e no modelo HDM adotado pelo Banco Mundial. Permitem, também, que se aproveite o enorme banco de dados criado nas últimas décadas com a viga Benkelman para o desenvolvimento de novas metodologias sobre a avaliação do desempenho de pavimentos e cálculo de espessuras de reforço com o emprego do Falling Weight Deflectometer.

Ao final, faz-se uma análise da influência da utilização da deflexão obtida com o FWD e aquela obtida pela correlação sugerida, no dimensionamento da espessura de reforço do pavimento com a utilização dos métodos normatizados de projetos de restauração de pavimentos flexíveis.

ABSTRACT

This work presents the results of a study about deflection measurements through two equipments used in Brazil: the Benkelman Beam and the Falling Weight Deflectometer (FWD). The measurements were made at test section in the Brazilian Highways located in the State of Santa Catarina, by DER/SC in the first semester of 2001.

The method employed for the selection of test section, their demarcation and the measurement procediment are described.

The FWD and Benkelman Beam deflections measured are compared to determined if a good correlation are determinate, including an examination of possible factors that could affect the results: the type of pavement, the building material, the thickness of granular and bituminous layers, presence of overlay thickness and actual deflection level.

Results from FWD and Benkelman Beam correlation studies, accomplished in the Santa Catarina highways, are showed. These correlations validate the use of FWD deflection data in the actual design thickness methods of flexible pavements, in the pavement management system of DER/SC and the World Bank's adopted HDM Model. The correlations permit the use of the big data bank formed of late decades with the Benkelman Beam for development new methodology about pavement performance analyses and overlay design of flexible pavements with the FWD.

The influence in application of the FWD deflections and those obtained by correlation in the overlay design of pavements are analyzed.

1. INTRODUÇÃO

A medida de deflexão reversível obtida com a viga Benkelman é a ferramenta mais utilizada no meio rodoviário para projetos de reforço de pavimentos, tanto para a identificação das deficiências da estrutura como para a definição das espessuras de camadas de reforço. No Brasil, as metodologias oficiais destinadas ao cálculo de reforço do pavimento foram desenvolvidas para valores de deflexão obtidos com a viga Benkelman. É empregada, também, para retroalimentação do Sistema de Gerência de Pavimentos de órgãos que utilizam as deflexões Benkelman como parâmetro de projeto e estudos, servindo como base de programação da conservação das rodovias, indicando os trechos que deveriam merecer maior concentração de esforços. O Sistema de Gerência de Pavimentos do DER/SC (SGP-DER/SC), criado em setembro de 1994, tem como uma das formas de avaliação do desempenho das rodovias a monitoração da deflexão. Um dos objetivos do levantamento deflectométrico do pavimento, para o SGP, é a elaboração de modelos de previsão de desempenho a partir de um conjunto de dados de deflexão. O banco de dados do SGP-DER/SC apresenta resultados de levantamentos realizados com a viga Benkelman no ano de 1990, e com o FWD nos anos de 1995 e 2001. O modelo HDM, desenvolvido pelo Banco Mundial, também tem como base de entrada para a determinação dos modelos de deterioração, as deflexões obtidas pela viga Benkelman.

Com o uso cada vez mais intenso do equipamento Falling Weight Deflectometer - FWD, devido a uma série de vantagens em relação a viga, existe a expectativa de poder converter as deflexões obtidas pelo FWD em deflexões equivalentes da viga Benkelman. Como nas últimas quatro décadas, a viga tem sido o equipamento mais utilizado, criou-se um enorme banco de dados e é bastante interessante que se reaproveite estes dados disponíveis na aplicação de novas metodologias que surgem com o emprego do FWD.

Através da literatura especializada neste assunto, pode-se concluir que não existe uma correlação única para conseguir a conversão destes valores. Esta correlação é excessivamente dependente da estrutura ensaiada, das condições climáticas, do modo de carregamento e da metodologia de ensaio empregada. Desta forma, as correlações sugeridas por autores nacionais e estrangeiros podem não ser válidas para as rodovias catarinenses, visto que não foram realizados ainda estudos específicos para estes pavimentos.

Em vista destes aspectos, desenvolveu-se este estudo a partir da seleção de segmentos característicos das rodovias catarinenses, em função do tipo de material empregado nas camadas do pavimento e no subleito, espessuras das camadas constituintes, região geológica a que pertence e outros fatores relevantes. Nestes segmentos, foram realizados, pelo Departamento de Rodagem do Estado de Santa Catarina - DER/SC no primeiro semestre de 2001, levantamentos das deflexões com a viga Benkelman nas mesmas estações de ensaio do levantamento com o FWD.

A proposta deste trabalho de dissertação é analisar as deflexões resultantes deste levantamento deflectométrico, estudar a possibilidade de existência de uma correlação confiável entre os resultados obtidos por estes dois equipamentos através de modelos de regressão e indicar o melhor tipo de equação para o estabelecimento desta correlação.

Para a apresentação dos resultados obtidos, a dissertação foi organizada da forma como segue:

No Capítulo 2 apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre a avaliação funcional e estrutural do pavimento, os equipamentos existentes para medida das deflexões de campo, os fatores que influenciam nos valores de deflexão e as correlações encontradas na literatura pesquisada.

O Capítulo 3 relata o procedimento de seleção dos segmentos amostrais da malha rodoviária catarinense onde se procedeu o levantamento das deflexões com os dois equipamentos e descreve como foi realizado o levantamento deflectométrico no campo.

No Capítulo 4 são apresentados os estudos realizados a partir dos dados do levantamento e os resultados obtidos, com a apresentação de modelos de correlação originados pelo estudo, a comparação destes com os modelos existentes na literatura pesquisada e a influência da utilização da correlação VB/FWD nos projetos de dimensionamento de espessuras de reforço em estruturas de pavimento.

O Capítulo 5 é destinado às conclusões e recomendações de novos estudos.

O trabalho compõem-se, ainda, da seção de Referências Bibliográficas e Bibliografias Consultadas e de Anexos, contendo as planilhas com os resultados dos levantamentos de campo e um estudo da influência da temperatura do revestimento no momento do levantamento no resultados da deflexão.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Avaliação de Pavimentos

Um pavimento em serviço é avaliado com a finalidade de fornecer subsídios necessários para que se possa programar ou prever sua manutenção e conservação e fornecer dados aos projetos de reforço ou recapeamento. Em se tratando de restauração, o projeto se desenvolve em duas etapas: a) a identificação das patologias das rodovias e as deficiências da estrutura; e b) a solução de restauração, de tal forma que as deficiências da estrutura possam ser restabelecidas, no mínimo durante o período de projeto. Para tanto, uma avaliação prévia do estado em que se encontra a estrutura analisada frente à ação do tráfego, dos fatores climáticos e do meio ambiente é realizada. Esta avaliação consiste na análise de suas condições quanto ao aspecto funcional e estrutural. A condição funcional descreve a qualidade da rodovia em termos de conforto, segurança, custo ao usuário, influência do meio ambiente e aspectos estéticos, procurando-se associar a natureza dos defeitos às causas determinantes. A condição estrutural está relacionada à capacidade de suporte do pavimento, abrangendo as características de resistência e deformabilidade das camadas do pavimento e do subleito sob a ação das cargas atuantes.

2.1.1 Avaliação Funcional do Pavimento

Na avaliação funcional a superfície do pavimento é analisada em termos de conforto e segurança oferecidos pelo pavimento ao usuário.

Segundo Gontigo et al (1994), as características funcionais compreendem as características de degradação superficial (trincas, panelas, exudações, desgastes, etc.) e de deformação de perfil (deformações permanentes - irregularidades transversais e longitudinais) do pavimento existente. A partir desta análise que se deve definir a natureza e o tipo das operações corretivas necessárias.

Através de procedimentos padronizados de medidas e de observações, descreve-se quantitativa e qualitativamente a condição funcional do pavimento.

Os dados da condição superficial do pavimento constituem um papel importante para a avaliação da serventia do pavimento e para os programas de reabilitação de pavimentos.

2.1.2 Avaliação Estrutural do Pavimento

A avaliação estrutural verifica a capacidade de carga do pavimento, compreendendo o estudo das características de resistência e de deformabilidade de suas camadas. Dados referentes a adequabilidade estrutural do pavimento são essenciais para determinar o diagnóstico da qualidade global do pavimento.

Segundo Gontigo (1994), este tipo de avaliação " permite detectar as causas mais prováveis das manifestações de ruína do pavimento, e conseqüentemente, definir a magnitude das operações necessárias à sua restauração".

Os pavimentos em serviço sofrem deformações causadas pela ação das cargas transmitidas pelas rodas dos veículos. Os principais tipos de deformações a que estão sujeitos os pavimentos são as deformações permanentes e as reversíveis.

As deformações permanentes ou irreversíveis podem ocorrer por:

- a) consolidação da camada do pavimento ou do subleito devido a deficiências construtivas (má compactação das camadas, falta de drenagem profunda) ou provocada pelo tráfego após a construção do pavimento, produzindo sulcos nas trilhas de roda dos veículos;
- b) deficiência estrutural devido a falha no dimensionamento da estrutura do pavimento;
- c) escoamento plástico do revestimento betuminoso devido ao excesso de ligante na mistura ou à aplicação de cargas além da capacidade da estrutura quando uma das camadas se rompe por cisalhamento;
- d) mudança de volume dos materiais expansivos constituintes do subleito, devido à variação de umidade ocasionando decréscimo da capacidade de suporte do subleito; e,
- e) seu rompimento por não resistir às tensões de cisalhamento.

As deformações reversíveis, ou transitórias, correspondem às deformações elásticas ou visco-elásticas da estrutura. São deslocamentos verticais que surgem na superfície, ou no interior da estrutura do pavimento, e desaparecem ao ser retirada a carga que os produziu. Enquanto que as deformações visco-elásticas se recuperam de forma completa, somente após um certo intervalo de tempo, as deformações elásticas se recuperam de modo imediato.

A deflexão do pavimento, da forma como é medida, é o resultado de uma parcela de deformação elástica e uma parcela visco-elástica. A parcela visco-elástica pode ser considerada muito pequena devido ao curto espaço de tempo de aplicação da carga e de espera com o equipamento no local do levantamento, não havendo tempo para a recuperação total da estrutura. Desta forma, pode-se dizer que a deflexão do pavimento faz parte do grupo das deformações elásticas. A deflexão no pavimento é a deformação vertical ocorrida no pavimento pela passagem das rodas dos veículos. Essa deformação provoca o "arqueamento" das camadas do pavimento e sua repetição é responsável pelo fenômeno de fadiga das camadas betuminosas e cimentadas.

Os métodos clássicos de dimensionamento de pavimentos novos, como por exemplo o método do CBR, projetam estruturas com a preocupação da busca de maior segurança contra a ruptura plástica ou deformação excessiva do subleito. Levam em conta o efeito da expansão do solo através de ensaios após absorção de água, o grau de compactação exigido na construção garante a redução da consolidação devido ao tráfego desde que o lençol freático esteja a mais de 1,5 metros da camada final de terraplenagem. Estes métodos de dimensionamento foram desenvolvidos de maneira empírica com base em estudos de laboratório e em pistas experimentais. Baseiam-se no critério da resistência (deformações permanentes). Neles, a influência da deformação elástica não é levada em consideração no comportamento estrutural do pavimento.

Por volta dos anos 70, o desenvolvimento de programas computacionais, de equipamentos para determinação em laboratório dos módulos resilientes dos materiais e das leis de fadiga das misturas betuminosas possibilitaram que metodologias, baseadas na Teoria da Elasticidade, tivessem um grande avanço e hoje são aplicadas correntemente em todo o mundo, simultaneamente com as metodologias tradicionais empíricas. Estes métodos, ditos mecanísticos, permitem que se faça uma análise da deformabilidade do pavimento. Através destes programas pode-se calcular as tensões, deformações e deslocamentos a que está submetida a estrutura do pavimento quando solicitada por carregamentos simulados.

No emprego destas metodologias, as principais características dos materiais consideradas são o coeficiente de Poisson e o módulo de deformabilidade ou de rigidez do material. O coeficiente de Poisson estabelece a relação entre as deformações específicas radial (horizontal) e axial (vertical) dos materiais. Seu valor, geralmente é obtido através de literatura técnica. O módulo de resiliência define a relação entre a tensão desvio aplicada e a deformação recuperável do material.

O termo resiliência, segundo Medina (1997), deve-se a Francis Hveem, em 1951, que o empregou com o intuito de diferenciar as deformações ocorridas nos pavimentos, que são muito maiores do que nos outros sólidos elásticos (concreto, aço). Hveem chamou de deformação resiliente, a deformação elástica das camadas subjacentes ao revestimento asfáltico trincado, entendendo ser esta deformação a causa do trincamento progressivo dos revestimentos asfálticos.

A deformação elástica ou resiliente das camadas do pavimento e do subleito condiciona a vida de fadiga das camadas superficiais mais rijas, as quais estão sujeitas a flexões sucessivas.

A avaliação estrutural do pavimento pode ser feita de forma destrutiva ou não destrutiva.

2.1.2.1 Método Destrutivo

Conforme Marcon (1996), o método é chamado destrutivo porque invalida, para futuros testes, as áreas do pavimento onde foram feitas as remoções.

Vários estados de tensão são aplicados, reproduzindo as condições de solicitação nos pavimentos. Este método consiste na retirada de amostras do pavimento e posterior realização de ensaios em laboratório para a determinação do módulo resiliente do material de cada camada que compõe a estrutura. O peso específico e a umidade são definidos "in situ", no momento da retirada das amostras para que em laboratório sejam moldados os corpos de prova nestas condições.

Por definição, o módulo resiliente de solos e materiais granulares é obtido com a seguinte equação:

$$MR = \frac{\sigma_d}{\epsilon_r} \text{ (equação 2.1)}$$

onde: - MR = módulo resiliente;

- σ_d = tensão desvio repetida ou tensão vertical aplicada repetidamente; e,

- ϵ_r = deformação axial recuperável, ou resiliente, correspondente a um certo número de aplicações de σ_d .

O valor da tensão repetida é bem inferior ao da tensão de ruptura do material. Na teoria elástica clássica, o módulo de elasticidade (E) de um sólido elástico ideal é definido como a

constante de proporcionalidade entre a tensão aplicada (σ) e a deformação específica axial resultante (ϵ). Nota-se que, neste caso, não se utiliza tensões repetidas.

Os módulos resilientes de solos e materiais granulares são obtidos através dos ensaios triaxiais dinâmicos (ensaios de compressão triaxial de cargas repetidas) em amostras cilíndricas de vários diâmetros e alturas proporcionais com razão maior ou igual a dois.

Nestes ensaios, o corpo de prova é submetido a uma tensão de compressão (σ_1) e uma tensão de confinamento (σ_3). Ao submeter-se a amostra a sucessivos carregamentos e descarregamentos, mede-se as deformações recuperáveis (ϵ_r). Com este valor e o da tensão desvio (σ_d), obtém-se o módulo de resiliência (MR) que traduz a capacidade do solo de retornar a sua situação original após ser submetido a um carregamento.

O valor modular dos solos depende de sua natureza (constituição mineralógica, textura, plasticidade da fração fina), umidade, densidade e estado de tensões aplicados.

Comumente, os módulos resilientes de misturas asfálticas ou cimentadas podem ser determinados em ensaios de compressão diametral dinâmico, ou de tração indireta, em condições controladas de temperatura (misturas asfálticas) e de umidade (misturas cimentadas). Os corpos-de-prova são cilíndricos moldados em laboratório ou extraídos diretamente da pista com sonda rotativa. Pode ser empregado, também, o ensaio de flexão dinâmico, que consiste em submeter uma vigota de mistura asfáltica ou cimentada biapojada a um carregamento cíclico.

Os valores dos módulos de resiliência obtidos nos ensaios de laboratório constituem uma contribuição importante para o balizamento dos programas de retroanálise utilizados com os ensaios não destrutivos de pavimentos.

2.1.2.2 Método Não-destrutivo

O método não-destrutivo para avaliação estrutural do pavimento é realizado através do levantamento deflectométrico da estrutura com o emprego de equipamentos que reproduzem, com boa aproximação, a carga no pavimento devido a ação do tráfego atuante. Este procedimento faz parte da metodologia de projetos de reforço de várias organizações mundiais. No Brasil, as metodologias do DNER-PRO-10, DNER-PRO-11, DNER-PRO-269 adotam este procedimento.

O Manual DNER (1998), descreve que os ensaios não-destrutivos podem ser utilizados para:

- Auxiliar no projeto de reforço estrutural;
- Distinguir os diferentes segmentos, para efeito de projeto, em função dos valores de deflexão encontrados;
- Determinar causas dos defeitos e apontar locais com falta de suporte;
- Diferenciar os períodos críticos de deterioração do pavimento, em função das variações sazonais nas deflexões;
- Indicar a capacidade das estruturas em suportar o tráfego atual e futuro; e,
- Avaliação dos módulos de resiliência por retroanálise.

O mais antigo registro de deflexões de pavimento deve-se a Francis Hveem em 1955 (Medina, 1997). Por volta de 1938, um total de 400 sensores eletromagnéticos foram instalados em rodovias da Califórnia e a campanha de medições realizada em 1951. Estes sensores, ou estabilômetros de Hveem, determinavam a resistência à deformação plástica das misturas asfálticas e a resistência do solo do subleito numa solicitação triaxial. Foram estabelecidos valores máximos admissíveis de deflexão para o tráfego solicitante e para os diferentes pavimentos observados. Na primeira tentativa de medição da resiliência, em laboratório, procurou-se medir as variações volumétricas dos corpos de prova do estabilômetro sob cargas cíclicas.

A interpretação correta dos levantamentos deflectométricos permite obter a informação da capacidade das camadas do pavimento em resistir aos efeitos deteriorantes produzidos pela repetição das cargas do tráfego. Os parâmetros deflectométricos empregados na avaliação estrutural são: deflexão máxima, raio de curvatura e módulos de resiliência obtidos por retroanálise.

A deflexão reversível é, de maneira genérica, o dado mais utilizado no meio rodoviário para avaliação estrutural de pavimentos, podendo ser definida como a deformação vertical recuperável da superfície de um pavimento quando submetida à ação de uma carga. Ela representa a resposta das camadas estruturais e do subleito à aplicação do carregamento e, geralmente, seu valor diminui com a profundidade e com o distanciamento do ponto de aplicação da carga. Porém, é dependente da rigidez das camadas, expressa pelos valores dos módulos de resiliência.

Em muitos casos, somente a deflexão máxima não é suficiente para explicar sozinha o comportamento estrutural e o processo de distribuição de cargas no interior do pavimento. A incorporação de leituras adicionais, permite o cálculo do raio de curvatura da deformada de superfície e o delineamento da linha elástica das deformações verticais reversíveis, isto é, a deformada do pavimento quando solicitado por uma carga.

A forma assumida pela deformada ou bacia de deformação indica a capacidade de cada camada do pavimento em distribuir as cargas para as camadas subjacentes do pavimento. O raio de curvatura é obtido a partir desta linha de deformada, sendo um processo simples pelo fato de não se tornar necessária a determinação de toda a linha elástica, e sim apenas as medidas de deformações originadas no ponto de aplicação da carga (D_0) e distante 25cm do mesmo (D_{25}).

Conforme recomendação do DNER, a bacia de deformação tem a forma aproximada a uma parábola do 2º grau até uma distância de 25cm do ponto de aplicação da carga. Portanto, de acordo com o critério de aproximação parabólica, o valor do raio pode ser definido através da seguinte expressão:

$$R = \frac{3125}{(D_0 - D_{25})} \text{ (equação 2.2)}$$

onde: - R = raio de curvatura da bacia de deformação, em m;

- D_0 = deflexão recuperável no ponto de aplicação da carga, em 10^{-2} mm; e,

- D_{25} = deflexão recuperável a 25cm do ponto de aplicação da carga em 10^{-2} mm.

O raio de curvatura da deformada pode ser calculado em função de outras fórmulas matemáticas, tais como:

$$\text{Huang (senoidal)} R_c = \frac{10 \times L}{\pi^2 (D_0 - D_{25})} \text{ (equação 2.3)}$$

$$\text{Agnesi } R_c = \frac{5 \times L^2}{(D_0 - D_{25})(D_0 / D_{25})} \text{ (equação 2.4)}$$

$$\text{Arco circular } R_c = \frac{10 \times L^2}{8(D_0 - D_{25})} \text{ (equação 2.5)}$$

sendo, L = corda de 50cm e D_0 e D_{25} , as variáveis já definidas.

A deflexão máxima reversível e o raio de curvatura são grandezas inversamente proporcionais. Pavimentos em boa condição estrutural apresentam valores de deflexão baixos e valores de raio de curvatura elevados, revelando a capacidade de assimilar e distribuir os esforços para as camadas do pavimento.

2.1.2.3 Retroanálise

Com o desenvolvimento dos equipamentos deflectométricos e de programas computacionais foi possível, através da obtenção das bacias de deformação na superfície do pavimento, estimar os módulos resilientes por meio da retroanálise. A partir do conhecimento das espessuras das camadas, sua posição na estrutura do pavimento e da deformada de superfície para a condição de solicitação imposta, obtém-se os módulos de resiliência dos materiais na condição de campo: estado de tensão, temperatura, umidade, densidade.

As vantagens deste método, além de não haver necessidade de destruição da estrutura do pavimento, é a rapidez e a praticidade do levantamento dos dados.

A avaliação estrutural com base nas medidas de deformação vertical superficial do pavimento é função das variáveis do comportamento de cada uma das camadas do pavimento, função do método e do equipamento usado na medição, função da teoria aplicada na análise, função do tipo de pavimento em análise (Momm e Domingues, 1996).

2.2. Equipamentos para Medida das Deflexões

Os ensaios realizados com equipamentos deflectométricos apresentam uma série de aplicações. Os resultados obtidos nestes ensaios permitem a:

- Caracterização mecânica dos materiais in-situ;
- Definição da capacidade estrutural do pavimento;
- Previsão da vida do pavimento com emprego de modelos de fadiga;
- Alimentação de Sistemas de Gerência de Pavimentos;
- Controle tecnológico para liberação dos serviços de pavimentação;
- Divisão dos trechos em segmentos homogêneos;
- Detecção de vazios sob as placas de concreto em pavimentos rígidos; e,

- Determinação da eficiência de transferência de carga nas juntas de placas de concreto.

Os aparelhos especialmente preparados para medição das deflexões vem se desenvolvendo, pela necessidade de aumentar a produtividade, aumentar a acurácia, simular melhor as cargas, utilizar procedimentos mais simples de operação e interpretação dos dados, reduzir os custos dos ensaios.

Os equipamentos para medição das deformações verticais reversíveis podem ser classificados em 5 categorias (Momm e Domingues, 1996):

a) Equipamentos estáticos

Medem a deflexão do pavimento sujeito a aplicação de uma carga estática ou que se desloca a velocidade muito baixa. São exemplos: o ensaio de placa e a viga Benkelman (quase estático).

b) Equipamentos automáticos

Consiste na automatização do processo da viga Benkelman. São exemplos: defletógrafo La Croix, da França, Travelling Deflectometer, da Califórnia (defletógrafo móvel) e o Deflectógrafo Digital, da Solotest do Brasil que utilizam vigas de acionamento e registros automáticos. Deslocam-se de 0,8 a 5km/h nas medições. Fazem medidas simultâneas nas trilhas de roda interna e externa, com grande rendimento de número de pontos ensaiados. O CEBTP Curvimeter, desenvolvido na França, realiza o levantamento das deflexões com uma velocidade relativamente alta, de 18km/h.

c) Equipamento estático com carga dinâmica - carregamento dinâmico em regime permanente

Também denominados vibradores, produzem uma vibração senoidal no pavimento com um gerador dinâmico. O processo consiste na aplicação na superfície do pavimento de uma carga estática, sendo o caráter dinâmico obtido com a vibração induzida. É medida a magnitude do pico da força dinâmica. São os equipamentos comercializados com os nomes de Dynaflect produzido no Texas pela Shell em 1965, Road Rater, Cox Device, FHWA Cox Van (Thumper) e vibrador WES 16-kip, do Corpo de Engenheiros dos EUA.

d) Equipamento por impulso - carregamento dinâmico transiente

Estes equipamentos aplicam uma força transiente ao pavimento pelo impacto causado pela queda de um conjunto de massas de uma altura determinada sobre uma placa que transmite a força ao pavimento. Medem-se as deflexões máximas segundo um alinhamento que passa pelo centro da placa através de sensores (geofones ou LVDTs). São os defletômetros de impacto ou FWD (Falling Weight Deflectometer).

e) Equipamento por método de propagação de onda

Estes equipamentos medem a fase da velocidade de propagação de onda de tensões e deformações. Consistem em vibradores eletrodinâmicos ou magnético restritivo, um amplificador, um gerador de frequência (20 a 25Hz), um acelerômetro, um filtro estreito e um medidor de fase (0° a 360°). Através deles pode-se determinar os módulos complexos dinâmicos dos pavimentos.

Métodos vem sendo desenvolvidos métodos que utilizam a propagação de ondas de superfície (sondagem sísmica), as ondas de radar e a tecnologia da termografia infravermelha. Cita, também, com base em Lee et al (1988), que as dificuldades do uso de equipamentos estacionários de medidas de deflexões (viga Benkelman, defletógrafos, FWD, etc.) em rodovias com grande volume de tráfego, estão conduzindo ao desenvolvimento de equipamentos que possam medir as deflexões em alta velocidade através de tecnologia a laser (Albernaz, 1997).

A seguir é feita uma descrição do funcionamento de alguns destes equipamentos.

2.2.1 Ensaio de Placa

Também chamado de ensaio de prova de carga, o ensaio de placa é um dos primeiros, ou senão o primeiro, dos métodos para medir as deformações recuperáveis em função da variação das cargas aplicadas. Consiste, basicamente, na aplicação de cargas sucessivas sobre uma placa circular (flexível ou rígida) de raio conhecido, e na medição das respectivas deformações recuperáveis ou elásticas do pavimento. O módulo de elasticidade do material pode ser obtido através do valor da tangente à curva tensão-deformação.

O ensaio de prova de carga foi utilizado pela primeira vez na pavimentação em 1948 com o objetivo de avaliar o desempenho das pistas dos aeroportos de Sarnia e Ottawa, no Canadá. Este ensaio é bastante trabalhoso e de custo relativamente elevado, por essas razões seu emprego tem sido limitado (Santana et al, 1998).

Um estudo de correlação entre as deflexões de um pavimento medidas com a viga Benkelman e os valores de coeficientes de recalque K (módulo de reação) determinados com base em provas de carga foi aprentado. O coeficiente de recalque K é um dos parâmetros necessários para o dimensionamento de pavimentos rígidos. A comparação demonstrou que existe uma boa correlação entre as deflexões e o coeficiente K (Suzuki et al,1988).

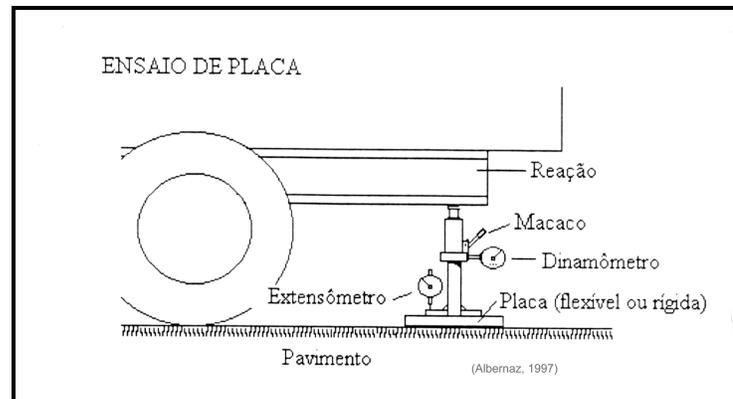


FIGURA 2.1 - Esquema de ensaio de placa (Albernaz, 1997)

2.2.2 La Croix Deflectograph

O La Croix é um equipamento semelhante a viga Benkelman, porém possui um processo automatizado de medição e registro das deflexões (Smith e Lytton, 1985). Foi desenvolvido na França e é utilizado em larga escala na Europa. Consiste de duas vigas instaladas numa estrutura metálica fixada ao caminhão que são rebaixadas até o pavimento à frente do eixo traseiro e o caminhão inicia a aproximação a uma velocidade de aproximadamente 3km/h. O registro das deflexões é feito automaticamente pelos sensores instalados nas vigas no momento em que cada eixo traseiro passa sob as vigas. A estrutura é automaticamente levantada e o procedimento é repetido na próxima estação de ensaio.

2.2.3 California Travelling Deflectometer

O princípio de funcionamento é o mesmo do La Croix. Foi desenvolvido e construído pelo Departamento de Transportes da Califórnia. De acordo com Haas et al (1994), as deflexões são medidas a intervalos de 6,22 metros com o veículo se movimentando a uma velocidade constante de 0,8 km por hora.

2.2.4 Deflectógrafo Digital Solotest

O deflectógrafo digital é um equipamento computadorizado desenvolvido pela Solotest do Brasil. Por não trabalhar com braço móvel, como é o caso da viga Benkelman, e utilizar o sensor (tipo LVDT) cuja resolução é de 0,001mm, a sensibilidade das medidas efetuadas apresenta 98% de precisão. A medição e registro dos deslocamentos e da linha de influência longitudinal da bacia de deslocamentos é feito automaticamente, bem como a medida de temperatura da superfície do pavimento. O equipamento é acompanhado de softwares especificamente elaborados para o seu manuseio. A medição realizada pode ser visualizada instantaneamente no notebook, permitindo que sejam detectadas quaisquer anomalias de imediato. A figura 2.2 apresenta uma ilustração do Deflectógrafo Digital Solotest.



FIGURA 2.2 - Deflectógrafo Digital Solotest

2.2.5 Dynaflect

O Dynaflect foi o primeiro aparelho disponível comercialmente a utilizar o modo dinâmico de carregamento e o mais utilizado nos Estados Unidos após a viga Benkelman. É um equipamento que aplica no pavimento, uma carga dinâmica (vibratória) constante e igual a 4450N (454kgf), com frequência de 8Hz. O equipamento é montado em um veículo do tipo reboque, que conduz dispositivos para aplicação da carga no pavimento e para a determinação da deformação vertical reversível produzida. A carga é aplicada por meio de duas rodas de aço, revestidas de borracha, distantes de 50,8cm entre si, localizadas junto ao eixo das rodas de locomoção do veículo, tendo o mesmo eixo de simetria destas últimas.

As deformações verticais produzidas pelo carregamento aplicado são registradas mediante informações de 5 geofones instalados em uma barra perpendicular ao eixo do veículo, sendo um deles instalado no eixo das rodas de aplicação da carga e outros 4 dispositivos a cada 0,30m, na mesma direção, a partir daquele geofone. A barra de içamento permite a instalação dos geofones com outras distâncias entre eles, conforme as necessidades do ensaio.

O método de ensaio está normalizado no Brasil, pelo DNER-ME 39/78.

Smith e Lytton (1985) citam as principais limitações técnicas deste equipamento:

- Necessidade de aplicação de pré-carregamento estático em cada estação de ensaio, com valor superior a duas vezes o valor da carga que será utilizada no ensaio;
- Baixa magnitude de carregamento aplicada no pavimento;
- Não permite a variação da frequência nem do carregamento aplicado ao pavimento; e,
- Não pode ser registrada a deflexão diretamente sob o ponto de aplicação da carga.

A figura 2.3 apresenta uma ilustração do Dynaflect (Fonte: Haas et al, 1994).

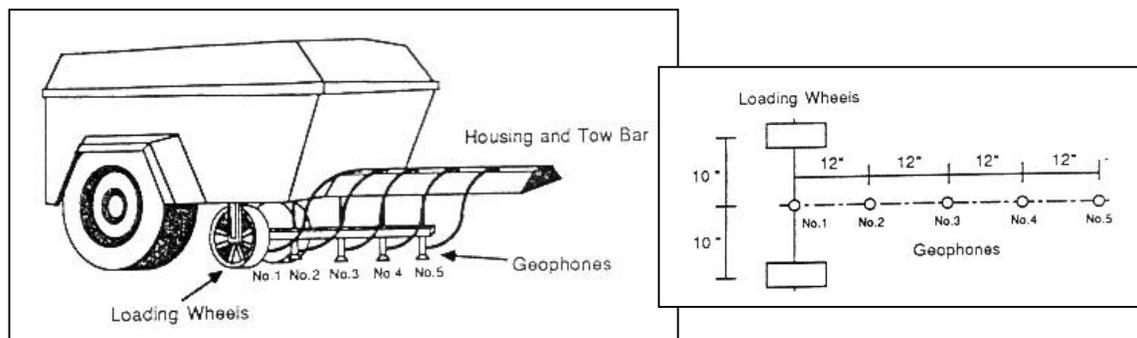


FIGURA 2.3 - Ilustração do Dynaflect

2.2.6 Road Rater

O Road Rater foi o segundo aparelho disponível comercialmente a utilizar o modo dinâmico de carregamento. O equipamento é montado em um veículo do tipo reboque, onde estão instalados o sistema de carregamento e os quatro sensores de deflexão espaçados 0,30m entre si, sendo o primeiro localizado sobre o ponto de aplicação da carga. O carregamento dinâmico é obtido por meio de um sistema eletro-hidráulico que desenvolve a aceleração de

uma massa alternadamente acima e abaixo de um ponto médio. As vantagens deste equipamento sobre o Dynaflect são:

- Disponibilidade de modelos que aplicam cargas elevadas ao pavimento;
- Possibilidade de variação do carregamento aplicado ao pavimento, dentro da faixa de cargas disponíveis em cada modelo; e,
- Permite que seja registrada a deflexão máxima sob o ponto de aplicação da carga.

A figura 2.4 apresenta uma ilustração do Road Rater (Fonte: Haas et al, 1994).

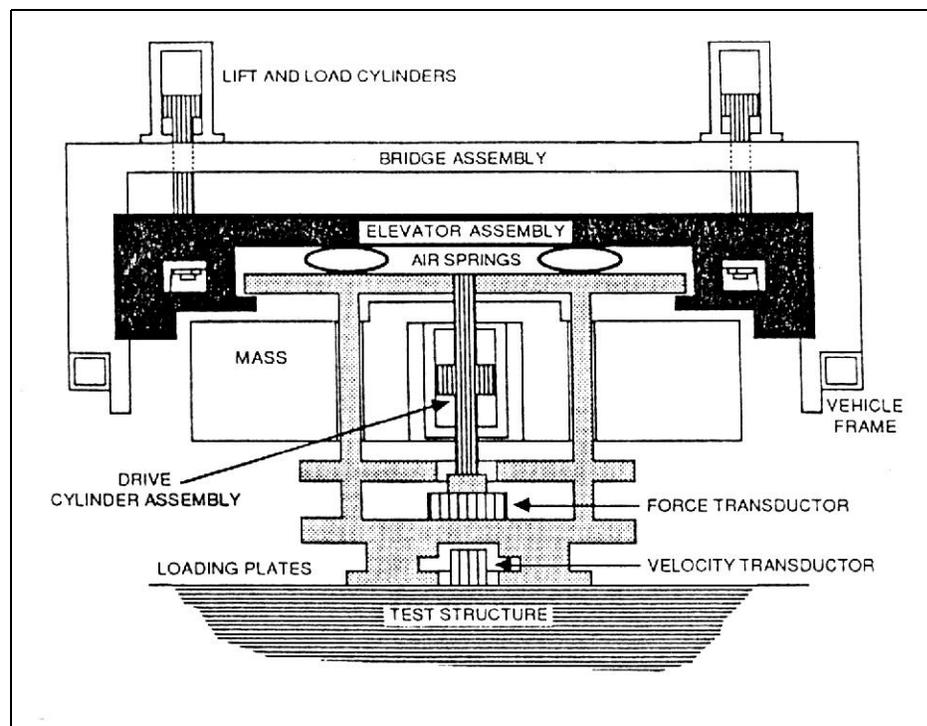


FIGURA 2.4 - Ilustração Road Rater

2.2.7 WES 16-kip Vibrator

O WES 16-kip foi desenvolvido e construído pelo *U. S. Army Waterways Experiment Station* para avaliar pavimentos aeroportuários. O equipamento é montado em um trailer de 11m de comprimento, onde estão instalados o sistema de vibração, os sensores de deflexão posicionados em linha equidistantes do centro de aplicação da carga e o sistema de carregamento. O carregamento é registrado por um conjunto de três células de carga

instaladas na placa de carga. É necessário um pré-carregamento de 7265kgf. As cargas dinâmicas situam-se ao redor de 13.620kgf, com frequências de 5 a 100Hz.

A figura 2.5 apresenta uma ilustração do WES 16-kip (Fonte: Epps, Monismith, 1986).

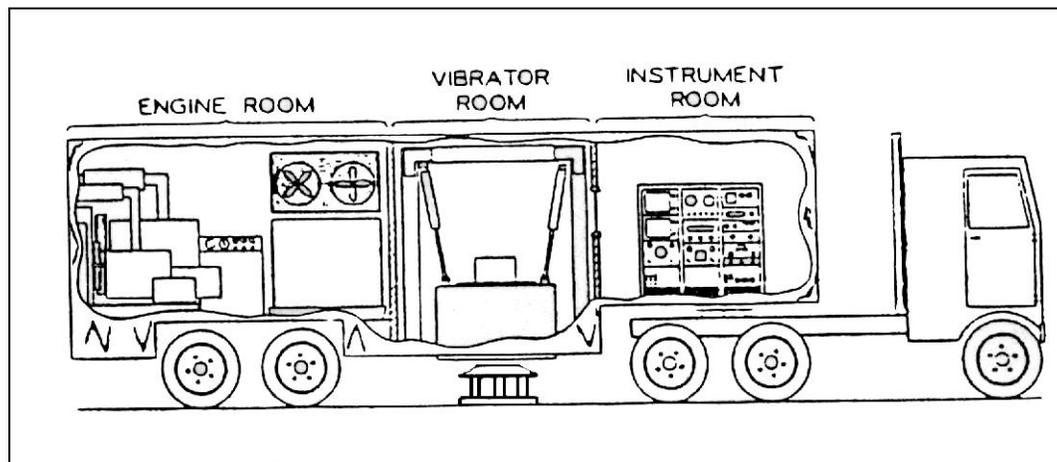


FIGURA 2.5 - Ilustração do WES 16-kip vibrador

2.2.8Viga Benkelman

Este é, provavelmente, o teste de campo para avaliação de deflexões de pavimentos sob condições de carregamento, mais familiar aos engenheiros e aos projetistas de pavimentação pelo seu uso muito difundido e longo tempo de uso. O equipamento é versátil e simples de operar.

A necessidade de agilizar e reduzir os custos das avaliações de pavimentos através de provas de carga levou à substituição do moroso ensaio de placa por um procedimento simples e mais ágil, cujo carregamento é feito com os próprios pneus de um caminhão carregado, ao invés da placa circular.(Albernaz,1997).

A medição da deformada da estrutura do pavimento em provas de pneus de caminhões foi iniciada em 1953, por ocasião da pista experimental da WASHO, no oeste dos EUA, graças ao engenheiro norte-americano A C. Benkelman, do *Bureau of Public Roads* (Carneiro, 1966).

Após intensos estudos realizados pelos engenheiros da *Canadian Good Roads Association* (CGRA), o procedimento de ensaio com a viga utilizado na *Washo Road Test* foi modificado e adotado mundialmente.

No Brasil, a utilização da viga Benkelman iniciou-se, nos anos 60 com a iniciativa dos engenheiros Nestor José Aratangy em 1962 e Francisco Bolivar Lobo Carneiro em 1965. Atualmente, sua utilização, no Brasil, é normatizada pelo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem e pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, respectivamente através das normas DNER-ME-24/94 e NBR 8547.

A figura 2.6 apresenta um esquema ilustrativo da viga Benkelman.

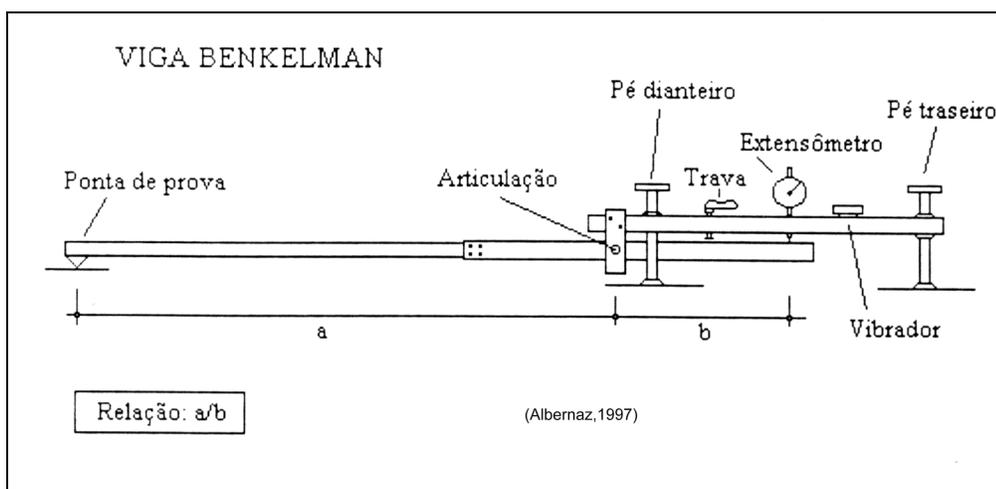


FIGURA 2.6 - Esquema ilustrativo da viga Benkelman

A viga Benkelman é composta basicamente, de uma parte fixa apoiada no pavimento por meio de três pés reguláveis e uma viga móvel acoplada a aquela por meio de uma articulação, ficando uma das extremidades (ponta de prova) em contato com o pavimento, e a outra extremidade acionando um extensômetro com precisão de centésimos de milímetro. O ponto de articulação divide a haste em duas partes proporcionais. No ensaio, uma das pontas da haste (ponta de prova) é colocada a meia-distância das rodas do semi-eixo traseiro simples de rodas duplas no local onde se deseja medir a deflexão. O caminhão padronizado para este tipo de levantamento tem suas rodas duplas traseiras com pneus calibrados à pressão de 0,55MPa (5,6kgf/cm² ou 80lb/pol²) e carga de 80KN (8,2tf) no eixo traseiro simples.

Assim que o caminhão estiver posicionado e a viga ajustada, liga-se o vibrador e faz-se a leitura inicial (L_0) no extensômetro (em 1/100mm). A viga é equipada com um vibrador que tem

a função de eliminar a inércia inicial das partes móveis e evitar eventuais inibições do ponteiro do extensômetro. A viga foi projetada considerando-se que a área deformada do pavimento, ou seja, a área de influência da carga, no instante da leitura inicial não atinja nem os pés dianteiros nem a ponta de prova. Em seguida, desloca-se o caminhão para frente até que seu peso não exerça mais influência sobre a viga, e faz-se a leitura final (L_f). Por semelhança de triângulos, calcula-se o valor do deslocamento da ponta de prova da viga (considerado como igual à deflexão do pavimento no mesmo ponto) multiplicando-se a diferença entre as leituras pela relação da articulação da viga (relação a/b). Sendo "a", o comprimento da ponta de prova à articulação e "b", o comprimento da articulação ao ponto de acionamento do extensômetro, a relação a/b geralmente é: 2/1, 3/1 ou 4/1.

A figura 2.7 apresenta os pontos de avaliação da viga Benkelman.

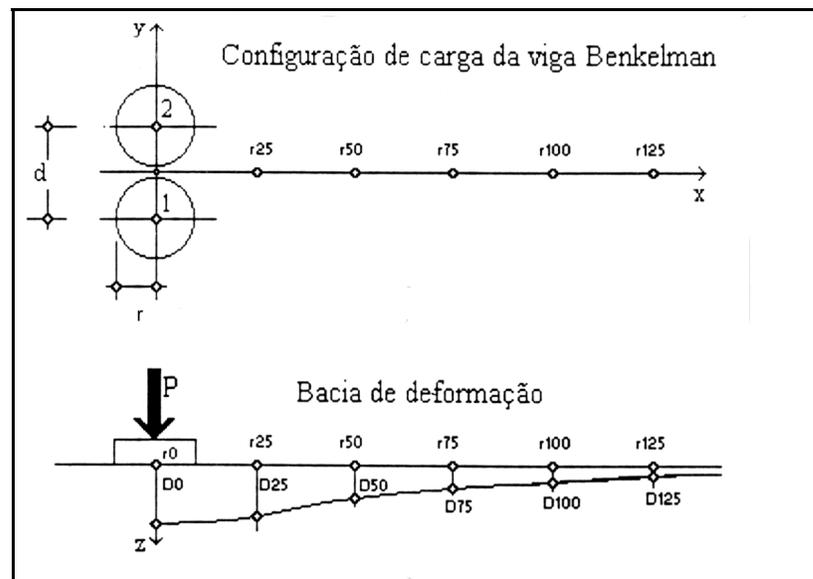


FIGURA 2.7 - Pontos de avaliação da viga Benkelman

O cálculo das deflexões é realizado pelas expressões:

$$D = (L_0 - L_f) \times a/b \text{ (equação 2.6)}$$

$$D_i = (L_i - L_f) \times a/b \text{ (equação 2.7)}$$

- onde:
- D = deflexão máxima;
 - D_i = deflexões intermediárias, correspondentes aos pontos de leituras intermediárias;
 - L_0 = leitura inicial;
 - L_f = leitura final; e,

- a/b = relação entre braços = constante da viga.

Com as leituras a diferentes distâncias do ponto de aplicação da carga é possível determinar a linha de influência longitudinal da bacia de deformação e o cálculo do raio de curvatura. No Brasil, a padronização do método de ensaio para determinação da linha de influência longitudinal da bacia de deformação por meio da viga Benkelman faz parte da norma DNER - ME 61/94 e da NBR 8547.

Os métodos do DNER e ABNT determinam que as leituras sejam feitas com o caminhão parado sobre o ponto onde devem ser realizadas as leituras (*Creep Speed Rebound Deflection*), enquanto que o AASHTO Guide que pode ser utilizado o modo de leitura em que o veículo passa com velocidade baixa sobre os pontos de análise (*Creep Speed Normal Deflection*).

A viga deve ser periodicamente aferida em laboratório. O DNER-PRO 175/94 descreve o procedimento para aferição da viga. A cobertura de isopor da viga é recomendada para evitar deformações diferenciais de origem térmica das peças da viga. A leitura de deflexão elástica que se segue a um determinado deslocamento do caminhão não deve ser realizada imediatamente a fim que se manifestem as deformações dependentes do tempo.

Dentre as principais dificuldades associadas à operação da viga Benkelman, podem-se citar:

- Dificuldade de determinação da curvatura e tamanho da bacia de deflexão;
- Baixa repetibilidade dos testes, ou seja, dispersão elevada das leituras;
- Impossibilidade de assegurar que as bases de apoio da viga estejam fora da deformada;
- O sensor mede a deflexão estacionária, não infere sensibilidade do veículo em movimento;
- e,
- Morosidade do teste.

Como principais vantagens da Viga Benkelman, citam-se:

- Facilidade de operação;
- Necessidade de mão de obra pouco qualificada;
- Embora a repetibilidade dos testes seja baixa, em termos médios, o valor medido retrata com grande aproximação a real deformação do pavimento; e,
- Baixo custo do ensaio.

2.2.9 Falling Weight Deflectometer

Os defletômetros de impacto tipo FWD, tem tido grande aceitação nas avaliações estruturais de pavimentos asfálticos e de concreto, em pistas de aeroportos e rodovias. Devido à sua versatilidade, rapidez, alta precisão e grande produtividade, vem sendo cada vez mais utilizado.

Dentre os vários modelos de equipamentos tipo FWD citam-se:

- Dynatest Falling Weight Deflectometer, de origem norte-americana da firma Dynatest;
- Dynatest HWD;
- KUAB Falling Weight Deflectometer, de origem sueca;
- Phoenix Falling Weight Deflectometer; e,
- Nagaoka KUAB Falling Weight Deflectometer, de origem japonesa.

No Brasil, o FWD foi introduzido em 1989. Existem atualmente no país, oito equipamentos, sendo seis de fabricação Dynatest, versão norte-americana e dois tipo KUAB, versão sueca.

Todos os equipamentos FWD comercialmente disponíveis tem o mesmo princípio de funcionamento, mas com três diferenças importantes (Tholen et al, 1985):

- Forma de geração do impulso (queda de um ou dois pesos);
- Forma de distribuição da carga na superfície do pavimento; e,
- Tipo de transdutor ou sensor utilizado para medir as deflexões (geofones, LVDTs, acelerômetros, sismômetros).

O Falling Weight Deflectometer (FWD) é um defletômetro de impacto projetado para simular o efeito da passagem de uma carga de roda em movimento no pavimento. A medida de deflexão é obtida pela queda de um conjunto de massas, a partir de alturas pré-fixadas, sobre um sistema de amortecedores de borracha. Este sistema foi especialmente projetado para tornar o pulso de carga recebido pelo pavimento, o mais próximo possível de uma senóide. Igualando-se a energia potencial da massa, antes de sua queda, com o trabalho desenvolvido pelos amortecedores de borracha, depois da queda, pode-se conhecer a força de pico exercida sobre o pavimento, de acordo com a equação (Cardoso, 1999):

$$F = \sqrt{2Mghk} \text{ (equação 2.8)}$$

- onde:
- F = força de pico;
 - M = massa do peso que cai;
 - g = aceleração da gravidade;
 - h = altura de queda; e,
 - k = constante de mola do sistema de amortecedores.

A força de pico é a carga teórica, ou nominal, aplicada ao pavimento por meio da placa de carga e calculada através da energia potencial. O valor da carga real aplicada ao pavimento é registrado automaticamente pela célula de carga, e é função não somente da massa e da altura de queda, mas também da rigidez e temperatura do pavimento. Quanto mais rígido o pavimento, maior a carga real, para uma dada massa e altura de queda. O pico das deflexões apresenta uma defasagem em relação à carga, sendo maior quanto mais afastado estiver o medidor de deslocamento.

O sistema de amortecedores transmite a carga aplicada a uma placa circular de 30cm ou 45cm de diâmetro apoiada no pavimento. O valor da solicitação, ou seja, da carga real aplicada é registrado com precisão pela célula de carga (load cell) instalada na placa de carga.

A duração da carga aplicada é da ordem de 30ms no Dynatest e de 34 a 50ms no KUAB, o que correspondente a uma roda com velocidade entre 60 e 80 Km/h. A média de produção deste tipo de equipamento é de 500 a 700 pontos ensaiados por dia (Medina, 1997).

As deflexões são obtidas por até sete transdutores de velocidade, sendo um sob o centro da placa e os outros, em posições variáveis, adaptados a uma barra levadiça de até 4,5m de comprimento. Esses transdutores de velocidade são os geofones no caso do equipamento da Dynatest e LVDT ou sismômetros (Linear Variable Differential Transformer) no caso do modelo KUAB. O Manual SHRP-LTPP recomenda as distâncias: 0, 30, 45, 60, 90, 120 e 150 cm entre os sensores tanto para pavimentos flexíveis como para pavimentos rígidos. Segundo Rocha Filho e Rodrigues (1996), a escolha mais acertada para o posicionamento dos sensores deve ser função da rigidez e das espessuras das camadas do pavimento que será avaliado, visto que pode influenciar os resultados obtidos na retroanálise para os módulos de elasticidade dos materiais. Em pavimentos flexíveis espessos, o ultimo sensor deve ficar mais afastado do ponto de aplicação da carga a fim de possibilitar o registro das deflexões provocadas pelo subleito.

Em pavimentos mais delgados, o último sensor pode ficar mais próximo do ponto de aplicação da carga.

O FWD permite que se aplique diferentes níveis de carregamento em uma mesma estação de ensaio, através da combinação entre os seguintes componentes: altura de queda, massa do peso que cai e sistema de amortecedores selecionado.

Quanto ao sistema de carregamento, pode-se encontrar modelos com um sistema de geração de carga de duas massas ou de um único conjunto de massa e sistema amortecedor. O carregamento gerado por duas massas é aplicado ao pavimento por um conjunto de pesos, correspondente a primeira-massa, que cai sobre o conjunto segunda-massa e amortecedor, que aplica um pulso de carga ao pavimento ao atingir a placa de carga .

Segundo Tholen (1985), o pulso de carga gerado pelo sistema duas massas é mais suave e semelhante ao pulso de carga aplicado ao pavimento pelas cargas de roda dos veículos em movimento, além deste sistema não sofrer as distorções de frequência comuns nos sistemas de uma massa. A distorção ocorrendo antes do pico de carga principal, fornece uma carga de pico não compatível com as deflexões obtidas nos sensores mais afastados da carga.

A placa de carga utilizada para aplicar a carga no pavimento pode ser um modelo do tipo segmentada ou inteiriça. Conforme descreve Tholen (1985), a placa segmentada (segmentos correspondentes a um quarto de círculo), através de um sistema hidráulico de distribuição de pressão, propicia uma melhor uniformização na distribuição do carregamento. Sob as placas inteiriças, a distribuição da pressão é menos uniforme em função das irregularidades do pavimento. Embora os resultados dos levantamentos deflectométricos sejam utilizados considerando-se uniforme a pressão de contato no pavimento, pesquisas têm demonstrado que isto não ocorre.

Os geofones ou LVDT e as células de carga são acopladas a um computador por um cabo de sinais múltiplos e sofisticado processador de sinais.

Para a medição da temperatura na superfície do pavimento e do ar ambiente, o FWD possui um termômetro que está vinculado ao sistema computacional. Faz parte do equipamento, ainda, um distanciômetro ou odômetro, equipamento que permite definir o local exato dos ensaios a serem estudados.

O equipamento registra os deslocamentos superficiais (deflexões), a distância percorrida e as temperaturas do pavimento e do meio ambiente.

Todos esses equipamentos e aparelhos que compõem o FWD estão conectados ao sistema computacional de bordo. O avaliador só precisa marcar o ponto inicial de coleta dos dados e a distância de uma e outra estação de avaliação da bacia de deformação. Os dados de ensaio gerados pelo sistema processador podem ser mostrados no vídeo, impressos e armazenados em disco magnético.

Estes equipamentos devem ser calibrados periodicamente e de acordo com as recomendações do Protocolo de Calibração de FWD do Programa SHRP (LTTP), devem sofrer dois tipos de calibração:

- calibração relativa, onde constata-se se todos os geofones de um equipamento estão funcionando corretamente no conjunto onde estão inseridos (esta calibração não garante que as deflexões medidas estão corretas), e;
- calibração absoluta, a aferição é realizada através da comparação das deflexões medidas pelos geofones com os valores obtidos num sistema de medição real.

Outras aferições podem ser realizadas no FWD, como calibração da temperatura, da distância percorrida e da célula de carga da placa de carregamento.

No Brasil, o procedimento a ser adotado na determinação das deflexões recuperáveis na superfície do pavimento com o equipamento tipo FWD está normalizado pelo DNER-PRO 273/94.

A figura 2.8 apresenta a configuração de carga e os pontos de avaliação do FWD.

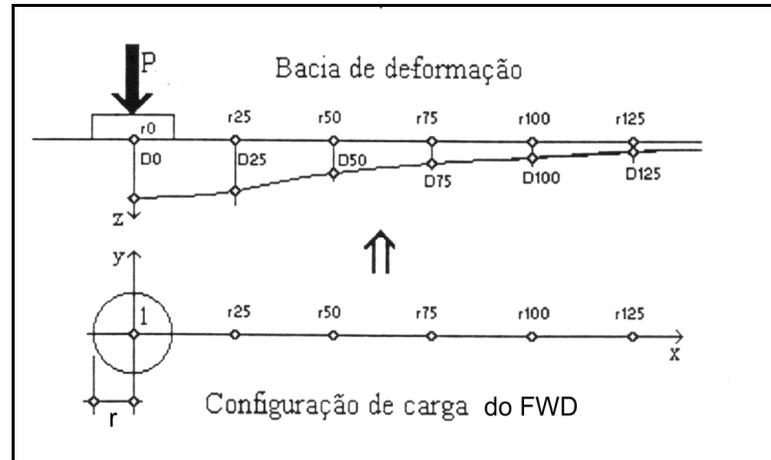


FIGURA 2.8 - Pontos de avaliação do FWD

O procedimento de ensaio, conforme Medina et al (1994), é feito geralmente seguindo o seguinte roteiro:

- leva-se o trailer até a estação de ensaio e posiciona-se o FWD no ponto a ser avaliado;
- liga-se o computador e o processador;
- escolhe-se a configuração da massas a serem utilizadas fixando-as no local apropriado;
- pelo programa de campo instalado no computador, define-se o tipo de ensaio a ser empregado e comanda-se todas as operações de ensaios: abaixamento da placa de carga e da barra de geofones, elevação dos pesos para altura de queda pré-determinada, liberação dos pesos para a queda e elevação da placa e sensores. Uma seqüência de ensaio dura em média 45 segundos; e,
- a cada golpe aplicado são exibidos na tela, a altura de queda, o pico de pressão na placa, a força correspondente e os picos de deflexão registrados em cada sensor. Concluída a seqüência de golpes, a placa e os sensores são suspensos hidráulicamente e um sinal sonoro é emitido pelo sistema indicando que o trailer pode ser deslocado para outra estação de ensaio.

Medina et al (1994) destacam alguns aspectos positivos deste tipo de equipamento:

- acurácia e repetibilidade na medida das deflexões e das cargas;
- medição e registro automático das temperaturas do ar e da superfície do pavimento e da distância percorrida entre os pontos de ensaio;
- redução ou mesmo eliminação de ensaios destrutivos complementares, para um mesmo nível de confiabilidade para o projeto de restauração;

- as deflexões produzidas são as que mais se aproximam das deflexões causadas por um caminhão carregado em movimento, medidas a partir de acelêrometros instalados no pavimento;
- a determinação e registro automático dos módulos de elasticidade das camadas constituintes do pavimento, através de processos de retroanálise das bacias de deformação (somente se acoplar um software de retroanálise);
- a rapidez com que se pode variar a carga aplicada, agiliza o ensaio e permite avaliar a não linearidade no comportamento tensão-deformação dos materiais constituintes das camadas do pavimento; e,
- equipe mínima envolvida na execução do ensaio, porém, especializada.

Medina et al (1994) citam, também, as seguintes limitações do FWD:

- a presença de uma camada rígida na estrutura de um pavimento, dependendo da sua profundidade, pode afetar a bacia de deformação, o que viria a dificultar a retroanálise dos módulos; esta limitação é aplicada em outros equipamentos NDT de medida de deflexões;
- a aceleração da carga do FWD é maior que a de uma carga de roda em movimento, de modo que a inércia da massa do pavimento pode desempenhar um papel importante para o FWD, enquanto que é desprezível para a roda em movimento, o que parece não afetar a boa concordância das deflexões medidas com o FWD com as medidas sob carga de roda;
- FWD gera um sinal de carga transiente e o impulso gerado no pavimento cria ondas de corpo e ondas superficiais. Os sensores captam a velocidade vertical do movimento da superfície do pavimento, e a partir da integração analógica dos sinais obtém-se a resposta deflexão versus o tempo de cada sensor, sendo o tempo para completar esta operação de aproximadamente 100 ms. Usualmente estes sinais são utilizados para extrair o pico de carga e os picos de deflexão em cada sensor de modo que, a bacia de deformação não 'é na verdade, o que se observa durante o ensaio, pois há a diferença de fase dos sinais dinâmicos captados pelos transdutores; e,
- a presença de nível d'água ou solo saturado mascaram os resultados, indicando a presença de um material rígido.

O trabalho de Elkins et al de 1987 que relata a pesquisa financiada pela "Federal Highway Administration" e executada pela "University of Texas" em Austin e o "Texas Transportation Institute" em que foram testados e comparados os resultados de 7 aparelhos não destrutivos: viga Bekelman, Dynaflect, Road Rater Model 2000, Dynatest 8000 FWD, KUAB 150 FWD, Phoenix ML 10000 FWD e o Curvímetro Francês (Marcon, 1996). Foram selecionados trechos

de pavimentos com estruturas rígidas, flexíveis e compostas. A uniformidade das medidas foi verificada para todos os aparelhos. A comparação dos resultados entre os FWD mostrou que os resultados obtidos com o KUAB e com o Dynatest são equivalentes estatisticamente. No entanto, o FWD Phoenix apresentou resultados significativamente menores que os demais.

2.3.Fatores que Influenciam nos Valores de Deflexão

Os parâmetros de deformabilidade elástica do pavimento obtidos por meio da retroanálise dos levantamentos deflectométricos exercem grande influência no diagnóstico das condições estruturais do pavimento. Desta forma, é importante que se tenha conhecimento dos fatores que influenciam nos valores de deflexão obtidos.

Segundo Rocha Filho (1996), os fatores que influenciam a magnitude das deflexões são:

- Fatores ambientais, tais como a temperatura e a umidade, principalmente do subleito;
- Modo de carregamento utilizado;
- Confiabilidade, através da repetibilidade das leituras e acurácia dos equipamentos; e,
- Espessura e posição das camadas na estrutura do pavimento.

Para Medina et al (1994), são vários os fatores que afetam a estimativa da capacidade estrutural de um pavimento:

- variabilidade das deflexões medidas, diretamente ligada com a repetibilidade do equipamento de ensaio;
- espessuras e posição das camadas na estrutura do pavimento; e,
- tipo de materiais constituintes das camadas.

A magnitude das deformações reversíveis é variável e dependente da:

- geometria de carregamento;
- do valor da carga;
- da pressão de inflação do pneu no ensaio da viga; e,
- da posição do ponto de medida em relação à posição da carga.

Rocha Filho e Rodrigues (1998-b) analisaram as conseqüências da influência da temperatura, do posicionamento dos sensores e da variação do nível de carregamento aplicado na

estimativa de vida de serviço dos pavimentos, com a utilização dos resultados de retroanálise. Ficou evidenciado que as variações de temperatura que ocorrem durante um dia de levantamento no campo podem levar a variações significativas nas análises de desempenho, sendo aconselhável a correção dos módulos de elasticidade para uma temperatura de referência.

O posicionamento dos sensores apresenta grande influência no ajuste das bacias teóricas e de campo, devendo ser escolhido em função da rigidez e das espessuras das camadas do pavimento. Em pavimentos espessos, o último sensor deve ficar mais afastado para possibilitar o registro das deflexões provocadas somente pelo subleito. Para a correta interpretação dos resultados, o nível de carregamento aplicado nos ensaios deve ser compatível com o que será exigido pelo tráfego previsto.

Tholen et al (1985) apresentam o resultado de pesquisas que analisaram os efeitos de diferentes modos de carregamento aplicados em pavimentos e concluíram que o modo de carregamento utilizado afeta a magnitude das deflexões e dentre todos os tipos de equipamentos analisados, o FWD é o que melhor simula o efeito das cargas de roda no pavimento.

As leituras da viga são extremamente influenciadas, segundo Ullidtz (1987), por fatores operacionais, ambientais e dependentes das condições de aplicação do carregamento. A baixa velocidade de aplicação da carga tem grande influência na resposta visco-elástica da camada asfáltica. Assim, qualquer variação no tempo de carregamento pode ser significativo para a deformação das camadas, principalmente em dias quentes.

Rocha Filho e Rodrigues (1996, 1998-b) realizaram leituras sucessivas sobre o mesmo ponto com a viga Benkelman e o FWD. Foi observada elevada dispersão das deflexões medidas pela viga Benkelman, sendo que esta aumenta quanto mais distante estiver o ponto de análise do ponto de aplicação da carga. A dispersão foi menor quando a leitura era realizada com o caminhão parado em cada ponto se comparado com o caminhão se deslocando com velocidade pequena e que a precisão dos resultados é dependente da habilidade do motorista, das condições mecânicas do caminhão, experiência, habilidade e coordenação da equipe responsável pelas leituras. Isto indica a necessidade de treinamento da equipe para obtenção de bons resultados com a viga. Quanto aos resultados com o FWD, verificou-se que é praticamente insignificante a dispersão das deflexões medidas em todos os sensores (inferior a 1,5%).

Himero et al (1989) realizaram um estudo para avaliar a repetibilidade das leituras com o Nagaoka KUAB FWD, sendo efetuadas 100 medidas em um mesmo ponto de avaliação. Os coeficientes de variação obtidos para $D_{0máx}$, $D_{20máx}$, e $D_{45máx}$ ficaram abaixo de 1,5%, enquanto que para a $D_{90máx}$ e $D_{150máx}$ foram comparativamente mais altos, em razão da sua magnitude ser pequena em relação ao desvio padrão.

A rigidez dos revestimentos betuminosos varia bastante em função da temperatura. Quando esta diminui, o ligante betuminoso se torna mais viscoso e o revestimento mais rígido, e, em consequência, aumenta a capacidade de distribuição das tensões das cargas do tráfego para as camadas subjacentes do pavimento e, conseqüentemente, diminui o valor da deflexão, conforme conclusão de Rocha Filho e Rodrigues (1996).

Carneiro (1966) apresenta uma figura de um trabalho de D.A Welsh, do Canadá, onde pode-se determinar o fator de correção da temperatura devido à variação da rigidez do revestimento, a partir do valor da deflexão recuperável do pavimento. Esta correção é indicada quando a temperatura do revestimento betuminoso for inferior a 25°C.

Carneiro (1966) cita que experiências realizadas por ele, na Guanabara, e pelo eng.º Armando Martins Pereira, no Paraná, mostraram que para temperaturas maiores que 25°C, não há, praticamente, influência da temperatura do revestimento na medida das deflexões.

Em que pese tal constatação, o fato é que as leituras das deformações verticais reversíveis (deflexões) da viga Benkelman geralmente necessitam de correção quanto à temperatura para indicar ou normalizar as leituras para um padrão. Existem vários procedimentos para correção da temperatura, inclusive o método publicado no Guia Canadian Goods Roads Association, de 1965. Alguns órgãos públicos usam os fatores de ajustamento de temperatura do Asphalt Institute que foram revistos em 1975. O Guia da AASHTO (1986) requer que as deflexões sejam reajustadas para uma temperatura padrão de 20°C, em projetos de restauração.

Rocha Filho (1996) mostra que o efeito da temperatura é notado principalmente no valor da deflexão máxima, por ser a camada betuminosa a mais afetada pela temperatura por suas propriedades de elevada absorção das radiações solares, má condutividade térmica e seu comportamento reológico, conforme estudos realizados na COPPE/UFRJ em 1986.

Os valores das deflexões variam de acordo com a época de seu levantamento pois está intimamente ligada ao comportamento do subleito. A capacidade de suporte dos solos do subleito varia com a umidade, e esta varia ao longo do ano. Nos meses em que o solo está mais úmido, a deflexão é mais elevada (Carneiro, 1966).

Nos países onde ocorre degelo, o subleito apresenta umidade máxima na primavera quando acusa deflexões máximas. Estudos recomendam a correção dos valores de deflexão levantados fora da época crítica para que se determine o valor a ser empregado nos projetos de reforço de pavimentos ou de avaliação estrutural para fins de previsão e programação de conserva.

Em um trabalho realizado por Fabrício, em 1967, foi estabelecido um trecho de referência onde se avaliou a correção a ser introduzida na determinação do valor da deflexão em função da época do ano em que foi realizado o levantamento, em termos de precipitações pluviométricas. Afirma que a melhor época para determinação das deflexões é após a estação chuvosa, quando o subleito se encontra com elevada umidade e se encontra nas condições mais desfavoráveis de suporte.

Foi sugerido por Rocha Filho e Rodrigues (1996), ajustar as deflexões obtidas nos levantamentos de campo pelo método dos mínimos quadrados para minimizar os erros sistemáticos nas medições com a viga Benkelman. Porém, foi observado que esta alternativa é insuficiente para se aumentar a acurácia dos resultados da viga, havendo pouca melhoria nas dispersões das deflexões. A fórmula utilizada foi a seguinte:

$$D(x) = \frac{D_0}{1 + kx^n} \quad (\text{equação 2.9})$$

- onde:
- $D(x)$ = deflexão na distância x do ponto de aplicação da carga;
 - D_0 = deflexão máxima no ponto $x=0$;
 - x = distância do ponto de leitura, em cm; e,
 - k, n = constantes obtidas no ajuste da bacia.

2.4. Correlações entre Deflexões Medidas por Diferentes Equipamentos

A introdução no Brasil na década de 60, da medida de deformações recuperáveis na avaliação estrutural dos pavimentos através da viga Benkelman, permitiu o desenvolvimento de métodos

de projeto de restauração baseados no critério de deformabilidade de pavimentos flexíveis. Os métodos foram posteriormente padronizados pelo DNER (PRO-10/79, PRO-11/79, PRO-159/85 e PRO-269/94).

O Sistema de Gerência de Pavimentos de órgãos como o DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem) e DERs (Departamentos de Estradas de Rodagem) utilizam as deflexões Benkelman como parâmetro de projeto e estudos. A deflexão serve como base de programação da conservação das rodovias, indicando os trechos que deveriam merecer maior concentração de esforços.

O modelo HDM, desenvolvido pelo Banco Mundial, utiliza as deflexões obtidas pela viga Benkelman.

A viga Benkelman é provavelmente o teste de campo para avaliação de deflexões de pavimentos sob condições de carregamento mais familiar dos engenheiros e projetistas de pavimentação e um aparelho de referência universal. Com a necessidade de aumentar a produtividade, aumentar a acurácia, utilizar procedimentos mais simples de operação e interpretação dos dados e reduzir os custos dos ensaios, foram desenvolvidos equipamentos com grande aceitação no meio rodoviário. No Brasil, um destes aparelhos que tem sido cada vez mais utilizado é o FWD. O seu uso generalizado é uma tendência para o futuro.

O objetivo de estabelecer correlações entre as deflexões recuperáveis medidas com a viga Benkelman e com o FWD (Falling Weight Deflectometer) é, a partir da deflexão obtida por este último equipamento, prever a deflexão correspondente da viga, validando o emprego das deflexões obtidas com o FWD nos métodos atuais de projeto de restauração de pavimentos flexíveis, nos sistemas de gerência de pavimentos e no modelo HDM adotado pelo Banco Mundial.

Himeno et al (1989) realizaram um estudo comparativo dos resultados obtidos para as deflexões com o Nagaoka KUAB FWD e a viga Benkelman, no Japão. A carga no eixo duplo do caminhão foi de 90KN e a pressão dos pneus de 0,60MPa, enquanto que a carga de pico no FWD foi de 49KN. Concluíram que as deflexões têm um certo grau de correlação apesar das medidas com a viga Benkelman terem variações maiores que as medidas com o FWD. Isso pode ser resultado do fato do tempo de carregamento ser maior no ensaio com a viga Benkelman e o eixo tandem afetar na resposta deflectométrica. O modelo obtido foi o seguinte:

$$D_{FDW} = 0,309D_{VB} + 0,280, \text{ com } R^2 = 0,57 \text{ (equação 2.10)}$$

D_{FDW} = deflexão obtida em levantamento com FWD; e,

D_{VB} = deflexão obtida em levantamento com Viga Benkelman.

Pinto (1991) definiu correlações com os valores médios das deflexões obtidas em 5 segmentos, com estruturas diferentes, pertencentes aos trechos experimentais construídos nas rodovias BR-040/RJ (Areal-Moura Brasil) em 1978 e na BR-101/RJ (Niterói-Manilha) em 1984. O revestimento em ambos os trechos era CBUQ com 10,0cm de espessura. O quadro 2.1 apresenta as espessuras e o tipo de material das camadas e do subleito para os 5 segmentos avaliados.

QUADRO 2.1 -Estrutura dos segmentos avaliados por Pinto (1991)

BR-101/RJ Niterói - Manilha			BR-040/RJ Areal - Moura Brasil	
1	2	3	4	5
10,0cm CBUQ	10,0cm CBUQ	10,0cm CBUQ	10,0cm CBUQ	10,0cm CBUQ
15,0cm brita graduada	15,0cm brita graduada	20,0cm brita graduada	15,0cm brita graduada	37,0cm brita graduada
19,0cm brita corrida	25,0cm saibro	-	51,0cm areia argilosa	26,0cm argila amarela
Argila amarela	Argila amarela	Argila amarela	Argila vermelha	Argila vermelha

Foi utilizada viga Benkelman (valores médios de deflexão de 52 a 201 x 10⁻²mm) com a carga do eixo padrão de 8,2tf e o FWD para três níveis de carga:

- para a carga média do FWD de 25,6KN (valor aproximado da carga de roda simples e equivalente, em termos de deflexão na superfície, ao eixo padrão 8,2tf, para área circular de 10,8cm):

$$D_{VB} = 1,79 D_{FWD} \text{ (equação 2.11)}$$

Valores médios de deflexão com o FWD de 35,3 a 105,5 x 10⁻²mm.

- para a carga média do FWD de 38,4KN (valor aproximado da soma das cargas por roda do semi-eixo de rodas duplas)

$$D_{VB} = -5,73 + 1,396D_{FWD} , \text{ com } R^2 = 0,94 \text{ (equação 2.12)}$$

$$D_{VB} = 1,32 D_{FWD} \text{ (equação 2.13)}$$

Valores médios de deflexão com o FWD de 48,4 a 147,4 x 10⁻²mm.

- para a carga média do FWD de 61,8KN (valor máximo aproximado obtido com o conjunto de massas de 200kg para altura de queda de 40cm)

$$D_{VB} = 0,92 D_{FWD} \text{ (equação 2.14)}$$

Valores médios de deflexão com o FWD de 69,7 a 210,1 x 10⁻²mm.

Mostrou Pinto (1991) que se fosse feita uma comparação por segmento homogêneo, este coeficiente de proporcionalidade variaria, entre 1,47 a 2,22 para o nível de carga de 25,6KN; entre 1,07 e 1,61 para o nível de carga de 38,4KN; e entre 0,73 e 1,13 para o nível de carga de 61,8KN. Fazendo-se uma média do coeficiente dos segmentos homogêneos por rodovia, obteve-se para BR-101 os valores 1,56, 1,15 e 0,79 e, para BR-040, os valores 2,03; 1,49 e 1,05, respectivamente para as cargas de 25,6KN; 38,4KN e 61,8KN. Mostrou, assim, que o coeficiente de proporcionalidade é dependente da estrutura do pavimento.

Medina et al (1994) apresentaram exemplos que ilustram a dificuldade na obtenção de correlações entre os dois equipamentos e concluem que, em geral, não existe unicidade nas correlações entre deflexões medidas por diferentes aparelhos e que estas somente devem ser utilizadas com a devida compreensão das condições nas quais foram desenvolvidas e com consciência dos erros envolvidos, pois são bastante dependentes das estruturas ensaiadas, das condições climáticas, do modo de carregamento e da metodologia de ensaio empregada.

Romero et al (1994) publicaram os resultados de comparações entre diversos equipamentos de medição de deflexão com os resultados obtidos na pista experimental do Centro de Estudios y Experimentacion de Obras Públicas (CEDEX), na Espanha. Utilizaram o equipamento FWD de fabricação KUAB com carga de 6,5t referente ao semi-eixo padrão de 13t. A carga no eixo duplo do caminhão foi de 13t para emprego da viga Benkelman. Foram analisados os valores de deflexão após o pavimento ser solicitado por 50.000 passagens do eixo padrão e após

600.000 passagens. Concluíram que a relação Viga/FWD se torna menor com o aumento do tempo de serviço e que é dependente da temperatura e das espessuras das camadas da estrutura. Indicam que deve ser estudada uma correlação para cada trecho onde se fizer necessária a comparação. As correlações obtidas foram as seguintes:

- Pavimento flexível (20 cm de CAUQ e 25 cm de base granular):
 - $D_{VB} = 1,51 D_{FWD}$ (equação 2.15)
Para temperatura do pavimento entre 14 e 15°C e 50.000 aplicações de carga;
 - $D_{VB} = 1,44 D_{FWD}$ (equação 2.16)
Para temperatura do pavimento entre 9 e 10°C e 600.000 aplicações de carga.

- Pavimento semi-rígido (12 cm de CAUQ, 20 cm de brita com cimento e 15 cm de solo cimento):
 - $D_{VB} = 1,03 D_{FWD}$ (equação 2.17)
Para temperatura do pavimento entre 14 e 15°C e 50.000 aplicações de carga;
 - $D_{VB} = 0,93 D_{FWD}$ (equação 2.18)
Para temperatura do pavimento entre 9 e 10°C e 600.000 aplicações de carga.

Fabrizio et al (1994) realizaram uma análise comparativa das deflexões características de trechos homogêneos da rodovia BR-101/RS, Divisa SC/RS - Osório, medidos com a viga Benkelman e com o FWD. Os resultados encontrados mostraram que as deflexões características obtidas com a viga são sempre maiores que as obtidas com o FWD. A rodovia apresenta várias estruturas diferentes de pavimento, o que pode ter colaborado para o baixo coeficiente de correlação obtido. A correlação obtida foi:

$$D_{FWD} = 18,5 + 0,5 D_{VB}, \text{ com } R^2 = 0,37 \text{ (equação 2.19)}$$

Marcon (1996) cita o trabalho publicado por Cardoso em 1992, em que o autor apresenta, baseado em levantamentos realizados no aeroporto de São José dos Campos, uma relação entre as deflexões obtidas pela viga Benkelman e o FWD da Dynatest:

$$D_{FWD} = 2,8281 + 0,7502 D_{VB}, \text{ com } R^2 = 0,64 \text{ (equação 2.20)}$$

Rocha Filho (1996) sugere uma correlação entre as deflexões máximas medidas com a viga e o FWD, em função da espessura da camada de revestimento asfáltico. Através da análise dos levantamentos deflectométricos realizados, concluiu que a deflexão máxima é afetada pelo

efeito da temperatura no pavimento flexível e o revestimento é a camada mais afetada devido às suas propriedades de elevada absorção das radiações solares, má condutividade térmica e ao seu comportamento reológico. O modelo sugerido é do tipo $\frac{D_{FWD}}{D_{VB}} = \alpha$, em que $\alpha = f(h_1, T_{pav})$. Com dados utilizados na pesquisa, a correlação encontrada foi:

$$\alpha = \frac{1,0}{6,136 \times 10^{-3} \times h_1^{1,756} + 1}, \text{ com } R^2 = 0,94 \text{ (equação 2.21)}$$

sendo que, para: $h_1 = 5,0\text{cm} \Rightarrow \alpha = 0,91$

$h_1 = 7,5\text{cm} \Rightarrow \alpha = 0,84$

$h_1 = 10,0\text{cm} \Rightarrow \alpha = 0,68$

$h_1 = 15,0\text{cm} \Rightarrow \alpha = 0,62$

A figura 2.9 apresenta a curva obtida por Rocha Filho (1996).

Foram efetuados levantamentos das bacias deflectométricas em estruturas de pavimento flexível rodoviário e aeroportuário e concluído que é impraticável a derivação de uma correlação completa entre as deflexões medidas com os dois aparelhos pela elevada dispersão de valores encontrados notadamente quanto mais distante for a leitura do ponto de aplicação da carga.

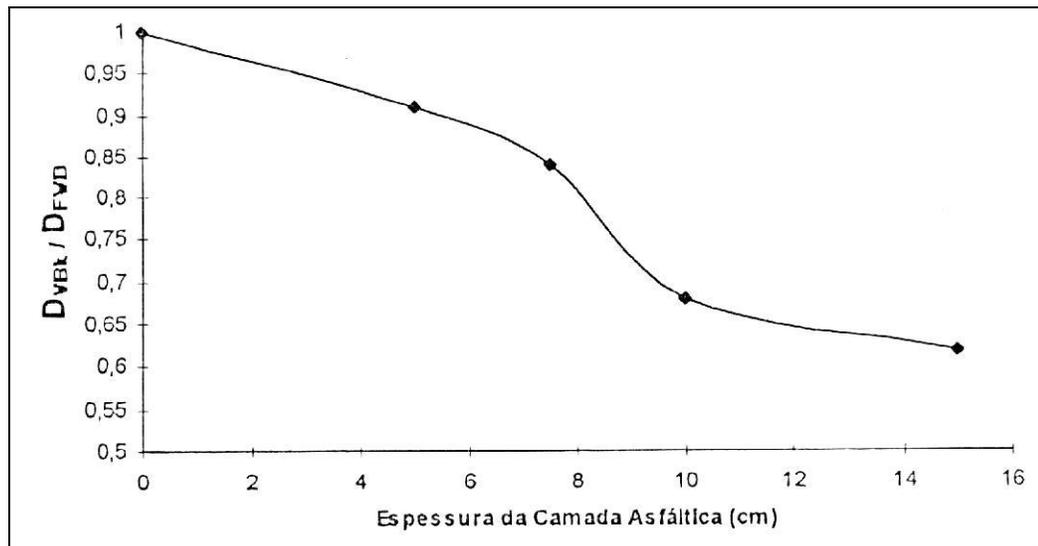


FIGURA 2.9 - Correlação entre Viga Benkelman e FWD - Rocha Filho (1996)

Rocha Filho e Rodrigues (1996), analisando os resultados de levantamentos efetuados em duas estruturas de pavimento flexível no mesmo dia, no mesmo ponto do pavimento, com os mesmos equipamentos e tendo como únicas diferenças a temperatura e o horário de realização dos ensaios, concluíram que não há unicidade de correlações entre a viga e o FWD. Os levantamentos apresentaram variações na magnitude das deflexões em função da temperatura do pavimento no exato momento do ensaio.

Fabrcio et al (1996) obtiveram 2 modelos de correlação entre as deflexões recuperáveis características (soma da média aritmética de todas as deflexões medidas no segmento homogêneo e o desvio padrão) de segmentos homogêneos de pavimentos flexíveis. Os dados utilizados nos estudos foram provenientes de projetos desenvolvidos na DEP-DNER, do Sistema de Gerência do Pavimento do IPR/DNER, de determinações obtidas na BR-101/RS Trecho Torres-Osório e da tese de Pinto (1991). Os modelos obtidos foram os seguintes:

- Para $D_{CFWD} < 85 \times 10^{-2} \text{mm}$

$$D_{CVB} = 20,645(D_{CFWD} - 19)^{0,351}, \text{ com } R^2 = 0,95 \text{ (equação 2.22)}$$

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

$$D_{CVB} = 8,964(D_{CFWD} - 60)^{0,715}, \text{ com } R^2 = 0,93 \text{ (equação 2.23)}$$

D_{CFWD} = deflexão característica obtida em levantamento com FWD; e,

D_{CVB} = deflexão característica obtida em levantamento com Viga Benkelman.

Neste estudos, os autores puderam concluir que as deflexões características medidas com a viga Benkelman são maiores e mais dispersas que as obtidas pelo FWD, e as deflexões características com valores próximos ou menores do que $20 \times 10^{-2} \text{mm}$ são praticamente iguais quando medidas com os dois equipamentos. Para valores de deflexão até $85 \times 10^{-2} \text{mm}$ medidos com a viga Benkelman, as correlações são diferentes das obtidas com valores acima de $85 \times 10^{-2} \text{mm}$. Para esta última correlação, foram utilizados exclusivamente os resultados da tese de Doutorado de Pinto (1991). Estes modelos constam no Manual de Reabilitação de Pavimentos Asfálticos do DNER (1998).

No Projeto de Restauração da rodovia SC-446, trecho: Urussanga - Criciúma (DER-SC, 1996), desenvolvido pelo consórcio Kocks/Prosul foi obtida a seguinte correlação a partir dos resultados de deflexão máxima obtidos com o emprego da viga Benkelman e do Phoenix FWD:

$$D_{VB} = 0,907D_{FWD} + 14,518 \text{ , com } R^2 = 0,64 \text{ (equação 2.24)}$$

A estrutura do pavimento existente era composta de camada de 5,0 cm de espessura de CAUQ, 20,0 cm de brita graduada e 45,0 cm de sub-base e reforço, ambos de saibro. Os valores de deflexão obtidos com a viga Benkelman variaram de 40 a 240 x 10⁻²mm e para o FWD, a faixa variou de 34 a 222 x 10⁻²mm.

Sestini et al (1998) determinaram uma correlação entre os resultados do FWD com os da viga Benkelman através de um estudo estatístico tendo como amostra 32 trechos homogêneos de rodovias na região central do Estado de São Paulo. Os pavimentos amostrados apresentavam revestimento do tipo tratamento superficial ou concreto betuminoso e a base do tipo granular ou cimentada. Concluíram que, para a amostra considerada, a relação entre a deflexão medida com os dois equipamentos não depende do tipo de pavimento. Ressaltou-se que o significado da análise fica restringido pela falta de informações quanto aos parâmetros internos do aparelho FWD, tais como: carregamento utilizado, calibração do equipamento, programa de retroanálise utilizado. Foi definida a seguinte equação de regressão linear simples, sendo efetuada a partir da deflexão média de cada um dos trechos homogêneos:

$$D_{VB} = 0,64 D_{FWD} \text{ , com } R^2 = 0,87 \text{ (equação 2.25)}$$

Rocha Filho e Rodrigues (1998) sugerem que quanto mais delgada for a espessura da camada asfáltica, mais próximos serão os valores das deflexões medidas com a viga Benkelman e com o FWD.

Pinto e Domingues (2001) realizaram um trabalho de avaliação do pavimento referente a 7,5km da Avenida das Américas localizada na cidades do Rio de Janeiro. Verificaram que para deflexões baixas (< 60 x 10⁻²mm), a correlação entre os dois medidores é praticamente 1:1, enquanto que, para valores elevados, ou seja, superiores a 80 x 10⁻²mm, esta relação aumenta significativamente. Ressaltam ainda que o modelo de correlação obtido é indicado apenas para o trecho em questão, servindo de estimativa para trechos com características semelhantes ao estudado. A equação de correlação encontrada entre os dois equipamentos de medição de deflexões foi o seguinte:

$$D_{VB} = 1,2062 D_{FWD} - 5,3016, \text{ com } R^2 = 0,81 \text{ (equação 2.26)}$$

A maior parte das correlações referenciadas seguem o modelo linear de regressão, sendo que algumas foram obtidas com a eliminação do intercepto. Os coeficientes de determinação R^2 variaram de 0,37 a 0,94. Algumas correlações foram obtidas a partir de valores médios de deflexão de segmentos homogêneos, outras a partir de deflexões características dos segmentos, ou ainda com os valores obtidos em cada estação avaliada. Parte das regressões citadas seguem o modelo: $D_{FWD} = f(D_{VB})$ e parte: $D_{VB} = f(D_{FWD})$.

2.5.Sistema de Gerência de Pavimentos

Um Sistema de Gerência de Pavimentos engloba um conjunto de atividades afins, com o objetivo de garantir o planejamento estratégico, a priorização das ações e a racionalização na aplicação de recursos.

Os principais objetivos de um Sistema de Gerência de Pavimentos são (Marcon, 1996):

- "auxiliar a administração superior na tomada de decisões através de um conjunto de informações confiáveis;
- permitir à equipe técnica do órgão rodoviário a seleção e priorização das intervenções a serem executadas em uma rede de pavimentos, através de métodos sistemáticos e consistentes, baseada em critérios técnicos, econômicos e administrativos; e,
- proporcionar ao usuário, condições seguras e confortáveis de tráfego, com redução dos custos de operação dos veículos."

2.5.1 Sistema de Gerência de Pavimentos do DER/SC

Os estudos e o conjunto de atividades para a concepção e a implantação do Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) do DER/SC foram iniciados em setembro de 1994, com o objetivo de dotar a administração de um instrumento de trabalho que lhe permita gerenciar a malha rodoviária com base técnica confiável.

O SGP do DER/SC foi concebido para funcionar com base em 4 subsistemas fundamentais, conforme descrito no Manual de Procedimentos (DER/SC 1997), quais sejam:

- *Subsistema de informação* - constituído por um banco de dados denominado VISAGE, desenvolvido na França para gerenciar informações rodoviárias. Ele engloba todos os dados necessários para caracterizar a malha rodoviária (características geométricas, de tráfego, dos pavimentos, tais como irregularidade, trincamento, deflexão, etc), servindo de base à operação do SGP. Os dados são localizados em relação ao sistema de referenciamento constituído por marcos quilométricos implantados ao longo das rodovias catarinenses. O programa armazena automaticamente os dados anteriores do banco, obtidos em outros levantamentos, permitindo-se ter um histórico da rede e de sua evolução;
- *Subsistema de definição e avaliação das estratégias* - são definidas as várias estratégias compostas por uma ou diversas intervenções para aplicação às diferentes categorias e classes de tráfego em que se dividiu a rede rodoviária. A avaliação destas estratégias de manutenção, a serem aplicadas ao conjunto de segmentos homogêneos das rodovias é feita através do programa HDM;
- *Subsistema de programação* - este subsistema funciona com base nos dados que caracterizam os segmentos unitários armazenados no banco de dados VISAGE e nos resultados da avaliação das estratégias aplicadas aos segmentos homogêneos em que a malha rodoviária foi dividida; e,
- *Subsistema de acompanhamento* - o objetivo deste subsistema é a qualificação do estado de conservação da malha rodoviária, permitindo fazer o acompanhamento da evolução do comportamento dos pavimentos em função das políticas de intervenção estabelecidas para a rede.

Com base nestes 4 subsistemas, desenvolve-se uma série de operações que levam todo o sistema de gerência de pavimentos a operar na malha rodoviária, caracterizando-a em relação ao seu estado de conservação, prevendo as intervenções ótimas e programando-as de acordo com as propriedades mais aconselháveis para a conservação da rede considerada.

Para a caracterização da malha rodoviária catarinense foram definidos alguns parâmetros e procedimentos sistemáticos para seu levantamento e auscultação em cada trecho da rede. Estes levantamentos deverão ser realizados com base no referenciamento quilométrico da rodovia de forma a ter sempre uma identificação correta da localização para que as medições sejam sempre realizadas nos mesmos locais onde foram obtidos os dados armazenados no sistema VISAGE. Para efeito de caracterização da rede, a unidade de extensão elementar

(segmento unitário) é de 200 metros. No contexto do SGP do DER/SC, foi definida uma política de auscultação sistemática das rodovias que deverá sempre ser realizada segundo uma frequência determinada, compreendendo:

- Levantamento de degradações ou defeitos - realizado a cada 2 anos, por reconhecimento visual contínuo ao longo de uma faixa da rodovia, sendo anotadas as extensões, o tipo e a gravidade da degradação com base em um catálogo de defeitos constante do Manual de Procedimentos do SGP do DER/SC;
- Medições de irregularidade - realizadas a cada 4 anos, na faixa onde foram levantadas as degradações devendo ser medida em cada segmento unitário de 200m com o emprego de aparelho tipo integrador (Bump, Integrador IPR/USP);
- Medições de deflexão - realizadas a cada 4 anos, com emprego da viga Benkelman ou Falling Weight Deflectometer, na faixa (ou nas duas faixas, quando for o caso) onde foram levantados os defeitos e em trechos homogêneos em termos de degradações geralmente a cada 200 m para os tráfegos mais altos, a cada 400 ou 600 m para os trechos com volumes de tráfego mais baixos e a cada 1 km, no mínimo, no caso de trechos homogêneos em defeitos com extensão maior que 1km. Foram realizados levantamentos com o FWD em toda malha rodoviária catarinense nos anos 1995 e 2001, e os resultados estão armazenados no sistema VISAGE. Em 1990, o levantamento foi realizado empregando-se a viga Benkelman;
- Levantamento e medições de informações complementares - compreendem parâmetros como a rugosidade da superfície do pavimento, cujo levantamento é realizado em função das necessidades e o estado das áreas adjacentes ao pavimento (valetas, drenos, estabilidade dos taludes e sua proteção com revestimento, etc.) que podem contribuir para o seu bom funcionamento, cujo levantamento é realizado anualmente.

3. SELEÇÃO DOS SEGMENTOS AMOSTRAIS E LEVANTAMENTO DE CAMPO

A rede rodoviária estadual do Estado de Santa Catarina, supervisionada pelo DER/SC, é constituída de rodovias pavimentadas e não pavimentadas. Neste estudo foram abordadas e analisadas somente as rodovias pavimentadas que totalizam aproximadamente 3.200 Km de extensão. Ao longo desta malha, a Gerência de Pavimentos do DER/SC realizou (entre janeiro e maio de 2001) um levantamento deflectométrico com o equipamento KUAB-FWD, sendo as estações de ensaio distanciadas entre si de 200 metros no lado da rodovia onde foi realizado o levantamento anterior. Os resultados deste levantamento serviram para alimentar o Sistema de Gerência de Pavimentos do órgão.

Para realização deste trabalho de dissertação foram selecionados segmentos representativos da malha rodoviária do Estado para que fossem realizados os levantamentos deflectométricos com o emprego da viga Benkelman nas mesmas estações ensaiadas com o FWD.

Nos segmentos representativos selecionados foram demarcados segmentos de um km de extensão, onde tanto as medidas de deflexão com o FWD como as com a viga foram executadas a cada 25 m, ou seja, 41 pontos avaliados em cada segmento.

O primeiro passo foi conhecer o banco de dados do Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) do DER/SC, através do sub-sistema de informação VISAGE, que engloba todos os elementos necessários à operação do referido sistema. Os valores apresentados datam da campanha realizada no ano de 1995 (DER/SC,2000). Selecionou-se, então, os parâmetros julgados importantes para a definição dos segmentos que melhor caracterizam os pavimentos catarinenses. Os parâmetros selecionados foram os seguintes:

- Rodovia;
- Trecho;
- Km inicial;
- Km final;
- Extensão;
- TMDA;
- Idade;
- CBR (%);
- Deflexão característica;
- Veículos por dia;
- Trincamento;
- Desgaste;
- Panela;
- IRI;
- Tipo de material por camada; e,
- Espessura de material por camada.

Procedeu-se, então, a organização dos dados coletados. A rede rodoviária catarinense total apresentava na época 3.199 Km, incluindo neste somatório, os segmentos em revestimento primário e com pavimentos em lajota, paralelepípedo e em concreto de cimento Portland. Muitos dos segmentos, obtidos do programa Visage, não apresentavam valores das

espessuras das camadas ou do tipo de material, informações importantes para a definição da correlação VB/FWD. Portanto, estes segmentos, bem como aqueles segmentos onde havia camada betuminosa sobre paralelepípedos, foram desconsiderados resultando em uma extensão de 2.155 Km de rodovia.

Definiu-se que a seleção dos segmentos homogêneos representativos seria feita em função da análise dos seguintes itens:

- Região geológica a que pertence com base nos tipos de rocha, segundo definição proposta por Marcon (1996), que é a seguinte:
 - Região 1 - faixa leste do Estado - rochas de embasamento - granitos, granulitos e gnaisses

Os solos originados da decomposição de rochas de embasamento, de uma maneira geral, apresentam valores de índice de suporte de razoável a bom e baixa expansão. Os saibros (horizonte C) da decomposição de granitos e gnaisses com freqüência são utilizados como reforço ou sub-base na construção de pavimentos. Entretanto, são freqüentemente muito resilientes.

- Região 2 - faixa central do Estado - rochas sedimentares - arenito, siltito, argilito e folhelho

Os solos originados da decomposição de rochas sedimentares, de uma maneira geral, apresentam baixos valores de índice de suporte e expansão elevada. Os solos pertencentes ao horizonte C apresentam quase sempre valores menores de ISC e maiores de expansão do que aqueles do horizonte B.

- Região 3 - faixa oeste do Estado - rochas vulcânicas - basalto e riodacito.

Os solos originados da decomposição de rochas basálticas e de riodacitos, de uma maneira geral, apresentam valores de índice de suporte razoáveis e expansão abaixo de 2%. Os solos de má qualidade são provenientes da zona amigdaloidal do derrame basáltico.

"O conhecimento dos tipos de rochas e as respectivas distribuições espaciais numa determinada região é um fator importante na interpretação e análise do comportamento dos pavimentos rodoviários. Através das informações relativas às rochas existentes, pode-se inferir,

razoavelmente, as características gerais dos solos formados pela desagregação das mesmas e dos agregados produzidos por britagem." (Marcon, 1996)

Na figura 3.1 apresenta-se o mapa com as divisões geológicas.

- Nível deflectométrico do trecho em 1995, definidos para valores medidos o FWD (origem: matriz de classificação da rede estadual para fins de aplicação do modelo HDM-III):
 - Nível A - deflexão característica $\leq 50 \times 10^{-2}$ mm;
 - Nível B - deflexão característica > 50 e $\leq 70 \times 10^{-2}$ mm;
 - Nível C - deflexão característica > 70 e $\leq 100 \times 10^{-2}$ mm; e,
 - Nível D - deflexão característica $> 100 \times 10^{-2}$ mm.

- Tipo de revestimento asfáltico (origem: DER/SC, 2000):
 - Concreto Asfáltico Usinado a Quente (CAUQ) - mistura asfáltica usinada a quente composta por agregados minerais graduados e material asfáltico;
 - Pré-Misturado a Quente (PMQ) - mistura asfáltica usinada a quente composta por agregado mineral, preponderantemente gráudo, cuja graduação confere à mistura maior porcentagem de vazios e material asfáltico; e,
 - Pré-Misturado a Frio (PMF) - mistura executada à temperatura ambiente em usina apropriada, composta de agregado mineral graduado, material de enchimento (filler) e emulsão asfáltica, espalhada e comprimida a frio.

- Tipo de material das camadas de base e sub-base (origem: DER/SC, 2000):
 - Brita graduada (BG) - camada estabilizada granulometricamente, obtida por mistura obrigatória em usina de produtos integralmente oriundos de britagem de rocha são, e que atenda às faixas granulométricas e outros parâmetros de uma especificação;
 - Macadame seco (MS) - camada granular composta por agregados gráudos, naturais ou britados, preenchidos a seco por agregados miúdos pela ação enérgica de compactação;
 - Saibro (SAI) - camada composta por material oriundo do horizonte C ou solo saprolítico de rochas graníticas que costumam apresentar boas características para emprego em camadas do pavimento, como sub-base ou base estabilizada granulometricamente;

- Seixo bruto (SB) - camada composta de seixo extraído sem qualquer processo de peneiramento ou britagem;
- Solo estabilizado granulometricamente (SE) - camada composta de solo cuja granulometria deve atender a uma faixa granulometrica especificada;
- Seixo parcialmente britado (SPB) - camada composta de uma porcentagem de seixo natural e outra de seixo britado;
- Seixo britado (SBR) - camada composta por seixos oriundos de britagem e que atenda a uma faixa granulometrica especificada; e,
- Seixo classificado (SC) - camada estabilizada granulometricamente, executada com seixos obtidos em processo de peneiramento após a extração.

O quadro 3.1 apresenta a divisão dos segmentos em termos de região geológica e nível deflectométrico. O quadro 3.2 mostra os tipos de camadas asfálticas existentes com as respectivas extensões de rodovia (em metros).

FIGURA 3.1 - Mapa de Santa Catarina com as divisões geológica

QUADRO 3.1 -Divisão dos segmentos em termos de região geológica e nível deflectométrico

REGIÃO	DEFLEXÃO (x 10 ⁻² mm)				EXTENSÃO	
	D ≤ 50	> 50 D ≤ 70	> 70 D ≤ 100	D > 100	(m)	(%)
1	93.423m	126.377m	134.242m	96.829m	450.871	21
2	91.305m	267.701m	258.869m	21.293m	639.168	30
3	164.014m	651.176m	250.050m	0	1.065.240	49
EXT. (m)	348.742m	1.045.254m	643.161m	118.122m	2.155.279	100
EXT. (%)	16%	48	30	5	100	

QUADRO 3.2 -Tipos de camadas asfálticas existentes

CAMADAS ASFÁLTICAS					EXTENSÃO	
1 ^a (superior)	2 ^a (*)	3 ^a (*)	4 ^a (*)	5 ^a (*)	(m)	(%)
PMF	-	-	-	-	5.181	0,2
PMF	PMF	-	-	-	111.384	5,2
CAUQ	PMF	-	-	-	93.182	4,3
CAUQ	CAUQ	PMF	-	-	97.322	4,5
CAUQ	CAUQ	PMQ	PMQ	CAUQ	25.852	1,2
CAUQ	-	-	-	-	1.276.667	59,2
CAUQ	CAUQ	-	-	-	474.964	22,0
CAUQ	CAUQ	CAUQ	-	-	70.727	3,3
TOTAL					2.155.279	100,0

(*) Rodovias com pelo menos 1 ou mais restaurações ou o revestimento inicial era subdividido em 2 camadas.

Analisando-se o quadro 3.2, verifica-se que o pavimento com revestimento apresentando uma camada em CAUQ e aquele com duas camadas em CAUQ, representam 81% da malha seleccionada. Portanto, os segmentos seleccionados para o estudo estão inseridos nesta percentagem referida.

Os quadros 3.3 e 3.4 mostram a variação de camadas inferiores para pavimentos com estes dois tipos de revestimento. As estruturas em negrito são aquelas seleccionadas para a avaliação por serem as que ocorrem com maior frequência, respectivamente, 87% e 91% para as estruturas com uma camada e duas camadas de revestimento em CAUQ.

QUADRO 3.3 -Tipos de estruturas com uma camada de revestimento em CAUQ

REVEST.	CAUQ						
BASE	BG	BG	BG	BG	BG	MS	SB
SUB-BASE	BG	MS	SAI	SB	SE	SE	
TOTAL (m)	140.865	792.820	13.009	2.715	156.993	16.995	29.458
TOTAL (%)	11	62	1	0	12	1	2
REVEST.	CAUQ						
BASE	SB	SBR	SC	SE	SPB	SPB	SPB
SUB-BASE	SPB	SB	SB		SAI	SB	SE
TOTAL (m)	27.961	7.100	15.046	19.757	11.135	30.944	11.869
TOTAL (%)	2	1	1	2	1	2	1
EXTENSÃO TOTAL = 1.276.667 m							

QUADRO 3.4 -Tipos de estruturas com duas camadas de revestimento em CAUQ

REVEST.	DUAS CAMADAS DE CAUQ				
BASE	BG	BG	BG	SBR	SC
SUB-BASE	BG	MS	SE	SB	
TOTAL (m)	98.898	243.347	60.600	7.414	2.960
TOTAL (%)	21	51	13	2	1
REVEST.	DUAS CAMADAS DE CAUQ				
BASE	SE	SE	SPB	SPB	SPB
SUB-BASE	SPB		SAI	SB	SE
TOTAL (m)	13.026	3.988	3.940	28.196	12.595
TOTAL (%)	3	1	1	6	3
EXTENSÃO TOTAL = 474.964 m					

Procedeu-se, então, a divisão por região geológica e por nível deflectométrico para cada uma das 8 estruturas selecionadas.

Diante disto, foram selecionados 56 segmentos de 1 Km, ou seja 56 Km, onde foram realizados os levantamentos deflectométricos com a viga Benkelman e o FWD. Este número representa cerca de 1,8% da malha rodoviária de Santa Catarina.

O quadro 3.5 mostra os tipos de estruturas selecionadas para avaliação, o número de segmentos de análise para cada uma delas e as espessuras médias de cada camada do pavimento por tipo de material constituinte.

QUADRO 3.5 -Tipos de estruturas selecionadas

TIPO DE ESTRUTURA	REVESTIMENTO		BASE		SUB-BASE		Nº SEGMENTOS AVALIADOS	
	Tipo	Esp.média (cm)	Tipo	Esp.média (cm)	Tipo	Esp.média (cm)		
I	CAUQ	5	BG	15	MS	19	17	30%
II	CAUQ	4	BG	33	-	-	6	11%
III	CAUQ	4	BG	19	SE	25	8	14%
IV	CAUQ	5	SPB	17	SB	24	5	9%
V	CAUQ	12	BG	14	MS	20	4	7%
VI	CAUQ	9	BG	29	-	-	7	13%
VII	CAUQ	10	BG	18	SE	24	5	9%
VIII	CAUQ	12	SPB	15	SB	28	4	7%
TOTAL	-	-	-	-	-	-	56	100%

Determinados os trechos das rodovias a serem estudados e o número de segmentos a serem selecionados, procedeu-se a definição da localização dos mesmos. Esta seleção foi realizada em campo de modo que estes segmentos devessem preferencialmente possuir características tais que minimizassem interferências que pudessem vir a prejudicar a análise dos resultados. Portanto, procurou-se marcar os segmentos que apresentassem as seguintes características:

- Homogeneidade de trincamento ao longo do quilômetro a ser avaliado (no máximo trinca tipo FC-2);
- Preferências por seções em aterro;
- Inexistência de defeitos relacionados com a falta de drenagem, tais como afundamentos do pavimento (borrachudos);
- Afundamento de trilha de roda não acentuado;
- Inexistência de defeitos relacionados a má construção de alguma camada do pavimento ou emprego de materiais de baixa qualidade; e,
- Preferencialmente não selecionar segmentos em curvas ou rampas acentuadas.

Nos quadros de 3.6 a 3.8 é apresentada a relação dos segmentos selecionados, sua localização, classificação quanto ao nível deflectométrico, região geológica e tipo de estrutura e, ainda, as características constantes no programa VISAGE-DER/SC (dados anteriores a 2001).

A figura 3.2 apresenta o mapa do Estado de Santa Catarina com a localização dos segmentos amostrais.

QUADRO 3.6 -Segmentos amostrais analisados (localização, nível deflectométrico, tipo de estrutura)

SEG- MENTO	RODOVIA	TRECHO	KM INICIAL	KM FINAL	EXT. (m)	REGIÃO GEOLÓG.	NÍVEL DEFLEC.	TIPO DE ESTRUT.	Dc (0,01mm)	IRIc
S-01	BR-282	Santo Amaro da Imperatriz - Rio Canoas	23+680	32+712	8.852	1	C	II	108	3,3
S-02	BR-282	Santo Amaro da Imperatriz - Rio Canoas	23+680	32+712	8.852	1	C	II	108	3,3
S-03	BR-282	Santo Amaro da Imperatriz - Rio Canoas	108+145	114+000	5.855	2	B	VIII	60	2,3
S-04	BR-282	Santo Amaro da Imperatriz - Rio Canoas	108+145	114+000	5.855	2	B	VIII	60	2,3
S-05	SC-438	Entr. BR-282 - Painei	5+000	23+300	18.300	3	B	I	60	2,9
S-06	SC-438	Entr. BR-282 - Painei	23+300	44+100	20.800	3	A	I	48	2,6
S-07	SC-425	Entr. BR-282 - Entr. BR-470	33+187	53+000	19.813	2	C	I	92	4,4
S-08	SC-302	Caçador - Entr. BR-116	84+068	90+400	6.332	3	B	II	61	2,9
S-09	SC-302	Caçador - Entr. BR-116	84+068	90+400	6.332	3	B	II	61	2,9
S-10	SC-303	Luzerna - Tangará	209+335	227+500	18.165	3	B	VI	55	2,9
S-11	SC-303	Luzerna - Tangará	228+050	241+100	13.050	3	B	VI	59	2,7
S-12	SC-451	BR-153 - Caçador	160+085	181+587	21.502	3	B	I	79	3,9
S-13	SC-303	Videira - Tangará	183+910	198+700	14.790	3	A	II	43	3,1
S-14	SC-303	Videira - Tangará	183+910	198+700	14.790	3	A	II	43	3,1
S-15	SC-303	Joaçaba - Ouro	265+331	277+400	12.069	3	B	VI	66	2,9
S-16	SC-462	Ipira - Peritiba	2+400	21+652	19.252	3	B	I	62	2,5
S-17	SC-480	São Domingos - Entr. SC-467	62+381	76+589	14.208	3	B	I	62	3,1
S-18	SC-480	Entr. SC-467 - Xanxerê	79+589	92+524	15.935	3	C	V	80	2,7
S-19	SC-466	Entr. SC-283 - Xanxerê	30+634	42+007	11.373	3	B	I	59	2,7
S-20	SC-480	Goio En - Chapecó	141+750	161+279	19.529	3	B	VI	77	2,4
S-21	SC-386	Entr. BR-282 -Descanso - Entr. SC-472	8+424	29+957	21.533	3	B	V	51	2,2
S-22	SC-386	Entr. BR-282 -Descanso - Entr. SC-472	8+424	29+957	21.533	3	B	V	51	2,2
S-23	SC-471	Entr. BR-280 - Palma Sola - Anchieta	23+587	39+000	15.413	3	A	I	50	2,1
S-24	SC-410	Entr. BR-101 - Governador Celso Ramos	0+000	14+784	14.784	1	B	III	78	3,2
S-25	SC-418	Entr. BR-470 - Pomerode	0+000	16+743	16.743	1	B	VII	73	2,3
S-26	SC-418	Entr. BR-470 - Pomerode	0+000	16+743	16.743	1	B	VII	73	2,3
S-27	SC-416	Pomerode - Jaraguá do Sul	16+950	22+800	5.850	1	B	III	68	2,4
S-28	SC-416	Pomerode - Jaraguá do Sul	24+805	32+000	7.195	1	C	I	86	2,7

QUADRO 3.6 - (cont.) Segmentos amostrais analisados (localização, nível deflectométrico, tipo de estrutura)

SEG- MENTO	RODOVIA	TRECHO	KM INICIAL	KM FINAL	EXT. (m)	REGIÃO GEOLÓG.	NÍVEL DEFLEC.	TIPO DE ESTRUT.	Dc (0,01mm)	IRIc
S-29	SC-477	Dr. Pedrinho - Benedito Novo	144+568	165+458	20.890	2	C	I	96	2,8
S-30	SC-477	Benedito Novo - Timbó	165+458	173+200	7.742	1	C	V	143	2,8
S-31	SC-421	Witsmarsum - Presidente Getúlio	26+300	35+400	9.100	2	C	I	84	2,5
S-32	SC-421	Witsmarsum - Presidente Getúlio	26+300	35+400	9.100	2	C	I	84	2,5
S-33	SC-486	Salseiro - Vidal Ramos (entr. SC-427)	108+849	115+436	6.587	1	B	I	72	2,4
S-34	SC-427	Vidal Ramos - Ituporanga	2+929	12+586	9.657	2	C	III	82	2,5
S-35	SC-427	Vidal Ramos - Ituporanga	2+929	12+586	9.657	2	C	III	82	2,5
S-36	SC-427	Vidal Ramos - Ituporanga	12+586	19+600	7.014	2	B	III	69	2,4
S-37	SC-427	Ituporanga - Petrolândia	33+166	42+850	9.684	2	B	I	57	2,5
S-38	SC-302	Ituporanga - Alfredo Wagner	301+000	310+000	9.000	2	B	I	72	2,3
S-39	SC-302	Ituporanga - Alfredo Wagner	310+000	319+700	9.700	2	B	I	72	2,3
S-40	SC-302	Ituporanga - Alfredo Wagner	329+786	353+130	23.344	2	B	IV	71	2,8
S-41	SC-302	Ituporanga - Alfredo Wagner	329+786	353+130	23.344	2	B	IV	71	2,8
S-42	SC-408	Antonio Carlos - Biguaçu	89+335	97+826	8.491	1	C	III	95	4,3
S-43	SC-434	Garopaba - Br-101	1+650	12+238	13.588	1	A	VII	45	2,0
S-44	SC-434	Garopaba - Br-101	1+650	15+238	13.588	1	A	VII	45	2,0
S-45	SC-437	Entr. BR-101(acesso norte) - Imaruí	4+876	25+353	20.477	1	A	VI	45	2,4
S-46	SC-437	Entr. BR-101(acesso norte) - Imaruí	4+876	25+353	20.477	1	A	VI	45	2,4
S-47	SC-431	Armazém - Gravatal	96+300	104+430	8.130	1	C	III	168	3,3
S-48	SC-442	Arroio Correntes - Jaguaruna	4+750	12+000	7.250	1	B	I	52	2,3
S-49	SC-443	Morro da Fumaça - Criciúma	13+000	27+122	14.122	1	A	VIII	40	2,4
S-50	SC-444	Criciúma - Içara - Entr. BR-101	1+470	10+963	9.493	2	C	VII	106	2,9
S-51	SC-487	Entr. SC-444 - Lagoa Esteves	0+000	3+200	3.200	2	A	VI	40	2,4
S-52	SC-447	Nova Veneza - Caravágio	42+198	50+282	8.084	2	A	VIII	40	3,4
S-53	SC-448	Entr. BR-101 - Ermo - Entr. SCT-285	40+894	47+479	6.585	1	B	IV	71	-
S-54	SC-483	Jacinto Machado - Ermo	39+574	50+925	11.351	1	B	IV	53	-
S-55	SC-446	Orleans - Urussanga	0+000	7+600	7.600	1	B	IV	55	2,7
S-56	SC-446	Criciúma - Cocal do Sul - Urussanga	28+820	36+000	7.180	1	C	III	109	4,0

QUADRO 3.7 -Segmentos amostrais analisados (dados sobre tráfego e idade)

SEG- MENTO	Idade	Média Veículos Leves	Média Ônibus	Média Caminhão Médio	Média Caminhão Pesado	Média Semi Reboque	TMDA
S-01	-	2409	74	378	211	138	3209
S-02	-	2409	74	378	211	138	3209
S-03	14	1351	32	230	141	97	1851
S-04	14	1351	32	230	141	97	1851
S-05	15	773	28	147	121	19	1088
S-06	15	746	27	142	117	18	1050
S-07	13	1113	65	210	443	269	2100
S-08	20	844	68	174	331	115	1532
S-09	20	844	68	174	331	115	1532
S-10	17	1427	34	279	135	40	1915
S-11	17	1471	34	332	161	55	2053
S-12	11	1362	63	305	372	152	2254
S-13	17	2602	61	508	247	74	3492
S-14	17	2602	61	508	247	74	3492
S-15	18	1297	26	521	177	88	2109
S-16	7	737	23	171	30	21	982
S-17	13	680	22	126	84	66	978
S-18	15	1832	140	434	402	462	3270
S-19	5	444	13	231	31	7	726
S-20	19	2236	206	609	461	345	3857
S-21	13	1289	51	219	61	37	1657
S-22	13	1289	51	219	61	37	1657
S-23	5	395	19	89	67	16	586
S-24	12	1086	49	98	20	4	1257
S-25	19	2984	96	328	79	17	3504
S-26	19	2984	96	328	79	17	3504
S-27	5	2777	135	536	372	204	4024
S-28	5	2777	135	536	372	204	4024

QUADRO 3.7 (cont.) - Segmentos amostrais analisados (dados sobre tráfego e idade)

SEG- MENTO	Idade	Média Veículos Leves	Média Ônibus	Média Caminhão Médio	Média Caminhão Pesado	Média Semi Reboque	TMDA
S-29	5	1160	33	231	235	13	1672
S-30	12	2434	49	309	209	30	3031
S-31	3	586	30	95	37	1	749
S-32	3	586	30	95	37	1	749
S-33	18	282	4	46	22	1	355
S-34	11	653	10	106	50	2	821
S-35	11	653	10	106	50	2	821
S-36	11	774	12	126	59	2	973
S-37	9	1076	16	157	63	3	1315
S-38	5	1839	37	283	79	12	2250
S-39	5	1839	37	283	79	12	2250
S-40	5	752	21	170	77	24	1044
S-41	5	752	21	170	77	24	1044
S-42	12	1138	28	285	21	165	1837
S-43	11	2691	71	275	59	10	3106
S-44	11	2691	71	275	59	10	3106
S-45	11	1649	22	115	52	1	1839
S-46	11	1649	22	115	52	1	1839
S-47	15	1413	29	253	103	26	1824
S-48	11	909	22	114	69	21	1135
S-49	6	2072	71	298	238	84	2763
S-50	24	10213	245	847	793	471	12569
S-51	14	804	13	50	24	4	895
S-52	12	1392	7	147	157	21	1724
S-53	17	1615	23	212	159	26	2035
S-54	17	1253	23	174	114	10	1574
S-55	16	2252	45	443	259	68	3067
S-56	18	5662	130	641	482	274	7189

QUADRO 3.8 -Segmentos amostrais analisados (tipo e espessuras das camadas do pavimento)

SEG- MENTOS	CAMADA 1		CAMADA 2		CAMADA 3		CAMADA 4	
	ESP. (cm)	MATERIAL						
S-01	4	CAUQ	33	BG	-	-	-	-
S-02	4	CAUQ	33	BG	-	-	-	-
S-03	8	CAUQ	5	CAUQ	15	SPB	35	SB
S-04	8	CAUQ	5	CAUQ	15	SPB	35	SB
S-05	5	CAUQ	15	BG	20	MS	-	-
S-06	5	CAUQ	15	BG	20	MS	-	-
S-07	5	CAUQ	15	BG	20	MS	-	-
S-08	5	CAUQ	33	BG	-	-	-	-
S-09	5	CAUQ	33	BG	-	-	-	-
S-10	5	CAUQ	5	CAUQ	33	BG	-	-
S-11	5	CAUQ	5	CAUQ	30	BG	-	-
S-12	5	CAUQ	13	BG	17	MS	-	-
S-13	4	CAUQ	32	BG	-	-	-	-
S-14	4	CAUQ	32	BG	-	-	-	-
S-15	5	CAUQ	5	CAUQ	30	BG	-	-
S-16	5	CAUQ	13	BG	17	MS	-	-
S-17	4	CAUQ	13	BG	17	MS	-	-
S-18	8	CAUQ	4	CAUQ	13	BG	21	MS
S-19	5	CAUQ	16	BG	18	MS	-	-
S-20	3	CAUQ	5	CAUQ	43	BG	-	-
S-21	8	CAUQ	4	CAUQ	13	BG	19	MS
S-22	8	CAUQ	4	CAUQ	13	BG	19	MS
S-23	5	CAUQ	13	BG	17	MS	-	-
S-24	5	CAUQ	25	BG	15	SE	-	-
S-25	4	CAUQ	5	CAUQ	20	BG	40	SE
S-26	4	CAUQ	5	CAUQ	20	BG	40	SE
S-27	4	CAUQ	23	BG	23	SE	-	-
S-28	6	CAUQ	23	BG	23	MS	-	-

QUADRO 3.8 (cont.) - Segmentos amostrais analisados (tipo e espessuras das camadas do pavimento)

SEG- MENTOS	CAMADA 1		CAMADA 2		CAMADA 3		CAMADA 4	
	ESP. (cm)	MATERIAL						
S-29	5	CAUQ	18	BG	22	MS	-	-
S-30	7	CAUQ	5	CAUQ	18	BG	22	MS
S-31	5	CAUQ	14	BG	17	MS	-	-
S-32	5	CAUQ	14	BG	17	MS	-	-
S-33	4	CAUQ	15	BG	18	MS	-	-
S-34	4	CAUQ	17	BG	20	SE	-	-
S-35	4	CAUQ	17	BG	20	SE	-	-
S-36	4	CAUQ	17	BG	20	SE	-	-
S-37	4	CAUQ	17	BG	23	MS	-	-
S-38	4	CAUQ	16	BG	22	MS	-	-
S-39	4	CAUQ	16	BG	18	MS	-	-
S-40	5	CAUQ	15	SPB	30	SB	-	-
S-41	5	CAUQ	15	SPB	30	SB	-	-
S-42	4	CAUQ	18	BG	50	SE	-	-
S-43	3	CAUQ	4	CAUQ	16	BG	20	SE
S-44	3	CAUQ	4	CAUQ	16	BG	20	SE
S-45	4	CAUQ	4	CAUQ	18	BG	-	-
S-46	4	CAUQ	4	CAUQ	18	BG	-	-
S-47	5	CAUQ	16	BG	18	SE	-	-
S-48	4	CAUQ	13	BG	17	MS	-	-
S-49	6	CAUQ	4	CAUQ	15	SPB	20	SB
S-50	9	CAUQ	5	CAUQ	20	BG	40	SE
S-51	4	CAUQ	4	CAUQ	30	BG	-	-
S-52	4	CAUQ	4	CAUQ	15	SPB	20	SB
S-53	4	CAUQ	18	SPB	21	SB	-	-
S-54	4	CAUQ	16	SPB	16	SB	-	-
S-55	5	CAUQ	20	SPB	23	SB	-	-
S-56	5	CAUQ	20	BG	34	SE	-	-

FIGURA 3.2 - Mapa de Santa Catarina com a localização dos segmentos amostrais

Os levantamentos deflectométricos desta pesquisa foram realizados nos 56 segmentos selecionados utilizando-se dois equipamentos: viga Benkelman e Falling Weight Deflectometer - tipo KUAB. O período de execução destes ensaios foi de janeiro a maio de 2001.

O Sistema de Gerência de Pavimentos do DER/SC forneceu os croquis de localização dos quilômetros de referência das rodovias. De posse destes croquis, foi marcada em campo, a primeira estação amostral de ensaio de cada segmento. A marcação foi feita com spray vermelho na pista e consistiu em um traço transversal ao eixo da rodovia e a numeração do segmento (ex: S-01). Os quilômetros iniciais e finais eram anotados e repassados às equipes responsáveis pelos levantamentos deflectométricos com a viga Benkelman e o FWD, que também fizeram uso dos croquis do DER/SC para a correta localização dos trechos a serem ensaiados.

A equipe responsável pelo FWD realizou as leituras de deflexão partindo-se da estação marcada na pista e, a cada 25m, onde se situavam as estações seguintes, fez um traço com spray vermelho na pista. Estas marcações tiveram fundamental importância nesta pesquisa pois sinalizaram exatamente o local das seções onde a equipe responsável pela viga Benkelman deveria fazer o levantamento. O lado da pista a ser avaliado foi o mesmo do levantamento anterior.

O cronograma para realização dos ensaios foi definido de forma que o período entre os levantamentos com os dois diferentes tipos de equipamento na mesma estação fosse o menor possível. Não foram realizados ensaios com chuva.

O levantamento deflectométrico com a viga Benkelman foi realizado de acordo com o método padronizado DNER-ME 024/94. Utilizou-se um caminhão padronizado para este tipo de levantamento, com pneus calibrados com 0,56 MPa e carga de 80 KN no eixo traseiro. A viga Benkelman utilizada é do tipo convencional, com relação de braços 4:1. As leituras foram realizadas sobre o ponto abaixo da carga, a 25cm e a leitura final a 10m. Foram medidas as temperaturas na superfície do pavimento, bem como a temperatura do ar na primeira e na última estação de levantamento do segmento de análise.

O equipamento FWD utilizado foi o modelo KUAB-2m-FWD que possui sete sismômetros com sensibilidade para medir entre 0 e 0,5 cm com acurácia absoluta menor do que 2% da leitura indicada e com repetibilidade de 2 micra. A resolução da deflexão registrada é de 1 micron. O posicionamento dos sensores obedeceu às seguintes distâncias: 0, 20, 30, 45, 60, 90 e 180

cm, conforme recomendado pelo Manual SHRP-LTPP. A carga aplicada ao pavimento foi de 40KN, equivalente ao semi-eixo padrão. O pulso de carga é produzido por duas massas. A placa sobre a qual cai o peso é subdividida em segmentos de um quarto de círculo, livres para conformar à superfície do pavimento, assegurando distribuição uniforme da carga. A célula de carga faz parte da placa de carga e tem precisão de 3,5kg. A acurácia absoluta da célula utilizada é de 2% da carga indicada. As temperaturas da superfície do pavimento e do ar foram registradas simultaneamente à leitura da deflexão em cada ponto de avaliação.

Antes do início da campanha de medições com o FWD, foi realizada uma "série de calibração" do aparelho como forma de mantê-lo sempre dentro dos limites de precisão. São três os tipos de calibração necessárias a este equipamento (DER, 2001):

- Calibração de sismômetros - realizada a partir das indicações contidas no software que acompanha o equipamento, começando pela zeragem dos micrômetros dos sismômetros e execução de uma leitura dos pulsos elétricos; a seguir é solicitada nova leitura de pulsos com os micrômetros ajustados. Este processo é repetido até que o software julgue que os pulsos lidos estão adaptados a uma das curvas padrão do programa;
- Calibração dos termômetros - são dois os termômetros do equipamento: para medida da temperatura do pavimento é do tipo infra-vermelho de alta precisão e não necessita de calibração ; e, para medida da temperatura do ar, que deve ser calibrado antes do início de uma campanha de medição. Coloca-se um termômetro de mercúrio no mesmo compartimento onde se encontra o termômetro do aparelho, fazendo-se leituras seguidas até a estabilização da mesma, a seguir, no software de calibração, é feita a entrada do valor lido, o que é suficiente para calibrar o termômetro do FWD; e,
- Calibração do distanciômetro - deverá ser realizada antes do início de uma campanha de medição e cada vez que se troque o pneu da roda em que se está o sistema de medição de distâncias, ou quando houver mudança na calibração dos pneus. A calibração é realizada em trecho em tangente de rodovia com extensão conhecida. Quanto mais longo o trecho, maior a precisão. O trecho de calibração utilizado foi de 1000m da rodovia SC-402, em Florianópolis. Alinha-se a roda do trailer com a marca do início do trecho da calibração, e roda-se o programa de calibração de distância, que pedirá para proceder a passagem pelo trecho, com velocidade de 40km/h, até o final do trecho, quando deverá ser alinhada a roda com a marca final conhecida; é informada a distância percorrida ao programa que fornecerá um fator de pulsos por metro.

Os resultados dos levantamentos foram fornecidos pelo DER/SC e são apresentados nos Anexos A-1 e A-2.

Nas figuras de 3.1 a 3.11 são apresentadas algumas fotos que ilustram o levantamento realizado.

A marcação foi feita na pista, com tinta spray, para orientação da equipe responsável pelo FWD.



FIGURA 3.3 - Segmento S-01 (Km 23+680 da rodovia BR-282, trecho: Santo Amaro da Imperatriz - Rio Canoas)

Os segmentos foram selecionados em campo, devendo possuir características tais que minimizassem interferências que pudessem vir a prejudicar a análise dos resultados em escritório.



FIGURA 3.4 - Segmento S-09 (Km 84+000 da rodovia SC-302, trecho: Caçador - entroncamento com BR-116)

O equipamento utilizado no levantamento deflectométrico pelo DER/SC em 2001 foi o KUAB FWD de origem sueca. O aparelho é montado em uma carreta rebocada por um veículo.



FIGURA 3.5 - Equipamento KUAB FWD de origem sueca

O equipamento apresenta um conjunto de massas que a partir de uma altura pré-fixada cai sobre um sistema de amortecedores de borracha que transmite a força aplicada a uma placa circular apoiada no pavimento. Na placa existe uma célula de carga que mede a carga do impacto proveniente da queda do conjunto de massas.

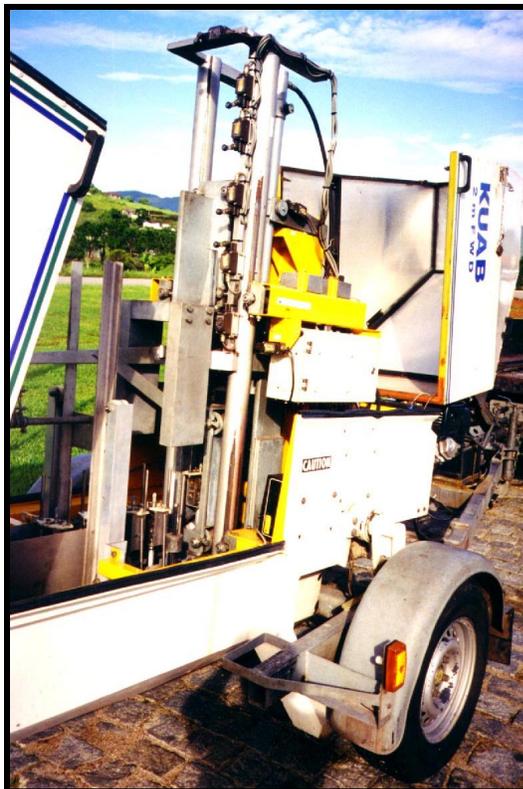


FIGURA 3.6 - Detalhes do FWD

Os deslocamentos recuperáveis gerados na superfície do pavimento - bacia de deflexões - são medidos por sismômetros instalados na placa e ao longo da barra metálica.



FIGURA 3.7 - Sismômetros instalados na placa e ao longo da barra metálica

O responsável pelo levantamento com FWD marca com tinta spray na pista cada estação onde foram realizadas as leituras.



FIGURA 3.8 - Marcação com tinta spray na pista nas estação de ensaio

A placa de carga e a barra com os sete sismômetros são abaixadas, os pesos são elevados para altura de queda pré-determinada e liberados para a queda. A placa e a barra são suspensas hidráulicamente e um sinal sonoro é emitido indicando que o veículo pode ser deslocado para próxima estação.



FIGURA 3.9 - Abaixamento da placa de carga e da barra com os sete sismômetros

A equipe responsável pelo levantamento com a viga Benkelman realizou as medidas de temperatura do ar e do revestimento na primeira e na última estação de ensaio de cada segmento homogêneo.



FIGURA 3.10 -Medidas de temperatura do ar e do revestimento

O levantamento com a viga Benkelman foi realizado de acordo com o procedimento DNER-PRO-024/94.



FIGURA 3.11 -Levantamento com a viga Benkelman - DNER-PRO-024/94

A ponta da viga foi posicionada entre as rodas do caminhão na trilha de roda externa e na direção da marca de tinta spray referente ao local onde o FWD fez a leitura.



FIGURA 3.12 -A ponta da viga posicionada entre as rodas do caminhão



FIGURA 3.13 -Operador da viga Benkelman realizando a leitura no extensômetro

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

4.1. Análise Estatística dos Resultados

Definiu-se os valores de deflexões características obtidas pela viga Benkelman e pelo FWD para cada um dos 56 segmentos homogêneos, cujos resultados encontram-se no quadro 4.1. Constam neste quadro, também, o intervalo de temperatura da superfície do revestimento e do ar, registrados por ocasião dos ensaios de campo.

Verifica-se que, em média, o coeficiente de variação das medidas com a viga Benkelman estão em torno de 30%, enquanto que com o FWD cerca de 25%, caracterizando discreta melhor homogeneidade nas medidas com o FWD.

O quadro 4.1 também apresenta a análise estatística das deflexões. Dele verifica-se que o intervalo de valores de deflexão obtido com a viga Benkelman ficou entre 12×10^{-2} mm e 208×10^{-2} mm e com o FWD, entre 13×10^{-2} mm e 156×10^{-2} mm.

Os valores de deflexão média obtidos em cada segmento variam de 23 a 102×10^{-2} mm e de 24 a 81×10^{-2} mm, com o emprego da viga Benkelman e com o FWD, respectivamente. As deflexões características obtidas pela viga variaram de 31×10^{-2} mm a 136×10^{-2} mm, enquanto que, para o FWD variaram de 31×10^{-2} mm a 109×10^{-2} mm. Nota-se que o limite inferior das medidas são iguais para os dois equipamentos, porém, considerando-se o limite superior, as deflexões obtidas com o emprego do FWD apresentam valores menores que as deflexões obtidas com a viga Benkelman.

A deflexão média obtida com o levantamento realizado com a viga é cerca de 26% maior que a deflexão média obtida com o FWD.

A temperatura do ar durante a execução dos ensaios variou de 13°C a 36°C e a temperatura no revestimento variou de 16°C a 53°C. A temperatura média do pavimento obtida no levantamento com a viga Benkelman foi de 33°C, com valor máximo de 53°C e mínimo de 20°C. No levantamento com o FWD, a temperatura média foi de 29°C, com valor máximo de 43°C e mínimo de 16°C.

Nos anexos A-1 e A-2 constam as tabelas com os valores de deflexão determinados em cada estação de ensaio com o emprego dos dois equipamentos.

4.2. Análise de Regressão FWD x Viga

Para o estudo das correlações FWD x VIGA, foi utilizado o programa Microsoft Excel, ano 1997. Os modelos de regressões utilizadas foram os seguintes:

- Linear $y = ax + b$ (equação 4.1);
- Logarítmica $y = a \ln x + b$ (equação 4.2);
- Potencial $y = ax^b$ (equação 4.3); e,
- Exponencial $y = ae^{b \times x}$ (equação 4.4).

A partir do modelo linear, com eliminação do intercepto, obtém-se o seguinte modelo:

- $y = \alpha x$ (equação 4.5), onde: α = coeficiente de proporcionalidade.

QUADRO 4.1 -Resultados estatísticos das deflexões obtidas com viga Benkelman e FWD

SEG. - TIPO ESTRUT.	DEFLEXÃO VIGA BENKELMAN (x10 ⁻² mm)								DEFLEXÃO FWD (x10 ⁻² mm)							
	MÉDIA	DESVIO	Dc	MÁX	MÍN	C.V. (%)	TEMP. PAV (°C)	TEMP. AR. (°C)	MÉDIA	DESVIO	Dc	MÁX	MÍN	C.V. (%)	TEMP. PAV. (°C)	TEMP. AR (°C)
S-01-II	55	19	74	96	24	35	46-50	35-36	44	14	58	87	22	33	36-39	31-34
S-02-II	78	16	94	128	48	20	34-36	26-27	67	13	80	100	38	19	31-37	27-32
S-03-VIII	36	14	50	96	20	38	27-32	22-27	33	11	44	83	19	34	26-28	22-24
S-04-VIII	35	12	47	84	20	34	33-34	24-26	33	10	43	79	22	32	27-28	23-25
S-05-I	34	11	45	68	20	33	26-28	21-24	36	7	43	61	26	20	23-24	24-24
S-06-I	36	13	49	68	20	37	28-31	22-24	34	9	43	54	22	26	30-34	24-24
S-07-I	58	14	72	96	36	24	34-32	27-28	59	9	68	75	38	12	37-41	27-29
S-08-II	79	19	98	140	48	24	34-38	26-29	57	12	69	88	39	21	38-42	28-29
S-09-II	50	29	79	124	20	58	36-40	26-30	49	13	62	82	31	26	22-30	21-28
S-10-VI	45	9	54	64	32	21	45-44	28-28	39	8	47	53	25	21	29-33	24-24
S-11-VI	38	8	46	64	24	21	35-35	25-25	37	7	44	58	27	19	31-33	24-24
S-12-I	53	19	72	140	40	35	30-30	23-23	44	17	61	122	21	39	20-26	20-23
S-13-II	61	22	83	108	32	35	28-29	22-22	56	18	74	98	29	32	35-42	31-34
S-14-II	50	11	61	76	32	21	36-36	26-24	45	10	55	66	27	22	34-43	30-30
S-15-VI	41	10	51	72	28	25	34-42	26-28	44	11	55	67	23	26	34-38	29-30
S-16-I	49	11	60	92	32	22	52-53	33-35	42	11	53	74	22	26	30-36	24-25
S-17-I	83	24	107	128	44	30	30-37	25-29	51	12	63	74	33	24	35-35	25-26
S-18-V	54	12	66	84	32	23	49-46	32-30	33	7	40	49	21	21	30-34	24-25
S-19-I	44	10	54	68	24	22	45-46	30-31	26	5	31	44	16	20	29-34	28-29
S-20-VI	69	18	87	112	40	26	25-35	22-26	52	12	64	76	32	23	32-35	22-22
S-21-V	32	9	41	60	20	27	30-36	20-25	29	5	34	47	19	18	27-31	27-28
S-22-V	40	9	49	68	20	22	38-45	27-27	32	5	37	49	26	14	30-34	29-29
S-23I	30	6	36	40	20	21	42-43	30-31	31	6	37	50	21	19	17-20	23-25
S-24-III	79	22	101	160	32	28	27-28	23-24	67	15	82	129	40	23	25-28	25-26
S-25-VII	70	25	95	136	32	36	35-32	25-24	51	15	66	94	29	30	29-32	30-30
S-26-VII	102	30	132	208	60	29	36-37	28-29	69	20	89	156	40	29	29-31	29-30
S-27-III	72	18	90	104	32	25	37-35	27-28	40	12	52	71	16	29	30-31	28-28
S-28-I	77	33	110	136	12	43	36-35	29-27	58	23	81	89	17	39	30-32	29-29

QUADRO 4.1 (cont.) - Resultados estatísticos das deflexões obtidas com viga Benkelman e FWD

SEG. - TIPO ESTRUT.	DEFLEXÃO VIGA BENKELMAN (x10 ⁻² mm)								DEFLEXÃO FWD (x10 ⁻² mm)							
	MÉDIA	DESVIO	Dc	MÁX	MÍN	C.V. (%)	TEMP. PAV (°C)	TEMP. AR. (°C)	MÉDIA	DESVIO	Dc	MÁX	MÍN	C.V. (%)	TEMP. PAV. (°C)	TEMP. AR (°C)
S-29-I	85	22	107	124	24	25	24-27	21-24	70	13	83	100	36	19	27-29	25-26
S-30-V	78	20	98	116	40	25	43-44	32-33	54	13	67	77	33	24	27-30	26-27
S-31-I	74	33	107	140	32	45	23,5-28	18,5-19	60	23	83	104	29	39	29-30	26-27
S-32-I	55	13	68	104	32	24	19-20	19,5-30,5	48	12	60	84	26	25	28-30	27-28
S-33-I	53	21	74	96	28	39	25,5-28	33,5-38,0	42	16	58	73	17	37	29-35	28-29
S-34-III	42	13	55	84	20	32	21-21	29,5-28,0	43	9	52	73	26	21	26-25	26-25
S-35-III	47	18	65	88	20	37	21-20	28-27,5	51	16	67	89	27	31	19-26	20-25
S-36-III	56	16	72	112	28	30	17,5-18	23,5-27,5	49	14	63	112	34	29	24-28	22-23
S-37-I	56	14	70	84	28	24	22-24	29-32	43	8	51	57	27	18	30-37	29-31
S-38-I	44	12	56	76	28	28	25-26	32-33,5	33	8	41	58	23	25	23-24	25-25
S-39-I	56	14	70	104	36	25	26,5-33	35-25	41	8	49	66	31	20	21-22	28-29
S-40-IV	45	14	59	80	20	31	23-23	31,5-31	39	11	50	63	18	29	23-25	20-22
S-41-IV	54	15	69	88	24	28	23-19	31-28	49	12	61	74	24	25	24-26	23-24
S-42-III	86	31	117	172	40	36	20-21	26-26	71	24	98	145	32	34	23-26	20-22
S-43-VII	35	11	46	68	16	32	22-20	29-26	36	7	43	52	16	20	32-35	27-28
S-44-VII	36	8	44	56	20	23	22-22	30-29	34	6	40	44	13	19	34-34	29-29
S-45-VI	29	5	34	40	20	17	23-24	33-34	30	3	33	40	24	11	26-28	26-27
S-46-VI	28	10	38	60	16	35	24-24	34-34	32	9	41	55	13	26	27-28	25-25
S-47-III	102	34	136	176	32	34	22-23	32-33	81	28	109	140	29	35	16-18	13-14
S-48-I	23	8	31	52	16	37	21-21	26-26	24	8	32	55	13	33	20-20	19-20
S-49-VIII	62	17	79	108	36	28	23-24	32-34	40	9	49	65	26	24	22-25	22-24
S-50-VII	62	27	89	140	24	44	23-24	32-32	49	18	67	107	27	38	25-27	26-27
S-51-VI	29	9	38	72	20	31	20-20	23-26	30	5	35	55	20	18	24-25	24-25
S-52-VIII	32	11	43	72	20	34	23-23	26-27	33	9	42	58	16	27	20-27	24-25
S-53-IV	49	15	64	76	20	31	23-20	33-31	42	9	51	63	24	21	24-30	26-27
S-54-IV	54	12	66	108	40	22	28-24	34-34	44	6	50	70	36	14	27-29	26-26
S-55-IV	36	10	46	60	20	27	18-20	22-27	38	9	47	62	24	23	22-23	23-23
S-56-III	64	22	86	104	24	34	20-21	26-26	58	15	73	95	33	26	22-23	22-23

4.3. Correlações Obtidas

4.3.1 Entre as Deflexões de Cada Segmento Homogêneo

Nesta análise, procedeu-se a obtenção das correlações para cada segmento, individualmente. Utilizou-se a equação do tipo linear para obtenção da regressão, por ser aquela que apresentou o melhor coeficiente de determinação. No quadro 4.5 estão apresentados os coeficientes de determinação obtidos para os todos segmentos.

QUADRO 4.3 - Resultados da regressão linear para os 56 segmentos amostrais

SEGMENTO TIPO DE ESTRUTURA	REGRESSÃO LINEAR ($D_{VB} = a D_{FWD} + b$)		
	a	b	R ²
S-01-II	1,133	5,308	0,72
S-02-II	1,009	10,752	0,69
S-03-VIII	1,061	0,814	0,78
S-04-VIII	0,922	5,012	0,64
S-05-I	0,987	-1,789	0,40
S-06-I	1,264	-6,528	0,70
S-07-I	0,946	1,881	0,37
S-08-II	1,219	9,896	0,60
S-09-II	1,843	-40,436	0,65
S-10-VI	0,923	8,289	0,63
S-11-VI	0,919	3,995	0,67
S-12-I	0,960	11,277	0,77
S-13-II	1,006	4,449	0,68
S-14-II	0,607	22,542	0,34
S-15-VI	0,679	13,015	0,50
S-16-I	0,870	12,679	0,77
S-17-I	1,776	-8,516	0,79
S-18-V	1,260	11,671	0,52
S-19-I	1,070	15,788	0,35
S-20-VI	1,387	-3,573	0,84
S-21-V	1,299	-5,645	0,59
S-22-V	1,175	2,044	0,38
S-23I	0,549	12,666	0,27
S-24-III	1,303	-7,796	0,85
S-25-VII	1,430	-2,781	0,74
S-26-VII	1,379	6,761	0,85
S-27-III	1,418	14,781	0,83
S-28-I	1,403	-4,340	0,92
S-29-I	1,532	-21,767	0,85
S-30-V	1,244	11,206	0,67
S-31-I	0,916	18,742	0,42

QUADRO 4.3 (cont.) - Resultados da regressão linear para os 56 segmentos amostrais

SEGMENTO TIPO DE ESTRUTURA	REGRESSÃO LINEAR ($D_{VB} = a D_{FWD} + b$)		
	a	b	R ²
S-32-I	0,773	17,518	0,52
S-33-I	1,148	4,750	0,77
S-34-III	0,581	18,940	0,69
S-35-III	1,050	-5,981	0,86
S-36-III	0,844	13,901	0,53
S-37-I	1,470	-6,451	0,71
S-38-I	1,207	4,712	0,65
S-39-I	1,406	-1,320	0,69
S-40-IV	1,174	0,045	0,87
S-41-IV	1,157	-2,825	0,85
S-42-III	1,167	3,408	0,93
S-43-VII	0,909	2,184	0,33
S-44-VII	0,857	7,536	0,41
S-45-VI	0,785	4,877	0,28
S-46-VI	1,002	-5,043	0,78
S-47-III	1,099	12,506	0,81
S-48-I	0,889	1,299	0,67
S-49-VIII	1,431	4,722	0,61
S-50-VII	1,215	2,634	0,67
S-51-VI	1,413	-13,541	0,73
S-52-VIII	0,934	2,015	0,56
S-53-IV	1,382	-9,103	0,64
S-54-IV	1,636	-17,720	0,67
S-55-IV	0,861	3,570	0,56
S-56-III	1,348	-14,463	0,86
MÁXIMO	1,843	22,542	0,93
MÍNIMO	0,549	-40,436	0,27

Nas figuras de 4.2 a 4.57 estão plotados os valores de deflexão de cada segmento homogêneo com a reta obtida pela análise de regressão linear, para os valores de deflexão sem e com correção pela temperatura.

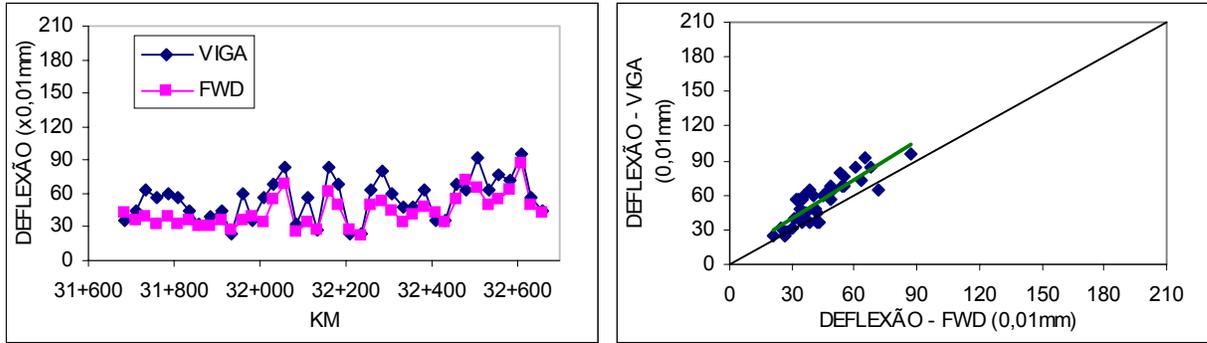


FIGURA 4.1 - Segmento S-01-II

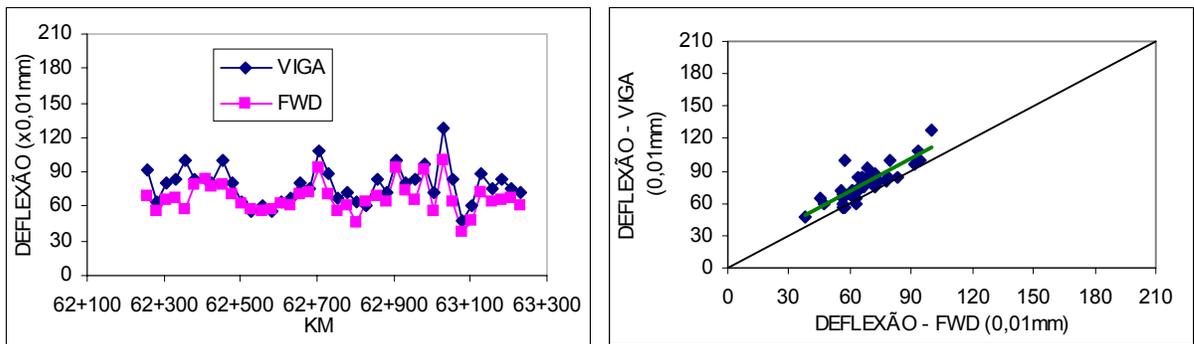


FIGURA 4.2 - Segmento S-02-II

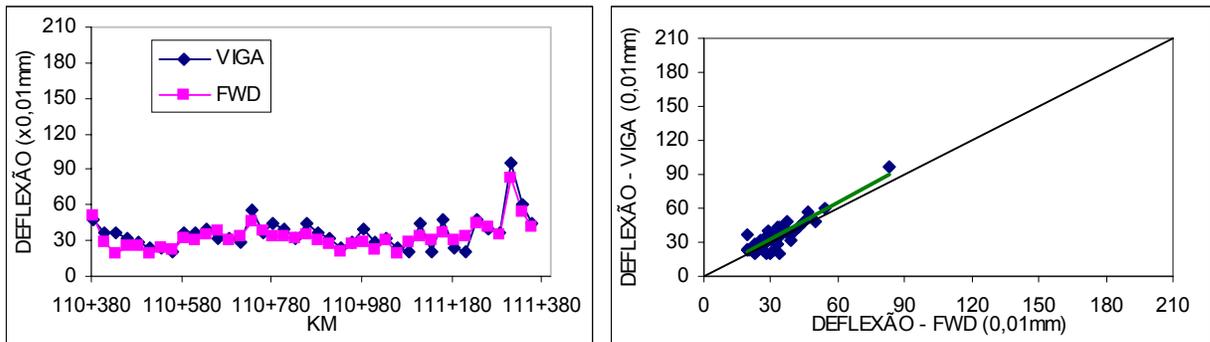


FIGURA 4.3 - Segmento S-03-VIII

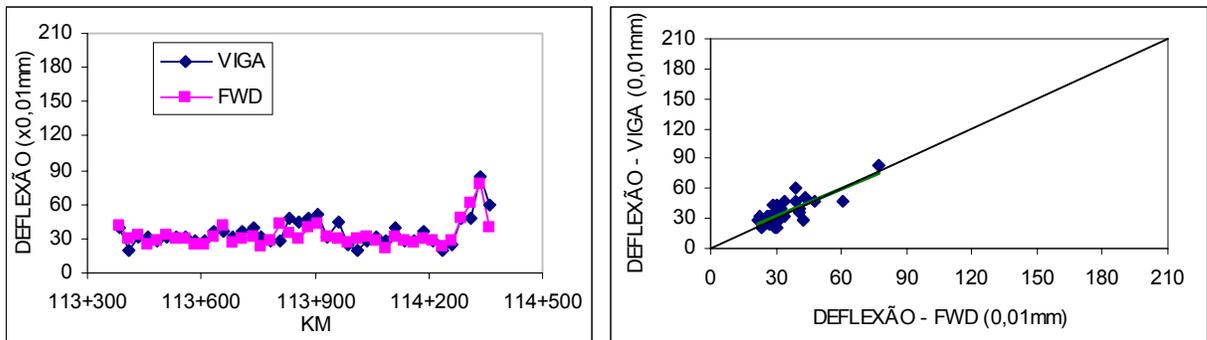


FIGURA 4.4 - Segmento S-04-VIII

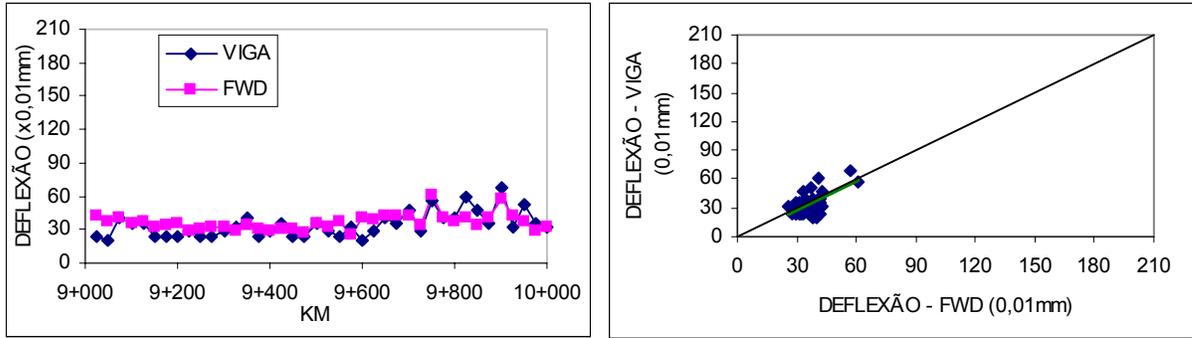


FIGURA 4.5 - Segmento S-05-I

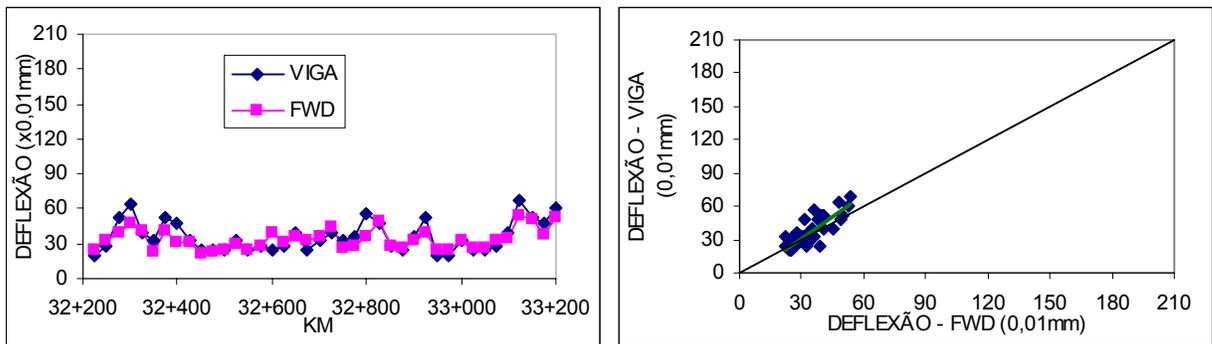


FIGURA 4.6 - Segmento S-06-I

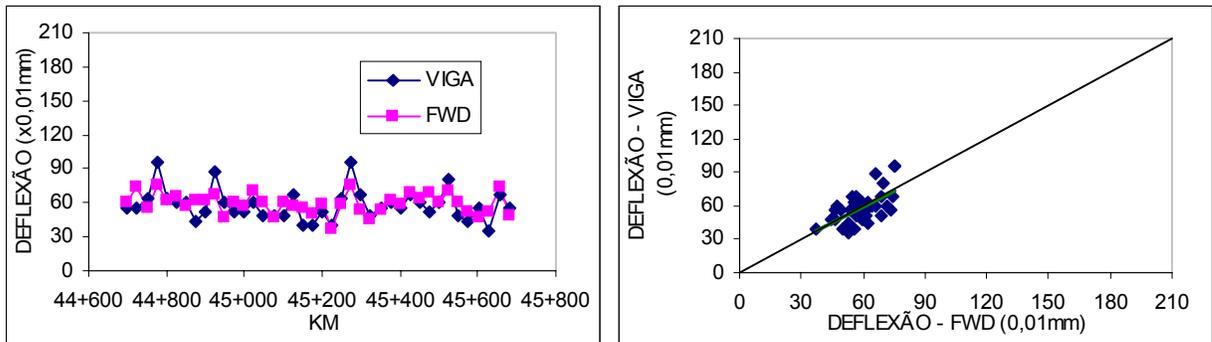


FIGURA 4.7 - Segmento S-07-I

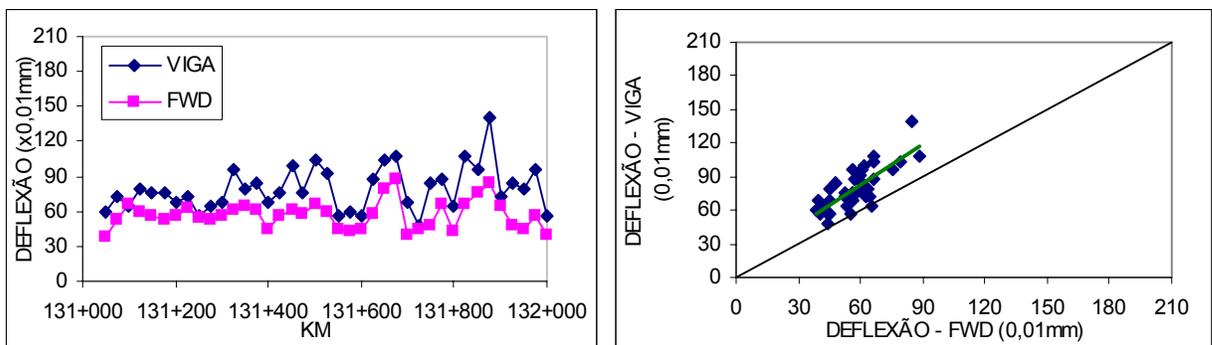


FIGURA 4.8 - Segmento S-08-II

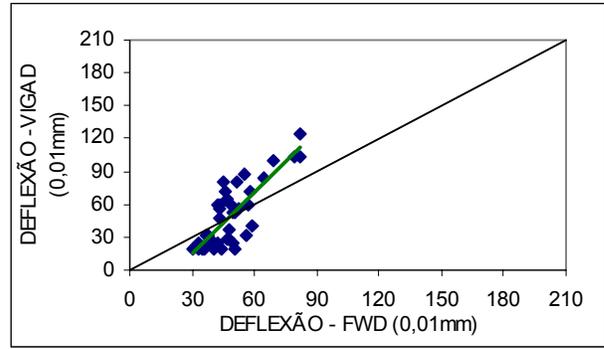
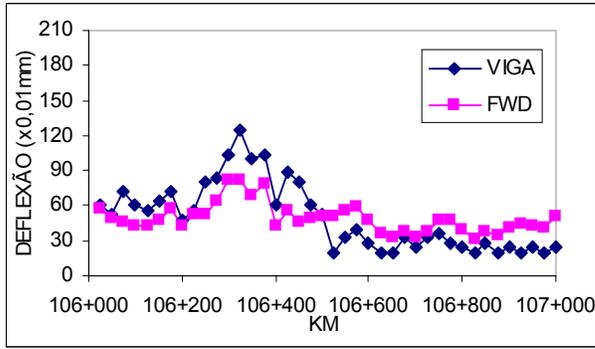


FIGURA 4.9 - Segmento S-09-II

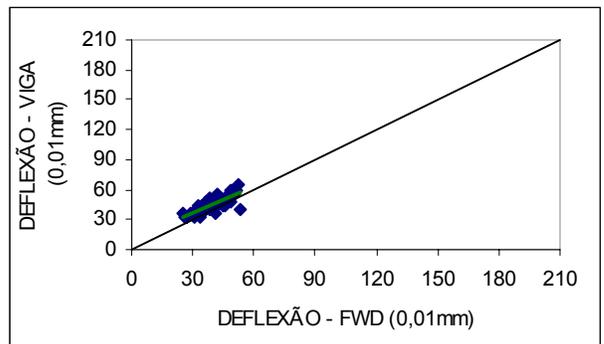
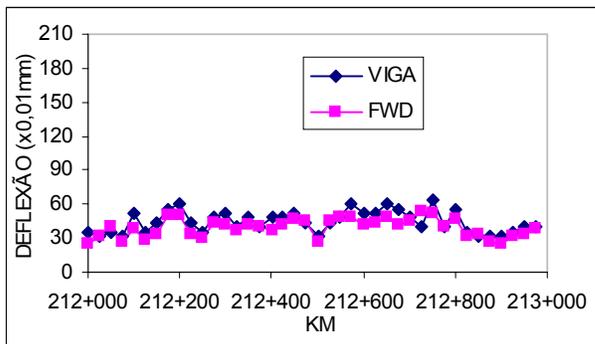


FIGURA 4.10 -Segmento S-10-VI

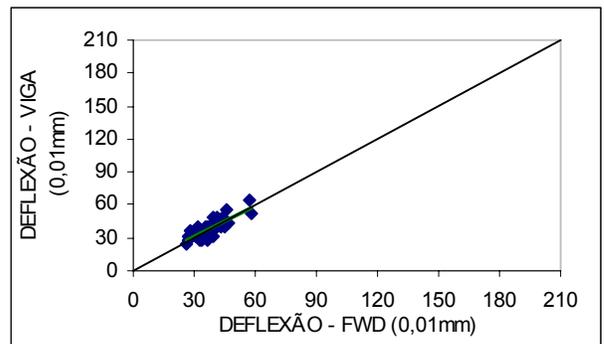
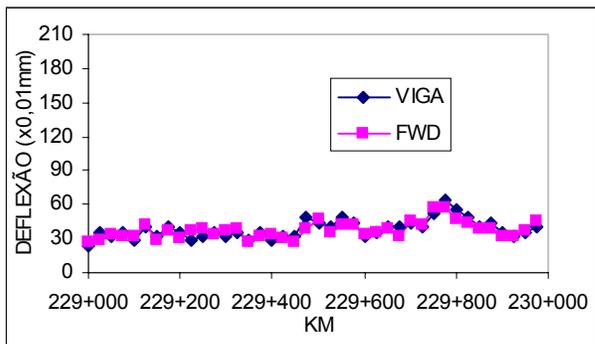


FIGURA 4.11 -Segmento S-11-VI

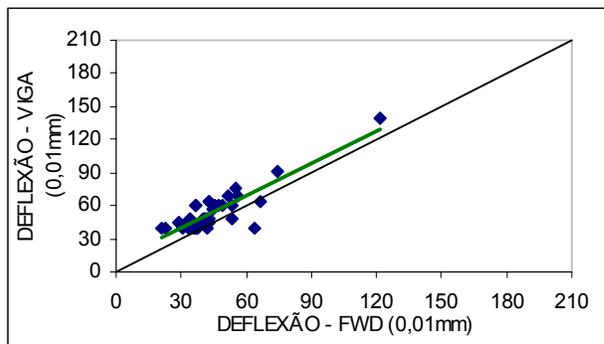
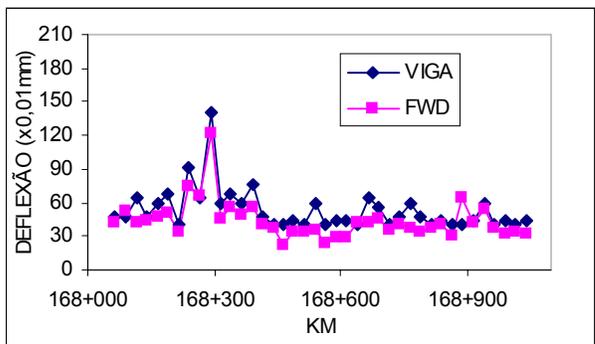


FIGURA 4.12 -Segmento S-12-I

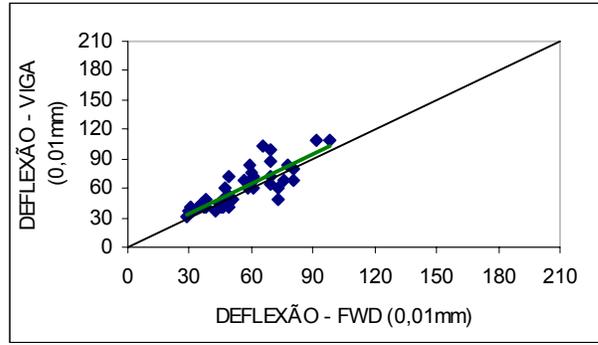
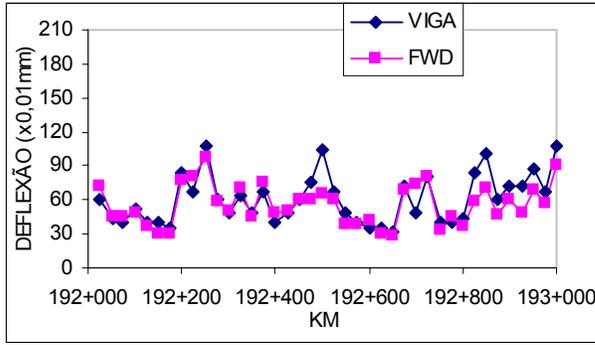


FIGURA 4.13 -Segmento S-13-II

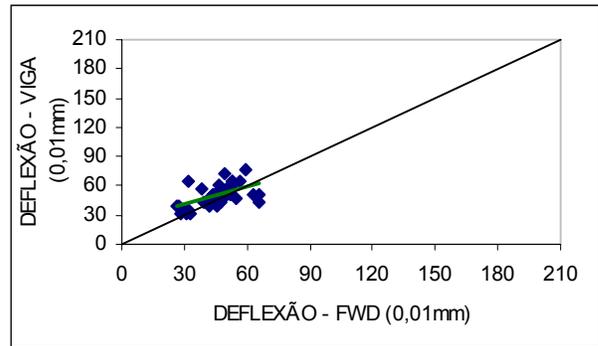
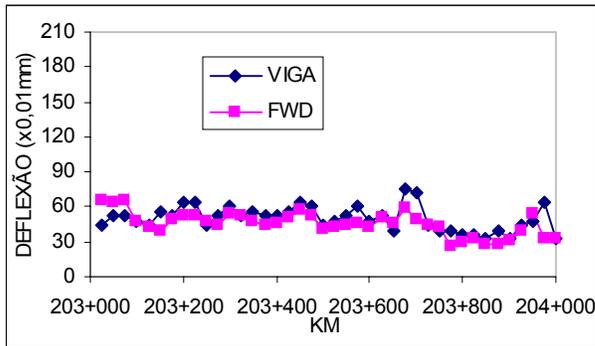


FIGURA 4.14 -Segmento S-14-II

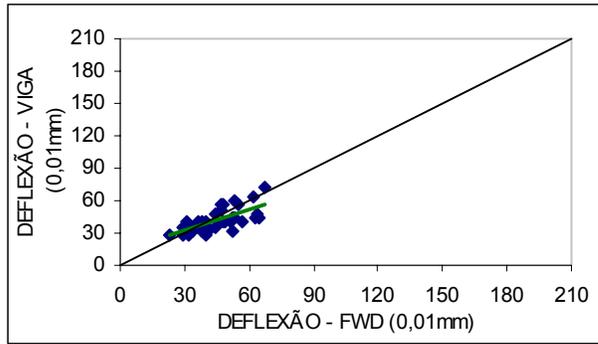
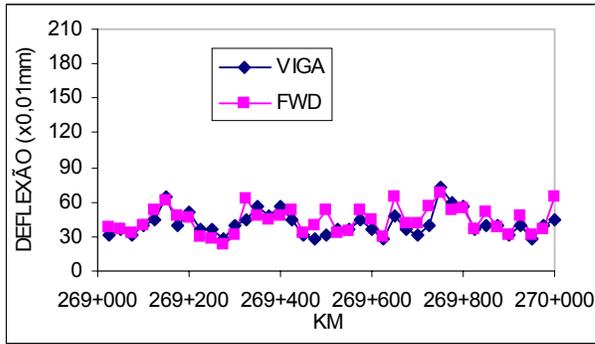


FIGURA 4.15 -Segmento S-15-VI

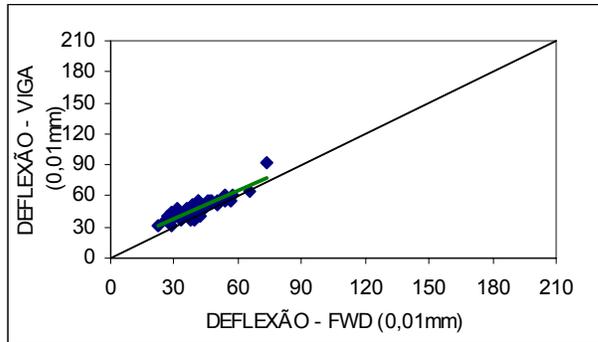
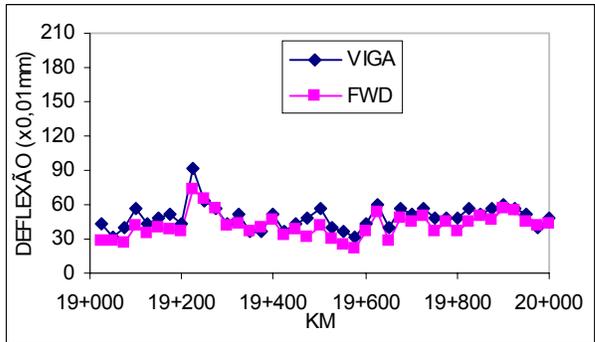


FIGURA 4.16 -Segmento S-16-I

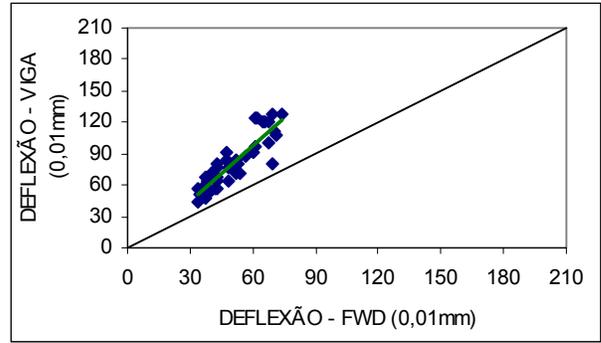
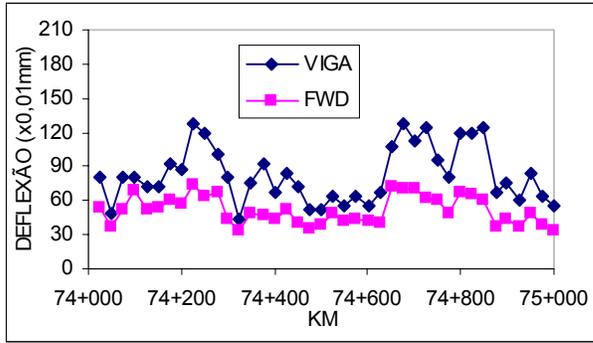


FIGURA 4.17 -Segmento S-17-I

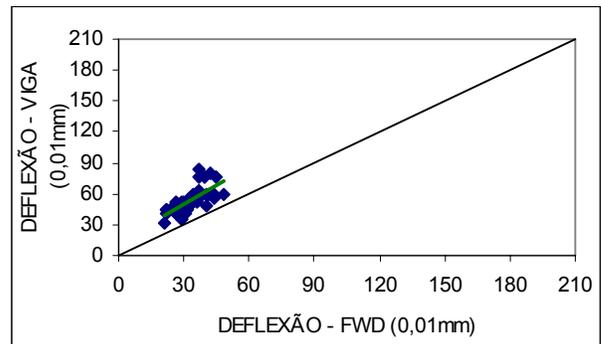
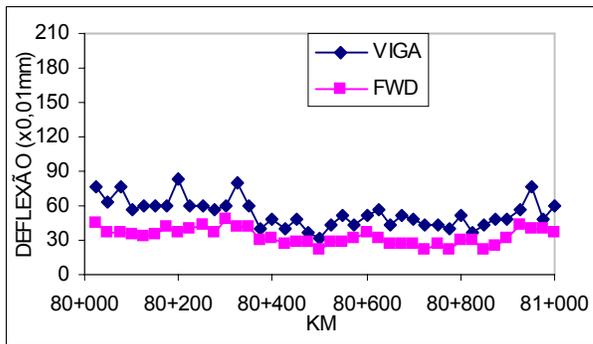


FIGURA 4.18 -Segmento S-18-V

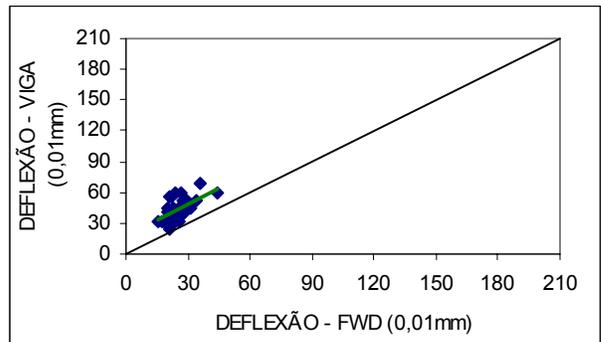
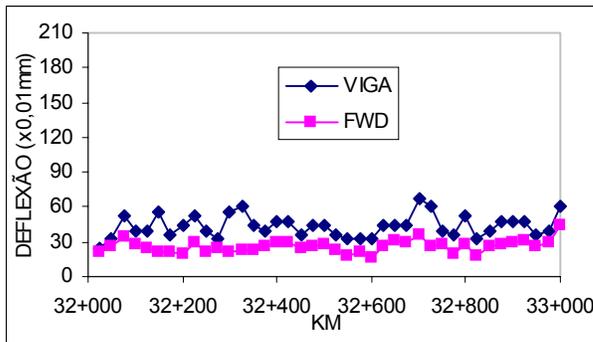


FIGURA 4.19 -Segmento S-19-I

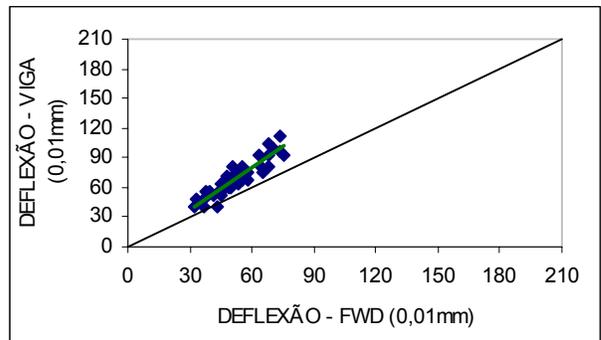
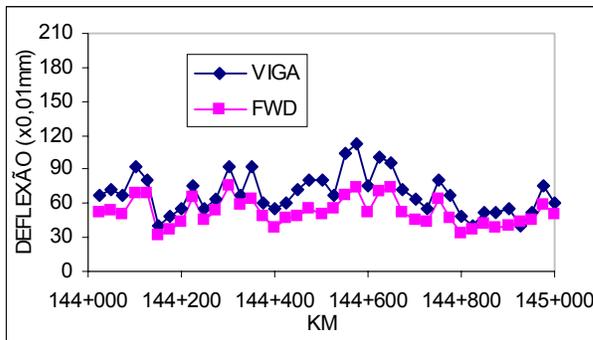


FIGURA 4.20 -Segmento S-20-VI

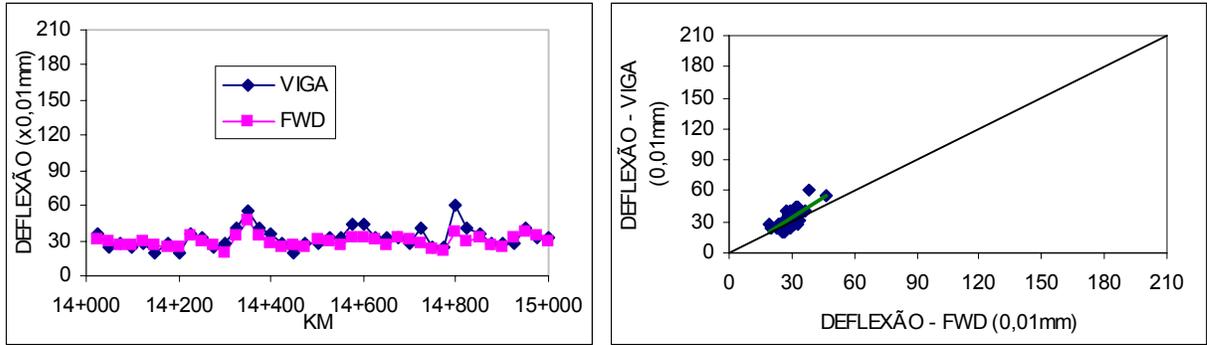


FIGURA 4.21 -Segmento S-21-V

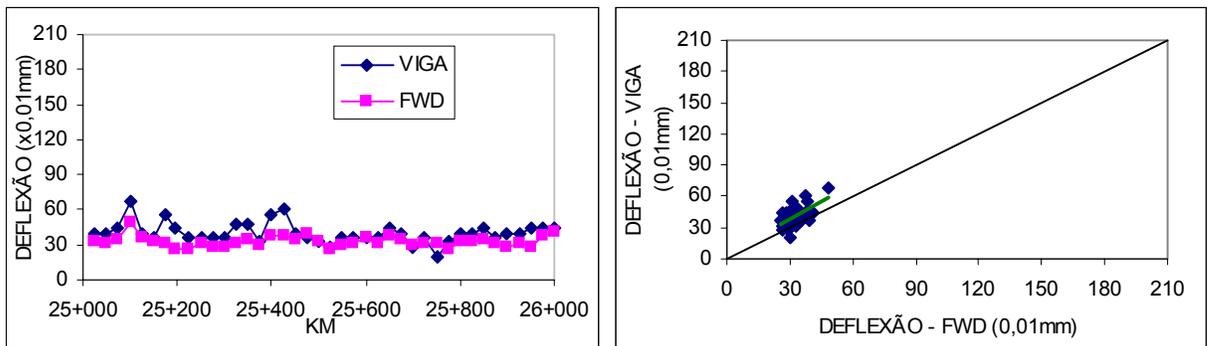


FIGURA 4.22 -Segmento S-22-V

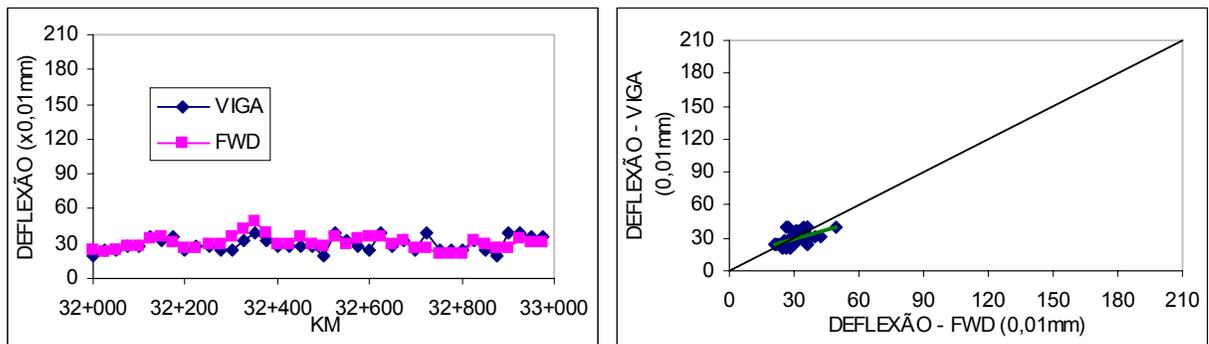


FIGURA 4.23 -Segmento S-23-I

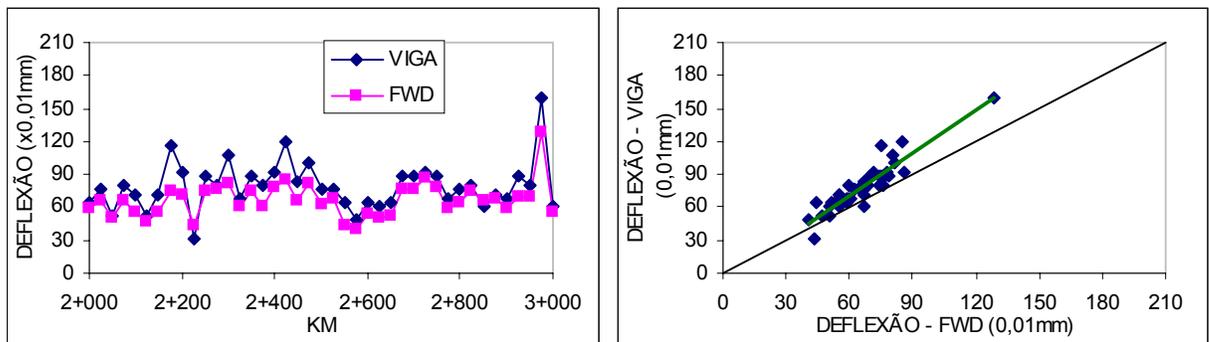


FIGURA 4.24 -Segmento S-24-III

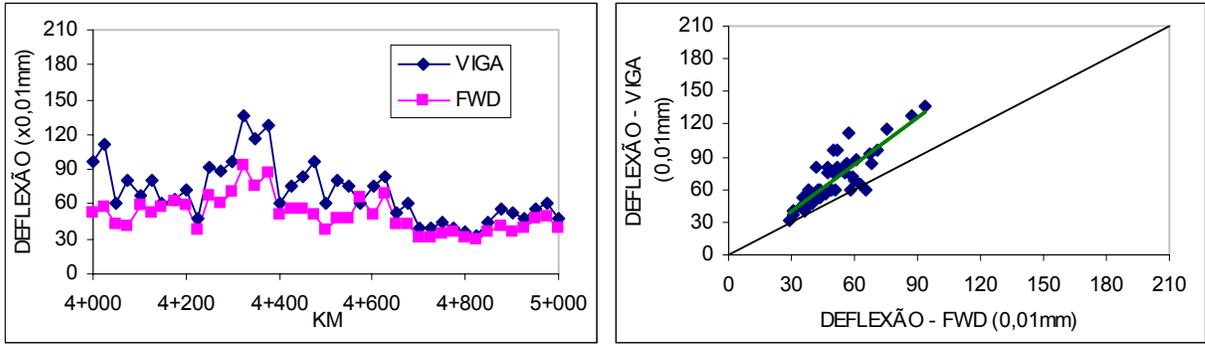


FIGURA 4.25 -Segmento S-25-VII

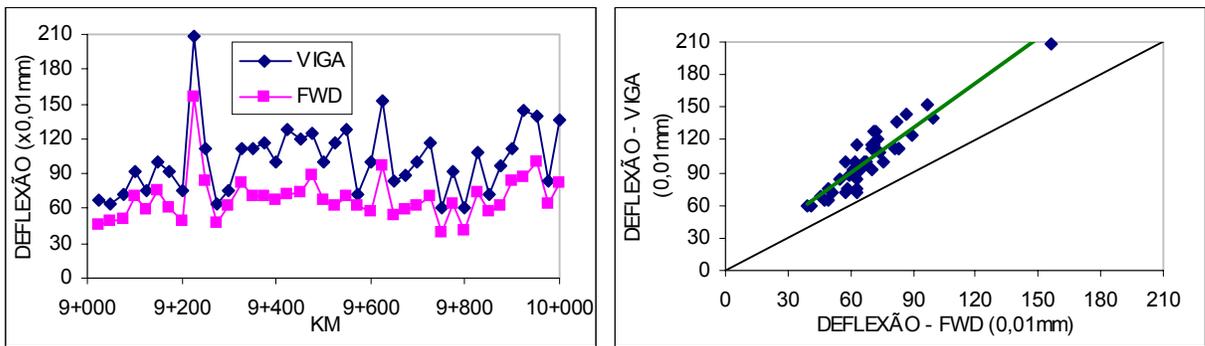


FIGURA 4.26 -Segmento S-26-VII

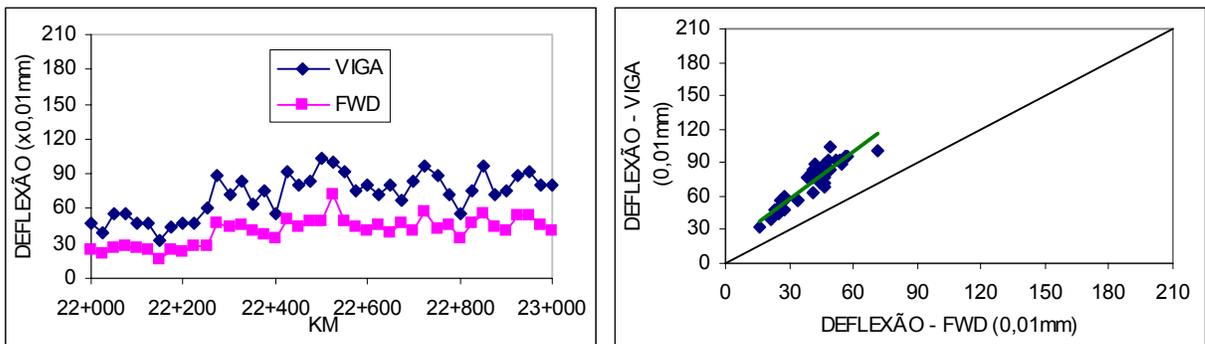


FIGURA 4.27 -Segmento S-27-III

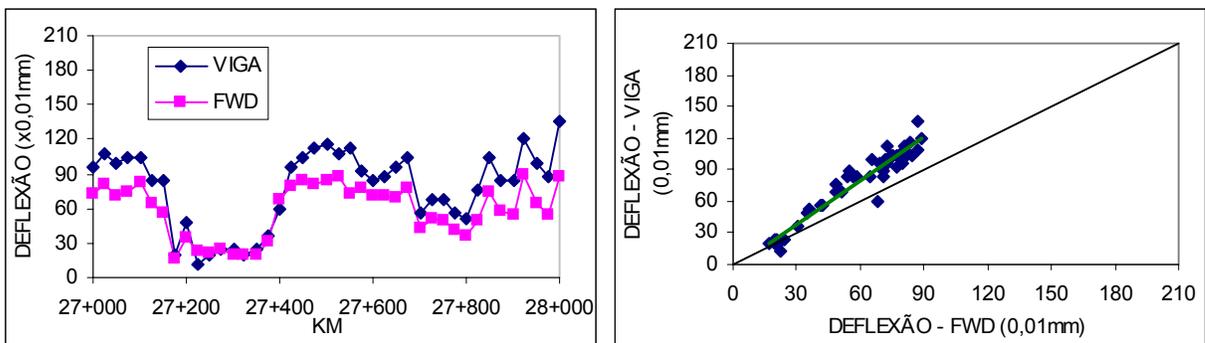


FIGURA 4.28 -Segmento S-28-I

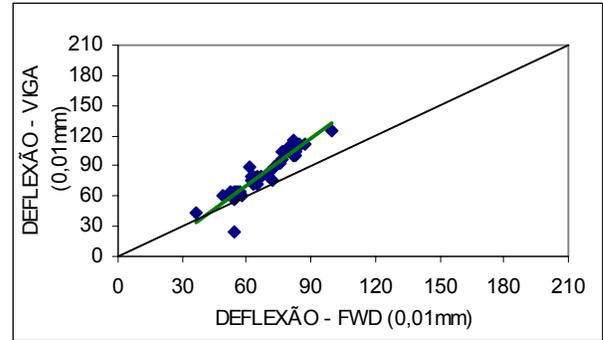
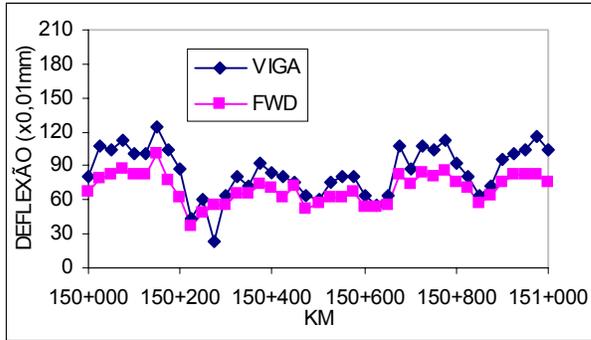


FIGURA 4.29 -Segmento S-29-I

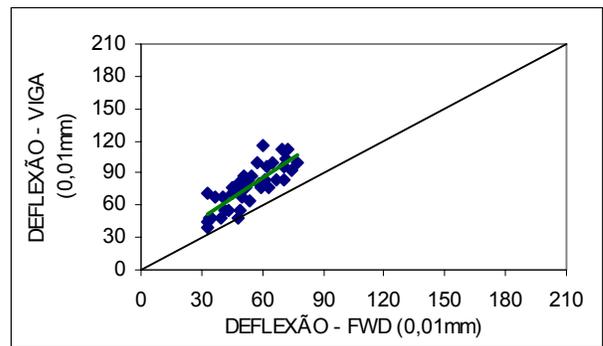
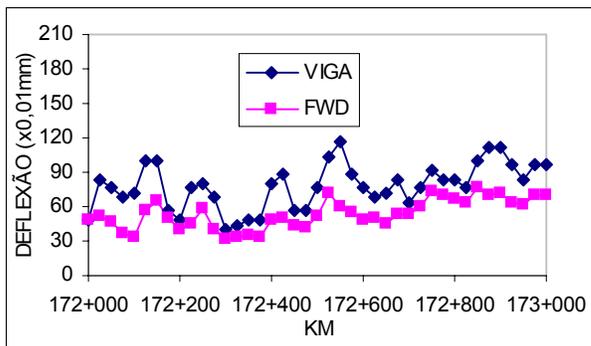


FIGURA 4.30 -Segmento S-30-V

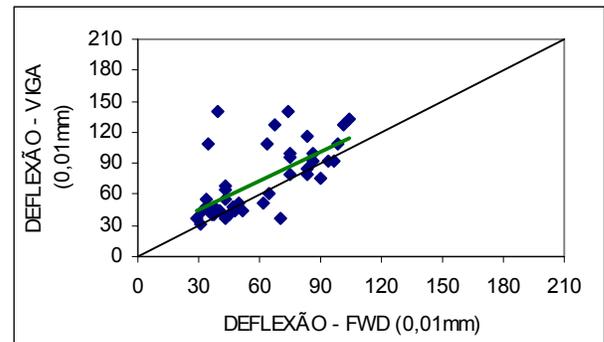
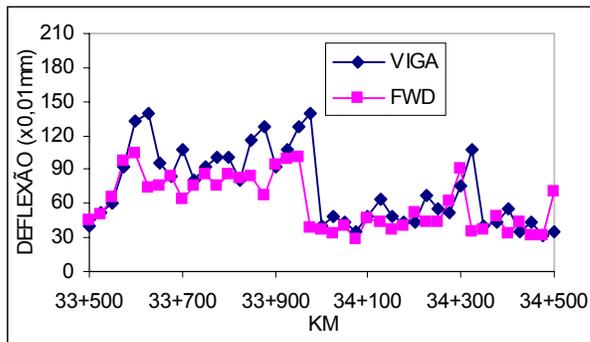


FIGURA 4.31 -Segmento S-31-I

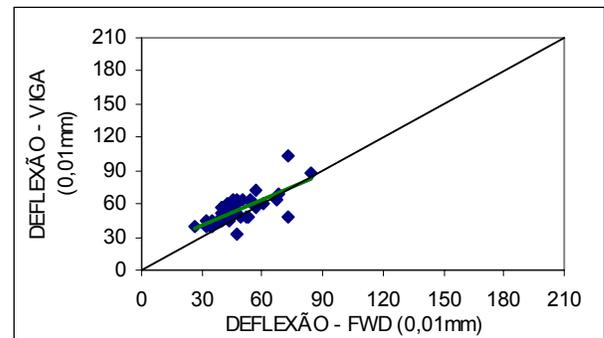
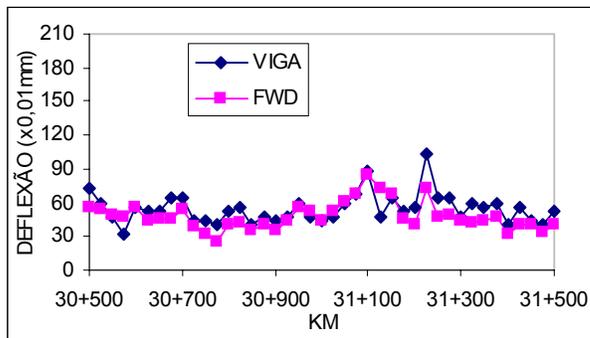


FIGURA 4.32 -Segmento S-32-I

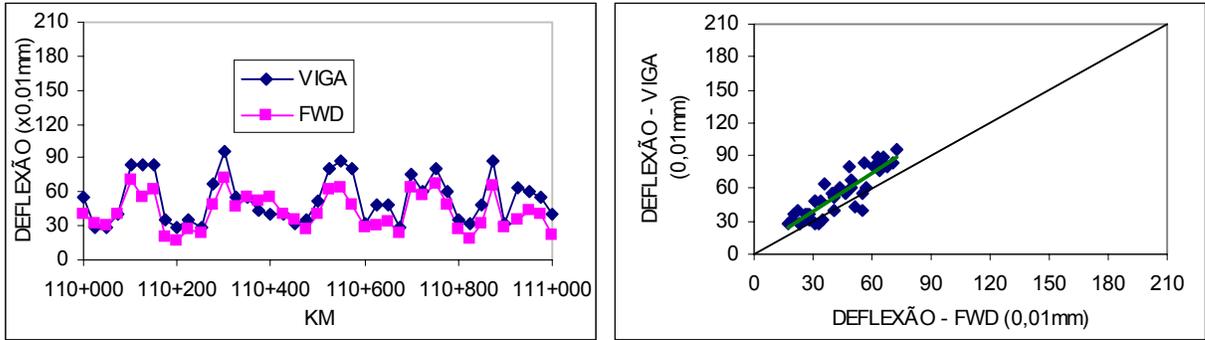


FIGURA 4.33 -Segmento S-33-I

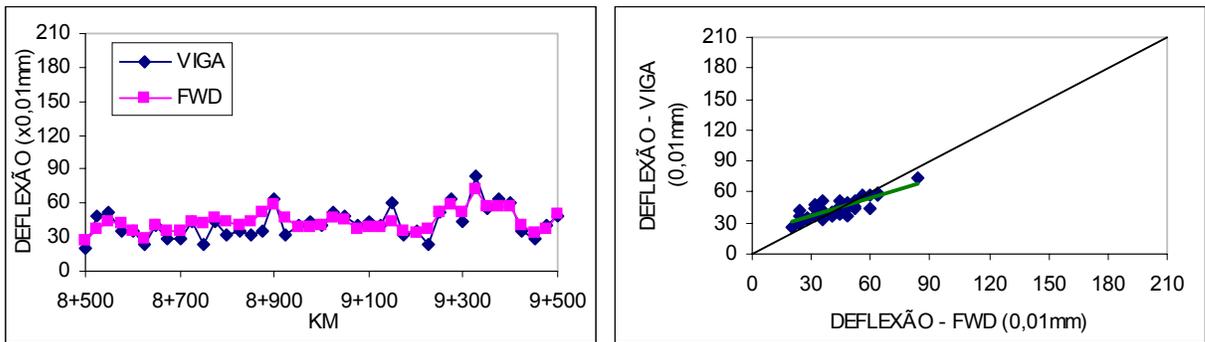


FIGURA 4.34 -Segmento S-34-III

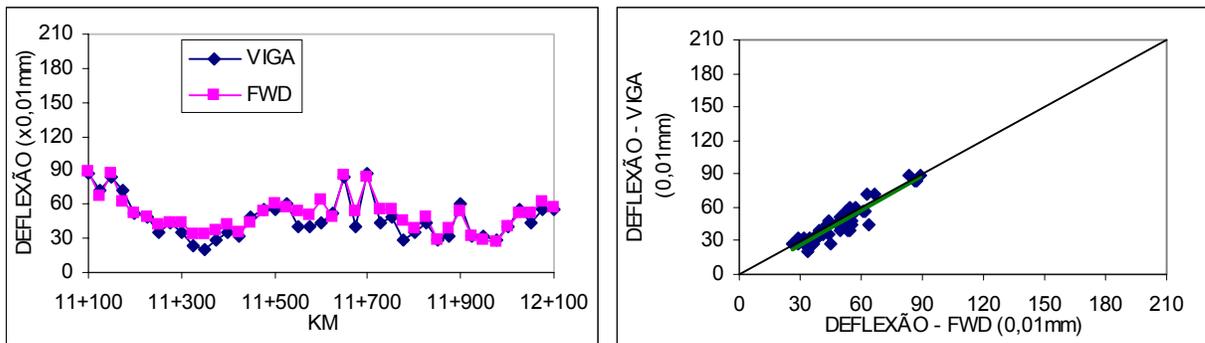


FIGURA 4.35 -Segmento S-35-III

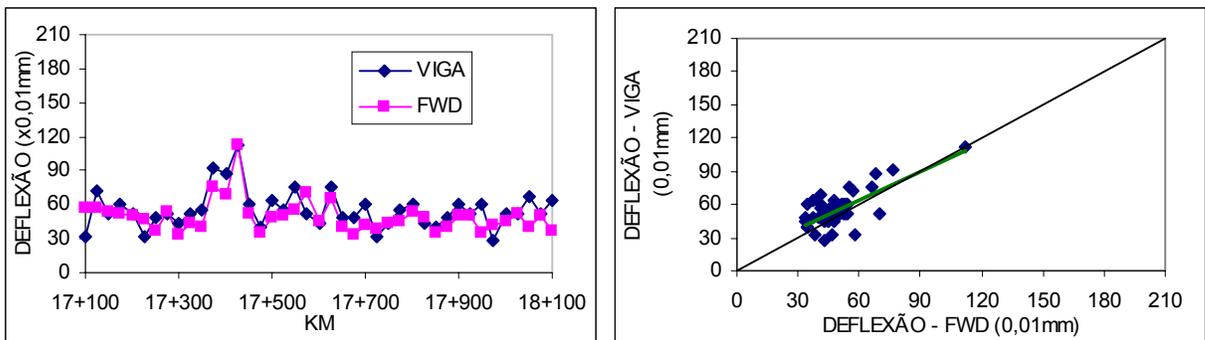


FIGURA 4.36 -Segmento S-36-III

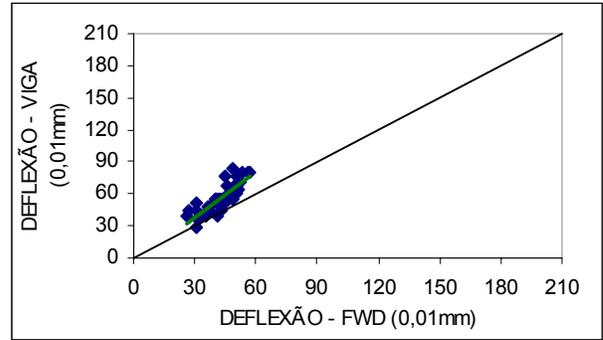
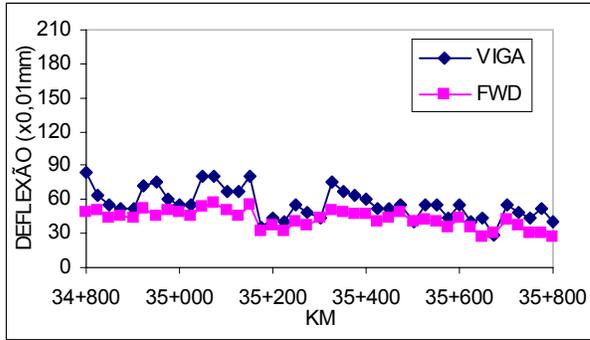


FIGURA 4.37 -Segmento S-37-I

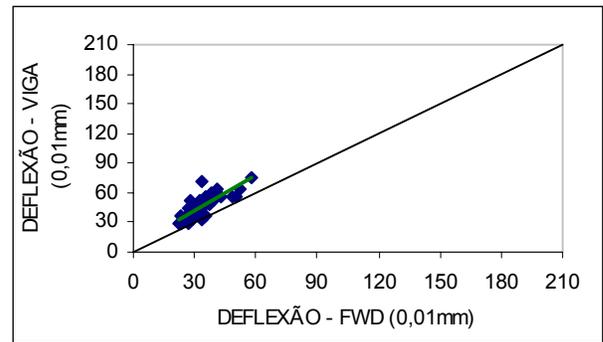
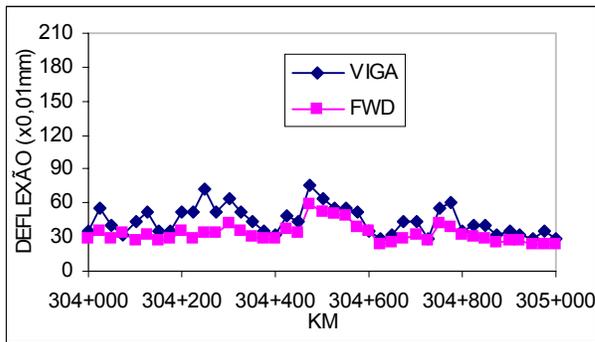


FIGURA 4.38 -Segmento S-38-I

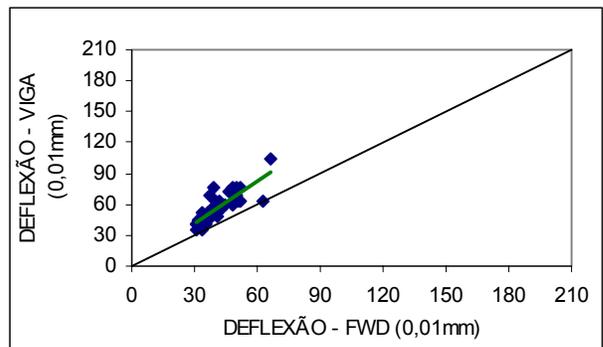
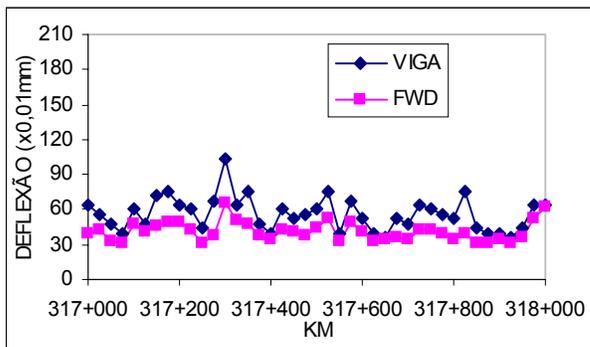


FIGURA 4.39 -Segmento S-39-I

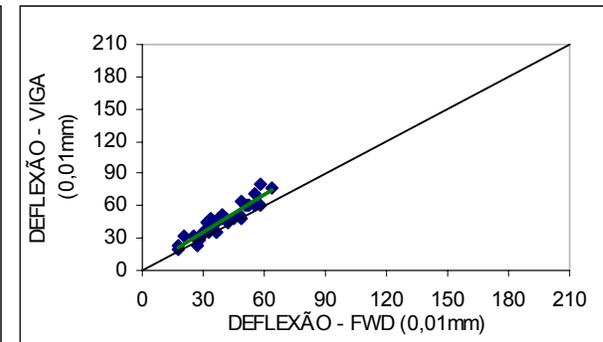
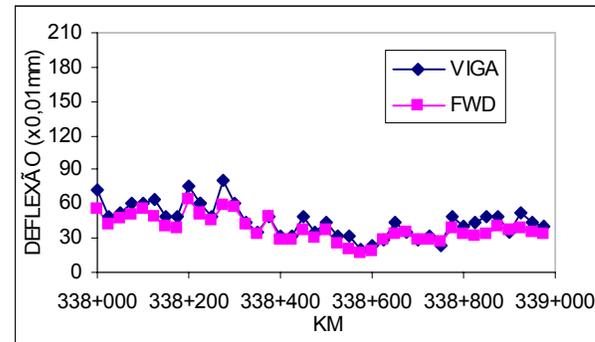


FIGURA 4.40 -Segmento S-40-IV

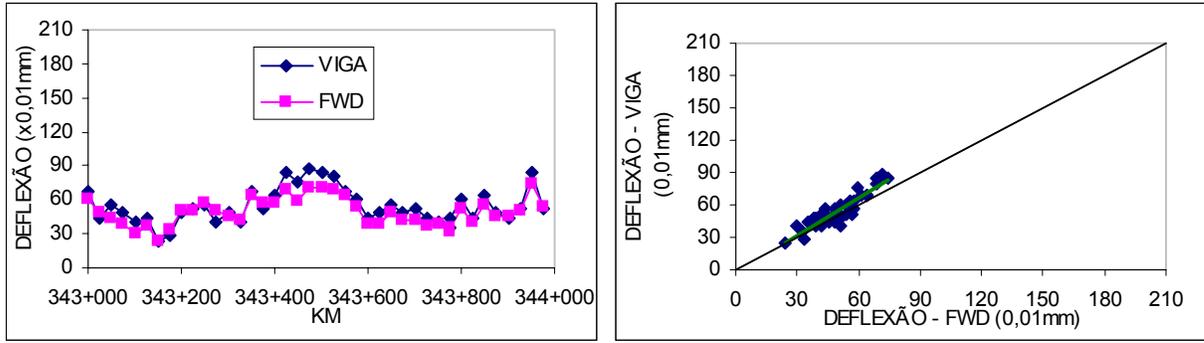


FIGURA 4.41 -Segmento S-41-IV

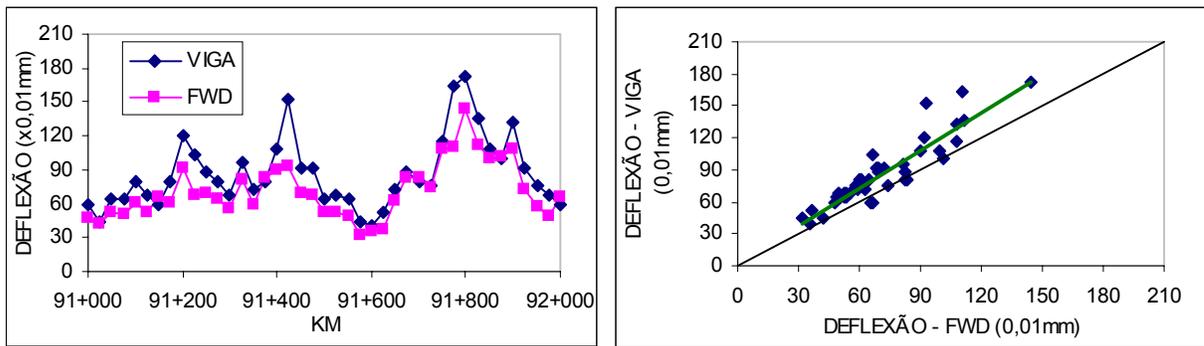


FIGURA 4.42 -Segmento S-42-III

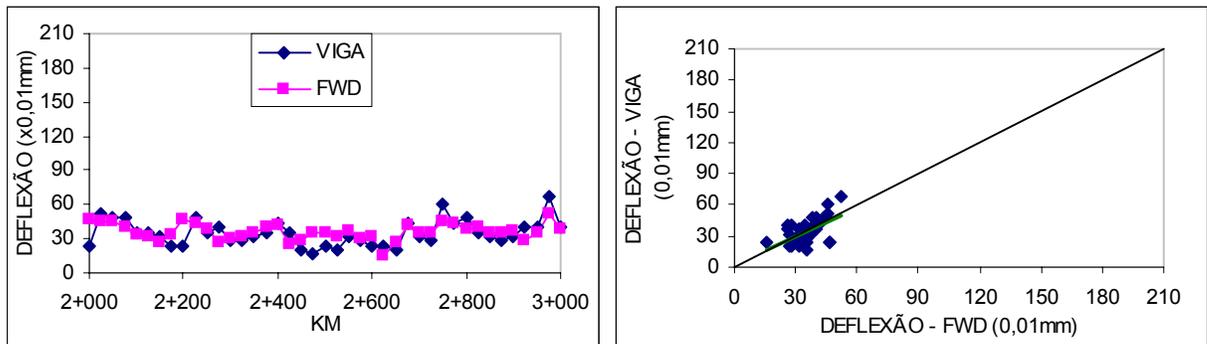


FIGURA 4.43 -Segmento S-43-VII

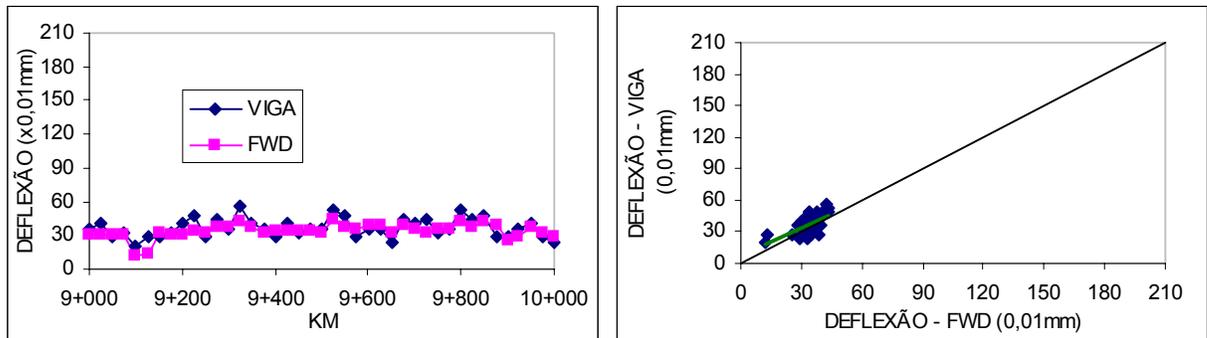


FIGURA 4.44 -Segmento S-44-VII

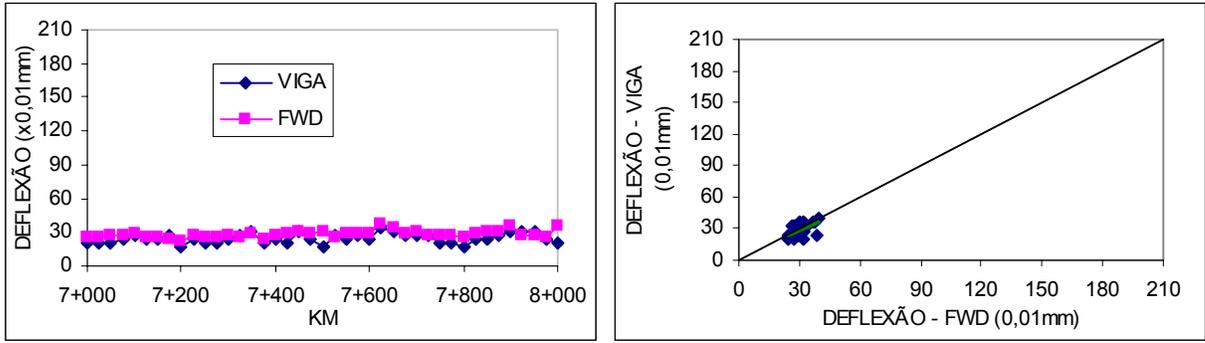


FIGURA 4.45 -Segmento S-45-VI

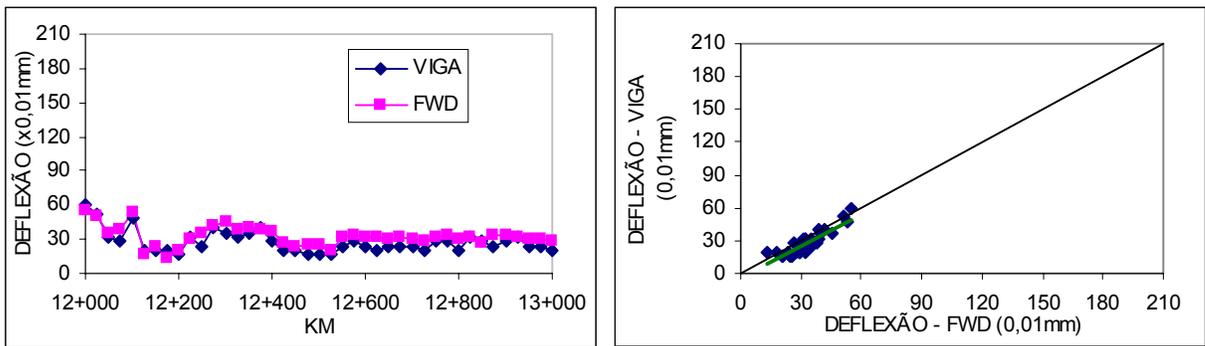


FIGURA 4.46 -Segmento S-46-VI

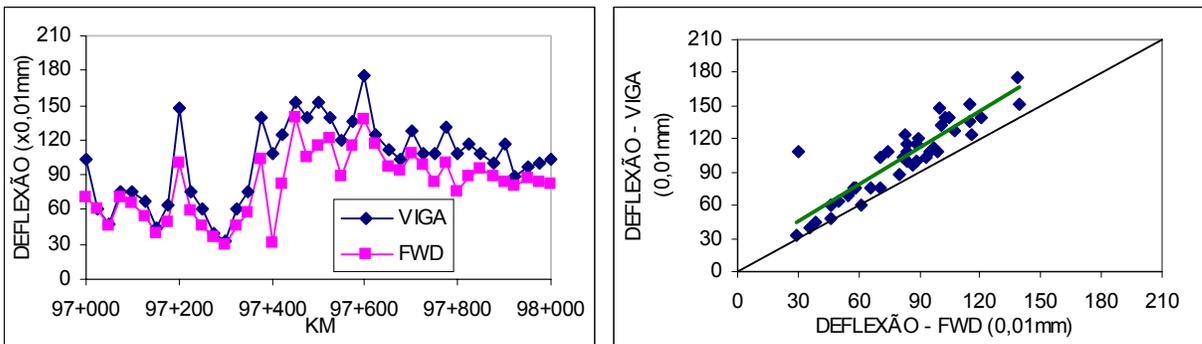


FIGURA 4.47 -Segmento S-47-III

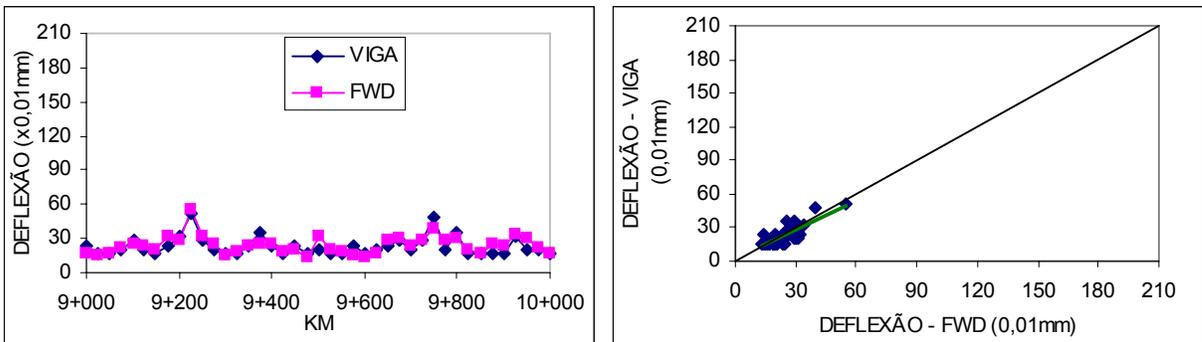


FIGURA 4.48 -Segmento S-48-I

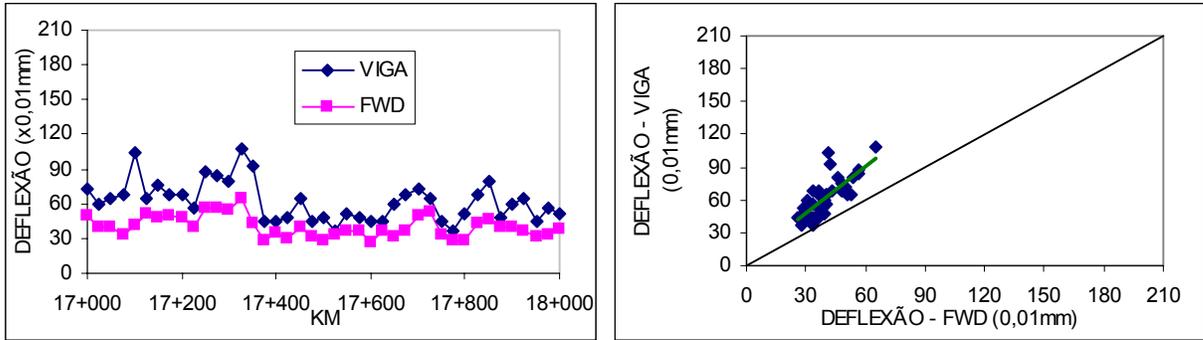


FIGURA 4.49 -Segmento S-49-VIII

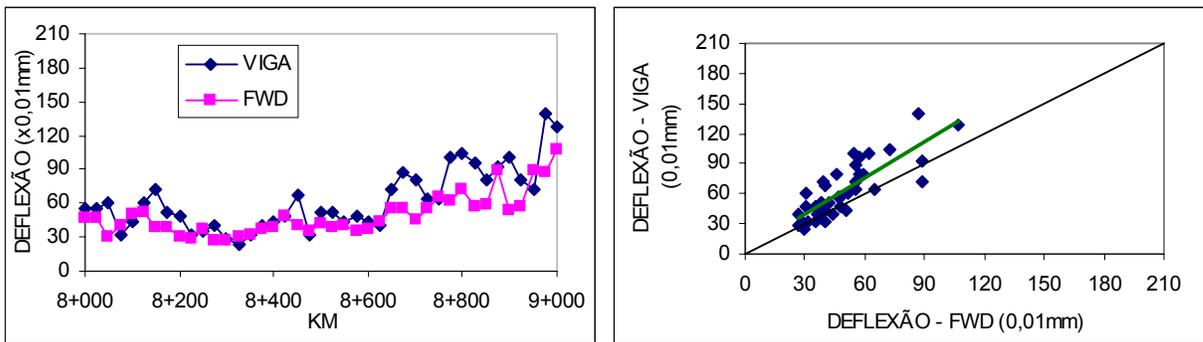


FIGURA 4.50 -Segmento S-50-VII

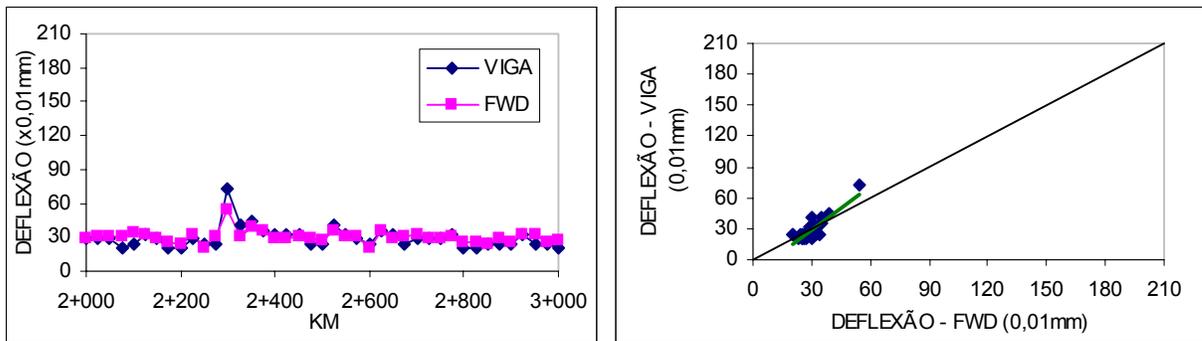


FIGURA 4.51 -Segmento S-51-VI

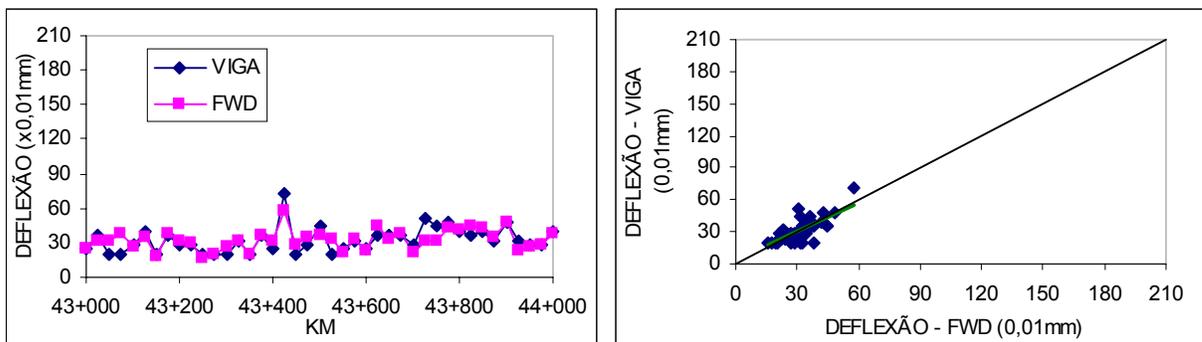


FIGURA 4.52 -Segmento S-52-VIII

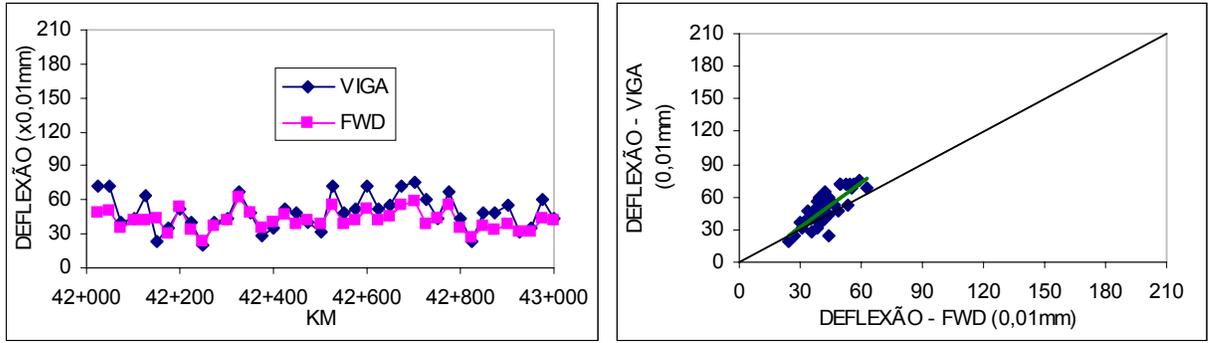


FIGURA 4.53 -Segmento S-53-IV

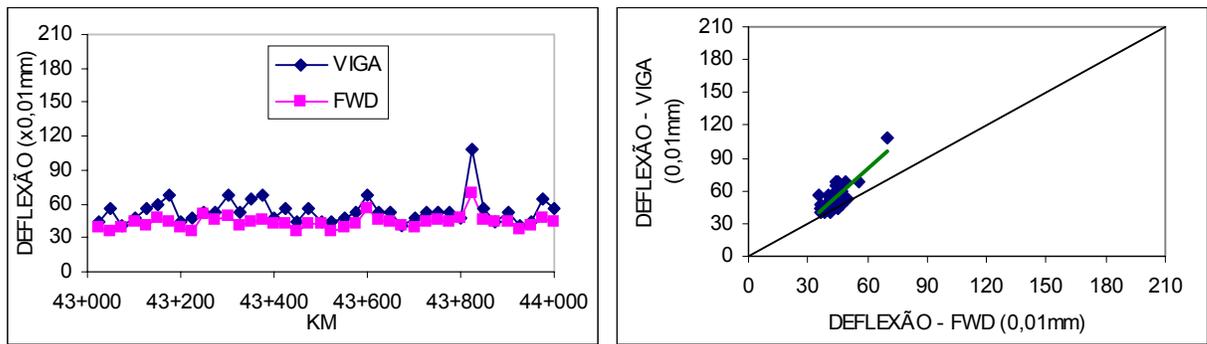


FIGURA 4.54 -Segmento S-54-IV

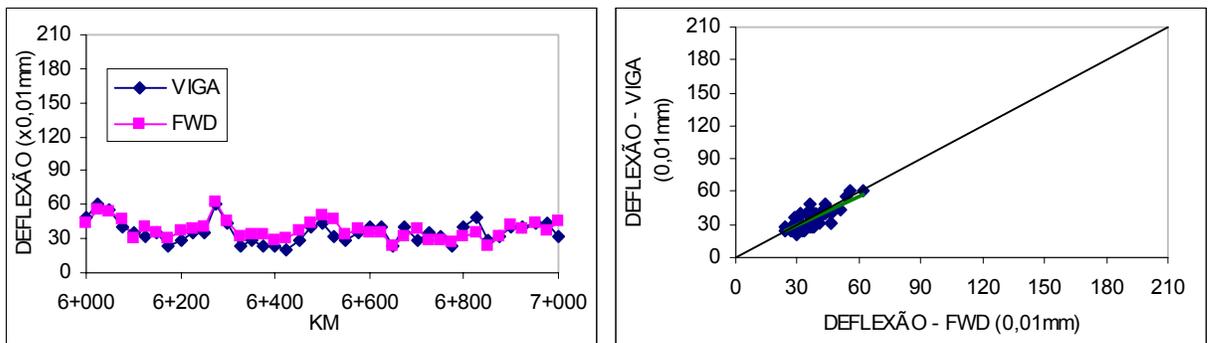


FIGURA 4.55 -Segmento S-55-IV

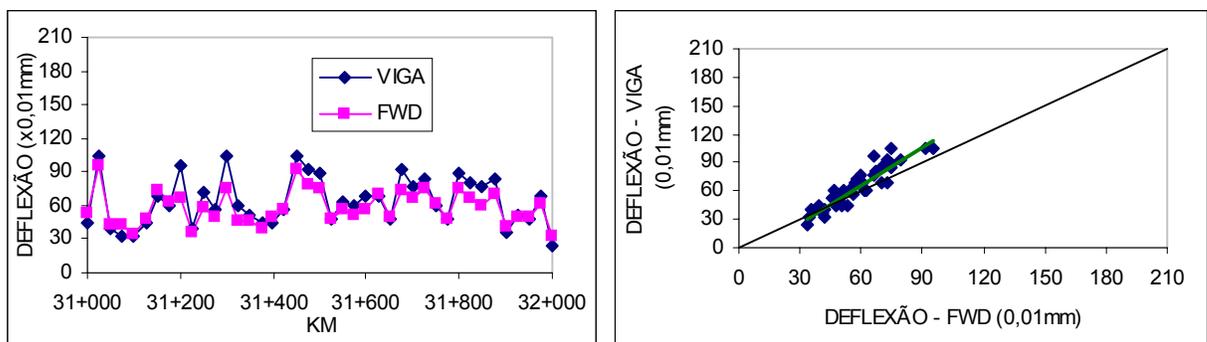


FIGURA 4.56 -Segmento S-56-III

As deflexões também foram correlacionadas sob a forma: $D_{VB} = \alpha D_{FWD}$, considerando que muitos dos trabalhos consultados obtiveram este tipo de modelo de regressão. Os valores do coeficiente de proporcionalidade α e de determinação R^2 são apresentados no quadro 4.4.

QUADRO 4.4 -Resultados da regressão linear tipo $D_{VB} = \alpha D_{FWD}$

SEGMENTO TIPO DE ESTRUTURA	REGRESSÃO LINEAR ($D_{VB} = \alpha D_{FWD}$)	
	α	R^2
S-01-II	1,244	0,71
S-02-II	1,163	0,67
S-03-VIII	1,083	0,78
S-04-VIII	1,060	0,62
S-05-I	0,939	0,39
S-06-I	1,082	0,68
S-07-I	0,977	0,37
S-08-II	1,386	0,59
S-09-II	1,067	0,53
S-10-VI	1,125	0,62
S-11-VI	1,023	0,66
S-12-I	1,185	0,72
S-13-II	1,078	0,68
S-14-II	1,0801	0,12
S-15-VI	0,917	0,40
S-16-I	1,155	0,68
S-17-I	1,619	0,78
S-18-V	1,596	0,48
S-19-I	1,656	0,24
S-20-VI	1,321	0,84
S-21-V	1,111	0,58
S-22-V	1,237	0,38
S-23I	0,948	0,12
S-24-III	1,192	0,84
S-25-VII	1,380	0,74
S-26-VII	1,470	0,85
S-27-III	1,756	0,79
S-28-I	1,338	0,92
S-29-I	1,230	0,82
S-30-V	1,442	0,65
S-31-I	1,187	0,37
S-32-I	1,116	0,41
S-33-I	1,246	0,76
S-34-III	0,989	0,32
S-35-III	0,942	0,85
S-36-III	1,104	0,47
S-37-I	1,324	0,70
S-38-I	1,342	0,64
S-39-I	1,375	0,69
S-40-IV	1,175	0,87
S-41-IV	1,103	0,85

QUADRO 4.4 (cont.) - Resultados da regressão linear tipo $D_{VB} = \alpha D_{FWD}$

SEGMENTO TIPO DE ESTRUTURA	REGRESSÃO LINEAR ($D_{VB} = \alpha D_{FWD}$)	
	α	R^2
S-42-III	1,210	0,83
S-43-VII	0,968	0,33
S-44-VII	1,074	0,38
S-45-VI	0,943	0,27
S-46-VI	0,857	0,76
S-47-III	1,237	0,80
S-48-I	0,937	0,67
S-49-VIII	1,543	0,60
S-50-VII	1,263	0,67
S-51-VI	0,976	0,66
S-52-VIII	0,992	0,56
S-53-IV	1,175	0,63
S-54-IV	1,236	0,63
S-55-IV	0,952	0,56
S-56-III	1,111	0,84
MÁXIMO	1,756	0,92
MÍNIMO	0,857	0,12

A eliminação do intercepto não altera de modo significativo a estimativa da correlação, cujos valores de coeficiente de determinação praticamente não sofreram alteração, com relação aos modelos lineares sem eliminação do intercepto.

4.3.2 Entre as Deflexões de Todos os Segmentos

Nesta análise, utilizou-se as deflexões levantadas em todas as estações de ensaio, independente da localização, do tipo de estrutura do pavimento, etc. No quadro 4.5 estão os resultados estatísticos obtidos.

QUADRO 4.5 -Análise estatística de todos os valores das deflexões (D_0)

VARIÁVEIS ESTATÍSTICAS	DEFLEXÕES (D_0)	
	VIGA BENKELMAN	FWD
MÉDIA ($\times 10^{-2}$ mm)	54,0	45,1
DESVIO ($\times 10^{-2}$ mm)	25,8	17,8
DEFLEXÃO CARACTERÍSTICA ($\times 10^{-2}$ mm)	79,8	62,9
MÁXIMO ($\times 10^{-2}$ mm)	208,0	156,1
MÍNIMO ($\times 10^{-2}$ mm)	12,0	12,5
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)	48,0	40,0
AMOSTRA	2.268	2.268

O coeficiente de variação das medidas com a viga Benkelman é de 48%, enquanto que com o FWD é de 40%, caracterizando uma maior homogeneidade nas medidas obtidas com o FWD. A deflexão média obtida com a viga é 21% maior que do FWD.

Na figura 4.57 estão plotados os valores de deflexão D_0 obtidos com a Viga e o FWD e apresentada a reta de regressão linear definida a partir destes valores.

Pela regressão, a deflexão da viga Benkelman é sempre maior que a do FWD, sendo a diferença entre os valores obtidos de cada equipamento maior quanto maior o nível deflectométrico. Cerca de 26% dos valores medidos, a deflexão obtida com o FWD é maior que a obtida com a viga.

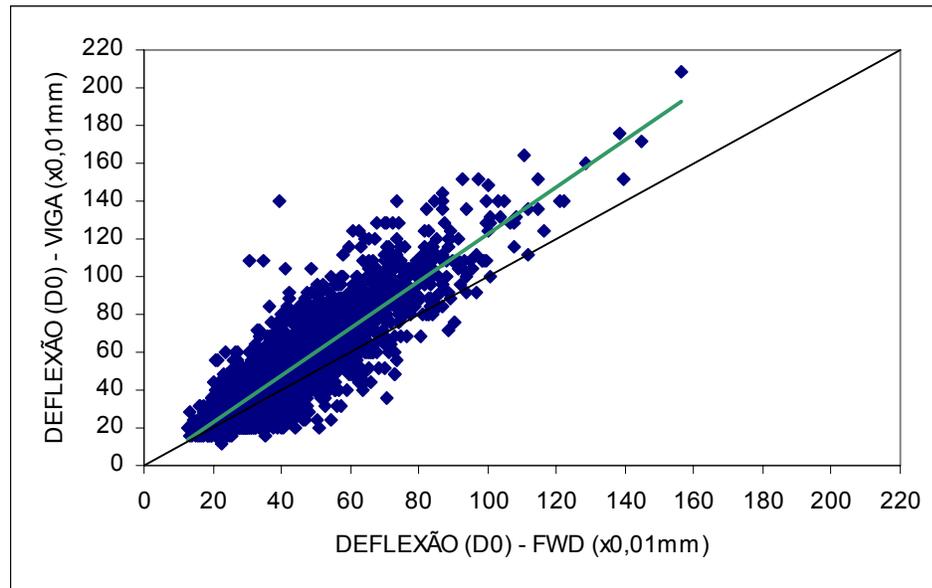


FIGURA 4.57 -Correlação com todos os valores (D_0)

Foi definida a seguinte correlação envolvendo todos os valores de deflexão (D_0) levantados:

$$D_{VB} = 1,251 \times D_{FWD} - 2,412, \text{ com } R^2 = 0,75 \text{ (equação 4.6)}$$

Eliminando-se o intercepto, tem-se:

$$D_{VB} = 1,205 \times D_{FWD}, \text{ com } R^2 = 0,74 \text{ (equação 4.7)}$$

Confirma-se que a eliminação do intercepto não altera de forma sensível a qualidade da estimativa da deflexão.

4.3.3 Entre as Deflexões Obtidas em Cada Tipo de Estrutura

Conforme item 3.2, foram selecionados 8 tipos de estrutura de pavimento representativos da malha rodoviária catarinense. Foram realizadas análises estatísticas dos valores obtidos para a deflexão máxima apresentados nos quadros 4.6 e 4.7.

QUADRO 4.6 -Análise estatística - deflexões viga Benkelman em cada tipo de estrutura

DEFLEXÕES								
VIGA BENKELMAN								
TIPO DE ESTRUTURA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
MÉDIA (x 10 ⁻² mm)	53,6	62,1	68,5	47,6	51,2	39,6	60,4	41,4
DESVIO (x 10 ⁻² mm)	25,2	23,2	29,6	14,9	21,8	17,0	34,3	18,2
CARACTERÍSTICA (x 10 ⁻² mm)	78,8	85,3	98,1	62,5	73,0	56,6	94,7	59,6
MÁXIMO (x 10 ⁻² mm)	140,0	140,0	176,0	108,0	116,0	112,0	208,0	108,0
MÍNIMO (x 10 ⁻² mm)	12,0	20,0	20,0	20,0	20,0	16,0	16,0	20,0
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)	47,0	37,0	43,0	31,0	43,0	43,0	57,0	44,0
AMOSTRA	689	239	328	202	161	283	163	161

QUADRO 4.7 -Análise estatística - deflexões FWD em cada tipo de estrutura

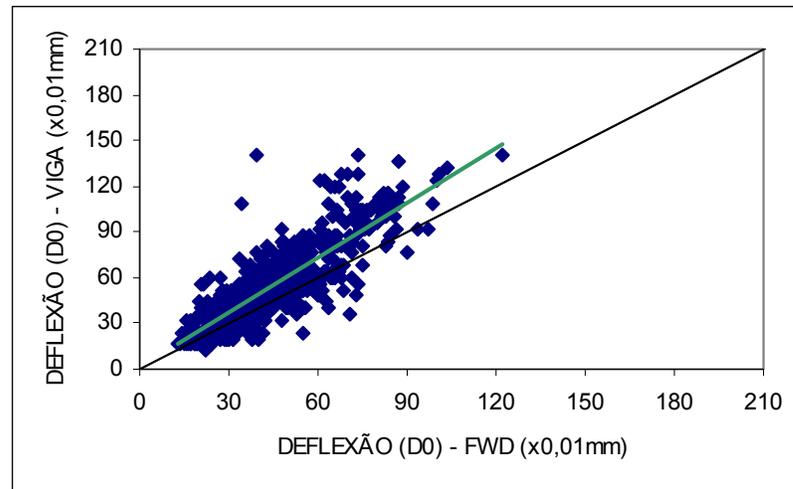
DEFLEXÕES								
FWD								
TIPO DE ESTRUTURA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
MÉDIA (x 10 ⁻² mm)	43,7	52,9	57,6	42,6	37,2	37,9	47,2	34,6
DESVIO (x 10 ⁻² mm)	17,7	15,6	22,1	10,4	12,7	11,2	19,3	10,4
CARACTERÍSTICA (x 10 ⁻² mm)	61,4	68,5	79,7	52,6	49,9	49,1	66,5	45,0
MÁXIMO (x 10 ⁻² mm)	122,0	99,7	144,6	74,1	77,0	75,9	156,1	83,4
MÍNIMO (x 10 ⁻² mm)	13,2	21,5	16,1	17,6	19,4	13,3	12,5	16,0
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)	41,0	29,2	38,0	25,0	34,0	30,0	41,0	30,0
AMOSTRA	689	239	328	202	161	283	163	161

No quadro 4.8 apresentam-se os resultados da análise da regressão linear dos valores de deflexão.

QUADRO 4.8 -Resultados da regressão linear

TIPO DE ESTRUTURA	TIPO DE REGRESSÃO				
	LINEAR ($D_{VB} = a D_{FWD} + b$)			LINEAR ($D_{VB} = \alpha D_{FWD}$)	
	a	b	R^2	α	R^2
I	1,202	1,087	0,72	1,224	0,72
II	1,184	-0,631	0,63	1,173	0,63
III	1,160	1,659	0,75	1,185	0,75
IV	1,214	-3,672	0,72	1,132	0,72
V	1,515	-5,267	0,77	1,388	0,77
VI	1,320	-10,435	0,76	1,067	0,73
VII	1,658	-17,773	0,87	1,335	0,83
VIII	1,325	-4,455	0,58	1,207	0,58

Nas figuras de 4.58 a 4.65 estão apresentados os gráficos referentes às plotagens dos valores de deflexão obtidos para cada um dos oito tipos de estrutura analisados e, ainda, a reta obtida pela regressão linear, tipo $D_{VB} = a D_{FWD} + b$.

**FIGURA 4.58 -Correlação FWD x VIGA - Estrutura I**

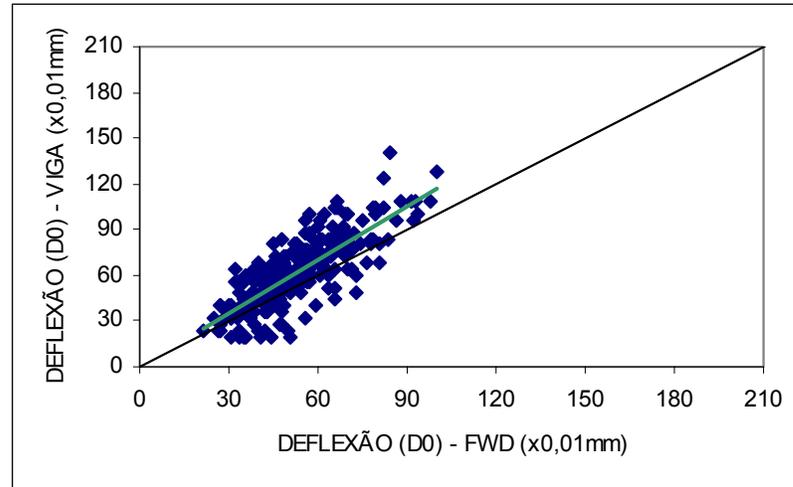


FIGURA 4.59 -Correlação FWD x VIGA - Estrutura II

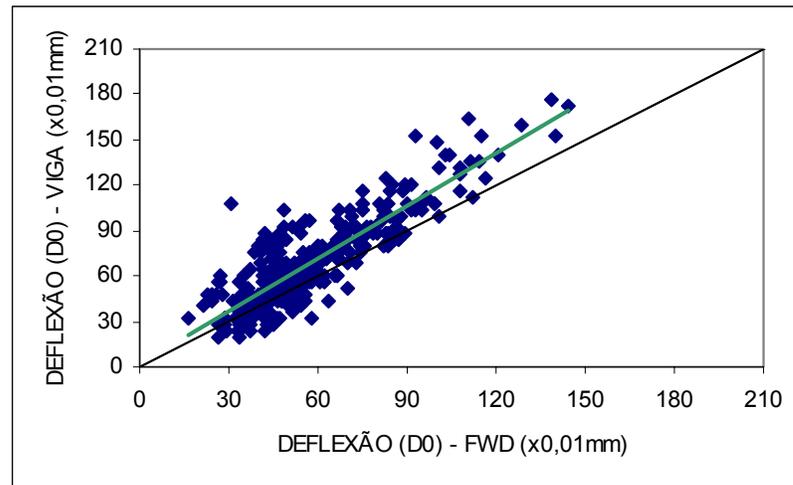


FIGURA 4.60 -Correlação FWD x VIGA - Estrutura III

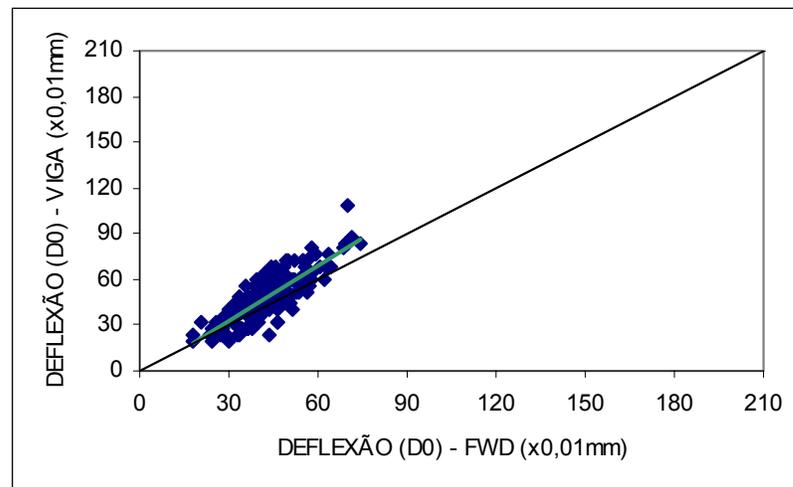


FIGURA 4.61 -Correlação FWD x VIGA - Estrutura IV

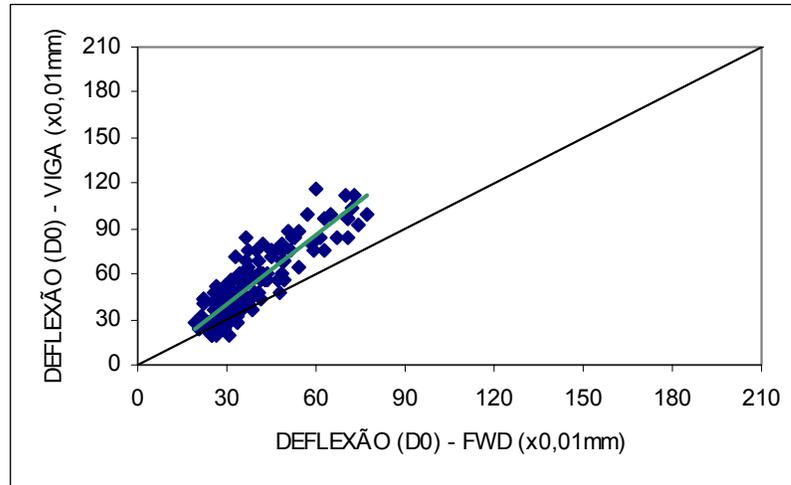


FIGURA 4.62 -Correlação FWD x VIGA - Estrutura V

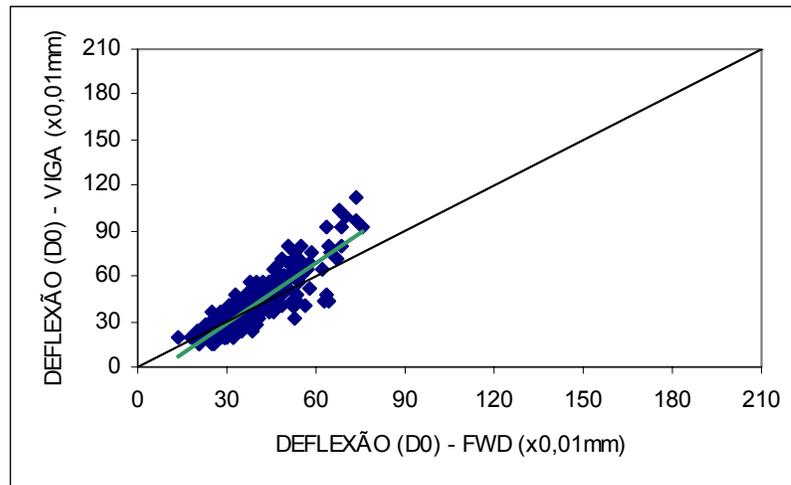


FIGURA 4.63 -Correlação FWD x VIGA - Estrutura VI

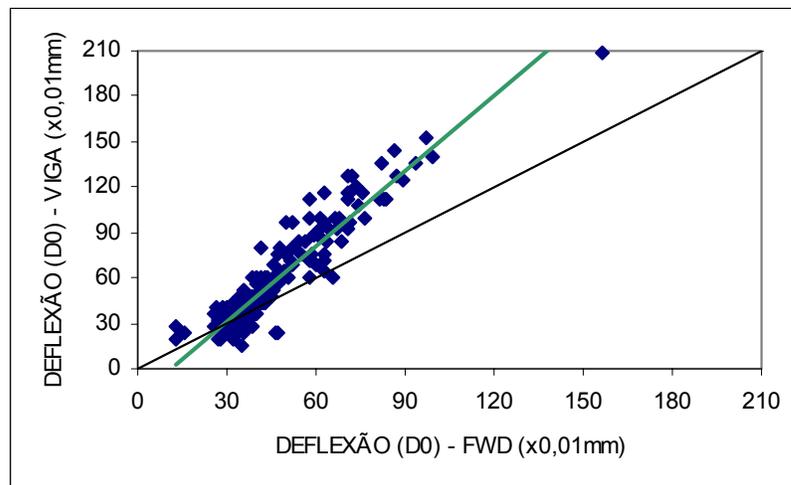


FIGURA 4.64 -Correlação FWD x VIGA - Estrutura VII

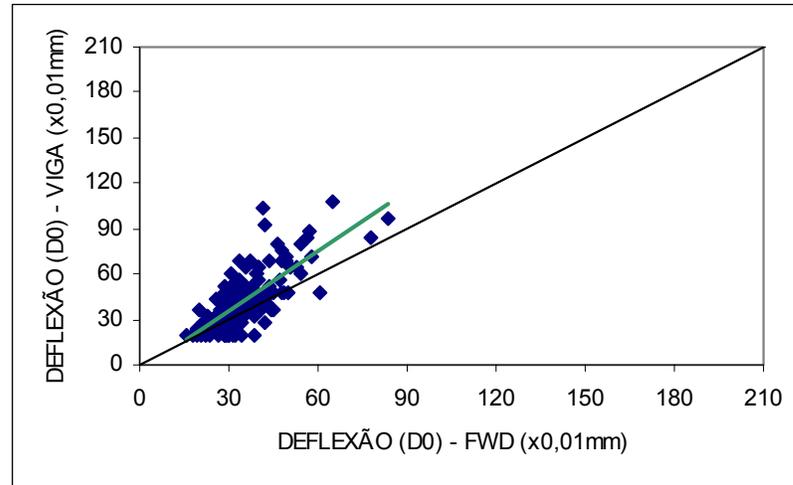


FIGURA 4.65 -Correlação FWD x VIGA - Estrutura VIII

Embora exista uma porcentagem de valores em que a deflexão medida com a viga é menor que aquela medida com o FWD (para baixos valores de deflexão), as retas de regressão indicam que, em todos os tipos de estrutura, a deflexão da viga Benkelman é maior que a do FWD com exceção das estruturas VI e VII, em que a deflexão da viga é maior a partir de 30×10^{-2} mm. Abaixo deste valor, a deflexão FWD tende a ser maior.

A figura 4.66 apresenta as correlações obtidas. Pode-se verificar que a conversão de valores deve seguir o modelo proposto específico para o tipo de estrutura do pavimento ensaiado. A estrutura tipo V e VII são as que apresentam a maior diferença entre os valores para os dois equipamentos (a medida que a deflexão aumenta, a diferença fica maior) seguidas das estruturas tipo VIII, I, VI, IV, II e III.

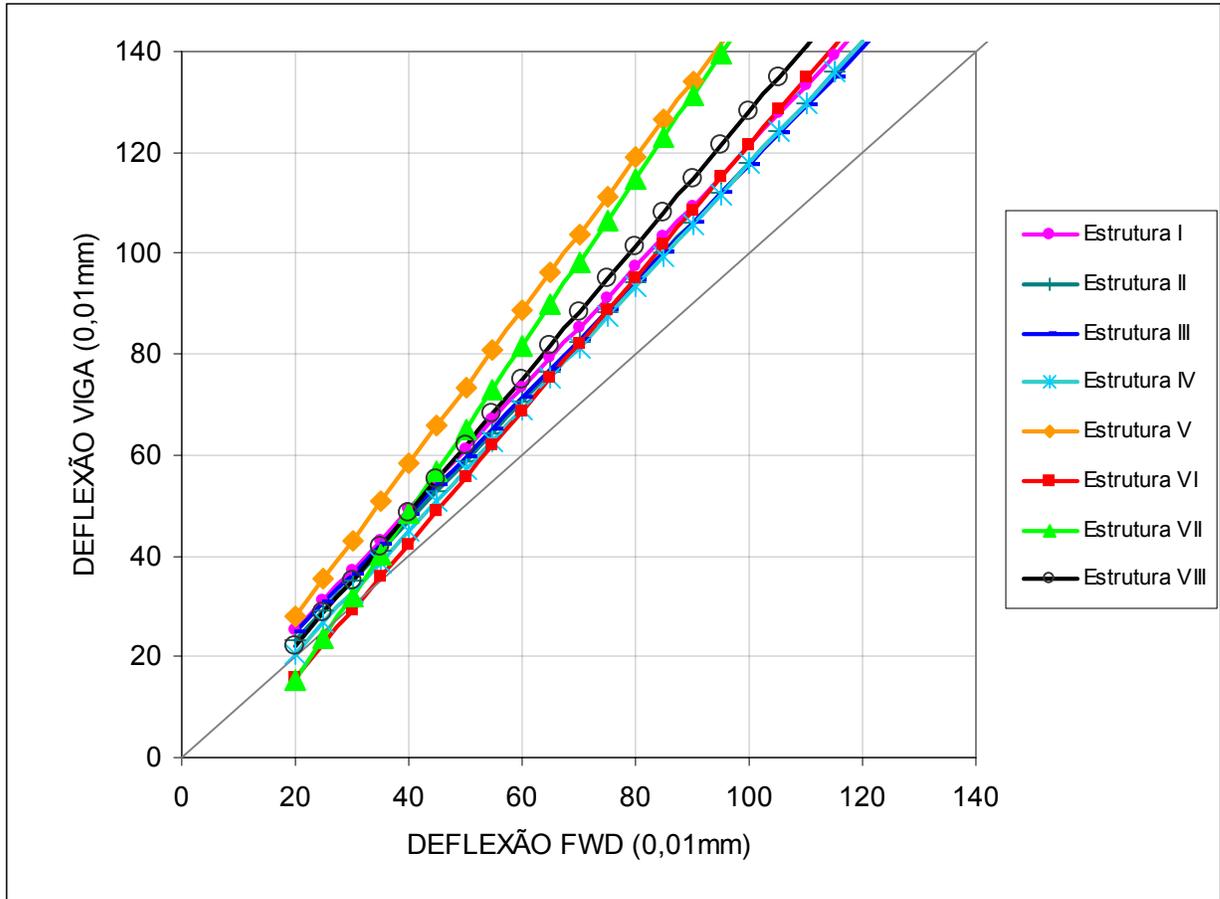


FIGURA 4.66 -Representação gráfica das correlações obtidas para os diferentes tipos de estrutura do pavimento - correlação $D_{VB} = a D_{FWD} + b$

Na figura 4.67, estão as retas de regressão obtidas com o modelo $D_{VB} = \alpha D_{FWD}$. De acordo com os modelos obtidos, as deflexões viga Benkelman são sempre maiores que as do FWD embora existam valores individuais em que isto não se observa. A estrutura tipo VI é aquela em que as deflexões entre os dois equipamentos mais se aproximam com o aumento do nível deflectométrico, seguida da estrutura tipo IV, III, II, VIII, I, VII e V.

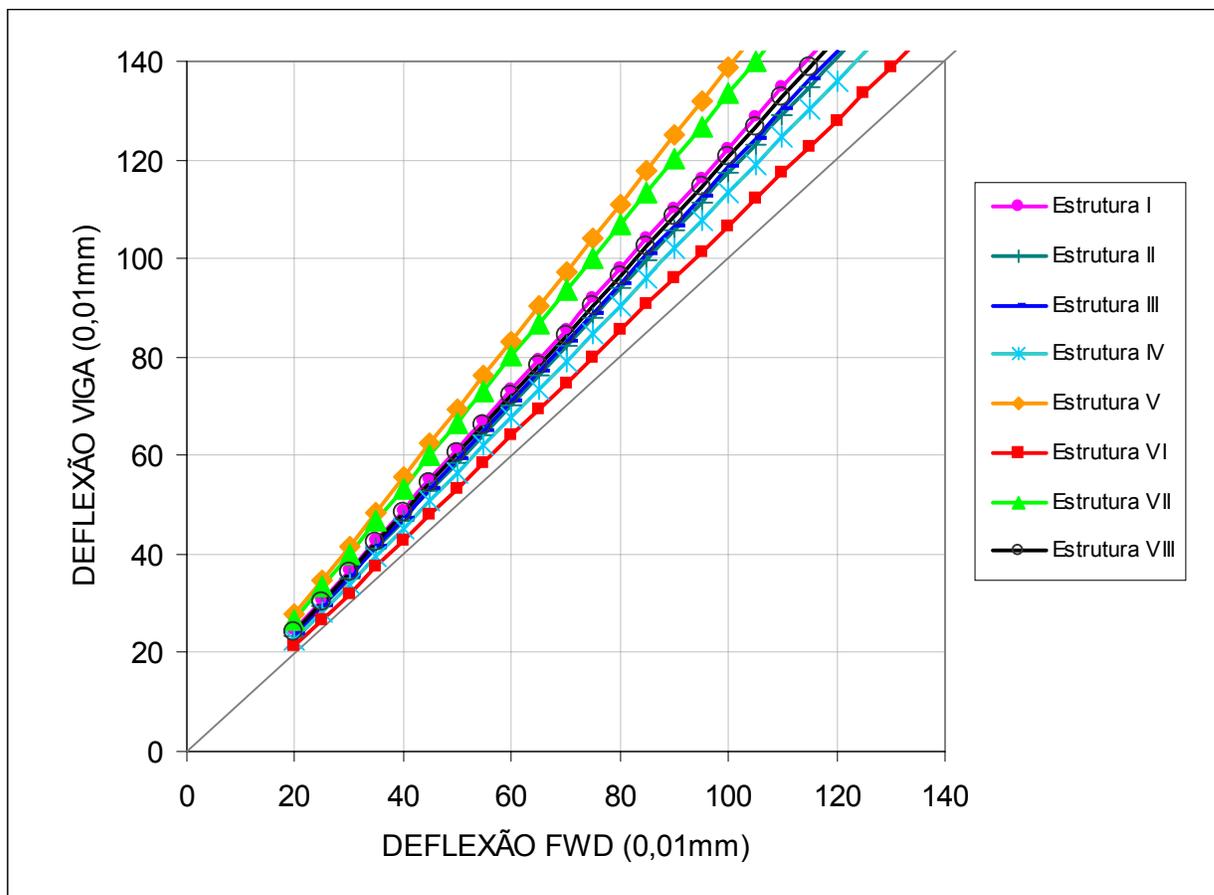


FIGURA 4.67 -Representação gráfica das correlações obtidas para os diferentes tipos de estrutura do pavimento - correlação $D_{VB} = \alpha D_{FWD}$

4.3.4 Entre as Deflexões Obtidas para Revestimento Com Camada de 5,0cm e 10,0cm de Espessura

Nesta análise, procedeu-se a obtenção das correlações para as estruturas com 5,0cm (estruturas tipo I a IV) e 10,0cm (estruturas tipo V a VIII) de espessura de camada asfáltica.

No quadro 4.9 são apresentados os resultados estatísticos obtidos com a análise dos 2 tipos de estrutura do pavimento quanto à espessura de revestimento asfáltico.

QUADRO 4.9 -Resultados estatísticos das deflexões para as estruturas com 5,0cm e 10cm de espessura de camada asfáltica

VARIÁVEIS ESTATÍSTICAS	DEFLEXÕES			
	5,0cm de revestimento		10,0cm de revestimento	
	VB	FWD	VB	FWD
MÉDIA ($\times 10^{-2}$ mm)	57,5	48,1	47,6	39,5
DESVIO ($\times 10^{-2}$ mm)	25,8	18,7	24,7	14,5
MÁXIMO ($\times 10^{-2}$ mm)	176,0	144,6	208,0	156,1
MÍNIMO ($\times 10^{-2}$ mm)	12,0	13,2	16,0	12,5
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)	45,0	39,0	52,0	37,0
AMOSTRA (unidades)	1.458	1.458	810	810

O coeficiente de variação das medidas com a viga Benkelman é de 45 e 52% (respectivamente para espessuras de 5,0 e 10,0cm), enquanto que com o FWD, este valor baixa para 39% e 37,0, caracterizando uma maior homogeneidade nas medidas com o FWD.

A deflexão média obtida com a viga está em torno de 20% maior que do FWD.

Nas figuras 4.68 a 4.69 estão plotados os valores de deflexão obtidos com a Viga e o FWD e a representação da reta de regressão, considerando os dois tipos de estrutura quanto à espessura de revestimento.

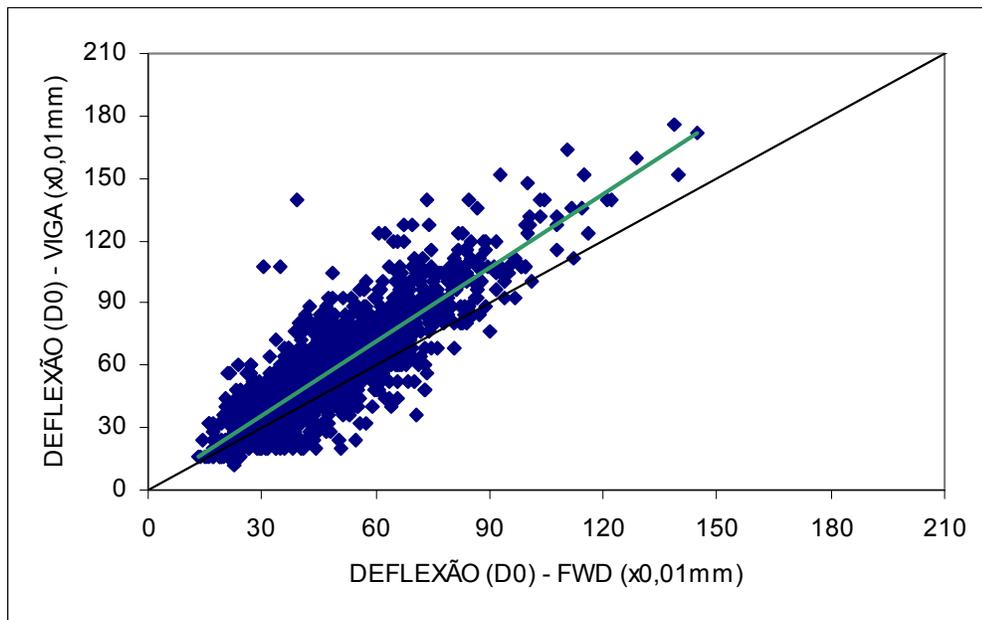


FIGURA 4.68 -Correlação com todos os valores (D_0) para estruturas com 5,0cm de espessura de revestimento

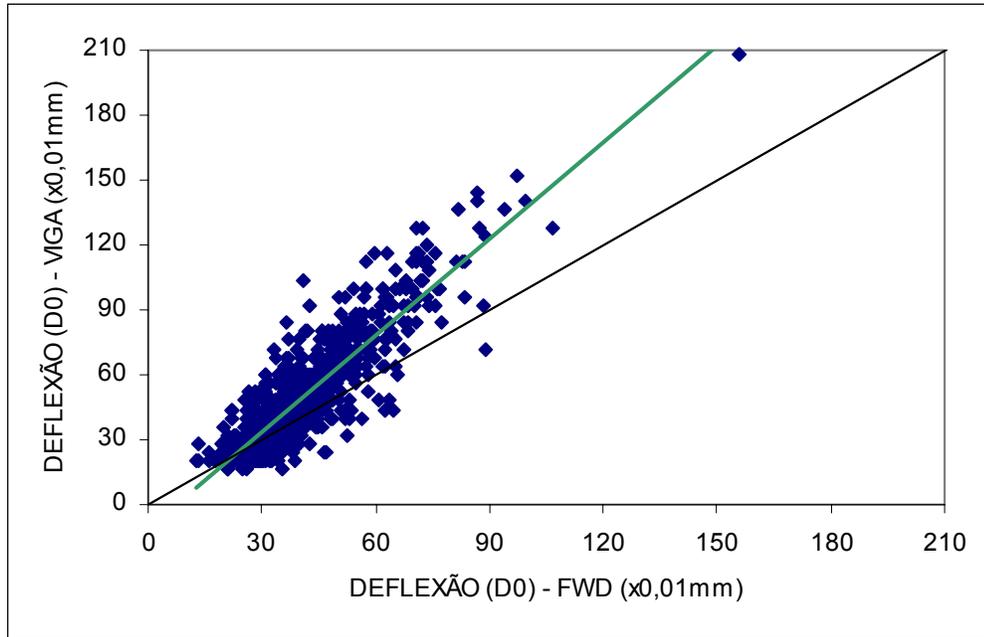


FIGURA 4.69 -Correlação com todos os valores (D_0) para estruturas com 10,0cm de espessura de revestimento

Foram definidas as seguintes correlações envolvendo todos os valores de deflexão (D_0):

Para 5,0cm de revestimento $D_{VB} = 1,180 \times D_{FWD} + 0,710$, com $R^2 = 0,73$ (equação 4.8)

Para 10,0cm de revestimento $D_{VB} = 1,486 \times D_{FWD} - 11,144$, com $R^2 = 0,77$ (equação 4.9)

Eliminando-se o intercepto, tem-se:

Para 5,0cm de revestimento $D_{VB} = 1,193 \times D_{FWD}$, com $R^2 = 0,73$ (equação 4.10)

Para 10,0cm de revestimento $D_{VB} = 1,237 \times D_{FWD}$, com $R^2 = 0,74$ (equação 4.11)

Novamente, confirma-se que a eliminação do intercepto não altera de forma sensível a qualidade da estimativa da deflexão.

Na figura 4.70 estão apresentados os 4 modelos de correlação obtidos. De acordo com os modelos obtidos, as deflexões da viga Benkelman são sempre maiores que as deflexões do FWD.

Considerando-se os 4 modelos, observa-se que a diferença na obtenção da deflexão da viga a partir do FWD começa a aumentar, para valores acima de 60×10^{-2} mm. A correção da deflexão a partir daquela obtida pelo FWD é maior na estrutura com 10,0cm de espessura, podendo a correção chegar a uma diferença em torno de 15% entre as diferentes estruturas para o valor de leitura do FWD, por exemplo, para 120×10^{-2} mm. Estes valores influenciam nos projetos de restauração quando se define a espessura de reforço da estrutura, podendo representar diferenças de alguns centímetros dependendo da metodologia e das condições superficiais do pavimento.

Os valores obtidos pela conversão empregando-se o modelo com eliminação do intercepto para a estrutura de 5,0cm de revestimento são os mesmos quando se emprega o modelo sem a eliminação do intercepto. Porém, para a estrutura com 10,0cm de espessura, a correlação obtida com a eliminação do intercepto, fornece valores de deflexão menores que aqueles fornecidos pelo outro modelo. A diferença entre os valores é maior quanto maior for a deflexão a ser correlacionada.

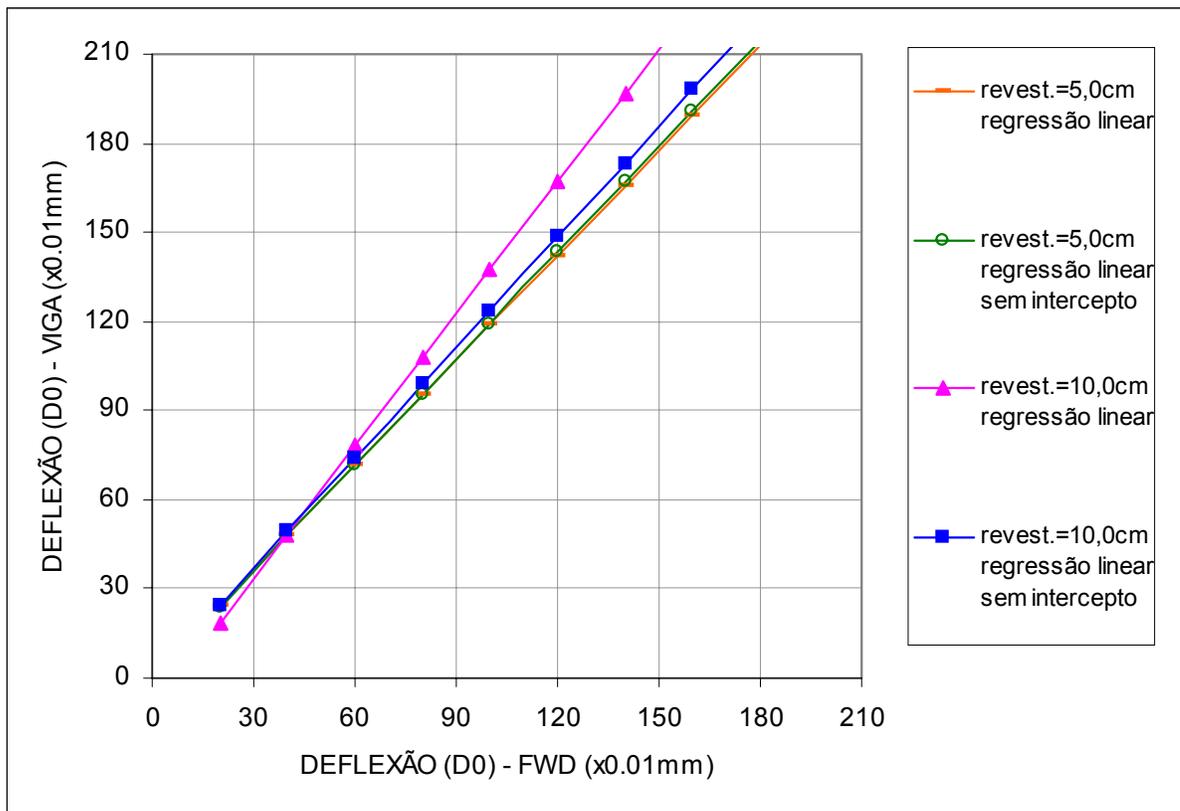


FIGURA 4.70 -Correlação linear entre $D_{FWD} \times D_{VB}$ para diferentes espessuras de revestimento

4.3.5 Entre as Deflexões Características de Cada Segmento Homogêneo

A deflexão característica de um segmento homogêneo é definida da seguinte forma:

$$D_c = \overline{D_o} + 1\sigma \text{ (equação 4.12)}$$

em que:

- D_c = deflexão característica, em 10^{-2} mm;
- $\overline{D_o}$ = média aritmética de todas as deflexões D_o medidas no segmento homogêneo; e,
- σ = desvio padrão das deflexões no segmento homogêneo.

Na figura 4.71 estão plotados os valores de deflexão característica dos 56 segmentos analisados com a reta obtida pela análise de regressão linear.

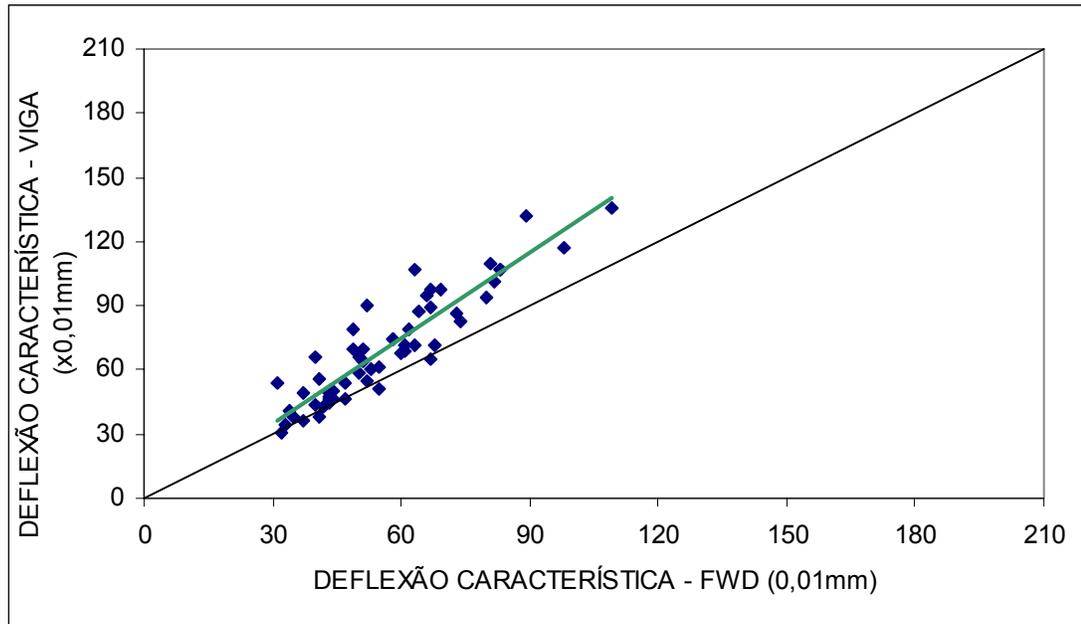


FIGURA 4.71 -Correlação FWD x Viga (deflexão característica dos segmentos)

Foi definida a seguinte correlação:

$$D_{VB} = 1,343 \times D_{FWD} - 5,814, \text{ com } R^2 = 0,84 \text{ (equação 4.13)}$$

Eliminando-se o intercepto, tem-se:

$$D_{VB} = 1,248 \times D_{FWD}, \text{ com } R^2 = 0,83 \text{ (equação 4.14)}$$

Mais uma vez, a eliminação do intercepto não altera a qualidade da estimativa. A figura 4.72 apresenta os modelos de regressão obtidos a partir do valor de deflexão característica dos segmentos. De acordo com os modelos obtidos, a deflexão obtida pela viga é sempre maior que a do FWD e essa diferença aumenta quanto maior o valor da deflexão.

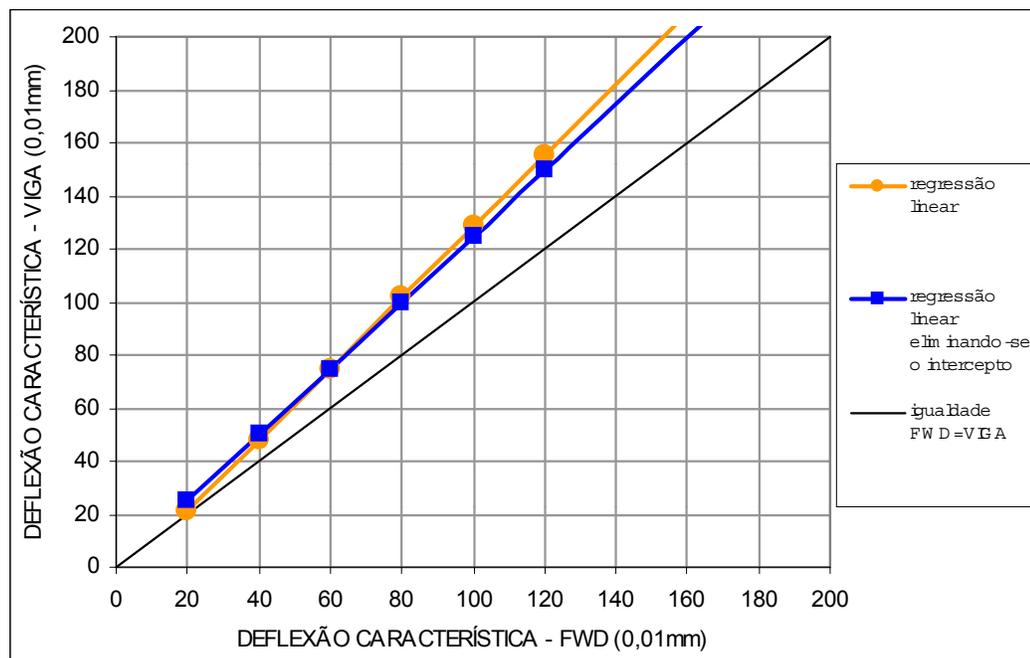


FIGURA 4.72 -Modelos de regressão a partir das deflexões características

4.3.6 Entre as Deflexões Médias de Cada Segmento Homogêneo

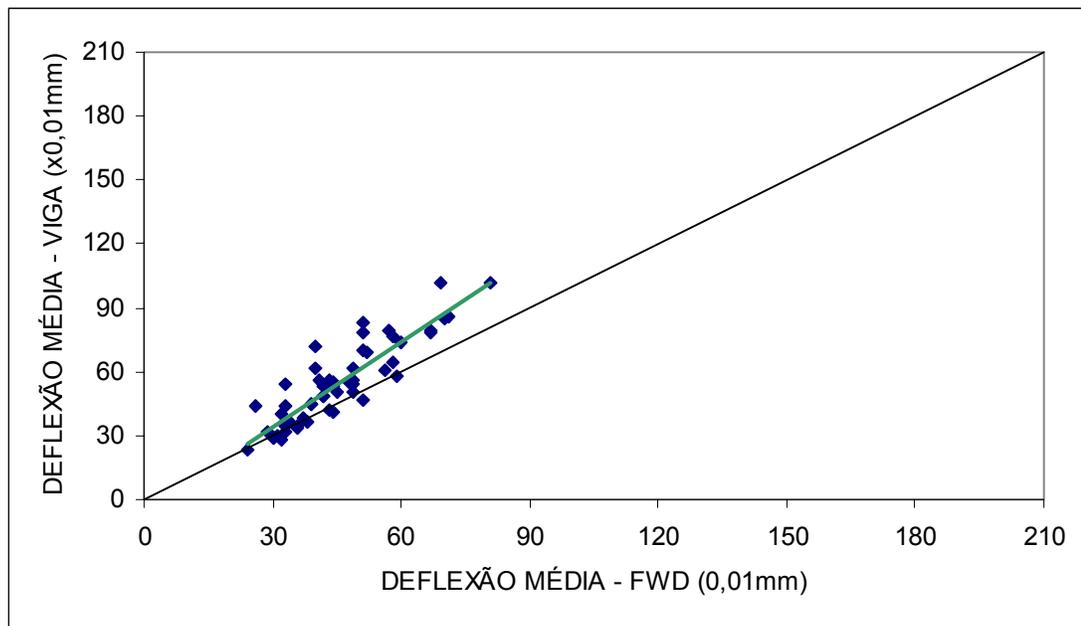
No quadro 4.10 são apresentados os resultados estatísticos obtidos com a análise dos 56 segmentos avaliados.

QUADRO 4.10 -Resultados estatísticos das deflexões médias dos segmentos

VARIÁVEIS ESTATÍSTICAS	DEFLEXÕES MÉDIAS	
	VIGA BENKELMAN	FWD
MÉDIA (x 10 ⁻² mm)	54,0	45,0
DESVIO (x 10 ⁻² mm)	19,1	12,7
MÁXIMO (x 10 ⁻² mm)	102,0	81,0
MÍNIMO (x 10 ⁻² mm)	23,0	24,0
COEFICIENTE DE VARIAÇÃO (%)	35,0	28,0
AMOSTRA (unidades)	56	56

A deflexão média obtida com a viga é 20% maior que do FWD.

Na figura 4.73 estão plotados os valores de deflexão média dos 56 segmentos analisados com a reta obtida pela análise de regressão linear.

**FIGURA 4.73 -Correlação FWD x Viga (deflexão média dos segmentos)**

Foi definida a seguinte correlação:

$$D_{VB} = 1,339 \times D_{FWD} - 6,243, \text{ com } R^2 = 0,80 \text{ (equação 4.15)}$$

Eliminando-se o intercepto, tem-se:

$$D_{VB} = 1,210 \times D_{FWD}, \text{ com } R^2 = 0,79 \text{ (equação 4.16)}$$

A figura 4.74 apresenta os modelos de regressão obtidos a partir do valor de deflexão média dos segmentos.

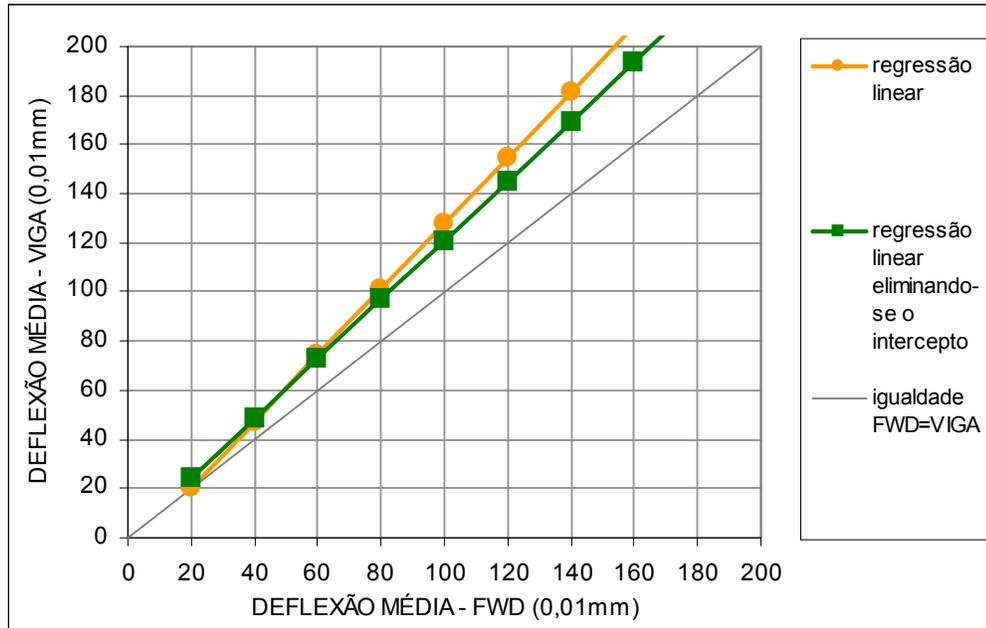


FIGURA 4.74 - Modelos de regressão a partir das deflexões médias

4.4. Resumo das Correlações Obtidas

Os modelos de regressão do tipo linear ($y=ax+b$) e linear com eliminação do intercepto ($y=\alpha x$) obtidos a partir dos valores de deflexão estão dispostos no quadro 4.11 e representados graficamente nas figuras 4.75 e 4.76. Os estudos demonstraram que a regressão linear com eliminação do intercepto não altera, de modo significativo, a qualidade da estimativa.

Pela representação gráfica das figuras 4.75 e 4.76, nota-se que a correlação entre os dois equipamentos é dependente das características particulares de cada segmento a ser avaliado, sendo indicada a utilização do modelo apropriado para a obtenção da deflexão correspondente. A deflexão obtida com o emprego da viga Benkelman é maior que a obtida pelo FWD, com exceção dos segmentos 45, 46, 48 e 55.

QUADRO 4.11 -Resumo dos modelos de correlação obtidos

CORRELAÇÕES OBTIDAS ATRAVÉS DOS VALORES DE	COM TODOS OS VALORES	
	$Y = a X + b$	$Y = \alpha X$
Deflexões características de cada segmento	$D_{VB} = 1,343 D_{FWD} - 5,814$ $R^2 = 0,84$	$D_{VB} = 1,248 D_{FWD}$ $R^2 = 0,83$
Deflexões de todos os segmentos	$D_{VB} = 1,251 D_{FWD} - 2,412$ $R^2 = 0,75$	$D_{VB} = 1,205 D_{FWD}$ $R^2 = 0,74$
Deflexões médias de cada segmento	$D_{VB} = 1,339 D_{FWD} - 6,243$ $R^2 = 0,80$	$D_{VB} = 1,210 D_{FWD}$ $R^2 = 0,79$
Deflexões - espessura de 5,0cm de revestimento	$D_{VB} = 1,180 D_{FWD} - 0,710$ $R^2 = 0,73$	$D_{VB} = 1,193 D_{FWD}$ $R^2 = 0,73$
Deflexões - espessura de 10,0cm de revestimento	$D_{VB} = 1,486 D_{FWD} - 11,144$ $R^2 = 0,77$	$D_{VB} = 1,237 D_{FWD}$ $R^2 = 0,74$
Deflexões - Estrutura tipo I	$D_{VB} = 1,202 D_{FWD} + 1,087$ $R^2 = 0,72$	$D_{VB} = 1,224 D_{FWD}$ $R^2 = 0,72$
Deflexões - Estrutura tipo II	$D_{VB} = 1,184 D_{FWD} - 0,631$ $R^2 = 0,63$	$D_{VB} = 1,173 D_{FWD}$ $R^2 = 0,63$
Deflexões - Estrutura tipo III	$D_{VB} = 1,160 D_{FWD} + 1,659$ $R^2 = 0,75$	$D_{VB} = 1,185 D_{FWD}$ $R^2 = 0,75$
Deflexões - Estrutura tipo IV	$D_{VB} = 1,214 D_{FWD} - 3,672$ $R^2 = 0,72$	$D_{VB} = 1,132 D_{FWD}$ $R^2 = 0,72$
Deflexões - Estrutura tipo V	$D_{VB} = 1,515 D_{FWD} - 5,267$ $R^2 = 0,77$	$D_{VB} = 1,388 D_{FWD}$ $R^2 = 0,77$
Deflexões - Estrutura tipo VI	$D_{VB} = 1,320 D_{FWD} - 10,435$ $R^2 = 0,76$	$D_{VB} = 1,067 D_{FWD}$ $R^2 = 0,73$
Deflexões - Estrutura tipo VII	$D_{VB} = 1,658 D_{FWD} - 17,773$ $R^2 = 0,87$	$D_{VB} = 1,335 D_{FWD}$ $R^2 = 0,83$
Deflexões - Estrutura tipo VIII	$D_{VB} = 1,325 D_{FWD} - 4,455$ $R^2 = 0,58$	$D_{VB} = 1,207 D_{FWD}$ $R^2 = 0,58$

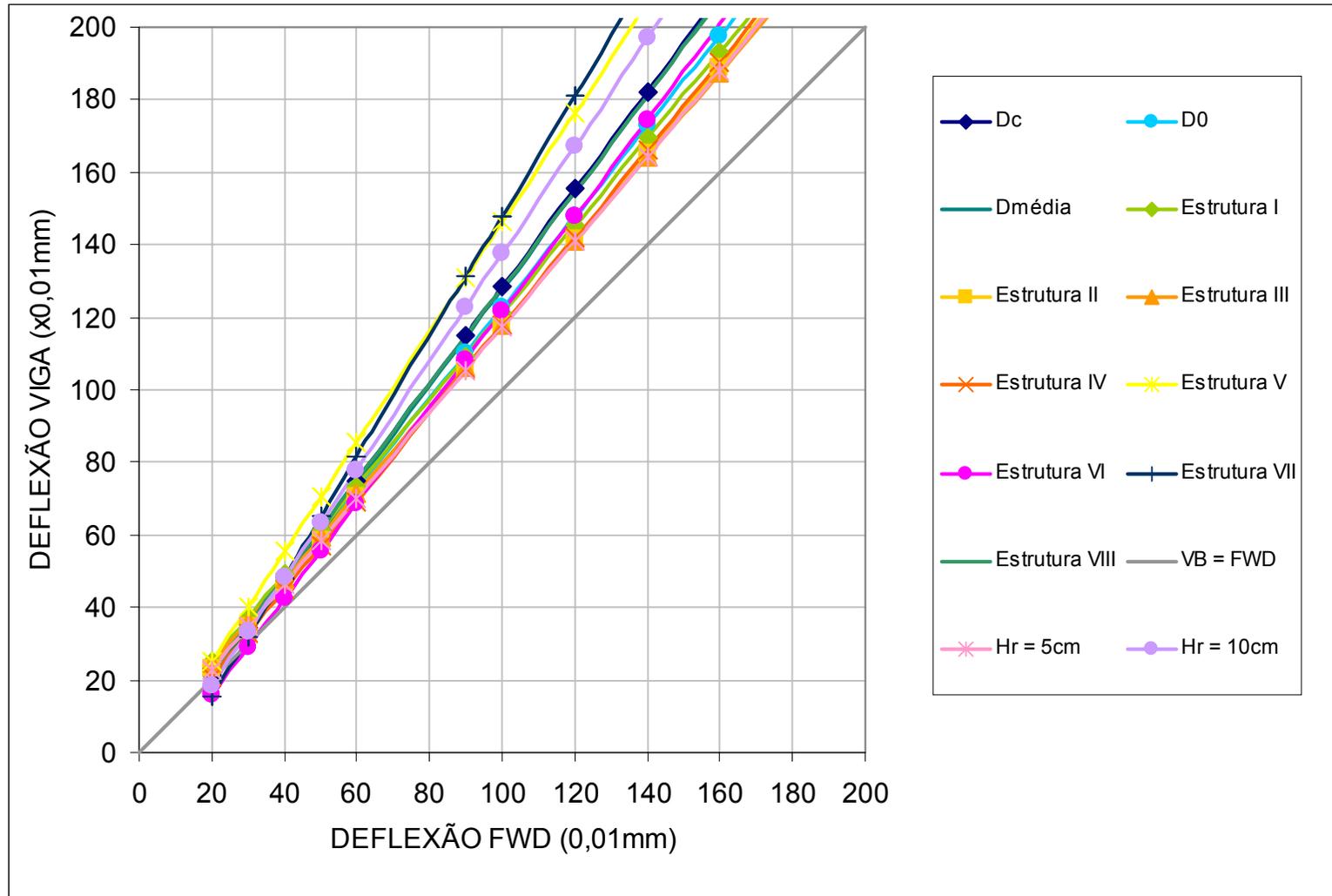


FIGURA 4.75 -Correlações obtidas do tipo linear

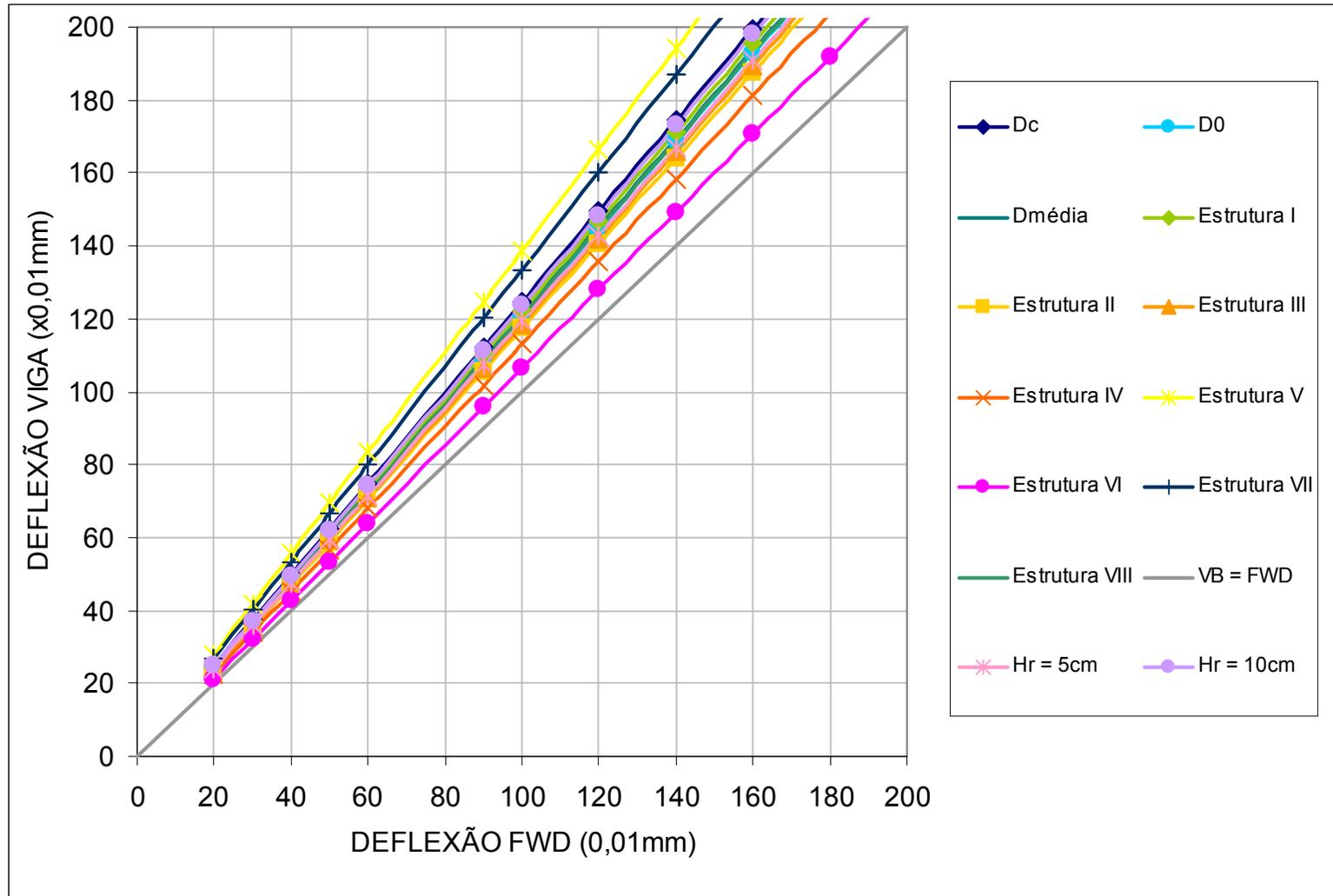


FIGURA 4.76 -Correlações obtidas do tipo linear sem o intercepto

4.5.Comparação Entre as Correlações Obtidas e Aquelas Existentes na Literatura Pesquisada

No quadro 4.12 estão dispostas algumas das correlações do tipo linear encontradas na literatura para a correlação da viga Benkelman e do FWD.

QUADRO 4.12 -Correlações existentes na literatura (tipo $D_{VB} = a D_{FWD} + b$)

	AUTOR	MODELO DE CORRELAÇÃO
A	Pinto (1991)	$D_{VB} = -5,73 + 1,396 D_{FWD}$
B	Manual DNER (1996)	$D_{VB} = 20,645(D_{FWD} - 19)^{0,352}$ para $FWD < 85 \times 10^{-2} \text{mm}$ $D_{VB} = 8,964(D_{FWD} - 60)^{0,715}$ para $FWD > 85 \times 10^{-2} \text{mm}$
C	DER (1996)	$D_{VB} = 0,907 D_{FWD} + 14,518$
D	Pinto e Domingues (2001)	$D_{VB} = 1,2062 D_{FWD} - 5,3016$

Representou-se no gráfico da figura 4.77, as correlações propostas neste trabalho (quadro 4.11) e aquelas existentes na literatura pesquisada, transcritas no quadro 4.12.

Nota-se, que os resultados obtidos mostraram boa concordância com os modelos encontrados na literatura. Houve concordância em que as deflexões obtidas com a viga Benkelman tendem a ser maiores que as do FWD.

São apresentadas no quadro 4.13, as correlações citadas no item 2.4 nas quais foram obtidas em função das medidas de deflexão da viga Benkelman. Através dos mesmos resultados de deflexão D_0 apresentados no item 4.4.2, foi definida a seguinte correlação envolvendo todos os valores de deflexão (D_0) levantados:

$$D_{FWD} = 0,596 \times D_{VB} + 12,913, \text{ com } R^2 = 0,74 \text{ (equação 4.17)}$$

QUADRO 4.13 -Correlações existentes na literatura (tipo $D_{FWD} = a D_{VB} + b$)

	AUTOR	MODELO DE CORRELAÇÃO
A	Himero et al (1989)	$D_{FWD} = 0,309 D_{VB} + 0,28$
B	Cardoso (1992)	$D_{FWD} = 0,7502 D_{VB} + 2,8281$
C	Fabrcio et al (1994)	$D_{FWD} = 0,5 D_{VB} + 18,5$

Na figura 4.78 estão as correlações do tipo $D_{FWD} = a D_{VB} + b$ e aquela definida nesse trabalho. Nota-se que não houve boa concordância apenas com modelo de Himero et al (1989), onde se verifica que as medidas da viga são bem maiores que as do FWD.

No quadro 4.14 estão dispostas algumas das correlações encontradas na literatura para a correlação da viga Benkelman e do FWD, com o modelo do tipo $D_{VB} = \alpha D_{FWD}$.

QUADRO 4.14 -Correlações existentes na literatura do tipo $D_{VB} = \alpha D_{FWD}$

	AUTOR	MODELO DE CORRELAÇÃO
A	Pinto (1991)	$D_{VB} = 1,32 D_{FWD}$
B	Rocha Filho (1996)	$D_{VB} = 0,91 D_{FWD}$ (para hr = 5cm)
C	Rocha Filho (1996)	$D_{VB} = 0,68 D_{FWD}$ (para hr = 10cm)
D	Sestini et al (1998)	$D_{VB} = 0,64 D_{FWD}$

Representou-se no gráfico da figura 4.79, as correlações obtidas neste trabalho (quadro 4.11) e aquelas existentes na literatura pesquisada transcritas no quadro 4.14.

Apenas a correlação proposta por Pinto (1991) apresentou concordância com aquelas obtidas neste trabalho. Para as demais correlações, os modelos indicam que as medidas com o FWD são maiores que as da viga Benkelman.

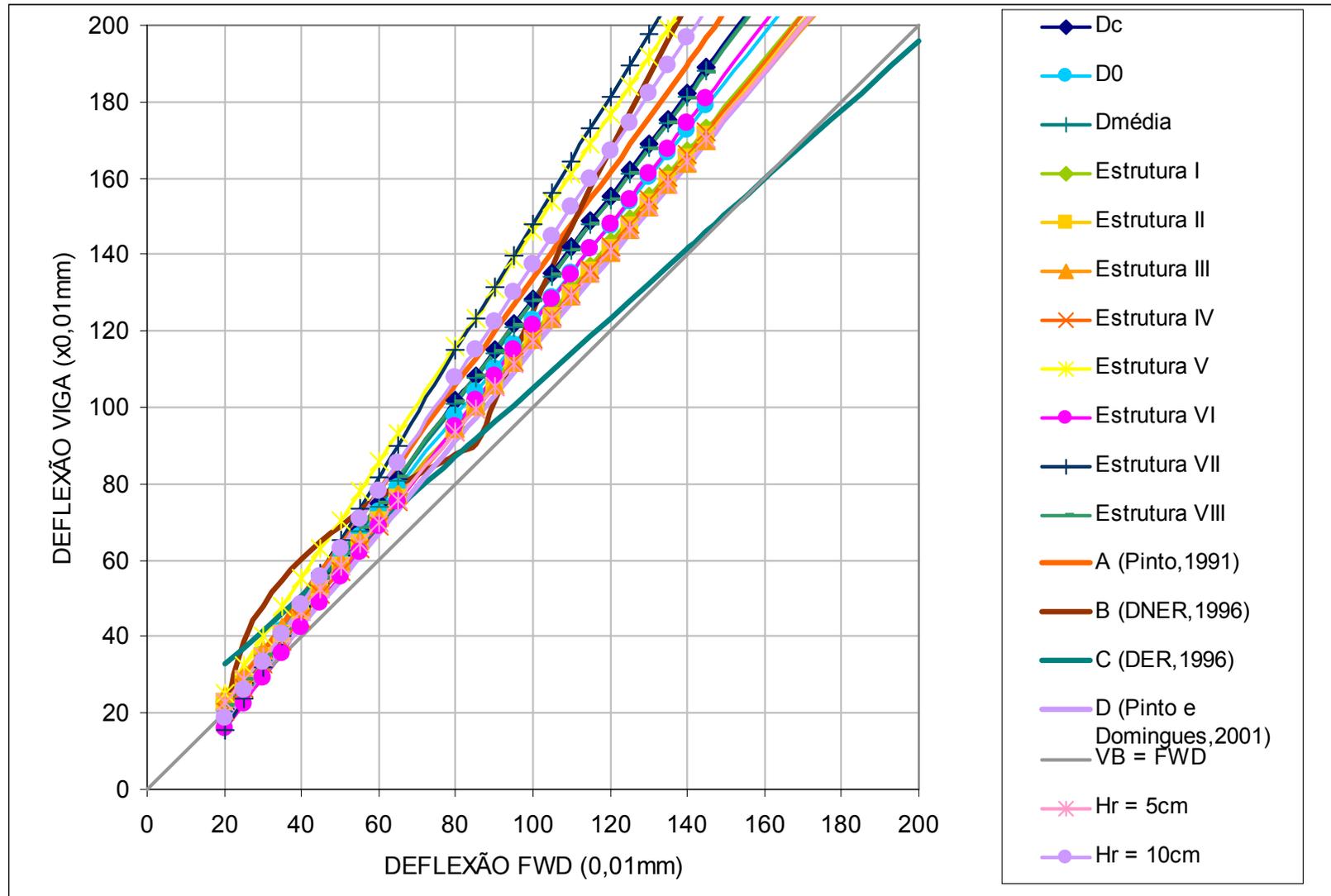


FIGURA 4.77 - Correlações obtidas neste trabalho e nas literaturas pesquisadas (tipo $D_{VB} = a D_{FWD} + b$)

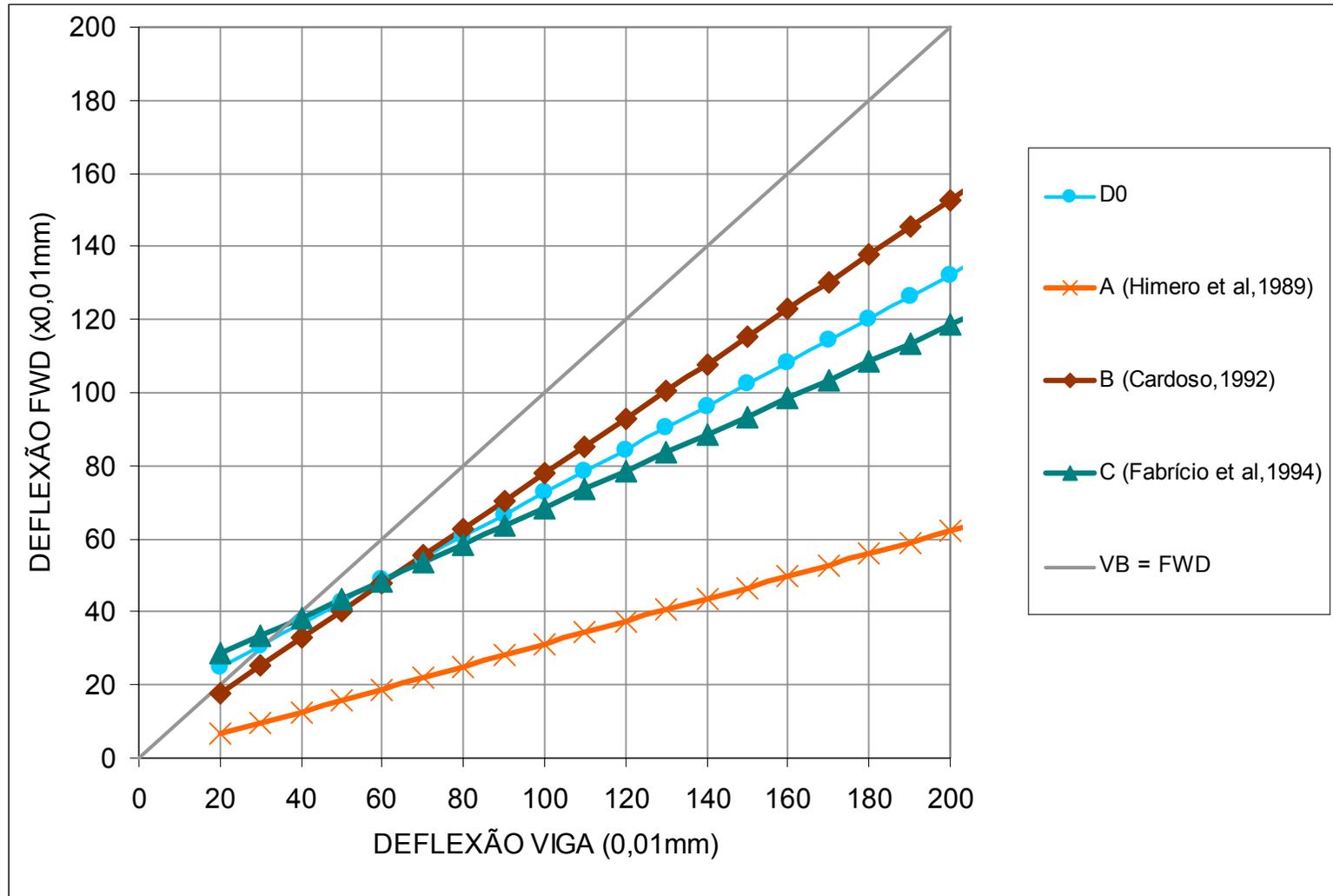


FIGURA 4.78 -Correlações obtidas neste trabalho e nas literaturas pesquisada (tipo $D_{FWD} = a D_{VB} + b$)

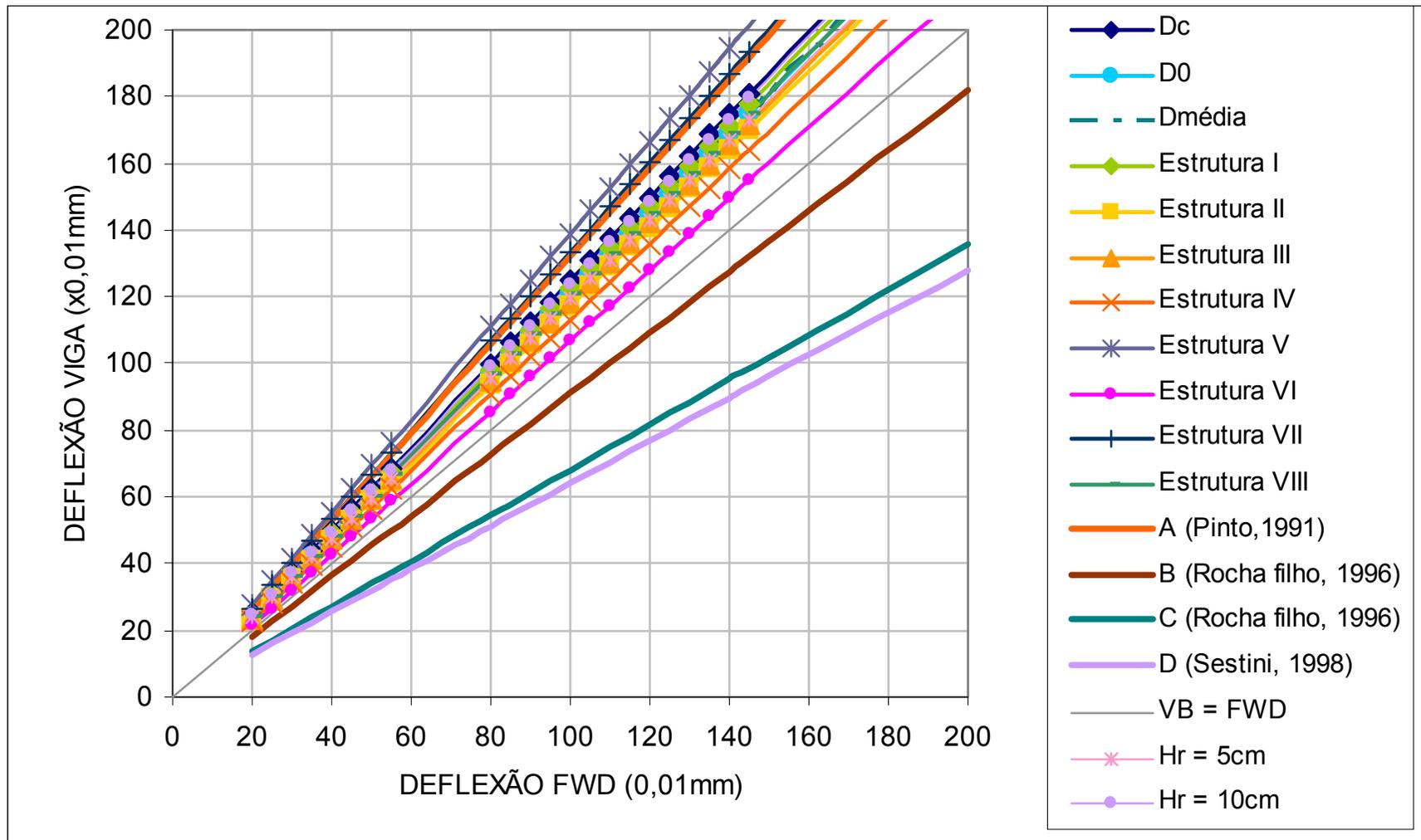


FIGURA 4.79 -Correlações obtidas neste trabalho e nas literaturas pesquisada tipo $D_{VB} = \alpha D_{FWD}$

4.6. Influência da Utilização da Deflexão Obtida com o FWD e Aquela Obtida pela Correlação no Dimensionamento da Espessura de Reforço do Pavimento

O objetivo deste item é verificar, através de uma simulação, a influência da avaliação de um pavimento no cálculo da espessura de reforço caso a avaliação fosse feita com o FWD ou com a viga.

Considerando-se os dados do quadro 4.8, no que diz respeito às deflexões características obtidas para cada tipo de estrutura com o emprego da viga Benkelman e do FWD, estimou-se os valores da viga a partir do FWD com os modelos propostos de correlação do quadro 4.11. No quadro 4.15 estão apresentados os dados deflectométricos levantados em campo e aqueles estimados pelas correlações.

QUADRO 4.15 - Valores deflectométricos obtidos em campo e por correlação

TIPO DE ESTRUTURA	Dc (x0,01mm) levantamento de campo		Dc (x0,01mm) obtida pelos modelos de correlação desta pesquisa, considerando os dados de FWD	
	VIGA	FWD	Tipo $y=ax+b$	$Y=\alpha x$
I	79	61	72	75
II	85	69	81	81
III	98	80	95	95
IV	63	53	61	60
V	73	50	71	69
VI	57	49	54	52
VII	95	67	93	89
VIII	60	45	55	54

Para o dimensionamento da espessura de reforço em concreto betuminoso necessária para a restauração do segmento empregou-se as metodologias DNER-PRO 11/79 e DNER-PRO 269/94.

Para a simulação, adotou-se um número $N_{8,2t}$ (USACE) igual a 1×10^7 , o qual é um valor característico para as rodovias catarinenses de maior tráfego.

4.6.1 Metodologia DNER-PRO 11/79

Segundo esta metodologia, para o $N_{8,2t}$ considerado, a deflexão admissível é de 60×10^{-2} mm. Calculou-se as espessuras de reforço de acordo com a hipótese II da metodologia. Elas foram calculadas considerando-se as deflexões características obtidas em campo, pela viga Benkelman e pelo FWD, e obtidas através dos modelos de correlação considerando os valores do FWD de campo para obtenção do valor equivalente de viga. O resultado deste dimensionamento encontra-se nos quadros 4.16 e 4.17.

QUADRO 4.16 -Espessuras de reforço (DNER 11/79) com dados de campo

TIPO DE ESTRUTURA	Dc VIGA (x0,01mm) levantamento de campo	HR (cm)	Dc FWD (x0,01mm) levantamento de campo	HR (cm)
I	79	5,0	61	0
II	85	6,0	69	2,5
III	98	8,5	80	5,0
IV	63	1,0	53	0
V	73	3,5	50	0
VI	57	0	49	0
VII	95	8,0	67	2,0
VIII	60	0	45	0

Como pode ser observado, ao se considerar diretamente o valor da deflexão característica obtida com o emprego do FWD, a espessura de reforço calculada estará sub-dimensionada, com diferenças de espessura de 0 a 6,0cm, demonstrando, desta forma, a importância do uso da conversão dos valores deflectométricos através dos modelos de correlações entre os dois equipamentos.

QUADRO 4.17 -Espessuras de reforço (DNER 11/79) com deflexões obtidas de correlações FWD x VIGA

TIPO DE ESTRUTURA	Dc VIGA (x0,01mm) por modelos de correlação linear	HR (cm) Modelo Linear	Dc VIGA (x0,01mm) por modelos de correlação linear sem intercepto	HR (cm) Linear sem intercepto
I	72	3,0	75	4,0
II	81	5,0	81	5,0
III	95	8,0	95	8,0
IV	61	0	60	0
V	71	3,0	69	2,5
VI	54	0	52	0
VII	93	7,5	89	7,0
VIII	55	0	54	0

As espessuras dimensionadas com o emprego da deflexão a partir da correlações estão bem próximas daquelas obtidas com os dados de viga. O emprego dos modelos de correlação sem o intercepto não altera de modo significativo as espessuras dimensionadas.

4.6.2 Metodologia DNER PRO-269/94

Para o $N_{8,2t}$ adotado de $1,0 \times 10^7$, a deflexão admissível correspondente é de 68×10^{-2} mm. De maneira análoga, calculou-se as espessuras de reforço a partir das deflexões características obtidas em campo, pela viga Benkelman e pelo FWD, e obtidas através dos modelos de correlação considerando os valores do FWD de campo para obtenção do valor equivalente de viga. O tipo de solo do subleito adotado foi tipo I. O resultado deste dimensionamento encontra-se nos quadros 4.18 e 4.19.

QUADRO 4.18 -Espessuras de reforço (DNER 269/94) com dados de campo

TIPO DE ESTRUTURA	Dc VIGA (x0,01mm) Levantamento de campo	HR (cm)	Dc FWD (x0,01mm) levantamento de campo	HR (cm)
I	79	4,0	61	0
II	85	5,0	69	2,0
III	98	6,5	80	4,0
IV	63	0	53	0
V	73	2,5	50	0
VI	57	0	49	0
VII	95	6,0	67	1,0
VIII	60	0	45	0

Considerando-se diretamente o valor obtido com o emprego do FWD para a deflexão característica, o reforço calculado estará sub-dimensionado, com diferenças de espessura de até 5,0cm, demonstrando, desta forma, a importância do uso da conversão dos valores deflectométricos através dos modelos de correlações entre os dois equipamentos.

QUADRO 4.19 -Espessuras de reforço (DNER 269/94) com deflexões obtidas de correlações FWD x VIGA

TIPO DE ESTRUTURA	Dc (x0,01mm) por modelos de correlação linear a partir de dados do FWD	HR (cm) Modelo Linear	Dc (x0,01mm) por modelos de correlação linear sem intercepto a partir de dados do FWD	HR (cm) Linear sem intercepto
I	72	2,5	75	3,0
II	81	4,0	81	4,0
III	95	6,0	95	6,0
IV	61	0	60	0
V	71	2,0	69	2,0
VI	54	0	52	0
VII	93	6,0	89	5,5
VIII	55	0	54	0

Também com o emprego desta metodologia, as espessuras dimensionadas com o emprego da deflexão a partir da correlações estão bem próximas ou iguais àquelas obtidas com os dados de viga. O emprego dos modelos de correlação sem o intercepto não altera de modo significativo as espessuras dimensionadas.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusões

A partir das análises efetuadas, pode-se concluir que:

- a) Há necessidade de se converter os valores obtidos para a deflexão com o emprego do equipamento FWD, quando estes forem utilizados em metodologias de cálculo de reforço que considerem os valores obtidos com a viga Benkelman ou em comparações com dados históricos de levantamentos com a viga. No caso de cálculo de espessura de reforço, a não correção pode levar a um sub-dimensionamento de 6,0cm a menos na espessura para o tráfego da ordem de $1,0 \times 10^7$;
- b) O coeficiente de variação mostrou que em um mesmo segmento, as leituras com a viga tem um maior grau de dispersão, se comparado com o FWD;
- c) A eliminação do intercepto não altera de forma sensível a qualidade da estimativa da deflexão para a maioria das equações de correlação obtidas;
- d) Para os pavimentos estudados, a análise de regressão mostrou que a correlação entre os dados de viga e FWD é diferente para cada tipo de estrutura do pavimento. As correlações foram obtidas com valores de deflexão FWD na faixa de (13 a 156 x 10^{-2} mm) e de viga Benkelman entre (12 a 208 x 10^{-2} mm) e, portanto, elas são válidas para estes intervalos de valores. O quadro 5.1 apresenta as correlações que podem ser aplicadas aos pavimentos catarinenses, segundo sua estrutura;
- e) Com base nos modelos de regressão obtidos (quadro 5.1), as deflexões obtidas com a VB são sempre maiores que as do FWD, com exceção das estruturas VI e VII, em que a deflexão da viga é maior a partir de 30 x 10^{-2} mm. Abaixo deste valor, a deflexão FWD tende a ser maior;

QUADRO 5.1-Correlações entre FWD e Viga para pavimentos catarinenses

ESTRUTURA	CAMADAS	MATERIAL / ESPESSURA	CORRELAÇÃO
Tipo I	Revestimento Base Sub-base	CAUQ (4,0 a 6,0cm) Brita Graduada Macadame Seco	$D_{VB} = 1,202 D_{FWD} - 1,087$ $R^2 = 0,72$
			$D_{VB} = 1,224 D_{FWD}$ $R^2 = 0,72$
Tipo II	Revestimento Base Sub-base	CAUQ (4,0 a 6,0cm) Brita Graduada Brita Graduada	$D_{VB} = 1,184 D_{FWD} 0,631$ $R^2 = 0,63$
			$D_{VB} = 1,173 D_{FWD}$ $R^2 = 0,63$
Tipo III	Revestimento Base Sub-base	CAUQ(4,0 a 6,0cm) Brita Graduada Solo Estabilizado	$D_{VB} = 1,160 D_{FWD} + 1,659$ $R^2 = 0,75$
			$D_{VB} = 1185 D_{FWD}$ $R^2 = 0,75$
Tipo IV	Revestimento Base Sub-base	CAUQ (4,0 a 6,0cm) Seixo Britado Seixo Parcialmente Britado	$D_{VB} = 1,214 D_{FWD} - 3,672$ $R^2 = 0,72$
			$D_{VB} = 1,132 D_{FWD}$ $R^2 = 0,72$
Tipo V	Revestimento Base Sub-base	CAUQ (8,0 a 12,0cm) Brita Graduada Macadame Seco	$D_{VB} = 1,515 D_{FWD} - 5,267$ $R^2 = 0,77$
			$D_{VB} = 1,388 D_{FWD}$ $R^2 = 0,77$
Tipo VI	Revestimento Base Sub-base	CAUQ (8,0 a 12,0cm) Brita Graduada Brita Graduada	$D_{VB} = 1,320 D_{FWD} - 10,435$ $R^2 = 0,76$
			$D_{VB} = 1,067 D_{FWD}$ $R^2 = 0,73$
Tipo VII	Revestimento Base Sub-base	CAUQ (8,0 a 12,0cm) Brita Graduada Solo Estabilizado	$D_{VB} = 1658 D_{FWD} 17,773$ $R^2 = 0,87$
			$D_{VB} = 1,335 D_{FWD}$ $R^2 = 0,83$
Tipo VIII	Revestimento Base Sub-base	CAUQ (8,0 a 12,0cm) Seixo Britado Seixo Parcialmente Britado	$D_{VB} = 1,325 D_{FWD} - 4,455$ $R^2 = 0,58$
			$D_{VB} = 1,207 D_{FWD}$ $R^2 = 0,58$

- f) Indica-se os modelos de correlação obtidos neste trabalho para emprego em situações em que não se tenha disponibilidade de um modelo próprio. Os modelos foram obtidos para estruturas de pavimento flexíveis, com revestimento de CAUQ com espessuras de 4,0 a 12,0cm e camadas granulares, com espessuras de 30,0 a 60,0cm. O quadro 5.2 apresenta os modelos de correlação obtidos neste trabalho.

QUADRO 5.2-Correlações entre FWD e Viga

CORRELAÇÕES OBTIDAS ATRAVÉS DOS VALORES DE	MODELOS DE CORRELAÇÃO	
	$Y = a X + b$	$Y = \alpha X$
Deflexões características de cada segmento	$D_{VB} = 1,343 D_{FWD} - 5,814$ $R^2 = 0,84$	$D_{VB} = 1,248 D_{FWD}$ $R^2 = 0,83$
Deflexões de todos os segmentos	$D_{VB} = 1,251 D_{FWD} - 2,412$ $R^2 = 0,75$	$D_{VB} = 1,205 D_{FWD}$ $R^2 = 0,74$
Deflexões médias de cada segmento	$D_{VB} = 1,339 D_{FWD} - 6,243$ $R^2 = 0,80$	$D_{VB} = 1,210 D_{FWD}$ $R^2 = 0,79$
Deflexões - espessura de 5,0cm de revestimento	$D_{VB} = 1,180 D_{FWD} - 0,710$ $R^2 = 0,73$	$D_{VB} = 1,193 D_{FWD}$ $R^2 = 0,73$
Deflexões - espessura de 10,0cm de revestimento	$D_{VB} = 1,486 D_{FWD} - 11,144$ $R^2 = 0,77$	$D_{VB} = 1,237 D_{FWD}$ $R^2 = 0,74$

5.2. Recomendações

Como recomendações para o desenvolvimento de outros trabalhos, sugere-se:

- a) Calibração das metodologias existentes ou desenvolvimento de novas metodologias de dimensionamento de espessuras de reforço em função dos dados obtidos com o equipamento FWD;
- b) Verificação das correlações obtidas através da mesma metodologia para várias estruturas de pavimentos de outras regiões do país visando o aprimoramento das mesmas principalmente em revestimentos diferentes;
- c) Um estudo para obtenção de curvas de correção da deflexão em função da temperatura do revestimento próprias para cada região do país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*. American Association of State Highway and Transportation Officials: Washington, DC, 1986.
- ALBERNAZ, C. A. V. *Método Simplificado de Retroanálise de Módulos de Resiliência de Pavimentos Flexíveis a Partir da Bacia de Deflexão*. Dissertação de Mestrado, COPPE/UFRJ Rio de Janeiro, 1997.
- CARDOSO, S.H. *Faixas de Módulos Dinâmicos (Elásticos) Obtidos por Retroanálises durante Sete Anos*. 29ª Reunião Anual de Pavimentação, Cuiabá, MT, out. 1999.
- CARNEIRO, F.B.L. *Viga Benkelman - Instrumento Auxiliar do Engenheiro de Conservação*. Caderno de Engenharia Rodoviária 2. Secretaria de Comunicações e Transporte. DER/RJ, 1966.
- Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Santa Catarina - DER/SC *Manual de Procedimentos do Sistema de Gerência de Pavimentos*. Volumes I e II, Florianópolis, 1997.
- Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Santa Catarina - DER/SC *Projeto de Melhoramento da Rodovia SC-466 Trecho: Urussanga - Criciúma*. Consórcio Kocks/Prosul, Florianópolis, set. 1996.
- Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Santa Catarina - DER/SC *Sistema VISAGE*, Florianópolis, 2000.
- Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Santa Catarina - DER/SC *Execução de Medição de Deflexões Recuperáveis com Equipamento FWD nas Rodovias Estaduais Pavimentadas*, Florianópolis, março 2001.
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER *Aferição da Viga Benkelman* DNER-PRO 175/94, Rio de Janeiro/RJ, 1994.
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER *Delineamento da Linha de Influência Longitudinal da Bacia de Deformação por Intermédio da Viga Benkelman*. DNER-ME 61/94, Rio de Janeiro/RJ, 1994.
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER *Determinação das Deflexões no Pavimento pela Viga Benkelman*. Método de Ensaio DNER-ME 24/94, Rio de Janeiro/RJ, 1994.

- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER *Determinação de Deflexões Utilizando Deflectômetro de Impacto Tipo "Falling Weight Deflectometer (FWD)* DNER-PRO 273/94, Rio de Janeiro/RJ, 1994.
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER *Manual de Reabilitação de Pavimentos Asfálticos*, Rio de Janeiro/RJ, 1998.
- EPPS, J.A., MONISMITH, C.L. *Equipment for Obtaining Pavement Condition and Traffic Loading Data*. Transportation Research Board National Research Council, Washington, DC, 1986.
- FABRÍCIO, J.M., SILVA, G.A., GONÇALVES, E.A., SILVA, P.D.E.A., FABRÍCIO, O.F. *Método Simplificado de Retroanálise em Pavimentos Flexíveis*. 28ª Reunião Anual de Pavimentação, Belo Horizonte, MG, set. 1994.
- FABRÍCIO, J.M., DUARTE, J.C., SILVA, P.D.E.A. *Correlação entre Deflexões Características em Pavimentos Flexíveis com a Viga Benkelman e com o Falling Weight Deflectometer*. 30ª Reunião Anual de Pavimentação, Salvador, BA, nov. 1996.
- GONTIJO, P.R.A., GUIMARÃES, F.H.R., NOGUEIRA, C.L. *Metodologias Brasileiras para Avaliações das Características Funcionais e Estruturais de Pavimentos Rodoviários - O Estado da Arte*. 28ª Reunião Anual de Pavimentação, Belo Horizonte, MG, set. 1994.
- HAAS, R., HUDSON, W.R., ZANIEWSKI, J. *Modern Pavement Management*. Krieger Publishing Company: Florida, 1994.
- HIMERO, K., MARUYAMA, T., KASAHARA, A. *Development of Pavement Evaluation System Using the Falling Weight Deflectometer*. 2º Simpósio Internacional de Avaliação de Pavimentos e Projeto de Reforço - SINAPRE, Rio de Janeiro, RJ, 1989.
- LEE, S.W., MAHONEY, J.P., JACKSON, N.C. *Verification of Backcalculation of Pavement Moduli*. Transportation Research Board 1196, Washington, DC, 1988.
- MARCON, A.F., *Contribuição ao Desenvolvimento de um Sistema de Gerência de Pavimentos para a Malha Rodoviária Estadual de Santa Catarina*. Tese de Doutorado, ITA, São José dos Campos, 1996.
- MEDINA, J., MACÊDO, J.A.G., MOTTA, L.M.G., ALBERNAZ, C.A.V. *Utilização de Ensaios Deflectométricos e de Laboratório para a Avaliação Estrutural de Pavimentos*. 28ª Reunião Anual de Pavimentação, Belo Horizonte, MG, set. 1994.

- MEDINA, J. *Mecânica do Pavimentos*. Editora UFRJ, Rio de Janeiro, 1997.
- MOMM, L., DOMINGUES, F.A.A. *Comportamento das Misturas Asfálticas à Deflexão: Módulo, um Dilema não Resolvido*. 30ª Reunião Anual de Pavimentação, Salvador, BA, nov. 1996.
- PINTO, S. *Estudo do Comportamento à Fadiga de Misturas Betuminosas e Aplicação na Avaliação Estrutural de Pavimentos*. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1991.
- PINTO, I. E., DOMINGUES, DOMINGUES, F.A.A. *Uma Contribuição ao Estudo de Correlação entre Equipamentos Medidores de Deflexões: Viga Benkelman e Falling Weight Deflectometer - FWD*. Second International Symposium on Maintenance and Rehabilitation of Pavements and Technological Control, Auburn, Alabama, USA, aug. 2001.
- ROCHA FILHO, N. R. *Estudo de Técnicas para Avaliação Estrutural de Pavimentos por Meio de Levantamentos Deflectométricos*. Dissertação de Mestrado, Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA, São José dos Campos, SP, 1996.
- ROCHA FILHO, N.R., RODRIGUES, R.M. *A Avaliação Estrutural dos Pavimentos por Meio de Levantamentos Deflectométricos*. 30ª Reunião Anual de Pavimentação, Salvador, BA, nov. 1996.
- ROCHA FILHO, N.R., RODRIGUES, R.M. *Estudo de Correlação entre as Deflexões medidas com a Viga Benkelman e com o Falling Weight Deflectometer*. 31ª Reunião Anual de Pavimentação, São Paulo, SP, out. 1998 (a).
- ROCHA FILHO, N.R., RODRIGUES, R.M. *Levantamentos Deflectométricos: Fatores que Influenciam na Previsão de Desempenho de Pavimentos*. 31ª Reunião Anual de Pavimentação, São Paulo, SP, out. 1998 (b).
- ROMERO, R., RUIZ, A., RODIL, R., LECHUGA, M.A. *Variation of Deflection with Measuring Equipment and Load Speed on Test Track*. Transportation Research Board 1448, Washington, DC, 1994.
- SANTANA, J.M., LUCENA, F.B., MACEDO, J.A. *Avaliação Estrutural de Pavimento através de Ensaios Pressiométricos, Ensaios de Placa e CBR In Situ*. XI Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica, Brasília, nov. 1998.

- SESTINI, V.M., SÓRIA, M.H.A., QUEIROZ, C., PRIETO, V. *Correlação dos Resultados de Equipamentos Tipo FWD com os da Viga Benkelman*. 31ª Reunião Anual de Pavimentação, São Paulo, SP, out. 1998.
- SMITH, R.E., LYTTON, R.L. *Operating Characteristics and User Satisfaction of Commercially Available NDT Equipment*. Transportation Research Board 1007, Washington, DC, 1985.
- SUZUKI, C.Y., SOUZA, P.R.B., NAGAO, E.M., SILVA, A.D. *Procedimento para Determinação de Espessura de Recapeamento em Função de Parâmetros de Curvatura (Relação R/D) do Pavimento Flexível Existente*. 31ª Reunião Anual de Pavimentação, São Paulo, SP, out. 1998.
- THOLEN, O., SHARMA, J., TERREL, R. *Comparasion of Falling Weight Deflectometer with Other Deflection Testing Devices*. Transportation Research Board 1007, Washington, DC, 1985.
- ULLIDTZ, P. *Pavement Analysis*. Elsevier, Amsterdam, 1987, p. 254-282.

BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

- AEDO, J., ROMANEL, C., MOTTA, L. *Um Programa de Computador para Análise Tridimensional não Linear de Pavimentos Flexíveis pelo Método dos Elementos Finitos*. 30ª Reunião Anual de Pavimentação, Salvador, BA, 1996.
- ALBERNAZ, C., CALDAS, J., OLIVEIRA, S. *Avaliação Estrutural Simplificada de Pavimentos Através de Retroanálise*. 30ª Reunião Anual de Pavimentação, Salvador, BA, 1996.
- ALBERNAZ, C., MOTTA, L., MEDINA, J. *Retroanálise: uma útil Ferramenta na Avaliação Estrutural de Pavimentos*. 29ª Reunião Anual de Pavimentação, Cuiabá, MT, 1995.
- ANDREATINI, L.P.V. *Análise de um Modelo Mecânico do Ensaio FWD*. 29ª Reunião Anual de Pavimentação, Cuiabá, MT, out. 1995.
- ANDREATINI, L.P.V. *Um Método para a Análise e Interpretação das Deflexões em Pavimentos Flexíveis*. Publicação IPR 439, Rio de Janeiro, RJ, 1970.
- ANDREATINI, L.P.V. *Um Método para o Cálculo das Deflexões nos Sistemas de Duas Camadas e sua Aplicação na Interpretação das Medidas da Viga Benkelman*. Publicação IPR 388, Rio de Janeiro, RJ, 1970.
- BALBO, J.T., PITTA, D.M. *Estudo de Caso de Retroanálise de Superfícies Deformadas em Pavimentos Asfálticos da Região Sul do Brasil*. 31ª Reunião Anual de Pavimentação, São Paulo, SP, out. 1999.
- BIBBENS, R.F., BELL, C.A., HICKS, R.G. *Effect of Season of Year on Pavement Response*. Transportation Research Board 993, Washington, DC, 1984.
- BUSH, A.J., BALADI, G.Y. *Nondestructive Testing of Pavements and Backcalculation of Moduli*. ASTM STP 1026, nov. 1989.
- CAMPOS, O., GUIMARÃES, S.R.R., RODRIGUES, R.M. *Avaliação Estrutural dos Pavimentos da Rodovia Carvalho Pinto – Análise Preliminar*. 29ª Reunião Anual de Pavimentação, Cuiabá, MT, 1995.
- CAMPOS, O.S.C., GUIMARÃES, S.R.R., RODRIGUES R.M, *Avaliação Estrutural dos Pavimentos da Rodovia Governador Carvalho Pinto*. 29ª Reunião Anual de Pavimentação, Cuiabá, MT, out. 1995.

- CAPUTO, H. *Mecânica dos Solos e suas Aplicações*, Rio de Janeiro, RJ, 1967.
- CARVALHO, C., SÓRIA, M., PARREIRA, A., JUNIOR, J. *Estimativa das Tensões nas Camadas de um Pavimento para Estudo das Deformações Permanentes em Laboratório*. 30ª Reunião Anual de Pavimentação, Salvador, BA, 1996.
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER *Determinação do Módulo de Resiliência de Misturas Betuminosas* DNER-ME 133/94, Rio de Janeiro/RJ, 1994.
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER *Determinação do Módulo de Resiliência de Solos* DNER-ME 131-94, Rio de Janeiro/RJ, 1994.
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER *Determinação de Deflexões Utilizando Deflectômetro de Impacto Tipo "Falling Weight Deflectometer (FWD)* DNER-PRO 273/94, Rio de Janeiro/RJ, 1994.
- Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER *Manual de Reabilitação de Pavimentos Asfálticos*, Rio de Janeiro/RJ, 1998.
- DRNEVICH V.P., HOSSAIN, M.M., WANG, J., GRAVES, R.C. *Determination of Layer Moduli in Pavement Systems by Nondestructive Testing*. Transportation Research Board 1278, Washington, DC, 1990.
- ELLIOTT, R.P., THORNTON, S.I. *Resilient Modulus and AASHTO Pavement Design*. Transportation Research Board 1196, Washington, DC, 1988.
- FABBRO, E.D., FRANCO, J.E.J., CASTRO NETO, A. *Dimensionamento e Avaliação Estrutural dos Pavimentos Novos das Rodovias D. Pedro I e Ligação Campinas-Sorocaba*. 25ª Reunião Anual de Pavimentação, São Paulo, SP, out. 1991.
- FABRÍCIO, J.M., OLIVEIRA, S.T. *Variações mensais de deflexões com a viga Benkelman*. 8ª Reunião Anual de Pavimentação, Recife, PE, 1967.
- FABRÍCIO, J.M., SILVA, G.A., GONÇALVES, E.A., FABRÍCIO, O.F., FABRÍCIO, J.V.F. *Avaliação Estrutural de Pavimentos Flexíveis Existentes - Uma Contribuição para Projetos de Reforço*. 26ª Reunião Anual de Pavimentação, Aracajú, SE, set. 1992.
- FABRÍCIO, J.M., GONÇALVES, E.A., FABRÍCIO, O.F. *Metodologia Não Destrutiva para Avaliação Estrutural dos Pavimentos Flexíveis Através da Interpretação das Bacias de Deformação*. 23ª Reunião Anual de Pavimentação, Florianópolis, SC, out. 1988.

- FHWA-RD-97-093 *Advanced Methods for Using FWD Deflection-Time Data to Predict Pavement Performance*. July 1997.
- GONTIJO, P., GUIMARÃES, F. *Método Paragon para caracterização Estrutural de Pavimentos Rodoviários*. 30ª Reunião Anual de Pavimentação, Salvador, BA, 1996.
- GONTIJO, P.R.A., GUIMARÃES, F.H.R., NOGUEIRA, C.L. *Uma Nova Metodologia para Auscultação de Pavimentos Rodoviários*. 28ª Reunião Anual de Pavimentação, Belo Horizonte, MG, set. 1994.
- GREENSTEIN, J. *The Use of Non Destructive testinh and The Layered Elastic Theory to Design and Strengthen Flexible Pavements*. 3º Simpósio Internacional de Avaliação de Pavimentos e Projeto de Reforço - SINAPRE, Belém, PA, 1999.
- INSTITUTO DO ASFALTO, *Gráfico para Ajustamento das Deflexões com a Temperatura para a Referência de 30º*.
- KOEHLER, L.F.S., SILVA, L.M.M, FERNANDES, W.F. *Emprego da Deflectometria no Controle da Qualidade de Serviços de Pavimentação*. 30ª Reunião Anual de Pavimentação, Salvador, BA, nov. 1996.
- LYTTON, R.L, SMITH, R.E., *Use of Nondestructive Testing in the Design of Overlays for Flexible Pavements*. Transportation Research Board 1007, Washington, DC, 1985.
- MACÊDO, J. A. G. *Interpretação de Ensaios Deflectométricos para Avaliação Estrutural de Pavimentos Flexíveis*. Tese de Doutorado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1996.
- MAGALHÃES, A.M., *Um Estudo dos Fatores Intervenientes no Desempenho de Pavimentos Flexíveis Executados com Solos Residuais Saprolíticos na Região Sul de Santa Catarina*. Dissertação de Mestrado, UFSC, Florianópolis-SC, 2001.
- MARCON, A., CARDOSO, S., APS, M. *Considerações sobre Métodos de Avaliação de Superfície de Pavimentos*. 29ª Reunião Anual de Pavimentação, Cuiabá/MT, 1995.
- MOTTA, L. *Método de Dimensionamento de Pavimentos Rodoviários*. Seminário Nacional de Engenharia Civil, Florianópolis, SC, 1997.
- MOTTA, L., MACÊDO, J.A.G., MEDINA, J., VIANA, A.A.D., GUIMARÃES, S.R.R. *Avaliação Estrutural de Trechos Experimentais na Rodovia Governador Carvalho Pinto*. 29ª Reunião Anual de Pavimentação, Cuiabá, MT, 1995.

- MOTTA, L.M.G., MEDINA, J. *A Questão da Influência da Temperatura na Deformabilidade Elástica dos Pavimentos Flexíveis*. 21ª Reunião Anual de Pavimentação, Salvador, BA, set. 1986.
- PAIVA, C. E. L. *Contribuição para Análise e Interpretação de Bacias de Deformação*. Tese de Doutorado, USP, São Paulo, 1989.
- RODRIGUES R. *Aplicações da Mecânica dos Pavimentos ao Projeto e à Avaliação Estrutural dos Pavimentos Asfálticos*. 29ª Reunião Anual de Pavimentação, Cuiabá, MT, out. 1995.
- RODRIGUES, M., FELEX, J., LUCENA, F., PONTES, G. *Análise dos Módulos de Elasticidade Estimados a partir de Dados Coletados com o pressômetro Pencil*. 30ª Reunião Anual de Pavimentação, Salvador, BA, 1996.
- RUTH, B.E., FERNANDES JR, J.L. *Procedimentos para a Obtenção de Melhores Resultados em Retroanálises de Avaliações Estruturais de Pavimentos Flexíveis*. 3º Simpósio Internacional de Avaliação de Pavimentos e Projeto de Reforço - SINAPRE, Belém, PA, 1999.
- SANTANA, H. *Evolução dos Métodos de Projeto, Avaliação e Reforço de Pavimentos Asfálticos no Brasil*. Rio de Janeiro, RJ, 1989.
- SANTANA, H. *Resumo Crítico das Metodologias para Avaliação, Diagnóstico e Seleção de Segmentos Homogêneos de Pavimentos Asfálticos Utilizados no Brasil*. 3º Simpósio Internacional de Avaliação de Pavimentos e Projeto de Reforço - SINAPRE, Belém, PA, 1999.
- SANTOS, J.D., MOTTA, L.M.G, PINTO, S., MIRANDA, L.M. *Análise Mecânica de Trechos de Rodovias do Estado de Mato Grosso*. 29ª Reunião Anual de Pavimentação, Cuiabá, MT, out. 1995.
- SILVA, C.A.R. *Controle Deflectométrico na Execução de Camadas de Pavimento*. 3º Simpósio Internacional de Avaliação de Pavimentos e Projeto de Reforço - SINAPRE, Belém, PA, 1999.
- SILVA, P., MOTTA, L., MEDINA, J. *Emprego do Programa FEPAVE2 Para Estudos e Projetos de Pavimentos Flexíveis*. 29ª Reunião Anual de Pavimentação, Cuiabá, MT, 1995.

- SOUZA, M.L. *Utilização da Viga Benkelman: Algumas Dificuldades e Algumas Sugestões*. 8ª Reunião Anual de Pavimentação, Recife, PE, 1967.
- SOUZA, M.L. *Variações Mensais de Deflexões com a Viga Benkelman*. 8ª Reunião Anual de Pavimentação, Recife, PE, 1967.
- SOUZA, P. R. B. S. *Considerações sobre a Utilização de Parâmetros de Curvatura da Bacia de Deformação para Avaliação Estrutural de Pavimentos*. Dissertação de Mestrado, USP, São Paulo, 1995.
- SUZUKI, C., NAGÃO, E., ANDREATINI, L., SOUZA, P. *Cálculo de Indicadores Estruturais Relacionados à Bacia de Deflexão nos Sistemas Elásticos de Duas e Três Camadas*. 30ª Reunião Anual de Pavimentação, Salvador/BA, 1996.
- SUZUKI, C. C.Y., SILVA, M.L.L., FERREIRA, T.B., RIBEIRO, W.S.C. *Correlação entre Parâmetros de Deflexão e Coeficientes de Recalque de um Pavimento Existente*. 23ª Reunião Anual de Pavimentação, Florianópolis, SC, out. 1988.
- SUZUKI, C.Y., NAGAO, E.M., SOUZA, P.R.B., FUJII, W.Y., PIETRO, C. *Procedimentos de Cálculo para Estimativa de Parâmetros da Bacia de Deflexão em Pavimentos Flexíveis*. 31ª Reunião Anual de Pavimentação, São Paulo, SP, out. 1998.
- SUZUKI, C.Y., FABBRO, E.D., SOUZA, P.R.B., MOTOMATSU, R.K., FRANZOI, S., RIBEIRO, W.S.C. *Trecho Experimental de Pavimento Invertido Ligação Campinas-Sorocaba (SP-75)*. 25ª Reunião Anual de Pavimentação, São Paulo, SP, out. 1991.
- U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration *ELSYM5 – Iterative Microcomputer Version - User's Manual for IBM-PC and Compatible Microcomputer Version*, 1986.
- UDDIN, W., MEYER, A.H., HUDSON, W.R., STROKOE, K.H. *Project-Level Structural Evaluation of Pavements Based on Dynamic Deflections*. Transportation Research Board 1007, Washington, DC, 1985.
- UDIN, W., HUDSNO, R.H. *Selection and Use of Dynamic Deflection Equipment and Analysis Package for Pavement Evaluation*. 3º Simpósio Internacional de Avaliação de Pavimentos e Projeto de Reforço - SINAPRE, Rio de Janeiro, RJ, 1989.
- WITCZAK, M.W. *Uses and Misuses of Pavement Deflection Data*. 2º Simpósio Internacional de Avaliação de Pavimentos e Projeto de Reforço - SINAPRE, Rio de Janeiro, RJ, 1989.

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO - VIGA BENKELMAN – DER/SC

Seção: S-01 Ano: 2001
 Rodovia: BR-282 a/b = 4
 Trecho: S.AMARO-RIO CANOAS

Seção: S-02 Ano: 2001
 Rodovia: BR-282 a/b = 4
 Trecho: S.AMARO-RIO CANOAS

Seção: S-03 Ano: 2001
 Rodovia: BR-282 a/b = 4
 Trecho: S.AMARO-RIO CANOAS

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	46	35	13:37
Última	50	36	15:10

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	34	26	13:45
Última	36	27	15:00

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	27	22	8:45
Última	32	27	10:05

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
31+685	D	0	9	36
31+710	D	0	11	44
31+735	D	0	16	64
31+760	D	0	14	56
31+785	D	0	15	60
31+810	D	0	14	56
31+834	D	0	11	44
31+859	D	0	8	32
31+884	D	0	10	40
31+910	D	0	11	44
31+934	D	0	6	24
31+959	D	0	15	60
31+984	D	0	9	36
32+011	D	0	14	56
32+034	D	0	17	68
32+059	D	0	21	84
32+085	D	0	8	32
32+110	D	0	14	56
32+135	D	0	7	28
32+160	D	0	21	84
32+185	D	0	17	68
32+210	D	0	6	24
32+235	D	0	6	24
32+260	D	0	16	64
32+284	D	0	20	80
32+309	D	0	15	60
32+334	D	0	12	48
32+359	D	0	12	48
32+384	D	0	16	64
32+410	D	0	9	36
32+434	D	0	9	36
32+460	D	0	17	68
32+484	D	0	16	64
32+510	D	0	23	92
32+534	D	0	16	64
32+559	D	0	19	76
32+585	D	0	18	72
32+610	D	0	24	96
32+635	D	0	14	56
32+660	D	0	11	44
MÉDIA				55
DESVIO				19
MÁXIMO				96
MÍNIMO				24
C.V.				35%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
62+230	D			
62+255	D	0	23	92
62+281	D	0	16	64
62+305	D	0	20	80
62+330	D	0	21	84
62+355	D	0	25	100
62+380	D	0	21	84
62+409	D	0	21	84
62+426	D	0	20	80
62+455	E	0	25	100
62+380	D	0	20	80
62+505	D	0	16	64
62+530	D	0	14	56
62+555	D	0	15	60
62+580	D	0	14	56
62+605	D	0	16	64
62+630	D	0	17	68
62+655	D	0	20	80
62+680	D	0	19	76
62+704	D	0	27	108
62+729	D	0	22	88
62+755	D	0	17	68
62+780	D	0	18	72
62+805	D	0	16	64
62+830	D	0	15	60
62+855	D	0	21	84
62+880	D	0	18	72
62+905	D	0	25	100
62+930	D	0	20	80
62+955	D	0	21	84
62+980	D	0	24	96
63+005	D	0	18	72
63+030	D	0	32	128
63+055	D	0	21	84
63+080	D	0	12	48
63+105	D	0	15	60
63+130	D	0	22	88
63+155	D	0	19	76
63+180	D	0	21	84
63+205	D	0	19	76
63+229	D	0	18	72
MÉDIA				78
DESVIO				16
MÁXIMO				128
MÍNIMO				48
C.V.				20%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
110+361	D			
110+385	D	0	12	48
110+410	D	0	9	36
110+435	D	0	9	36
110+460	D	0	8	32
110+485	D	0	7	28
110+510	D	0	6	24
110+535	D	0	6	24
110+560	D	0	5	20
110+585	D	0	9	36
110+610	D	0	9	36
110+635	D	0	10	40
110+660	D	0	8	32
110+685	D	0	8	32
110+710	D	0	7	28
110+735	D	0	14	56
110+760	D	0	9	36
110+785	D	0	11	44
110+809	D	0	10	40
110+835	D	0	8	32
110+860	D	0	11	44
110+885	D	0	9	36
110+910	D	0	8	32
110+935	D	0	6	24
110+960	D	0	7	28
110+986	D	0	10	40
111+010	D	0	7	28
111+035	D	0	8	32
111+060	D	0	6	24
111+085	D	0	5	20
111+110	D	0	11	44
111+135	D	0	5	20
111+160	D	0	12	48
111+186	D	0	6	24
111+210	D	0	5	20
111+235	D	0	12	48
111+260	D	0	10	40
111+285	D	0	9	36
111+310	D	0	24	96
111+335	D	0	15	60
111+360	D	0	11	44
MÉDIA				36
DESVIO				14
MÁXIMO				96
MÍNIMO				20
C.V.				38%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO - VIGA BENKELMAN – DER/SC

Seção: S-19 **Ano:** 2001
Rodovia: SC-466 **a/b =** 4
Trecho: ENTR.SC-283 - XANXERE

Seção: S-20 **Ano:** 2001
Rodovia: SC-480 **a/b =** 4
Trecho: GOIO-EN - CHAPECO

Seção: S-21 **Ano:** 2001
Rodovia: SC-386 **a/b =** 4
Trecho: ENTR.BR-282 - ENTR.SC-472

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	45	30	12:50
Última	46	31	13:50

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	25	22	08:35
Última	35	26	09:35

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	30	20	08:55
Última	36	25	10:05

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
		D0		
33+001	E	0	15	60
32+975	E	0	10	40
32+949	E	0	9	36
32+925	E	0	12	48
32+900	E	0	12	48
32+875	E	0	12	48
32+850	E	0	10	40
32+824	E	0	8	32
32+800	E	0	13	52
32+775	E	0	9	36
32+750	E	0	10	40
32+725	E	0	15	60
32+700	E	0	17	68
32+675	E	0	11	44
32+650	E	0	11	44
32+625	E	0	11	44
32+600	E	0	8	32
32+575	E	0	8	32
32+550	E	0	8	32
32+525	E	0	9	36
32+500	E	0	11	44
32+474	E	0	11	44
32+450	E	0	9	36
32+425	E	0	12	48
32+400	E	0	12	48
32+375	E	0	10	40
32+350	E	0	11	44
32+325	E	0	15	60
32+300	E	0	14	56
32+275	E	0	8	32
32+250	E	0	10	40
32+225	E	0	13	52
32+200	E	0	11	44
32+175	E	0	9	36
32+150	E	0	14	56
32+125	E	0	10	40
32+100	E	0	10	40
32+075	E	0	13	52
32+050	E	0	8	32
32+025	E	0	6	24
32+000	E			
MÉDIA				44
DESVIO				10
MÁXIMO				68
MÍNIMO				24
C.V.				22%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
		D0		
145+000	E	0	15	60
144+975	E	0	19	76
144+950	E	0	13	52
144+925	E	0	10	40
144+900	E	0	14	56
144+875	E	0	13	52
144+850	E	0	13	52
144+825	E	0	10	40
144+800	E	0	12	48
144+775	E	0	17	68
144+750	E	0	20	80
144+725	E	0	14	56
144+700	E	0	16	64
144+675	E	0	18	72
144+650	E	0	24	96
144+625	E	0	25	100
144+600	E	0	19	76
144+575	E	0	28	112
144+550	E	0	26	104
144+525	E	0	17	68
144+500	E	0	20	80
144+475	E	0	20	80
144+450	E	0	18	72
144+424	E	0	15	60
144+400	E	0	14	56
144+375	E	0	15	60
144+350	E	0	23	92
144+325	E	0	17	68
144+300	E	0	23	92
144+275	E	0	16	64
144+250	E	0	14	56
144+225	E	0	19	76
144+200	E	0	14	56
144+175	E	0	12	48
144+150	E	0	10	40
144+125	E	0	20	80
144+100	E	0	23	92
144+075	E	0	17	68
144+050	E	0	18	72
144+025	E	0	17	68
144+000	E			
MÉDIA				69
DESVIO				18
MÁXIMO				112
MÍNIMO				40
C.V.				26%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
		D0		
14+000	D			
14+025	D	0	9	36
14+050	D	0	6	24
14+075	D	0	7	28
14+100	D	0	6	24
14+125	D	0	7	28
14+150	D	0	5	20
14+175	D	0	7	28
14+200	D	0	5	20
14+225	D	0	9	36
14+250	D	0	8	32
14+275	D	0	6	24
14+300	D	0	7	28
14+325	D	0	10	40
14+350	D	0	14	56
14+375	D	0	10	40
14+400	D	0	9	36
14+425	D	0	7	28
14+450	D	0	5	20
14+475	D	0	7	28
14+500	D	0	7	28
14+525	D	0	8	32
14+550	D	0	8	32
14+575	D	0	11	44
14+600	D	0	11	44
14+625	D	0	8	32
14+650	D	0	8	32
14+675	D	0	8	32
14+700	D	0	7	28
14+725	D	0	10	40
14+750	D	0	6	24
14+775	D	0	6	24
14+800	D	0	15	60
14+825	D	0	10	40
14+850	D	0	9	36
14+875	D	0	7	28
14+900	D	0	7	28
14+925	D	0	7	28
14+950	D	0	10	40
14+975	D	0	8	32
15+002	D	0	8	32
MÉDIA				32
DESVIO				9
MÁXIMO				60
MÍNIMO				20
C.V.				27%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO - VIGA BENKELMAN – DER/SC

Seção: S-22 Ano: 2001
 Rodovia: SC-386 a/b = 4
 Trecho: ENTR.BR-282 - ENTR.SC-472

Seção: S-23 Ano: 2001
 Rodovia: SC-471 a/b = 4
 Trecho: ENTR.BR-280-ANCHIETA

Seção: S-24 Ano: 2001
 Rodovia: SC-410 a/b = 4
 Trecho: BR-101-GOV. CELSO RAMOS

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	38	27	10:20
Última	45	27	11:20

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	42	30	14:00
Última	43	31	15:20

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	27	23	10:15
Última	28	24	11:10

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
25+000	D			
25+025	D	0	10	40
25+050	D	0	10	40
25+075	D	0	11	44
25+100	D	0	17	68
25+125	D	0	10	40
25+151	D	0	9	36
25+175	D	0	14	56
25+197	D	0	11	44
25+225	D	0	9	36
25+250	D	0	9	36
25+276	D	0	9	36
25+300	D	0	9	36
25+325	D	0	12	48
25+350	D	0	12	48
25+375	D	0	8	32
25+400	D	0	14	56
25+425	D	0	15	60
25+450	D	0	10	40
25+475	D	0	9	36
25+500	D	0	8	32
25+525	D	0	7	28
25+550	D	0	9	36
25+575	D	0	9	36
25+600	D	0	9	36
25+625	D	0	9	36
25+650	D	0	11	44
25+675	D	0	10	40
25+700	D	0	7	28
25+725	D	0	9	36
25+750	D	0	5	20
25+775	D	0	8	32
25+800	D	0	10	40
25+825	D	0	10	40
25+850	D	0	11	44
25+875	D	0	9	36
25+900	D	0	10	40
25+925	D	0	10	40
25+950	D	0	11	44
25+975	D	0	11	44
26+000	D	0	11	
MÉDIA				40
DESVIO				9
MÁXIMO				68
MÍNIMO				20
C.V.				22%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
32+001	D	0	5	20
32+025	D	0	6	24
32+050	D	0	6	24
32+075	D	0	7	28
32+101	D	0	7	28
32+125	D	0	9	36
32+150	D	0	8	32
32+175	D	0	9	36
32+200	D	0	6	24
32+225	D	0	7	28
32+250	D	0	7	28
32+275	D	0	6	24
32+300	D	0	6	24
32+325	D	0	8	32
32+350	D	0	10	40
32+375	D	0	8	32
32+400	D	0	7	28
32+425	D	0	7	28
32+450	D	0	7	28
32+476	D	0	7	28
32+500	D	0	5	20
32+525	D	0	10	40
32+551	D	0	8	32
32+575	D	0	7	28
32+599	D	0	6	24
32+625	D	0	10	40
32+650	D	0	7	28
32+675	D	0	8	32
32+700	D	0	6	24
32+725	D	0	10	40
32+750	D	0	6	24
32+775	D	0	6	24
32+800	D	0	6	24
32+825	D	0	8	32
32+850	D	0	6	24
32+875	D	0	5	20
32+900	D	0	10	40
32+925	D	0	10	40
32+950	D	0	9	36
32+975	D	0	9	36
33+000	D			
MÉDIA				30
DESVIO				6
MÁXIMO				40
MÍNIMO				20
C.V.				21%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
2+000	D	0	16	64
2+025	D	0	19	76
2+050	D	0	13	52
2+075	D	0	20	80
2+100	D	0	18	72
2+125	D	0	13	52
2+150	D	0	18	72
2+175	D	0	29	116
2+200	D	0	23	92
2+225	D	0	8	32
2+250	D	0	22	88
2+275	D	0	20	80
2+300	D	0	27	108
2+325	D	0	17	68
2+350	D	0	22	88
2+375	D	0	20	80
2+400	D	0	23	92
2+425	D	0	30	120
2+450	D	0	21	84
2+475	D	0	25	100
2+500	D	0	19	76
2+525	D	0	19	76
2+550	D	0	16	64
2+575	D	0	12	48
2+600	D	0	16	64
2+625	D	0	15	60
2+650	D	0	16	64
2+675	D	0	22	88
2+700	D	0	22	88
2+725	D	0	23	92
2+750	D	0	22	88
2+775	D	0	17	68
2+800	D	0	19	76
2+825	D	0	20	80
2+850	D	0	15	60
2+875	D	0	18	72
2+900	D	0	17	68
2+925	D	0	22	88
2+950	D	0	20	80
2+975	D	0	40	160
3+000	D	0	15	60
MÉDIA				79
DESVIO				22
MÁXIMO				160
MÍNIMO				32
C.V.				28%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO - VIGA BENKELMAN – DER/SC

Seção: S-25 **Ano:** 2001
Rodovia: SC-418 **a/b =** 4
Trecho: ENTR. BR-470 – POMERODE

Seção: S-26 **Ano:** 2001
Rodovia: SC-418 **a/b =** 4
Trecho: ENTR. BR-470 – POMERODE

Seção: S-27 **Ano:** 2001
Rodovia: SC-416 **a/b =** 4
Trecho: POMERODE-JARAGUÁ DO SUL

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	35	25	16:30
Última	32	24	17:25

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	36	28	13:50
Última	37	29	14:45

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	37	27	13:30
Última	35	28	14:45

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
				D0
5+000	E	0	12	48
4+974	E	0	15	60
4+950	E	0	14	56
4+925	E	0	12	48
4+900	E	0	13	52
4+875	E	0	14	56
4+850	E	0	11	44
4+825	E	0	8	32
4+800	E	0	9	36
4+775	E	0	10	40
4+750	E	0	11	44
4+725	E	0	10	40
4+700	E	0	10	40
4+675	E	0	15	60
4+650	E	0	13	52
4+625	E	0	21	84
4+601	E	0	19	76
4+574	E	0	15	60
4+548	E	0	19	76
4+524	E	0	20	80
4+500	E	0	15	60
4+475	E	0	24	96
4+451	E	0	21	84
4+425	E	0	19	76
4+400	E	0	15	60
4+375	E	0	32	128
4+350	E	0	29	116
4+325	E	0	34	136
4+300	E	0	24	96
4+275	E	0	22	88
4+250	E	0	23	92
4+225	E	0	12	48
4+201	E	0	18	72
4+175	E	0	16	64
4+149	E	0	15	60
4+125	E	0	20	80
4+101	E	0	17	68
4+074	E	0	20	80
4+050	E	0	15	60
4+025	E	0	28	112
4+000	E	0	24	
MÉDIA				69
DESVIO				25
MÁXIMO				136
MÍNIMO				32
C.V.				36%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
				D0
10+000	E	0	34	136
9+974	E	0	21	84
9+950	E	0	35	140
9+925	E	0	36	144
9+900	E	0	28	112
9+875	E	0	24	96
9+849	E	0	18	72
9+825	E	0	27	108
9+800	E	0	15	60
9+775	E	0	23	92
9+750	E	0	15	60
9+725	E	0	29	116
9+699	E	0	25	100
9+675	E	0	22	88
9+650	E	0	21	84
9+625	E	0	38	152
9+600	E	0	25	100
9+574	E	0	18	72
9+549	E	0	32	128
9+525	E	0	29	116
9+501	E	0	25	100
9+475	E	0	31	124
9+451	E	0	30	120
9+424	E	0	32	128
9+400	E	0	25	100
9+375	E	0	29	116
9+350	E	0	28	112
9+325	E	0	28	112
9+300	E	0	19	76
9+275	E	0	16	64
9+250	E	0	28	112
9+225	E	0	52	208
9+200	E	0	19	76
9+175	E	0	23	92
9+150	E	0	25	100
9+125	E	0	19	76
9+100	E	0	23	92
9+075	E	0	18	72
9+050	E	0	16	64
9+024	E	0	17	68
9+000	E			
MÉDIA				102
DESVIO				30
MÁXIMO				208
MÍNIMO				60
C.V.				29%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
				D0
23+000	E	0	20	80
22+975	E	0	20	80
22+950	E	0	23	92
22+925	E	0	22	88
22+900	E	0	19	76
22+875	E	0	18	72
22+850	E	0	24	96
22+825	E	0	19	76
22+800	E	0	14	56
22+775	E	0	18	72
22+750	E	0	22	88
22+725	E	0	24	96
22+700	E	0	21	84
22+675	E	0	17	68
22+650	E	0	20	80
22+625	E	0	18	72
22+600	E	0	20	80
22+575	E	0	19	76
22+550	E	0	23	92
22+525	E	0	25	100
22+500	E	0	26	104
22+475	E	0	21	84
22+450	E	0	20	80
22+425	E	0	23	92
22+400	E	0	14	56
22+375	E	0	19	76
22+350	E	0	16	64
22+325	E	0	21	84
22+300	E	0	18	72
22+275	E	0	22	88
22+250	E	0	15	60
22+225	E	0	12	48
22+200	E	0	12	48
22+175	E	0	11	44
22+150	E	0	8	32
22+125	E	0	12	48
22+100	E	0	12	48
22+075	E	0	14	56
22+050	E	0	14	56
22+025	E	0	10	40
22+000	E	0	12	48
MÉDIA				72
DESVIO				18
MÁXIMO				104
MÍNIMO				32
C.V.				25%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO - VIGA BENKELMAN – DER/SC

Seção: S-28
Rodovia: SC-416

Ano: 2001
a/b = 4

Seção: S-29
Rodovia: SC-477

Ano: 2001
a/b = 4

Seção: S-30
Rodovia: SC-477

Ano: 2001
a/b = 4

Trecho: POMERODE – JARAGUÁ DO SUL

Trecho: DR. PEDRINHO – BENEDITO NOVO

Trecho: BENEDITO NOVO-TIMBO

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	36	29	15:05
Última	35	27	16:10

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	24	21	09:30
Última	27	24	10:40

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	43	32	11:00
Última	44	33	11:40

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
				D0
28+000	E	0	34	136
27+975	E	0	22	88
27+950	E	0	25	100
27+925	E	0	30	120
27+900	E	0	21	84
27+875	E	0	21	84
27+850	E	0	26	104
27+825	E	0	19	76
27+800	E	0	13	52
27+775	E	0	14	56
27+750	E	0	17	68
27+725	E	0	17	68
27+700	E	0	14	56
27+675	E	0	26	104
27+650	E	0	24	96
27+625	E	0	22	88
27+600	E	0	21	84
27+575	E	0	23	92
27+550	E	0	28	112
27+525	E	0	27	108
27+500	E	0	29	116
27+475	E	0	28	112
27+450	E	0	26	104
27+425	E	0	24	96
27+400	E	0	15	60
27+375	E	0	9	36
27+350	E	0	6	24
27+325	E	0	5	20
27+300	E	0	6	24
27+275	E	0	6	24
27+250	E	0	5	20
27+225	E	0	3	12
27+200	E	0	12	48
27+175	E	0	5	20
27+150	E	0	21	84
27+125	E	0	21	84
27+100	E	0	26	104
27+075	E	0	26	104
27+050	E	0	25	100
27+025	E	0	27	108
27+000	E	0	24	
MÉDIA				77
DESVIO				34
MÁXIMO				136
MÍNIMO				12
C.V.				44%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
				D0
150+000	D	0	20	80
150+025	D	0	27	108
150+050	D	0	26	104
150+075	D	0	28	112
150+100	D	0	25	100
150+125	D	0	25	100
150+150	D	0	31	124
150+175	D	0	26	104
150+200	D	0	22	88
150+225	D	0	11	44
150+250	D	0	15	60
150+275	D	0	6	24
150+300	D	0	16	64
150+325	D	0	20	80
150+350	D	0	18	72
150+375	D	0	23	92
150+400	D	0	21	84
150+425	D	0	20	80
150+450	D	0	19	76
150+475	D	0	16	64
150+500	D	0	15	60
150+525	D	0	19	76
150+550	D	0	20	80
150+575	D	0	20	80
150+600	D	0	16	64
150+625	D	0	14	56
150+650	D	0	16	64
150+675	D	0	27	108
150+700	D	0	22	88
150+725	D	0	27	108
150+750	D	0	26	104
150+775	D	0	28	112
150+800	D	0	23	92
150+825	D	0	20	80
150+850	D	0	16	64
150+875	D	0	18	72
150+900	D	0	24	96
150+925	D	0	25	100
150+950	D	0	26	104
150+975	D	0	29	116
151+000	D	0	26	
MÉDIA				85
DESVIO				22
MÁXIMO				124
MÍNIMO				24
C.V.				26%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
				D0
172+000	D	0	12	48
172+026	D	0	21	84
172+050	D	0	19	76
172+075	D	0	17	68
172+101	D	0	18	72
172+125	D	0	25	100
172+150	D	0	25	100
172+175	D	0	14	56
172+200	D	0	12	48
172+225	D	0	19	76
172+250	D	0	20	80
172+274	D	0	17	68
172+300	D	0	10	40
172+325	D	0	11	44
172+350	D	0	12	48
172+376	D	0	12	48
172+399	D	0	20	80
172+425	D	0	22	88
172+450	D	0	14	56
172+475	D	0	14	56
172+500	D	0	19	76
172+526	D	0	26	104
172+550	D	0	29	116
172+575	D	0	22	88
172+600	D	0	19	76
172+625	D	0	17	68
172+650	D	0	18	72
172+675	D	0	21	84
172+700	D	0	16	64
172+726	D	0	19	76
172+750	D	0	23	92
172+775	D	0	21	84
172+801	D	0	21	84
172+825	D	0	19	76
172+850	D	0	25	100
172+875	D	0	28	112
172+900	D	0	28	112
172+925	D	0	24	96
172+950	D	0	21	84
172+975	D	0	24	96
173+000	D	0	24	96
MÉDIA				78
DESVIO				20
MÁXIMO				116
MÍNIMO				40
C.V.				25%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO - VIGA BENKELMAN – DER/SC

Seção: S-04 **Ano:** 2001
Rodovia: BR-282 **a/b =** 4
Trecho: S.AMARO-RIO CANOAS

Seção: S-05 **Ano:** 2001
Rodovia: SC-438 **a/b =** 4
Trecho: ENTR.BR-282-PAINEL

Seção: S-06 **Ano:** 2001
Rodovia: SC-438 **a/b =** 4
Trecho: ENTR.BR-282-PAINEL

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	33	24	10:17
Última	34	26	11:25

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	26	21	08:30
Última	28	24	09:50

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	28	22	10:10
Última	31	24	11:30

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
113+360	D			
113+385	D	0	10	40
113+409	D	0	5	20
113+436	D	0	8	32
113+461	D	0	8	32
113+485	D	0	7	28
113+510	D	0	8	32
113+535	D	0	8	32
113+560	D	0	8	32
113+585	D	0	7	28
113+610	D	0	7	28
113+635	D	0	9	36
113+660	D	0	9	36
113+685	D	0	8	32
113+710	D	0	9	36
113+736	D	0	10	40
113+760	D	0	8	32
113+785	D	0	7	28
113+809	D	0	7	28
113+834	D	0	12	48
113+859	D	0	11	44
113+885	D	0	12	48
113+909	D	0	13	52
113+934	D	0	8	32
113+960	D	0	11	44
113+986	D	0	6	24
114+010	D	0	5	20
114+035	D	0	7	28
114+060	D	0	8	32
114+085	D	0	7	28
114+110	D	0	10	40
114+135	D	0	7	28
114+160	D	0	7	28
114+185	D	0	9	36
114+210	D	0	7	28
114+235	D	0	5	20
114+260	D	0	6	24
114+284	D	0	12	48
114+309	D	0	12	48
114+337	D	0	21	84
114+360	D	0	15	60
MÉDIA				35
DESVIO				12
MÁXIMO				84
MÍNIMO				20
C.V.				34%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
9+000	D			
9+025	D	0	6	24
9+051	D	0	5	20
9+075	D	0	10	40
9+100	D	0	9	36
9+125	D	0	9	36
9+150	D	0	6	24
9+175	D	0	6	24
9+200	D	0	6	24
9+225	D	0	7	28
9+250	D	0	6	24
9+275	D	0	6	24
9+300	D	0	7	28
9+325	D	0	8	32
9+350	D	0	10	40
9+375	D	0	6	24
9+400	D	0	7	28
9+425	D	0	9	36
9+450	D	0	6	24
9+475	D	0	6	24
9+500	D	0	9	36
9+525	D	0	7	28
9+550	D	0	6	24
9+575	D	0	8	32
9+600	D	0	5	20
9+625	D	0	7	28
9+650	D	0	10	40
9+675	D	0	9	36
9+700	D	0	12	48
9+725	D	0	7	28
9+750	D	0	14	56
9+775	D	0	10	40
9+800	D	0	10	40
9+825	D	0	15	60
9+850	D	0	12	48
9+875	D	0	9	36
9+900	D	0	17	68
9+925	D	0	8	32
9+950	D	0	13	52
9+975	D	0	9	36
10+000	D	0	8	32
MÉDIA				34
DESVIO				11
MÁXIMO				68
MÍNIMO				20
C.V.				33%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
32+200	D			
32+225	D	0	5	20
32+250	D	0	7	28
32+275	D	0	13	52
32+300	D	0	16	64
32+325	D	0	10	40
32+350	D	0	8	32
32+375	D	0	13	52
32+400	D	0	12	48
32+425	D	0	8	32
32+450	D	0	6	24
32+475	D	0	6	24
32+500	D	0	6	24
32+525	D	0	8	32
32+550	D	0	6	24
32+575	D	0	7	28
32+600	D	0	6	24
32+625	D	0	7	28
32+650	D	0	10	40
32+675	D	0	6	24
32+700	D	0	8	32
32+725	D	0	10	40
32+750	D	0	8	32
32+775	D	0	9	36
32+800	D	0	14	56
32+826	D	0	12	48
32+850	D	0	7	28
32+875	D	0	6	24
32+900	D	0	9	36
32+925	D	0	13	52
32+950	D	0	5	20
32+975	D	0	5	20
33+000	D	0	8	32
33+025	D	0	6	24
33+050	D	0	6	24
33+075	D	0	7	28
33+100	D	0	10	40
33+125	D	0	17	68
33+150	D	0	13	52
33+175	D	0	12	48
33+200	D	0	15	60
MÉDIA				36
DESVIO				13
MÁXIMO				68
MÍNIMO				20
C.V.				37%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO - VIGA BENKELMAN – DER/SC

Seção: S-07 **Ano:** 2001
Rodovia: SC-425 **a/b =** 4
Trecho: ENTR.BR-282 - ENTR.BR-470

Seção: S-08 **Ano:** 2001
Rodovia: SC-302 **a/b =** 4
Trecho: CAÇADOR-ENTR.BR-116

Seção: S-09 **Ano:** 2001
Rodovia: SC-302 **a/b =** 4
Trecho: CAÇADOR-ENTR.BR-116

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	34	27	13:20
Última	32	28	15:30

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	34	26	09:20
Última	38	29	10:30

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	36	26	10:55
Última	40	30	12:10

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
45+700	E			
45+680	E	0	14	56
45+655	E	0	17	68
45+630	E	0	9	36
45+601	E	0	14	56
45+575	E	0	11	44
45+550	E	0	12	48
45+525	E	0	20	80
45+500	E	0	15	60
45+474	E	0	13	52
45+450	E	0	15	60
45+425	E	0	17	68
45+400	E	0	14	56
45+375	E	0	15	60
45+350	E	0	14	56
45+325	E	0	12	48
45+300	E	0	17	68
45+275	E	0	24	96
45+250	E	0	16	64
45+225	E	0	10	40
45+200	E	0	13	52
45+175	E	0	10	40
45+150	E	0	10	40
45+125	E	0	17	68
45+100	E	0	12	48
45+075	E	0	12	48
45+049	E	0	12	48
45+025	E	0	15	60
45+000	E	0	13	52
44+975	E	0	13	52
44+950	E	0	15	60
44+925	E	0	22	88
44+900	E	0	13	52
44+875	E	0	11	44
44+850	E	0	15	60
44+825	E	0	15	60
44+800	E	0	16	64
44+775	E	0	24	96
44+750	E	0	16	64
44+725	E	0	14	56
44+698	E	0	14	56
MÉDIA				58
DESVIO				14
MÁXIMO				96
MÍNIMO				36
C.V.				24%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
131+000	D			
131+025	D			
131+050	D	0	20	80
131+075	D	0	14	56
131+100	D	0	24	96
131+125	D	0	20	80
131+150	D	0	21	84
131+175	D	0	18	72
131+200	D	0	35	140
131+225	D	0	24	96
131+250	D	0	27	108
131+275	D	0	16	64
131+300	D	0	22	88
131+325	D	0	21	84
131+350	D	0	12	48
131+375	D	0	17	68
131+400	D	0	27	108
131+425	D	0	26	104
131+451	D	0	22	88
131+475	D	0	14	56
131+500	D	0	15	60
131+525	D	0	14	56
131+550	D	0	23	92
131+575	D	0	26	104
131+600	D	0	19	76
131+625	D	0	25	100
131+650	D	0	19	76
131+675	D	0	17	68
131+700	D	0	21	84
131+725	D	0	20	80
131+750	D	0	24	96
131+775	D	0	17	68
131+800	D	0	16	64
131+825	D	0	14	56
131+850	D	0	18	72
131+875	D	0	17	68
131+900	D	0	19	76
131+925	D	0	19	76
131+950	D	0	20	80
131+975	D	0	16	64
132+000	D	0	18	72
MÉDIA				80
DESVIO				19
MÁXIMO				140
MÍNIMO				48
C.V.				23%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
106+000	D			
106+025	D	0	15	60
106+050	D	0	13	52
106+075	D	0	18	72
106+100	D	0	15	60
106+125	D	0	14	56
106+150	D	0	16	64
106+175	D	0	18	72
106+200	D	0	12	48
106+225	D	0	14	56
106+250	D	0	20	80
106+275	D	0	21	84
106+300	D	0	26	104
106+325	D	0	31	124
106+350	D	0	25	100
106+375	D	0	26	104
106+400	D	0	15	60
106+425	D	0	22	88
106+450	D	0	20	80
106+475	D	0	15	60
106+500	D	0	13	52
106+525	D	0	20	80
106+550	D	0	15	60
106+575	D	0	21	84
106+600	D	0	15	60
106+625	D	0	14	56
106+650	D	0	11	44
106+675	D	0	17	68
106+700	D	0	12	48
106+725	D	0	13	52
106+750	D	0	20	80
106+775	D	0	13	52
106+800	D	0	15	60
106+827	D	0	11	44
106+850	D	0	13	52
106+875	D	0	15	60
106+900	D	0	13	52
106+925	D	0	13	52
106+950	D	0	12	48
106+975	D	0	13	52
107+000	D	0	16	64
MÉDIA				66
DESVIO				19
MÁXIMO				124
MÍNIMO				44
C.V.				28%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO - VIGA BENKELMAN – DER/SC

Seção: S-10 Ano: 2001
 Rodovia: SC-303 a/b = 4
 Trecho: LUZERNA - TANGARA

Seção: S-11 Ano: 2001
 Rodovia: SC-303 a/b = 4
 Trecho: LUZERNA - TANGARA

Seção: S-12 Ano: 2001
 Rodovia: SC-451 a/b = 4
 Trecho: BR-153 - CAÇADOR

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	45	28	12:40
Última	44	28	14:00

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	35	25	17:05
Última	35	25	18:15

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	30	23	14:50
Última	30	23	16:10

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
106+000	D			
106+025	D	0	10	40
106+050	D	0	10	40
106+075	D	0	9	36
106+100	D	0	8	32
106+125	D	0	8	32
106+150	D	0	8	32
106+175	D	0	9	36
106+200	D	0	14	56
106+225	D	0	10	40
106+250	D	0	16	64
106+275	D	0	10	40
106+300	D	0	12	48
106+325	D	0	14	56
106+350	D	0	15	60
106+375	D	0	13	52
106+400	D	0	13	52
106+425	D	0	15	60
106+450	D	0	12	48
106+475	D	0	11	44
106+500	D	0	8	32
106+525	D	0	11	44
106+550	D	0	13	52
106+575	D	0	12	48
106+600	D	0	12	48
106+625	D	0	10	40
106+650	D	0	12	48
106+675	D	0	10	40
106+700	D	0	13	52
106+725	D	0	12	48
106+750	D	0	9	36
106+775	D	0	11	44
106+800	D	0	15	60
106+827	D	0	14	56
106+850	D	0	11	44
106+875	D	0	9	36
106+900	D	0	13	52
106+925	D	0	8	32
106+950	D	0	9	36
106+975	D	0	8	32
107+000	D	0	9	36
MÉDIA				45
DESVIO				9
MÁXIMO				64
MÍNIMO				32
C.V.				21%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
230+000	E			
229+975	E	0	10	40
229+950	E	0	9	36
229+925	E	0	8	32
229+900	E	0	9	36
229+875	E	0	11	44
229+850	E	0	10	40
229+825	E	0	12	48
229+800	E	0	14	56
229+775	E	0	16	64
229+750	E	0	13	52
229+725	E	0	10	40
229+700	E	0	11	44
229+675	E	0	10	40
229+650	E	0	10	40
229+625	E	0	9	36
229+600	E	0	8	32
229+575	E	0	11	44
229+550	E	0	12	48
229+525	E	0	10	40
229+500	E	0	11	44
229+475	E	0	12	48
229+450	E	0	8	32
229+425	E	0	8	32
229+400	E	0	7	28
229+375	E	0	9	36
229+350	E	0	7	28
229+325	E	0	9	36
229+300	E	0	8	32
229+275	E	0	9	36
229+250	E	0	8	32
229+225	E	0	7	28
229+200	E	0	9	36
229+175	E	0	10	40
229+150	E	0	8	32
229+125	E	0	10	40
229+100	E	0	7	28
229+075	E	0	9	36
229+050	E	0	8	32
229+025	E	0	9	36
229+000	E	0	6	24
MÉDIA				38
DESVIO				8
MÁXIMO				64
MÍNIMO				24
C.V.				21%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
168+041	D			
168+065	D	0	12	48
168+090	D	0	12	48
168+115	D	0	16	64
168+141	D	0	12	48
168+165	D	0	15	60
168+190	D	0	17	68
168+215	D	0	10	40
168+240	D	0	23	92
168+265	D	0	16	64
168+291	D	0	35	140
168+315	D	0	15	60
168+340	D	0	17	68
168+366	D	0	15	60
168+390	D	0	19	76
168+415	D	0	12	48
168+440	D	0	10	40
168+465	D	0	10	40
168+489	D	0	11	44
168+516	D	0	10	40
168+540	D	0	15	60
168+565	D	0	10	40
168+590	D	0	11	44
168+615	D	0	11	44
168+640	D	0	10	40
168+665	D	0	16	64
168+690	D	0	14	56
168+715	D	0	10	40
168+740	D	0	12	48
168+765	D	0	15	60
168+790	D	0	12	48
168+815	D	0	10	40
168+840	D	0	11	44
168+865	D	0	10	40
168+890	D	0	10	40
168+915	D	0	11	44
168+940	D	0	15	60
168+965	D	0	10	40
168+990	D	0	11	44
169+015	D	0	10	40
169+040	D	0	11	44
MÉDIA				53
DESVIO				19
MÁXIMO				140
MÍNIMO				40
C.V.				35%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO - VIGA BENKELMAN – DER/SC

Seção: S-13 Ano: 2001
 Rodovia: SC-303 a/b = 4
 Trecho: VIDEIRA - TANGARÁ

Seção: S-14 Ano: 2001
 Rodovia: SC-303 a/b = 4
 Trecho: VIDEIRA - TANGARÁ

Seção: S-15 Ano: 2001
 Rodovia: SC-303 a/b = 4
 Trecho: JOAÇABA - OURO

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	28	22	09:50
Última	29	22	11:15

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	36	26	14:00
Última	36	24	15:15

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	34	26	09:15
Última	42	28	10:30

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
192+000	D			
192+026	D	0	15	60
192+051	D	0	11	44
192+075	D	0	10	40
192+100	D	0	13	52
192+125	D	0	10	40
192+150	D	0	10	40
192+175	D	0	9	36
192+200	D	0	21	84
192+225	D	0	17	68
192+250	D	0	27	108
192+275	D	0	15	60
192+300	D	0	12	48
192+325	D	0	16	64
192+350	D	0	12	48
192+376	D	0	17	68
192+400	D	0	10	40
192+425	D	0	12	48
192+450	D	0	15	60
192+476	D	0	19	76
192+500	D	0	26	104
192+525	D	0	17	68
192+550	D	0	12	48
192+575	D	0	10	40
192+600	D	0	9	36
192+625	D	0	9	36
192+650	D	0	8	32
192+675	D	0	18	72
192+700	D	0	12	48
192+725	D	0	20	80
192+750	D	0	10	40
192+775	D	0	10	40
192+800	D	0	11	44
192+825	D	0	21	84
192+850	D	0	25	100
192+875	D	0	15	60
192+900	D	0	18	72
192+925	D	0	18	72
192+950	D	0	22	88
192+975	D	0	17	68
193+000	D	0	27	108
MÉDIA				61
DESVIO				22
MÁXIMO				108
MÍNIMO				32
C.V.				35%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
203+000	D			
203+025	D	0	11	44
203+050	D	0	13	52
203+075	D	0	13	52
203+100	D	0	12	48
203+125	D	0	11	44
203+150	D	0	14	56
203+175	D	0	13	52
203+200	D	0	16	64
203+225	D	0	16	64
203+250	D	0	11	44
203+275	D	0	13	52
203+300	D	0	15	60
203+325	D	0	13	52
203+350	D	0	14	56
203+375	D	0	13	52
203+400	D	0	13	52
203+425	D	0	14	56
203+450	D	0	16	64
203+475	D	0	15	60
203+500	D	0	11	44
203+525	D	0	12	48
203+549	D	0	13	52
203+575	D	0	15	60
203+600	D	0	12	48
203+625	D	0	13	52
203+650	D	0	10	40
203+675	D	0	19	76
203+700	D	0	18	72
203+725	D	0	11	44
203+750	D	0	10	40
203+775	D	0	10	40
203+800	D	0	9	36
203+825	D	0	9	36
203+850	D	0	8	32
203+875	D	0	10	40
203+900	D	0	8	32
203+925	D	0	11	44
203+950	D	0	12	48
203+975	D	0	16	64
204+000	D	0	8	32
MÉDIA				50
DESVIO				11
MÁXIMO				76
MÍNIMO				32
C.V.				21%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
269+000	D			
269+025	D	0	8	32
269+050	D	0	9	36
269+075	D	0	8	32
269+100	D	0	10	40
269+125	D	0	11	44
269+150	D	0	16	64
269+175	D	0	10	40
269+200	D	0	13	52
269+225	D	0	9	36
269+250	D	0	9	36
269+275	D	0	7	28
269+300	D	0	10	40
269+325	D	0	11	44
269+350	D	0	14	56
269+375	D	0	12	48
269+400	D	0	14	56
269+425	D	0	11	44
269+450	D	0	8	32
269+475	D	0	7	28
269+500	D	0	8	32
269+525	D	0	9	36
269+550	D	0	9	36
269+575	D	0	11	44
269+600	D	0	9	36
269+626	D	0	7	28
269+650	D	0	12	48
269+675	D	0	9	36
269+700	D	0	8	32
269+725	D	0	10	40
269+750	D	0	18	72
269+775	D	0	15	60
269+800	D	0	14	56
269+825	D	0	9	36
269+850	D	0	10	40
269+875	D	0	10	40
269+900	D	0	8	32
269+925	D	0	10	40
269+950	D	0	7	28
269+975	D	0	10	40
270+000	D	0	11	44
MÉDIA				41
DESVIO				10
MÁXIMO				72
MÍNIMO				28
C.V.				25%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO - VIGA BENKELMAN – DER/SC

Seção: S-16 Ano: 2001
 Rodovia: SC-462 a/b = 4
 Trecho: IPIRA - PERITIBA

Seção: S-17 Ano: 2001
 Rodovia: SC-480 a/b = 4
 Trecho: SAO DOMINGOS - ENTR.SC-467

Seção: S-18 Ano: 2001
 Rodovia: SC-480 a/b = 4
 Trecho: ENTR.SC-467 - XANXERE

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	52	33	14:50
Última	53	35	16:10

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	30	25	09:15
Última	37	29	10:10

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	49	32	15:25
Última	46	30	16:25

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
18+999	D			
19+025	D	0	11	44
19+050	D	0	8	32
19+076	D	0	10	40
19+100	D	0	14	56
19+125	D	0	11	44
19+150	D	0	12	48
19+175	D	0	13	52
19+200	D	0	11	44
19+225	D	0	23	92
19+250	D	0	16	64
19+275	D	0	14	56
19+300	D	0	11	44
19+325	D	0	13	52
19+350	D	0	9	36
19+375	D	0	9	36
19+400	D	0	13	52
19+425	D	0	9	36
19+450	D	0	11	44
19+475	D	0	12	48
19+500	D	0	14	56
19+525	D	0	10	40
19+550	D	0	9	36
19+575	D	0	8	32
19+600	D	0	11	44
19+625	D	0	15	60
19+650	D	0	10	40
19+675	D	0	14	56
19+700	D	0	13	52
19+725	D	0	14	56
19+750	D	0	12	48
19+775	D	0	12	48
19+800	D	0	12	48
19+825	D	0	14	56
19+850	D	0	13	52
19+875	D	0	14	56
19+900	D	0	15	60
19+925	D	0	14	56
19+950	D	0	13	52
19+975	D	0	10	40
20+000	D	0	12	48
MÉDIA				49
DESVIO				11
MÁXIMO				92
MÍNIMO				32
C.V.				22%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
74+000	D			
74+026	D	0	20	80
74+050	D	0	12	48
74+075	D	0	20	80
74+100	D	0	20	80
74+125	D	0	18	72
74+150	D	0	18	72
74+175	D	0	23	92
74+200	D	0	22	88
74+225	D	0	32	128
74+250	D	0	30	120
74+278	D	0	25	100
74+299	D	0	20	80
74+325	D	0	11	44
74+350	D	0	19	76
74+375	D	0	23	92
74+400	D	0	17	68
74+425	D	0	21	84
74+450	D	0	18	72
74+475	D	0	13	52
74+499	D	0	13	52
74+526	D	0	16	64
74+550	D	0	14	56
74+574	D	0	16	64
74+603	D	0	14	56
74+625	D	0	17	68
74+650	D	0	27	108
74+675	D	0	32	128
74+700	D	0	28	112
74+725	D	0	31	124
74+750	D	0	24	96
74+775	D	0	20	80
74+800	D	0	30	120
74+825	D	0	30	120
74+850	D	0	31	124
74+875	D	0	17	68
74+899	D	0	19	76
74+925	D	0	15	60
74+951	D	0	21	84
74+976	D	0	16	64
75+000	D	0	14	56
MÉDIA				83
DESVIO				24
MÁXIMO				128
MÍNIMO				44
C.V.				30%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
74+000	D			
74+026	D	0	19	76
74+050	D	0	16	64
74+075	D	0	19	76
74+100	D	0	14	56
74+125	D	0	15	60
74+150	D	0	15	60
74+175	D	0	15	60
74+200	D	0	21	84
74+225	D	0	15	60
74+250	D	0	15	60
74+278	D	0	14	56
74+299	D	0	15	60
74+325	D	0	20	80
74+350	D	0	15	60
74+375	D	0	10	40
74+400	D	0	12	48
74+425	D	0	10	40
74+450	D	0	12	48
74+475	D	0	9	36
74+499	D	0	8	32
74+526	D	0	11	44
74+550	D	0	13	52
74+574	D	0	11	44
74+603	D	0	13	52
74+625	D	0	14	56
74+650	D	0	11	44
74+675	D	0	13	52
74+700	D	0	12	48
74+725	D	0	11	44
74+750	D	0	11	44
74+775	D	0	10	40
74+800	D	0	13	52
74+825	D	0	9	36
74+850	D	0	11	44
74+875	D	0	12	48
74+899	D	0	12	48
74+925	D	0	14	56
74+951	D	0	19	76
74+976	D	0	12	48
75+000	D	0	15	60
MÉDIA				54
DESVIO				12
MÁXIMO				84
MÍNIMO				32
C.V.				23%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO - VIGA BENKELMAN – DER/SC

Seção: S-31 Ano: 2001
 Rodovia: SC-421 a/b = 4
 Trecho: WITMARSUM-P.GETULIO

Seção: S-32 Ano: 2001
 Rodovia: SC-421 a/b = 4
 Trecho: WITMARSUM-P.GETULIO

Seção: S-33 Ano: 2001
 Rodovia: SC-486 a/b = 4
 Trecho: SALSEIRO-VIDAL RAMOS

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	23,5	18,5	09:30
Última	28	19	10:40

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	19,5	19	10:55
Última	30,5	20	11:50

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	33,5	25,5	14:30
Última	38,0	28,0	15:20

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
34+499	E	0	9	36
34+475	E	0	8	32
34+450	E	0	11	44
34+425	E	0	9	36
34+400	E	0	14	56
34+375	E	0	11	44
34+350	E	0	10	40
34+325	E	0	27	108
34+300	E	0	19	76
34+275	E	0	13	52
34+250	E	0	14	56
34+225	E	0	17	68
34+200	E	0	11	44
34+175	E	0	11	44
34+150	E	0	12	48
34+125	E	0	16	64
34+100	E	0	12	48
34+075	E	0	9	36
34+050	E	0	11	44
34+025	E	0	12	48
34+000	E	0	10	40
33+975	E	0	35	140
33+950	E	0	32	128
33+925	E	0	27	108
33+900	E	0	23	92
33+875	E	0	32	128
33+850	E	0	29	116
33+825	E	0	20	80
33+800	E	0	25	100
33+775	E	0	25	100
33+750	E	0	23	92
33+725	E	0	20	80
33+700	E	0	27	108
33+675	E	0	21	84
33+650	E	0	24	96
33+625	E	0	35	140
33+600	E	0	33	132
33+575	E	0	23	92
33+550	E	0	15	60
33+525	E	0	13	52
33+500	E	0	10	40
MÉDIA				74
DESVIO				33
MÁXIMO				140
MÍNIMO				32
C.V.				45%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
31+499	E	0	13	52
31+476	E	0	10	40
31+450	E	0	11	44
31+425	E	0	14	56
31+400	E	0	10	40
31+375	E	0	15	60
31+350	E	0	14	56
31+325	E	0	15	60
31+300	E	0	12	48
31+275	E	0	16	64
31+250	E	0	16	64
31+225	E	0	26	104
31+200	E	0	14	56
31+175	E	0	13	52
31+150	E	0	16	64
31+125	E	0	12	48
31+100	E	0	22	88
31+075	E	0	17	68
31+050	E	0	15	60
31+024	E	0	12	48
31+000	E	0	11	44
30+975	E	0	12	48
30+950	E	0	15	60
30+925	E	0	12	48
30+900	E	0	11	44
30+875	E	0	12	48
30+850	E	0	10	40
30+825	E	0	14	56
30+800	E	0	13	52
30+775	E	0	10	40
30+750	E	0	11	44
30+725	E	0	11	44
30+700	E	0	16	64
30+675	E	0	16	64
30+650	E	0	13	52
30+625	E	0	13	52
30+600	E	0	14	56
30+575	E	0	8	32
30+550	E	0	12	48
30+525	E	0	15	60
30+500	E	0	18	72
MÉDIA				55
DESVIO				13
MÁXIMO				104
MÍNIMO				32
C.V.				24%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
111+000	E	0	10	40
110+975	E	0	14	56
110+950	E	0	15	60
110+925	E	0	16	64
110+900	E	0	8	32
110+875	E	0	22	88
110+850	E	0	12	48
110+825	E	0	8	32
110+800	E	0	9	36
110+775	E	0	15	60
110+750	E	0	20	80
110+725	E	0	15	60
110+700	E	0	19	76
110+675	E	0	7	28
110+650	E	0	12	48
110+625	E	0	12	48
110+600	E	0	8	32
110+575	E	0	20	80
110+550	E	0	22	88
110+525	E	0	20	80
110+500	E	0	13	52
110+475	E	0	9	36
110+450	E	0	8	32
110+425	E	0	10	40
110+400	E	0	10	40
110+375	E	0	11	44
110+350	E	0	14	56
110+325	E	0	14	56
110+300	E	0	24	96
110+275	E	0	17	68
110+250	E	0	7	28
110+225	E	0	9	36
110+200	E	0	7	28
110+175	E	0	9	36
110+150	E	0	21	84
110+125	E	0	21	84
110+100	E	0	21	84
110+075	E	0	10	40
110+050	E	0	7	28
110+025	E	0	7	28
110+000	E	0	14	56
MÉDIA				53
DESVIO				21
MÁXIMO				96
MÍNIMO				28
C.V.				39%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO - VIGA BENKELMAN – DER/SC

Seção: S-34 Ano: 2001
 Rodovia: SC-427 a/b = 4
 Trecho: VIDAL RAMOS – ITUPORANGA

Seção: S-35 Ano: 2001
 Rodovia: SC-427 a/b = 4
 Trecho: VIDAL RAMOS – ITUPORANGA

Seção: S-36 Ano: 2001
 Rodovia: SC-427 a/b = 4
 Trecho: VIDAL RAMOS – ITUPORANGA

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	29,5	21	15:40
Última	28	21	16:30

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	28	21	16:45
Última	27,5	20	17:40

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	23,5	17,5	09:00
Última	27,5	18,0	09:56

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
8+500	D	0	5	20
8+524	D	0	12	48
8+550	D	0	13	52
8+575	D	0	9	36
8+600	D	0	9	36
8+625	D	0	6	24
8+650	D	0	10	40
8+675	D	0	7	28
8+700	D	0	7	28
8+725	D	0	11	44
8+750	D	0	6	24
8+775	D	0	11	44
8+800	D	0	8	32
8+825	D	0	9	36
8+850	D	0	8	32
8+875	D	0	9	36
8+900	D	0	16	64
8+925	D	0	8	32
8+950	D	0	10	40
8+975	D	0	11	44
9+000	D	0	10	40
9+025	D	0	13	52
9+050	D	0	12	48
9+075	D	0	10	40
9+100	D	0	11	44
9+125	D	0	10	40
9+150	D	0	15	60
9+175	D	0	8	32
9+200	D	0	9	36
9+225	D	0	6	24
9+250	D	0	13	52
9+275	D	0	16	64
9+300	D	0	11	44
9+325	D	0	21	84
9+350	D	0	14	56
9+375	D	0	16	64
9+400	D	0	15	60
9+425	D	0	9	36
9+451	D	0	7	28
9+475	D	0	10	40
9+500	D	0	12	48
MÉDIA				42
DESVIO				13
MÁXIMO				84
MÍNIMO				20
C.V.				32%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
11+100	D	0	22	88
11+125	D	0	18	72
11+150	D	0	21	84
11+175	D	0	18	72
11+200	D	0	13	52
11+225	D	0	12	48
11+250	D	0	9	36
11+275	D	0	11	44
11+300	D	0	9	36
11+325	D	0	6	24
11+350	D	0	5	20
11+375	D	0	7	28
11+400	D	0	9	36
11+425	D	0	8	32
11+450	D	0	12	48
11+475	D	0	14	56
11+500	D	0	14	56
11+525	D	0	15	60
11+550	D	0	10	40
11+575	D	0	10	40
11+600	D	0	11	44
11+625	D	0	13	52
11+650	D	0	21	84
11+675	D	0	10	40
11+700	D	0	22	88
11+725	D	0	11	44
11+750	D	0	12	48
11+775	D	0	7	28
11+800	D	0	9	36
11+825	D	0	11	44
11+850	D	0	7	28
11+875	D	0	8	32
11+900	D	0	15	60
11+925	D	0	8	32
11+950	D	0	8	32
11+975	D	0	7	28
12+000	D	0	10	40
12+025	D	0	14	56
12+050	D	0	11	44
12+075	D	0	14	56
12+100	D	0	14	56
MÉDIA				47
DESVIO				18
MÁXIMO				88
MÍNIMO				20
C.V.				37%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
17+100	D	0	8	32
17+125	D	0	18	72
17+150	D	0	13	52
17+175	D	0	15	60
17+200	D	0	13	52
17+225	D	0	8	32
17+250	D	0	12	48
17+275	D	0	13	52
17+300	D	0	11	44
17+325	D	0	13	52
17+350	D	0	14	56
17+375	D	0	23	92
17+400	D	0	22	88
17+425	D	0	28	112
17+450	D	0	15	60
17+476	D	0	10	40
17+500	D	0	16	64
17+526	D	0	14	56
17+550	D	0	19	76
17+575	D	0	13	52
17+600	D	0	11	44
17+625	D	0	19	76
17+650	D	0	12	48
17+675	D	0	12	48
17+700	D	0	15	60
17+725	D	0	8	32
17+750	D	0	11	44
17+775	D	0	14	56
17+800	D	0	15	60
17+825	D	0	11	44
17+851	D	0	10	40
17+875	D	0	12	48
17+900	D	0	15	60
17+926	D	0	13	52
17+950	D	0	15	60
17+975	D	0	7	28
18+000	D	0	13	52
18+025	D	0	13	52
18+051	D	0	17	68
18+076	D	0	13	52
18+100	D	0	16	64
MÉDIA				56
DESVIO				16
MÁXIMO				112
MÍNIMO				28
C.V.				30%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO - VIGA BENKELMAN – DER/SC

Seção: S-37 Ano: 2001
 Rodovia: SC-427 a/b = 4
 Trecho: ITUPORANGA-PETROLANDIA

Seção: S-38 Ano: 2001
 Rodovia: SC-302 a/b = 4
 Trecho: ITUPORANGA-ALFREDO WAGNER

Seção: S-39 Ano: 2001
 Rodovia: SC-302 a/b = 4
 Trecho: ITUPORANGA-ALFREDO WAGNER

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	29	22	10:50
Última	32,0	24,0	11:45

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	32	25	13:05
Última	33,5	26,0	13:55

Seção	Temp.(°C)		Hora
	Rev.	Amb.	
1ª	35	26,5	14:30
Última	25,0	33,0	15:20

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
35+800	E	0	10	40
35+775	E	0	13	52
35+750	E	0	11	44
35+725	E	0	12	48
35+700	E	0	14	56
35+675	E	0	7	28
35+650	E	0	11	44
35+625	E	0	10	40
35+600	E	0	14	56
35+575	E	0	11	44
35+550	E	0	14	56
35+525	E	0	14	56
35+500	E	0	10	40
35+475	E	0	14	56
35+450	E	0	13	52
35+425	E	0	13	52
35+400	E	0	15	60
35+375	E	0	16	64
35+350	E	0	17	68
35+325	E	0	19	76
35+300	E	0	11	44
35+275	E	0	12	48
35+250	E	0	14	56
35+225	E	0	10	40
35+200	E	0	11	44
35+175	E	0	9	36
35+150	E	0	20	80
35+125	E	0	17	68
35+100	E	0	17	68
35+074	E	0	20	80
35+050	E	0	20	80
35+025	E	0	14	56
35+000	E	0	14	56
34+975	E	0	15	60
34+950	E	0	19	76
34+924	E	0	18	72
34+900	E	0	13	52
34+875	E	0	13	52
34+850	E	0	14	56
34+825	E	0	16	64
34+800	E	0	21	84
MÉDIA				56
DESVIO				14
MÁXIMO				84
MÍNIMO				28
C.V.				24%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
305+000	E	0	7	28
304+974	E	0	9	36
304+950	E	0	7	28
304+924	E	0	8	32
304+900	E	0	9	36
304+875	E	0	8	32
304+850	E	0	10	40
304+825	E	0	10	40
304+800	E	0	9	36
304+775	E	0	15	60
304+750	E	0	14	56
304+725	E	0	7	28
304+700	E	0	11	44
304+675	E	0	11	44
304+650	E	0	8	32
304+625	E	0	7	28
304+599	E	0	9	36
304+575	E	0	13	52
304+550	E	0	14	56
304+525	E	0	14	56
304+500	E	0	16	64
304+474	E	0	19	76
304+449	E	0	11	44
304+424	E	0	12	48
304+400	E	0	8	32
304+375	E	0	9	36
304+350	E	0	11	44
304+325	E	0	13	52
304+300	E	0	16	64
304+275	E	0	13	52
304+250	E	0	18	72
304+225	E	0	13	52
304+200	E	0	13	52
304+175	E	0	9	36
304+150	E	0	9	36
304+125	E	0	13	52
304+100	E	0	11	44
304+075	E	0	8	32
304+050	E	0	10	40
304+025	E	0	14	56
304+000	E	0	9	36
MÉDIA				44
DESVIO				12
MÁXIMO				76
MÍNIMO				28
C.V.				28%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
318+000	E	0	16	64
317+975	E	0	16	64
317+950	E	0	11	44
317+925	E	0	9	36
317+900	E	0	10	40
317+875	E	0	10	40
317+850	E	0	11	44
317+825	E	0	19	76
317+800	E	0	13	52
317+775	E	0	14	56
317+750	E	0	15	60
317+725	E	0	16	64
317+700	E	0	12	48
317+675	E	0	13	52
317+650	E	0	9	36
317+625	E	0	10	40
317+600	E	0	13	52
317+575	E	0	17	68
317+550	E	0	10	40
317+524	E	0	19	76
317+500	E	0	15	60
317+475	E	0	14	56
317+449	E	0	13	52
317+425	E	0	15	60
317+400	E	0	10	40
317+375	E	0	12	48
317+350	E	0	19	76
317+325	E	0	16	64
317+300	E	0	26	104
317+275	E	0	17	68
317+250	E	0	11	44
317+225	E	0	15	60
317+200	E	0	16	64
317+175	E	0	19	76
317+150	E	0	18	72
317+124	E	0	12	48
317+100	E	0	15	60
317+075	E	0	10	40
317+050	E	0	12	48
317+025	E	0	14	56
317+000	E	0	16	64
MÉDIA				56
DESVIO				14
MÁXIMO				104
MÍNIMO				36
C.V.				25%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO - VIGA BENKELMAN – DER/SC

Seção: S-40 **Ano:** 2001
Rodovia: SC-302 **a/b =** 4
Trecho: ITUPORANGA-ALFREDO WAGNER

Seção: S-41 **Ano:** 2001
Rodovia: SC-302 **a/b =** 4
Trecho: ITUPORANGA-ALFREDO WAGNER

Seção: S-42 **Ano:** 2001
Rodovia: SC-408 **a/b =** 4
Trecho: ANTONIO CARLOS-BIGUACU

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	31,5	23	15:50
Última	31	23	16:40

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	31	23	16:55
Última	28	19	17:45

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	26	20	08:30
Última	26	21	09:35

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
338+000	D	0	18	72
338+025	D	0	12	48
338+051	D	0	13	52
338+075	D	0	15	60
338+100	D	0	15	60
338+125	D	0	16	64
338+150	D	0	12	48
338+175	D	0	12	48
338+200	D	0	19	76
338+225	D	0	15	60
338+226	D	0	15	60
338+250	D	0	12	48
338+275	D	0	20	80
338+300	D	0	15	60
338+325	D	0	11	44
338+350	D	0	9	36
338+375	D	0	12	48
338+400	D	0	8	32
338+425	D	0	8	32
338+450	D	0	12	48
338+475	D	0	9	36
338+500	D	0	11	44
338+525	D	0	8	32
338+551	D	0	8	32
338+575	D	0	5	20
338+600	D	0	6	24
338+625	D	0	7	28
338+650	D	0	11	44
338+675	D	0	9	36
338+701	D	0	7	28
338+725	D	0	8	32
338+750	D	0	6	24
338+775	D	0	12	48
338+800	D	0	10	40
338+825	D	0	11	44
338+850	D	0	12	48
338+875	D	0	12	48
338+900	D	0	9	36
338+925	D	0	13	52
338+951	D	0	11	44
338+975	D	0	10	40
MÉDIA				45
DESVIO				14
MÁXIMO				80
MÍNIMO				20
C.V.				31%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
343+000	D	0	17	68
343+026	D	0	11	44
343+050	D	0	14	56
343+074	D	0	12	48
343+100	D	0	10	40
343+125	D	0	11	44
343+150	D	0	6	24
343+175	D	0	7	28
343+200	D	0	12	48
343+225	D	0	13	52
343+250	D	0	14	56
343+275	D	0	10	40
343+300	D	0	12	48
343+325	D	0	10	40
343+350	D	0	17	68
343+375	D	0	13	52
343+400	D	0	16	64
343+425	D	0	21	84
343+450	D	0	19	76
343+475	D	0	22	88
343+500	D	0	21	84
343+526	D	0	20	80
343+550	D	0	17	68
343+576	D	0	15	60
343+600	D	0	11	44
343+625	D	0	12	48
343+650	D	0	14	56
343+675	D	0	12	48
343+700	D	0	13	52
343+725	D	0	11	44
343+750	D	0	10	40
343+776	D	0	9	36
343+775	D	0	11	44
343+800	D	0	15	60
343+825	D	0	11	44
343+850	D	0	16	64
343+875	D	0	12	48
343+900	D	0	11	44
343+925	D	0	13	52
343+950	D	0	21	84
343+975	D	0	13	52
MÉDIA				54
DESVIO				15
MÁXIMO				88
MÍNIMO				24
C.V.				28%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
91+000	D	0	15	60
91+025	D	0	11	44
91+050	D	0	16	64
91+075	D	0	16	64
91+099	D	0	20	80
91+125	D	0	17	68
91+150	D	0	15	60
91+175	D	0	20	80
91+200	D	0	30	120
91+225	D	0	26	104
91+250	D	0	22	88
91+276	D	0	20	80
91+300	D	0	17	68
91+325	D	0	24	96
91+350	D	0	18	72
91+376	D	0	20	80
91+400	D	0	27	108
91+425	D	0	38	152
91+450	D	0	23	92
91+475	D	0	23	92
91+500	D	0	16	64
91+525	D	0	17	68
91+551	D	0	16	64
91+575	D	0	11	44
91+600	D	0	10	40
91+625	D	0	13	52
91+650	D	0	18	72
91+675	D	0	22	88
91+700	D	0	20	80
91+725	D	0	19	76
91+750	D	0	29	116
91+775	D	0	41	164
91+800	D	0	43	172
91+825	D	0	34	136
91+850	D	0	27	108
91+875	D	0	25	100
91+900	D	0	33	132
91+925	D	0	23	92
91+950	D	0	19	76
91+975	D	0	17	68
92+000	D	0	15	60
MÉDIA				86
DESVIO				31
MÁXIMO				172
MÍNIMO				40
C.V.				36%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO - VIGA BENKELMAN – DER/SC

Seção: S-43 Ano: 2001
 Rodovia: SC-434 a/b = 4
 Trecho: GAROPABA-ENTR.BR-101

Seção: S-44 Ano: 2001
 Rodovia: SC-434 a/b = 4
 Trecho: GAROPABA-ENTR.BR-101

Seção: S-45 Ano: 2001
 Rodovia: SC-437 a/b = 4
 Trecho: ENTR.BR-101-IMARUI

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	29	22	16:50
Última	26	20	17:40

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	30	22	15:50
Última	29	22	16:40

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	33	23	13:30
Última	34	24	14:30

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
3+000	E	0	10	40
2+975	E	0	17	68
2+951	E	0	10	40
2+924	E	0	10	40
2+900	E	0	8	32
2+875	E	0	7	28
2+850	E	0	8	32
2+825	E	0	9	36
2+800	E	0	12	48
2+775	E	0	11	44
2+750	E	0	15	60
2+725	E	0	7	28
2+700	E	0	8	32
2+675	E	0	11	44
2+650	E	0	5	20
2+625	E	0	6	24
2+601	E	0	6	24
2+574	E	0	7	28
2+550	E	0	8	32
2+525	E	0	5	20
2+500	E	0	6	24
2+475	E	0	4	16
2+450	E	0	5	20
2+425	E	0	9	36
2+400	E	0	11	44
2+375	E	0	9	36
2+350	E	0	8	32
2+325	E	0	7	28
2+300	E	0	7	28
2+275	E	0	10	40
2+250	E	0	9	36
2+225	E	0	12	48
2+200	E	0	6	24
2+174	E	0	6	24
2+150	E	0	8	32
2+125	E	0	9	36
2+101	E	0	9	36
2+075	E	0	12	48
2+050	E	0	12	48
2+024	E	0	13	52
2+000	E	0	6	24
MÉDIA				35
DESVIO				11
MÁXIMO				68
MÍNIMO				16
C.V.				32%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
10+000	E	0	6	24
9+975	E	0	7	28
9+950	E	0	10	40
9+924	E	0	9	36
9+900	E	0	7	28
9+875	E	0	7	28
9+850	E	0	12	48
9+825	E	0	11	44
9+800	E	0	13	52
9+775	E	0	9	36
9+750	E	0	8	32
9+725	E	0	11	44
9+700	E	0	10	40
9+675	E	0	11	44
9+650	E	0	6	24
9+625	E	0	9	36
9+601	E	0	9	36
9+575	E	0	7	28
9+550	E	0	12	48
9+524	E	0	13	52
9+500	E	0	9	36
9+474	E	0	9	36
9+450	E	0	8	32
9+425	E	0	10	40
9+400	E	0	7	28
9+375	E	0	9	36
9+350	E	0	10	40
9+325	E	0	14	56
9+300	E	0	9	36
9+275	E	0	11	44
9+250	E	0	7	28
9+224	E	0	12	48
9+200	E	0	10	40
9+175	E	0	8	32
9+150	E	0	7	28
9+125	E	0	7	28
9+100	E	0	5	20
9+074	E	0	8	32
9+050	E	0	7	28
9+025	E	0	10	40
9+000	E	0	9	36
MÉDIA				36
DESVIO				8
MÁXIMO				56
MÍNIMO				20
C.V.				23%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
7+000	D	0	6	24
7+025	D	0	6	24
7+050	D	0	6	24
7+076	D	0	7	28
7+100	D	0	8	32
7+125	D	0	7	28
7+150	D	0	7	28
7+175	D	0	8	32
7+200	D	0	5	20
7+225	D	0	7	28
7+250	D	0	6	24
7+275	D	0	6	24
7+300	D	0	7	28
7+325	D	0	8	32
7+350	D	0	9	36
7+375	D	0	6	24
7+400	D	0	7	28
7+425	D	0	6	24
7+450	D	0	9	36
7+475	D	0	7	28
7+501	D	0	5	20
7+525	D	0	8	32
7+550	D	0	7	28
7+575	D	0	8	32
7+599	D	0	7	28
7+625	D	0	10	40
7+650	D	0	9	36
7+676	D	0	8	32
7+700	D	0	8	32
7+725	D	0	8	32
7+750	D	0	6	24
7+775	D	0	6	24
7+800	D	0	5	20
7+825	D	0	7	28
7+850	D	0	7	28
7+875	D	0	8	32
7+899	D	0	9	36
7+925	D	0	9	36
7+951	D	0	9	36
7+976	D	0	7	28
8+000	D	0	6	24
MÉDIA				29
DESVIO				5
MÁXIMO				40
MÍNIMO				20
C.V.				17%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO - VIGA BENKELMAN – DER/SC

Seção: S-46 Ano: 2001
 Rodovia: SC-437 a/b = 4
 Trecho: ENTR.BR-101-IMARUI

Seção: S-47 Ano: 2001
 Rodovia: SC-431 a/b = 4
 Trecho: ARMAZEM-GRAVATAL

Seção: S-48 Ano: 2001
 Rodovia: SC-442 a/b = 4
 Trecho: ARROIO CORRENTES-JAGUARUNA

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	33	23	13:30
Última	34	24	14:30

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	32	2	10:45
Última	33	23	11:40

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	25	21	08:15
Última	26	21	09:20

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
12+000	D	0	15	60
12+026	D	0	13	52
12+050	D	0	8	32
12+075	D	0	7	28
12+100	D	0	12	48
12+125	D	0	5	20
12+150	D	0	5	20
12+175	D	0	5	20
12+200	D	0	4	16
12+225	D	0	8	32
12+251	D	0	6	24
12+275	D	0	10	40
12+300	D	0	9	36
12+325	D	0	8	32
12+350	D	0	9	36
12+375	D	0	10	40
12+400	D	0	7	28
12+425	D	0	5	20
12+450	D	0	5	20
12+476	D	0	4	16
12+500	D	0	4	16
12+525	D	0	4	16
12+550	D	0	6	24
12+575	D	0	7	28
12+600	D	0	6	24
12+625	D	0	5	20
12+650	D	0	6	24
12+675	D	0	6	24
12+700	D	0	6	24
12+725	D	0	5	20
12+750	D	0	7	28
12+775	D	0	7	28
12+800	D	0	5	20
12+825	D	0	8	32
12+851	D	0	7	28
12+875	D	0	6	24
12+900	D	0	7	28
12+925	D	0	8	32
12+950	D	0	6	24
12+976	D	0	6	24
13+000	D	0	5	20
MÉDIA				28
DESVIO				10
MÁXIMO				60
MÍNIMO				16
C.V.				35%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
98+000	E	0	26	104
97+975	E	0	25	100
97+950	E	0	24	96
97+924	E	0	22	88
97+900	E	0	29	116
97+875	E	0	25	100
97+850	E	0	27	108
97+825	E	0	29	116
97+800	E	0	27	108
97+775	E	0	33	132
97+750	E	0	27	108
97+725	E	0	27	108
97+700	E	0	32	128
97+675	E	0	26	104
97+650	E	0	28	112
97+624	E	0	31	124
97+600	E	0	44	176
97+574	E	0	34	136
97+550	E	0	30	120
97+525	E	0	35	140
97+500	E	0	38	152
97+475	E	0	35	140
97+450	E	0	38	152
97+424	E	0	31	124
97+400	E	0	27	108
97+375	E	0	35	140
97+350	E	0	19	76
97+324	E	0	15	60
97+300	E	0	8	32
97+275	E	0	10	40
97+250	E	0	15	60
97+225	E	0	19	76
97+200	E	0	37	148
97+175	E	0	16	64
97+150	E	0	11	44
97+125	E	0	17	68
97+100	E	0	19	76
97+075	E	0	19	76
97+050	E	0	12	48
97+025	E	0	15	60
97+000	E	0	26	104
MÉDIA				102
DESVIO				34
MÁXIMO				176
MÍNIMO				32
C.V.				34%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
10+000	E	0	4	16
9+975	E	0	5	20
9+950	E	0	5	20
9+925	E	0	8	32
9+900	E	0	4	16
9+875	E	0	4	16
9+850	E	0	4	16
9+825	E	0	4	16
9+800	E	0	9	36
9+775	E	0	5	20
9+750	E	0	12	48
9+725	E	0	7	28
9+700	E	0	5	20
9+675	E	0	7	28
9+650	E	0	6	24
9+625	E	0	5	20
9+601	E	0	4	16
9+575	E	0	6	24
9+550	E	0	4	16
9+525	E	0	4	16
9+501	E	0	5	20
9+476	E	0	4	16
9+450	E	0	6	24
9+425	E	0	4	16
9+400	E	0	6	24
9+376	E	0	9	36
9+350	E	0	6	24
9+325	E	0	4	16
9+300	E	0	4	16
9+275	E	0	5	20
9+250	E	0	7	28
9+225	E	0	13	52
9+200	E	0	8	32
9+175	E	0	6	24
9+150	E	0	4	16
9+124	E	0	5	20
9+101	E	0	7	28
9+075	E	0	5	20
9+050	E	0	4	16
9+025	E	0	4	16
9+000	E	0	6	24
MÉDIA				23
DESVIO				8
MÁXIMO				52
MÍNIMO				16
C.V.				37%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO - VIGA BENKELMAN – DER/SC

Seção: S-49 **Ano:** 2001 **Seção:** S-50 **Ano:** 2001 **Seção:** S-51 **Ano:** 2001
Rodovia: SC-443 **a/b =** 4 **Rodovia:** SC-444 **a/b =** 4 **Rodovia:** SC-487 **a/b =** 4
Trecho: MORRO DA FUMACA - CRICIUMA **Trecho:** CRICIUMA - ICARA - ENTR.BR-101 **Trecho:** LAGOA DOS ESTEVES- ENTR.SC-444

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	32	23	14:45
Última	34	24	15:40

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	32	23	13:15
Última	32	24	14:10

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	23	20	08:20
Última	26	20	09:20

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
17+000	D	0	18	72
17+026	D	0	15	60
17+050	D	0	16	64
17+075	D	0	17	68
17+100	D	0	26	104
17+125	D	0	16	64
17+150	D	0	19	76
17+175	D	0	17	68
17+200	D	0	17	68
17+225	D	0	14	56
17+250	D	0	22	88
17+275	D	0	21	84
17+300	D	0	20	80
17+325	D	0	27	108
17+350	D	0	23	92
17+375	D	0	11	44
17+400	D	0	11	44
17+425	D	0	12	48
17+451	D	0	16	64
17+475	D	0	11	44
17+500	D	0	12	48
17+525	D	0	9	36
17+550	D	0	13	52
17+575	D	0	12	48
17+600	D	0	11	44
17+625	D	0	11	44
17+650	D	0	15	60
17+675	D	0	17	68
17+700	D	0	18	72
17+725	D	0	16	64
17+750	D	0	11	44
17+775	D	0	9	36
17+800	D	0	13	52
17+825	D	0	17	68
17+850	D	0	20	80
17+875	D	0	12	48
17+900	D	0	15	60
17+924	D	0	16	64
17+950	D	0	11	44
17+975	D	0	14	56
18+000	D	0	13	52
MÉDIA				62
DESVIO				17
MÁXIMO				108
MÍNIMO				36
C.V.				28%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
8+000	D	0	14	56
8+025	D	0	14	56
8+050	D	0	15	60
8+075	D	0	8	32
8+100	D	0	11	44
8+125	D	0	15	60
8+150	D	0	18	72
8+175	D	0	13	52
8+200	D	0	12	48
8+225	D	0	8	32
8+250	D	0	9	36
8+275	D	0	10	40
8+300	D	0	7	28
8+325	D	0	6	24
8+351	D	0	8	32
8+375	D	0	10	40
8+400	D	0	11	44
8+425	D	0	12	48
8+450	D	0	17	68
8+475	D	0	8	32
8+500	D	0	13	52
8+525	D	0	13	52
8+550	D	0	11	44
8+576	D	0	12	48
8+600	D	0	11	44
8+625	D	0	10	40
8+650	D	0	18	72
8+675	D	0	22	88
8+700	D	0	20	80
8+725	D	0	16	64
8+751	D	0	16	64
8+775	D	0	25	100
8+800	D	0	26	104
8+825	D	0	24	96
8+850	D	0	20	80
8+875	D	0	23	92
8+900	D	0	25	100
8+925	D	0	20	80
8+951	D	0	18	72
8+975	D	0	35	140
9+000	D	0	32	128
MÉDIA				62
DESVIO				27
MÁXIMO				140
MÍNIMO				24
C.V.				44%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
3+000	E	0	5	20
2+975	E	0	6	24
2+950	E	0	6	24
2+925	E	0	8	32
2+900	E	0	6	24
2+875	E	0	6	24
2+850	E	0	6	24
2+825	E	0	5	20
2+800	E	0	5	20
2+775	E	0	8	32
2+750	E	0	7	28
2+725	E	0	7	28
2+700	E	0	7	28
2+675	E	0	6	24
2+650	E	0	8	32
2+625	E	0	9	36
2+600	E	0	6	24
2+574	E	0	7	28
2+550	E	0	8	32
2+525	E	0	10	40
2+500	E	0	6	24
2+475	E	0	6	24
2+450	E	0	8	32
2+425	E	0	8	32
2+400	E	0	8	32
2+375	E	0	9	36
2+350	E	0	11	44
2+325	E	0	10	40
2+300	E	0	18	72
2+275	E	0	6	24
2+250	E	0	6	24
2+225	E	0	7	28
2+200	E	0	5	20
2+175	E	0	5	20
2+150	E	0	7	28
2+125	E	0	8	32
2+100	E	0	6	24
2+075	E	0	5	20
2+050	E	0	7	28
2+025	E	0	7	28
1+999	E	0	7	28
MÉDIA				29
DESVIO				9
MÁXIMO				72
MÍNIMO				20
C.V.				31%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO - VIGA BENKELMAN – DER/SC

Seção: S-52 Ano: 2001
 Rodovia: SC-447 a/b = 4
 Trecho: NOVA VENEZA - CARAVAGIO

Seção: S-53 Ano: 2001
 Rodovia: SC-448 a/b = 4
 Trecho: ENTR.BR-101 -ENTR.SCT285

Seção: S-54 Ano: 2001
 Rodovia: SC-483 a/b = 4
 Trecho: JACINTO MACHADO - ERMO

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	26	23	11:00
Última	27	23	12:00

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	33	23	16:00
Última	31	20	17:00

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	34	23	14:50
Última	34	24	15:50

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
43+000	D	0	6	24
43+025	D	0	9	36
43+050	D	0	5	20
43+075	D	0	5	20
43+101	D	0	7	28
43+125	D	0	10	40
43+150	D	0	5	20
43+176	D	0	9	36
43+200	D	0	7	28
43+225	D	0	7	28
43+250	D	0	5	20
43+275	D	0	5	20
43+300	D	0	5	20
43+325	D	0	8	32
43+350	D	0	5	20
43+375	D	0	9	36
43+400	D	0	6	24
43+426	D	0	18	72
43+450	D	0	5	20
43+475	D	0	7	28
43+501	D	0	11	44
43+525	D	0	5	20
43+551	D	0	6	24
43+575	D	0	8	32
43+600	D	0	6	24
43+625	D	0	9	36
43+650	D	0	9	36
43+675	D	0	9	36
43+700	D	0	7	28
43+725	D	0	13	52
43+750	D	0	11	44
43+775	D	0	12	48
43+800	D	0	10	40
43+825	D	0	9	36
43+850	D	0	10	40
43+875	D	0	8	32
43+900	D	0	12	48
43+925	D	0	8	32
43+950	D	0	7	28
43+975	D	0	7	28
44+000	D	0	10	40
MÉDIA				32
DESVIO				11
MÁXIMO				72
MÍNIMO				20
C.V.				34%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
43+000	E	0	11	44
42+975	E	0	15	60
42+951	E	0	9	36
42+925	E	0	8	32
42+900	E	0	14	56
42+875	E	0	12	48
42+850	E	0	12	48
42+825	E	0	6	24
42+800	E	0	11	44
42+775	E	0	17	68
42+750	E	0	11	44
42+725	E	0	15	60
42+700	E	0	19	76
42+675	E	0	18	72
42+650	E	0	14	56
42+625	E	0	13	52
42+600	E	0	18	72
42+574	E	0	13	52
42+550	E	0	12	48
42+525	E	0	18	72
42+500	E	0	8	32
42+475	E	0	10	40
42+451	E	0	12	48
42+424	E	0	13	52
42+400	E	0	9	36
42+375	E	0	7	28
42+350	E	0	12	48
42+325	E	0	17	68
42+300	E	0	11	44
42+275	E	0	10	40
42+250	E	0	5	20
42+225	E	0	10	40
42+200	E	0	13	52
42+175	E	0	9	36
42+150	E	0	6	24
42+125	E	0	16	64
42+100	E	0	11	44
42+074	E	0	10	40
42+051	E	0	18	72
42+025	E	0	18	72
42+000	E	0	18	72
MÉDIA				50
DESVIO				15
MÁXIMO				76
MÍNIMO				20
C.V.				31%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
44+001	E	0	14	56
43+974	E	0	16	64
43+950	E	0	11	44
43+925	E	0	10	40
43+900	E	0	13	52
43+875	E	0	11	44
43+850	E	0	14	56
43+825	E	0	27	108
43+800	E	0	12	48
43+775	E	0	13	52
43+750	E	0	13	52
43+725	E	0	13	52
43+700	E	0	12	48
43+675	E	0	10	40
43+650	E	0	13	52
43+625	E	0	13	52
43+600	E	0	17	68
43+575	E	0	13	52
43+550	E	0	12	48
43+524	E	0	11	44
43+500	E	0	11	44
43+475	E	0	14	56
43+450	E	0	11	44
43+425	E	0	14	56
43+400	E	0	12	48
43+375	E	0	17	68
43+350	E	0	16	64
43+325	E	0	13	52
43+300	E	0	17	68
43+275	E	0	13	52
43+250	E	0	13	52
43+225	E	0	12	48
43+200	E	0	11	44
43+175	E	0	17	68
43+150	E	0	15	60
43+125	E	0	14	56
43+100	E	0	12	48
43+075	E	0	10	40
43+050	E	0	14	56
43+025	E	0	11	44
43+000	E	0	12	48
MÉDIA				53
DESVIO				12
MÁXIMO				108
MÍNIMO				40
C.V.				22%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO - VIGA BENKELMAN – DER/SC

Seção: S-55 Ano: 2001
 Rodovia: SC-446 a/b = 4
 Trecho: ORLEANS - URUSSANGA

Seção: S-56 Ano: 2001
 Rodovia: SC-446 a/b = 4
 Trecho: CRICIUMA - COCAL DO SUL - URUSSANGA

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	22	18	08:50
Última	27	20	09:50

Seção	Temp.(°C)		
	Rev.	Amb.	Hora
1ª	26	20	10:15
Última	26	21	11:10

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
6+000	D	0	12	48
6+026	D	0	15	60
6+050	D	0	14	56
6+075	D	0	10	40
6+100	D	0	9	36
6+125	D	0	8	32
6+150	D	0	9	36
6+175	D	0	6	24
6+200	D	0	7	28
6+225	D	0	9	36
6+250	D	0	9	36
6+275	D	0	15	60
6+300	D	0	11	44
6+325	D	0	6	24
6+350	D	0	7	28
6+375	D	0	6	24
6+400	D	0	6	24
6+425	D	0	5	20
6+450	D	0	7	28
6+475	D	0	10	40
6+500	D	0	11	44
6+525	D	0	8	32
6+549	D	0	7	28
6+575	D	0	9	36
6+600	D	0	10	40
6+625	D	0	10	40
6+650	D	0	6	24
6+675	D	0	10	40
6+700	D	0	7	28
6+725	D	0	9	36
6+750	D	0	8	32
6+775	D	0	6	24
6+800	D	0	10	40
6+825	D	0	12	48
6+850	D	0	7	28
6+875	D	0	8	32
6+900	D	0	10	40
6+925	D	0	10	40
6+950	D	0	11	44
6+975	D	0	11	44
7+000	D	0	8	32
MÉDIA				36
DESVIO				10
MÁXIMO				60
MÍNIMO				20
C.V.				27%

km	Lado	Leituras		Deflexão (x0,01mm)
		L0	Lf	
32+000	E	0	6	24
31+975	E	0	17	68
31+949	E	0	12	48
31+925	E	0	13	52
31+901	E	0	9	36
31+875	E	0	21	84
31+850	E	0	19	76
31+825	E	0	20	80
31+800	E	0	22	88
31+775	E	0	12	48
31+750	E	0	15	60
31+725	E	0	21	84
31+700	E	0	19	76
31+675	E	0	23	92
31+650	E	0	12	48
31+625	E	0	17	68
31+600	E	0	17	68
31+575	E	0	15	60
31+550	E	0	16	64
31+524	E	0	12	48
31+499	E	0	22	88
31+475	E	0	23	92
31+451	E	0	26	104
31+424	E	0	14	56
31+399	E	0	11	44
31+375	E	0	11	44
31+350	E	0	13	52
31+325	E	0	15	60
31+300	E	0	26	104
31+274	E	0	14	56
31+250	E	0	18	72
31+225	E	0	10	40
31+200	E	0	24	96
31+175	E	0	15	60
31+151	E	0	17	68
31+125	E	0	11	44
31+100	E	0	8	32
31+075	E	0	8	32
31+050	E	0	10	40
31+024	E	0	26	104
31+000	E	0	11	44
MÉDIA				64
DESVIO				22
MÁXIMO				104
MÍNIMO				24
C.V.				34%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO – FWD – DER/SC

Seção : S-01
 Rodovia : BR-282
 Trecho : S.AMARO-RIO CANOAS
 Ano : 2.001

Seção : S-02
 Rodovia : BR-282
 Trecho : S.AMARO-RIO CANOAS
 Ano : 2.001

Seção : S-03
 Rodovia : BR-282
 Trecho : S.AMARO-RIO CANOAS
 Ano : 2.001

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
31+685	D	36	31	426
31+710	D	36	32	351
31+735	D	36	31	385
31+760	D	36	31	331
31+785	D	36	32	401
31+810	D	36	31	319
31+834	D	36	32	360
31+859	D	36	32	304
31+884	D	36	32	308
31+910	D	36	31	364
31+934	D	37	32	270
31+959	D	36	31	360
31+984	D	37	33	388
32+011	D	36	32	349
32+034	D	36	31	551
32+059	D	36	32	681
32+085	D	36	31	252
32+110	D	36	31	350
32+135	D	37	32	272
32+160	D	37	32	607
32+185	D	37	33	488
32+210	D	37	32	267
32+235	D	37	32	215
32+260	D	37	32	487
32+284	D	37	32	532
32+309	D	38	33	446
32+334	D	38	34	336
32+359	D	38	34	409
32+384	D	38	33	473
32+410	D	38	33	430
32+434	D	38	33	348
32+460	D	38	33	544
32+484	D	38	33	717
32+510	D	39	34	647
32+534	D	39	34	498
32+559	D	39	35	549
32+585	D	39	34	636
32+610	D	39	34	867
32+635	D	39	34	489
32+660	D	39	34	424

MÉDIA		37	32	436
DESVIO		1	1	142
MÁXIMO		39	35	867
MÍNIMO		36	31	215
COEF.VAR.		3%	3%	33%

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
62+230	D	36	31	1.193
62+255	D	37	32	685
62+281	D	36	32	564
62+305	D	36	32	653
62+330	D	36	32	680
62+355	D	36	31	574
62+380	D	36	31	788
62+409	D	35	31	834
62+426	D	35	31	778
62+455	E	35	30	793
62+380	D	35	30	705
62+505	D	36	31	618
62+530	D	36	32	567
62+555	D	36	31	560
62+580	D	35	30	574
62+605	D	36	31	626
62+630	D	35	30	601
62+655	D	35	30	702
62+680	D	36	32	717
62+704	D	36	32	930
62+729	D	33	29	702
62+755	D	31	27	564
62+780	D	35	31	614
62+805	D	36	31	455
62+830	D	36	32	633
62+855	D	35	31	690
62+880	D	35	31	636
62+905	D	35	31	939
62+930	D	35	30	742
62+955	D	33	29	661
62+980	D	32	28	919
63+005	D	35	31	553
63+030	D	36	31	997
63+055	D	35	31	637
63+080	D	36	31	376
63+105	D	36	32	468
63+130	D	35	31	718
63+155	D	36	32	643
63+180	D	36	31	656
63+205	D	35	30	670
63+229	D	35	30	609
63+260	D	35	31	415

MÉDIA		35	31	677
DESVIO		1	1	156
MÁXIMO		37	32	1193
MÍNIMO		31	27	376
COEF.VAR.		3%	4%	23%

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
110+361	D	27	23	298
110+385	D	27	23	502
110+410	D	27	23	284
110+435	D	27	24	198
110+460	D	27	24	256
110+485	D	27	23	261
110+510	D	27	23	196
110+535	D	27	23	235
110+560	D	26	22	225
110+585	D	27	23	326
110+610	D	27	23	306
110+635	D	26	22	349
110+660	D	27	23	388
110+685	D	26	23	302
110+710	D	26	22	331
110+735	D	27	23	468
110+760	D	27	23	385
110+785	D	26	22	337
110+809	D	26	22	328
110+835	D	27	23	316
110+860	D	27	23	353
110+885	D	27	24	298
110+910	D	27	23	277
110+935	D	27	23	200
110+960	D	27	24	270
110+986	D	27	23	288
111+010	D	27	23	229
111+035	D	27	23	303
111+060	D	27	23	192
111+085	D	27	23	283
111+110	D	27	23	332
111+135	D	27	23	300
111+160	D	28	24	372
111+186	D	28	24	310
111+210	D	28	24	342
111+235	D	28	24	447
111+260	D	27	23	409
111+285	D	27	23	346
111+310	D	27	23	834
111+335	D	27	23	544
111+360	D	28	24	421

MÉDIA		27	23	333
DESVIO		1	1	114
MÁXIMO		28	24	834
MÍNIMO		26	22	192
COEF.VAR.		2%	3%	34%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO – FWD – DER/SC

Seção : S-04
 Rodovia : BR-282
 Trecho : S.AMARO-RIO CANOAS
 Ano : 2.001

Seção : S-05
 Rodovia : SC-438
 Trecho : ENTR.BR-282-PAINEL
 Ano : 2.001

Seção : S-06
 Rodovia : SC-438
 Trecho : ENTR.BR-282-PAINEL
 Ano : 2.001

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
113+360	D	27	23	278
113+385	D	27	23	410
113+409	D	28	25	300
113+436	D	27	24	337
113+461	D	27	24	256
113+485	D	27	23	289
113+510	D	28	24	331
113+535	D	27	23	297
113+560	D	28	24	298
113+585	D	27	24	244
113+610	D	28	25	244
113+635	D	28	24	319
113+660	D	28	24	408
113+685	D	28	24	271
113+710	D	28	24	295
113+736	D	28	24	317
113+760	D	28	24	228
113+785	D	28	24	273
113+809	D	28	24	423
113+834	D	28	24	339
113+859	D	28	24	303
113+885	D	28	24	392
113+909	D	28	24	434
113+934	D	28	24	310
113+960	D	28	24	290
113+986	D	28	25	265
114+010	D	28	24	291
114+035	D	28	24	314
114+060	D	28	24	283
114+085	D	28	24	215
114+110	D	28	24	319
114+135	D	28	25	275
114+160	D	28	24	261
114+185	D	28	24	302
114+210	D	28	24	285
114+235	D	28	25	237
114+260	D	27	23	280
114+284	D	28	24	480
114+309	D	27	23	609
114+337	D	28	24	775
114+360	D	28	25	392

MÉDIA		28	24	329
DESVIO		0	1	104
MÁXIMO		28	25	775
MÍNIMO		27	23	215
COEF.VAR.		2%	2%	32%

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
9+000	D	23	24	498
9+025	D	23	24	416
9+051	D	23	24	379
9+075	D	23	24	411
9+100	D	23	24	354
9+125	D	23	24	376
9+150	D	23	24	314
9+175	D	23	24	332
9+200	D	23	24	364
9+225	D	23	24	290
9+250	D	23	24	299
9+275	D	23	24	323
9+300	D	23	24	316
9+325	D	23	24	295
9+350	D	23	24	345
9+375	D	23	24	313
9+400	D	23	24	286
9+425	D	23	24	311
9+450	D	23	24	297
9+475	D	23	24	272
9+500	D	23	24	364
9+525	D	24	24	322
9+550	D	24	24	373
9+575	D	24	24	261
9+600	D	23	24	401
9+625	D	23	24	383
9+650	D	24	24	415
9+675	D	24	24	415
9+700	D	24	24	430
9+725	D	23	24	332
9+750	D	24	24	610
9+775	D	23	24	404
9+800	D	24	24	380
9+825	D	23	24	412
9+850	D	23	24	331
9+875	D	23	24	407
9+900	D	23	24	570
9+925	D	24	24	424
9+950	D	23	24	373
9+975	D	23	24	290
10+000	D	23	24	322

MÉDIA		23	24	366
DESVIO		0	0	73
MÁXIMO		24	24	610
MÍNIMO		23	24	261
COEF.VAR.		2%	0%	20%

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
32+200	D	30	24	316
32+225	D	32	24	250
32+250	D	32	24	335
32+275	D	32	24	389
32+300	D	32	24	480
32+325	D	32	24	405
32+350	D	32	24	225
32+375	D	31	24	407
32+400	D	32	24	310
32+425	D	32	24	316
32+450	D	32	24	221
32+475	D	32	24	237
32+500	D	32	24	246
32+525	D	32	24	302
32+550	D	32	24	238
32+575	D	32	24	287
32+600	D	33	24	388
32+625	D	33	24	313
32+650	D	32	24	353
32+675	D	33	24	322
32+700	D	33	24	361
32+725	D	33	24	449
32+750	D	33	24	263
32+775	D	33	24	274
32+800	D	33	24	362
32+826	D	32	24	489
32+850	D	33	24	278
32+875	D	33	24	266
32+900	D	33	24	329
32+925	D	33	24	399
32+950	D	34	24	238
32+975	D	33	24	249
33+000	D	33	24	331
33+025	D	33	24	265
33+050	D	33	24	259
33+075	D	33	24	331
33+100	D	34	24	348
33+125	D	33	24	541
33+150	D	33	24	501
33+175	D	34	24	377
33+200	D	33	24	525

MÉDIA		33	24	336
DESVIO		1	0	86
MÁXIMO		34	24	541
MÍNIMO		30	24	221
COEF.VAR.		2%	0%	26%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO – FWD – DER/SC

Seção : S-07
Rodovia : SC-425
Trecho : ENTR.BR-282 - ENTR.BR-470
Ano : 2.001

Seção : S-08
Rodovia : SC-302
Trecho : CAÇADOR-ENTR.BR-116
Ano : 2.001

Seção : S-09
Rodovia : SC-302
Trecho : CAÇADOR-ENTR.BR-116
Ano : 2.001

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
45+700	E	40	28	473
45+680	E	39	28	489
45+655	E	41	28	747
45+630	E	40	28	528
45+601	E	40	28	468
45+575	E	40	28	525
45+550	E	39	28	597
45+525	E	39	28	700
45+500	E	39	28	598
45+474	E	39	29	685
45+450	E	39	29	642
45+425	E	39	29	685
45+400	E	39	29	595
45+375	E	39	29	614
45+350	E	39	29	538
45+325	E	39	29	449
45+300	E	39	29	544
45+275	E	39	29	751
45+250	E	40	29	594
45+225	E	39	29	376
45+200	E	39	29	589
45+175	E	39	29	500
45+150	E	40	30	554
45+125	E	39	29	568
45+100	E	39	29	600
45+075	E	40	29	465
45+049	E	39	29	608
45+025	E	39	29	714
45+000	E	38	29	566
44+975	E	38	29	608
44+950	E	38	29	476
44+925	E	38	29	664
44+900	E	37	29	614
44+875	E	37	29	627
44+850	E	37	28	570
44+825	E	37	28	656
44+800	E	37	27	619
44+775	E	37	27	752
44+750	E	37	27	554
44+725	E	38	28	733
44+698	E	38	27	610

MÉDIA		39	29	591
DESVIO		1	1	89
MÁXIMO		41	30	752
MÍNIMO		37	27	376
COEF.VAR.		3%	2%	15%

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
131+000	D	40	28	459
131+025	D	41	28	490
131+050	D	41	28	386
131+075	D	41	28	524
131+100	D	41	28	655
131+125	D	41	28	600
131+150	D	42	28	566
131+175	D	42	28	522
131+200	D	42	28	560
131+225	D	41	28	629
131+250	D	41	28	550
131+275	D	41	28	532
131+300	D	41	28	560
131+325	D	41	28	607
131+350	D	41	28	640
131+375	D	41	28	612
131+400	D	41	28	447
131+425	D	41	28	558
131+451	D	40	28	620
131+475	D	40	28	576
131+500	D	40	28	662
131+525	D	40	28	597
131+550	D	40	29	440
131+575	D	40	29	428
131+600	D	39	29	450
131+625	D	39	29	573
131+650	D	39	29	794
131+675	D	38	29	880
131+700	D	39	29	398
131+725	D	40	29	440
131+750	D	39	29	478
131+775	D	38	29	664
131+800	D	38	29	422
131+825	D	38	29	665
131+850	D	38	29	753
131+875	D	38	29	844
131+900	D	38	29	644
131+925	D	38	29	480
131+950	D	38	29	450
131+975	D	38	29	558
132+000	D	38	29	404

MÉDIA		40	28	564
DESVIO		1	1	118
MÁXIMO		42	29	880
MÍNIMO		38	28	386
COEF.VAR.		3%	2%	21%

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
106+000	D	30	28	444
106+025	D	24	21	574
106+050	D	24	21	500
106+075	D	24	21	459
106+100	D	24	21	423
106+125	D	24	21	430
106+150	D	24	21	470
106+175	D	24	21	577
106+200	D	24	21	431
106+225	D	24	22	524
106+250	D	25	22	518
106+275	D	24	22	644
106+300	D	24	22	823
106+325	D	24	22	818
106+350	D	24	22	693
106+375	D	24	22	788
106+400	D	23	22	432
106+425	D	24	23	555
106+450	D	24	22	452
106+475	D	24	22	488
106+500	D	22	22	503
106+525	D	24	23	509
106+550	D	23	23	560
106+575	D	22	23	592
106+600	D	23	23	472
106+625	D	23	23	360
106+650	D	24	23	335
106+675	D	24	23	371
106+700	D	24	23	333
106+725	D	24	24	374
106+750	D	24	24	476
106+775	D	24	23	482
106+800	D	25	23	398
106+827	D	24	23	308
106+850	D	24	23	385
106+875	D	24	23	348
106+900	D	25	23	402
106+925	D	25	23	440
106+950	D	25	23	424
106+975	D	25	23	408
107+000	D	25	23	501

MÉDIA		24	23	488
DESVIO		1	1	124
MÁXIMO		30	28	823
MÍNIMO		22	21	308
COEF.VAR.		5%	5%	25%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO – FWD – DER/SC

Seção : S-10
Rodovia : SC-303
Trecho : LUZERNA - TANGARA
Ano : 2.001

Seção : S-11
Rodovia : SC-303
Trecho : LUZERNA - TANGARA
Ano : 2.001

Seção : S-12
Rodovia : SC-451
Trecho : BR-153 - CAÇADOR
Ano : 2.001

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	
213+001	E	29	24	422
212+975	E	29	24	382
212+950	E	30	24	338
212+925	E	30	24	320
212+900	E	30	24	259
212+875	E	30	24	270
212+850	E	30	24	335
212+824	E	31	24	326
212+800	E	31	24	478
212+775	E	31	24	404
212+750	E	31	24	526
212+725	E	30	24	532
212+700	E	30	24	462
212+675	E	31	24	418
212+650	E	31	24	481
212+625	E	31	24	440
212+600	E	31	24	420
212+574	E	31	24	494
212+549	E	32	24	489
212+525	E	32	24	446
212+500	E	32	24	268
212+475	E	31	24	456
212+450	E	31	24	475
212+424	E	31	24	428
212+401	E	32	24	367
212+375	E	31	24	397
212+350	E	32	24	412
212+325	E	32	24	362
212+300	E	32	24	422
212+275	E	32	24	434
212+250	E	32	24	297
212+225	E	33	24	344
212+200	E	33	24	509
212+175	E	33	24	500
212+150	E	33	24	331
212+125	E	33	24	289
212+100	E	33	24	386
212+075	E	33	24	274
212+050	E	34	24	411
212+025	E	33	24	311
212+000	E	33	24	252

MÉDIA		31	24	394
DESVIO		1	0	80
MÁXIMO		34	24	532
MÍNIMO		29	24	252
COEF.VAR.		4%	0%	20%

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	
230+000	E	32	24	340
229+975	E	32	24	446
229+950	E	31	24	374
229+925	E	32	24	325
229+900	E	32	24	311
229+875	E	33	24	392
229+850	E	33	24	385
229+825	E	33	24	443
229+800	E	32	24	463
229+775	E	32	24	573
229+750	E	31	24	578
229+725	E	33	24	428
229+700	E	32	24	453
229+675	E	32	24	320
229+650	E	33	24	388
229+625	E	33	24	361
229+600	E	32	24	335
229+575	E	32	24	414
229+550	E	33	24	414
229+525	E	32	24	356
229+500	E	32	24	468
229+475	E	32	24	391
229+450	E		24	273
229+425	E		24	308
229+400	E		24	338
229+375	E		24	319
229+350	E		24	276
229+325	E		24	386
229+300	E		24	374
229+275	E		24	342
229+250	E		24	392
229+225	E		24	368
229+200	E		24	301
229+175	E		24	364
229+150	E		24	283
229+125	E		24	414
229+100	E		24	325
229+075	E		24	317
229+050	E		24	339
229+025	E		24	281
229+000	E		24	265

MÉDIA		32	24	371
DESVIO		1	0	72
MÁXIMO		33	24	578
MÍNIMO		31	24	265
COEF.VAR.		2%	0%	19%

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	
168+041	D	26	23	444
168+065	D	22	20	418
168+090	D	22	20	531
168+115	D	23	20	429
168+141	D	20	20	433
168+165	D	22	20	476
168+190	D	22	20	515
168+215	D	22	20	341
168+240	D	23	20	746
168+265	D	23	20	662
168+291	D	22	20	1.220
168+315	D	22	20	455
168+340	D	22	20	560
168+366	D	22	21	490
168+390	D	24	21	551
168+415	D	23	21	414
168+440	D	23	21	365
168+465	D	22	21	213
168+489	D	22	22	341
168+516	D	22	22	335
168+540	D	21	22	364
168+565	D	22	22	229
168+590	D	22	22	292
168+615	D	22	22	286
168+640	D	23	22	420
168+665	D	24	22	426
168+690	D	22	22	450
168+715	D	23	22	359
168+740	D	23	22	399
168+765	D	21	22	370
168+790	D	22	22	339
168+815	D	22	22	374
168+840	D	22	22	400
168+865	D	22	22	307
168+890	D	23	22	639
168+915	D	23	22	427
168+940	D	23	22	537
168+965	D	23	22	366
168+990	D	23	22	327
169+015	D	26	23	341
169+040	D	24	23	323

MÉDIA		23	21	437
DESVIO		1	1	167
MÁXIMO		26	23	1220
MÍNIMO		20	20	213
COEF.VAR.		5%	5%	38%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO – FWD – DER/SC

Seção : S-13
 Rodovia : SC-303
 Trecho : VIDEIRA - TANGARÁ
 Ano : 2.001

Seção : S-14
 Rodovia : SC-303
 Trecho : VIDEIRA - TANGARÁ
 Ano : 2.001

Seção : S-15
 Rodovia : SC-303
 Trecho : JOAÇABA - OURO
 Ano : 2.001

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
192+000	D	41	34	589
192+026	D	37	33	727
192+051	D	40	33	447
192+075	D	38	33	453
192+100	D	40	33	489
192+125	D	37	33	371
192+150	D	34	33	301
192+175	D	33	33	310
192+200	D	33	33	775
192+225	D	39	33	806
192+250	D	38	33	982
192+275	D	38	33	581
192+300	D	33	33	504
192+325	D	39	33	698
192+350	D	37	33	462
192+376	D	40	33	762
192+400	D	41	33	487
192+425	D	41	33	506
192+450	D	41	32	610
192+476	D	41	32	601
192+500	D	41	32	655
192+525	D	41	32	613
192+550	D	42	32	383
192+575	D	42	32	379
192+600	D	41	31	422
192+625	D	40	31	299
192+650	D	36	31	286
192+675	D	34	31	692
192+700	D	36	31	731
192+725	D	39	31	809
192+750	D	42	31	341
192+775	D	42	31	459
192+800	D	42	31	365
192+825	D	42	31	588
192+850	D	42	31	698
192+875	D	42	31	474
192+900	D	42	31	610
192+925	D	37	31	490
192+950	D	35	31	694
192+975	D	36	31	563
193+000	D	42	31	914

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
203+000	D	38	30	524
203+025	D	39	30	658
203+050	D	41	30	633
203+075	D	42	30	655
203+100	D	42	30	482
203+125	D	42	30	432
203+150	D	42	30	388
203+175	D	42	30	498
203+200	D	43	30	532
203+225	D	43	30	529
203+250	D	43	30	472
203+275	D	42	30	439
203+300	D	42	30	534
203+325	D	42	30	524
203+350	D	42	30	471
203+375	D	42	30	440
203+400	D	41	30	453
203+425	D	42	30	503
203+450	D	41	30	570
203+475	D	42	30	531
203+500	D	42	30	403
203+525	D	41	30	434
203+549	D	42	30	442
203+575	D	41	30	462
203+600	D	42	30	424
203+625	D	41	30	505
203+650	D	42	30	461
203+675	D	42	30	594
203+700	D	42	30	489
203+725	D	42	30	440
203+750	D	42	30	422
203+775	D	39	30	269
203+800	D	37	30	293
203+825	D	37	30	322
203+850	D	38	30	285
203+875	D	38	30	272
203+900	D	37	30	307
203+925	D	37	30	395
203+950	D	33	30	544
203+975	D	37	30	323
204+000	D	34	30	325

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
269+000	D	37	30	382
269+025	D	38	30	379
269+050	D	34	30	356
269+075	D	36	30	326
269+100	D	38	30	397
269+125	D	37	30	521
269+150	D	37	30	620
269+175	D	37	30	482
269+200	D	37	30	470
269+225	D	36	30	305
269+250	D	35	30	288
269+275	D	35	30	230
269+300	D	35	30	310
269+325	D	34	30	625
269+350	D	35	30	481
269+375	D	35	30	442
269+400	D	34	30	473
269+425	D	35	30	535
269+450	D	37	30	335
269+475	D	36	30	400
269+500	D	36	30	525
269+525	D	36	30	330
269+550	D	36	30	339
269+575	D	35	29	522
269+600	D	37	29	443
269+626	D	36	29	295
269+650	D	36	29	637
269+675	D	36	29	412
269+700	D	37	29	406
269+725	D	36	29	565
269+750	D	36	29	673
269+775	D	36	29	528
269+800	D	35	29	546
269+825	D	36	29	356
269+850	D	36	29	518
269+875	D	34	29	380
269+900	D	35	29	308
269+925	D	35	29	487
269+950	D	36	29	319
269+975	D	35	29	364
270+000	D	35	29	644

MÉDIA		39	32	559
DESVIO		3	1	174
MÁXIMO		42	34	982
MÍNIMO		33	31	286
COEF.VAR.		8%	3%	31%

MÉDIA		40	30	456
DESVIO		2	0	101
MÁXIMO		43	30	658
MÍNIMO		33	30	269
COEF.VAR.		6%	0%	22%

MÉDIA		36	30	438
DESVIO		1	1	114
MÁXIMO		38	30	673
MÍNIMO		34	29	230
COEF.VAR.		3%	2%	26%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO – FWD – DER/SC

Seção : S-16
 Rodovia : SC-462
 Trecho : IPIRA - PERITIBA
 Ano : 2.001

Seção : S-17
 Rodovia : SC-480
 Trecho : SAO DOMINGOS - ENTR.SC-467
 Ano : 2.001

Seção : S-18
 Rodovia : SC-480
 Trecho : ENTR.SC-467 - XANXERE
 Ano : 2.001

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
18+999	D	35	25	278
19+025	D	36	25	286
19+050	D	36	25	283
19+076	D	35	25	271
19+100	D	36	25	414
19+125	D	36	25	351
19+150	D	36	25	408
19+175	D	36	25	386
19+200	D	36	25	362
19+225	D	36	25	739
19+250	D	36	25	652
19+275	D	36	25	568
19+300	D	35	25	416
19+325	D	35	25	435
19+350	D	35	25	374
19+375	D	36	25	395
19+400	D	34	25	462
19+425	D	36	25	331
19+450	D	32	25	376
19+475	D	36	25	311
19+500	D	31	25	417
19+525	D	30	25	305
19+550	D	34	25	258
19+575	D	32	25	221
19+600	D	34	25	362
19+625	D	35	25	537
19+650	D	36	25	280
19+675	D	36	25	476
19+700	D	36	25	458
19+725	D	35	25	504
19+750	D	33	25	360
19+775	D	32	25	442
19+800	D	36	25	371
19+825	D	35	24	455
19+850	D	34	24	499
19+875	D	35	24	468
19+900	D	36	24	575
19+925	D	35	25	542
19+950	D	35	25	456
19+975	D	35	24	418
20+000	D	35	24	439

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
74+000	D	35	26	361
74+026	D	34	26	531
74+050	D	34	26	375
74+075	D	35	26	515
74+100	D	35	26	695
74+125	D	35	26	520
74+150	D	35	26	537
74+175	D	35	26	605
74+200	D	34	26	568
74+225	D	34	26	739
74+250	D	34	26	645
74+278	D	34	26	673
74+299	D	34	26	432
74+325	D	34	26	335
74+350	D	34	26	488
74+375	D	34	26	475
74+400	D	34	26	433
74+425	D	34	26	522
74+450	D	33	26	405
74+475	D	32	26	349
74+499	D	32	26	379
74+526	D	32	26	482
74+550	D	32	26	417
74+574	D	32	26	432
74+603	D	32	26	426
74+625	D	32	26	411
74+650	D	32	25	716
74+675	D	33	25	698
74+700	D	33	25	701
74+725	D	32	25	624
74+750	D	33	25	611
74+775	D	33	25	493
74+800	D	32	25	674
74+825	D	33	25	655
74+850	D	34	25	608
74+875	D	34	25	373
74+899	D	33	25	430
74+925	D	33	25	375
74+951	D	33	25	479
74+976	D	32	25	387
75+000	D	33	25	334

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
80+000	D	33	25	460
80+025	D	34	25	452
80+050	D	34	25	372
80+076	D	33	25	373
80+100	D	33	25	343
80+125	D	33	25	341
80+150	D	33	25	355
80+175	D	33	25	420
80+200	D	33	25	367
80+225	D	32	25	405
80+250	D	33	25	439
80+275	D	33	25	367
80+300	D	33	25	485
80+325	D	33	25	421
80+350	D	33	25	411
80+375	D	33	25	304
80+400	D	33	25	325
80+425	D	33	25	260
80+450	D	33	25	283
80+475	D	33	24	286
80+499	D	33	24	212
80+525	D	33	24	282
80+550	D	33	24	291
80+575	D	33	24	318
80+600	D	33	24	359
80+625	D	34	24	323
80+650	D	34	24	274
80+675	D	33	24	263
80+700	D	33	24	271
80+725	D	33	24	221
80+750	D	33	24	266
80+776	D	32	24	222
80+800	D	33	24	301
80+825	D	32	24	292
80+850	D	31	24	222
80+875	D	30	24	255
80+900	D	32	24	321
80+925	D	32	24	436
80+951	D	33	24	399
80+975	D	32	24	404
81+000	D	32	24	372

MÉDIA		35	25	413
DESVIO		2	0	109
MÁXIMO		36	25	739
MÍNIMO		30	24	221
COEF.VAR.		4%	1%	26%

MÉDIA		33	26	510
DESVIO		1	0	123
MÁXIMO		35	26	739
MÍNIMO		32	25	334
COEF.VAR.		3%	2%	24%

MÉDIA		33	24	336
DESVIO		1	1	73
MÁXIMO		34	25	485
MÍNIMO		30	24	212
COEF.VAR.		2%	2%	22%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO – FWD – DER/SC

Seção : S-19
 Rodovia : SC-466
 Trecho : ENTR.SC-283 - XANXERE
 Ano : 2.001

Seção : S-20
 Rodovia : SC-480
 Trecho : GOIO-EN - CHAPECO
 Ano : 2.001

Seção : S-21
 Rodovia : SC-386
 Trecho : ENTR.BR-282 -ENTR.SC-472
 Ano : 2.001

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
33+001	E	32	28	441
32+975	E	31	28	288
32+949	E	30	28	258
32+925	E	29	28	311
32+900	E	30	28	301
32+875	E	31	28	273
32+850	E	33	28	262
32+824	E	34	28	187
32+800	E	34	28	280
32+775	E	34	28	199
32+750	E	34	28	285
32+725	E	34	28	269
32+700	E	28	28	360
32+675	E	31	28	288
32+650	E	32	28	313
32+625	E	30	28	268
32+600	E	32	28	160
32+575	E	33	28	221
32+550	E	32	28	174
32+525	E	29	28	225
32+500	E	31	28	271
32+474	E	29	28	259
32+450	E	30	28	241
32+425	E	29	28	295
32+400	E	29	28	289
32+375	E	29	28	265
32+350	E	29	28	232
32+325	E	34	28	237
32+300	E	33	28	217
32+275	E	34	28	240
32+250	E	34	28	207
32+225	E	34	28	295
32+200	E	34	28	202
32+175	E	34	28	206
32+150	E	29	28	209
32+125	E	29	29	244
32+100	E	29	29	276
32+075	E	31	29	338
32+050	E	31	29	262
32+025	E	33	29	212
32+000	E	34	29	394

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
145+000	E	34	22	496
144+975	E	34	22	583
144+950	E	34	22	455
144+925	E	35	22	436
144+900	E	34	22	398
144+875	E	34	22	386
144+850	E	34	22	417
144+825	E	34	22	367
144+800	E	34	22	328
144+775	E	33	22	477
144+750	E	34	22	643
144+725	E	34	22	441
144+700	E	34	22	455
144+675	E	34	22	529
144+650	E	34	22	733
144+625	E	34	22	698
144+600	E	34	22	526
144+575	E	34	22	737
144+550	E	33	22	678
144+525	E	34	22	550
144+500	E	33	22	504
144+475	E	33	22	551
144+450	E	33	22	483
144+424	E	33	22	473
144+400	E	34	22	379
144+375	E	33	22	485
144+350	E	33	22	638
144+325	E	33	22	580
144+300	E	33	22	759
144+275	E	33	22	535
144+250	E	33	22	453
144+225	E	32	22	652
144+200	E	33	22	443
144+175	E	33	22	367
144+150	E	32	22	320
144+125	E	32	22	686
144+100	E	32	22	683
144+075	E	32	22	507
144+050	E	32	22	531
144+025	E	32	22	516
144+000	E	32	22	673

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
14+000	D	28	27	293
14+025	D	29	27	311
14+050	D	29	27	294
14+075	D	30	27	254
14+100	D	29	27	259
14+125	D	27	27	285
14+150	D	27	27	253
14+175	D	27	27	241
14+200	D	27	27	252
14+225	D	29	27	338
14+250	D	30	27	290
14+275	D	30	27	263
14+300	D	30	27	194
14+325	D	29	27	341
14+350	D	29	27	468
14+375	D	29	27	345
14+400	D	30	27	284
14+425	D	30	27	246
14+450	D	30	27	261
14+475	D	30	27	237
14+500	D	30	27	307
14+525	D	29	27	294
14+550	D	30	27	267
14+575	D	30	27	328
14+600	D	30	27	319
14+625	D	29	27	310
14+650	D	28	27	266
14+675	D	28	28	320
14+700	D	29	28	302
14+725	D	29	28	278
14+750	D	30	28	228
14+775	D	30	28	204
14+800	D	31	28	382
14+825	D	30	28	289
14+850	D	30	28	332
14+875	D	29	28	268
14+900	D	31	28	237
14+925	D	30	28	333
14+950	D	31	28	368
14+975	D	31	28	338
15+002	D	31	28	301

MÉDIA		32	28	262
DESVIO		2	0	56
MÁXIMO		34	29	441
MÍNIMO		28	28	160
COEF.VAR.		7%	1%	22%

MÉDIA		33	22	526
DESVIO		1	0	119
MÁXIMO		35	22	759
MÍNIMO		32	22	320
COEF.VAR.		2%	0%	23%

MÉDIA		29	27	292
DESVIO		1	0	51
MÁXIMO		31	28	468
MÍNIMO		27	27	194
COEF.VAR.		4%	2%	17%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO – FWD – DER/SC

Seção : S-22
 Rodovia : SC-386
 Trecho : ENTR.BR-282-ENTR.SC-472
 Ano : 2.001

Seção : S-23
 Rodovia : SC-471
 Trecho : ENTR.BR-280-ANCHIETA
 Ano : 2.001

Seção : S-24
 Rodovia : SC-410
 Trecho : ENTR.BR-101-GOV.CELSO RAMOS
 Ano : 2.001

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
25+000	D	33	29	329
25+025	D	33	29	336
25+050	D	33	29	304
25+075	D	33	29	340
25+100	D	33	29	487
25+125	D	33	29	356
25+151	D	33	29	334
25+175	D	32	29	311
25+197	D	30	29	267
25+225	D	32	29	258
25+250	D	33	29	316
25+276	D	32	29	280
25+300	D	32	29	281
25+325	D	32	29	310
25+350	D	32	29	338
25+375	D	32	29	288
25+400	D	32	29	385
25+425	D	33	29	370
25+450	D	31	29	340
25+475	D	32	29	389
25+500	D	33	29	325
25+525	D	33	29	261
25+550	D	33	29	296
25+575	D	34	29	309
25+600	D	34	29	353
25+625	D	34	29	319
25+650	D	34	29	374
25+675	D	34	29	349
25+700	D	34	29	288
25+725	D	34	29	305
25+750	D	34	29	304
25+775	D	34	29	265
25+800	D	33	29	325
25+825	D	33	29	328
25+850	D	33	29	337
25+875	D	33	29	309
25+900	D	32	29	275
25+925	D	32	29	304
25+950	D	32	29	285
25+975	D	32	29	377
26+000	D	32	29	413

MÉDIA		33	29	325
DESVIO		1	0	45
MÁXIMO		34	29	487
MÍNIMO		30	29	258
COEF.VAR.		3%	0%	14%

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
32+001	D	17	23	248
32+025	D	17	23	231
32+050	D	17	23	250
32+075	D	18	23	277
32+101	D	18	23	274
32+125	D	17	23	345
32+150	D	16	23	367
32+175	D	18	23	312
32+200	D	18	23	261
32+225	D	18	23	258
32+250	D	18	23	289
32+275	D	18	23	303
32+300	D	18	24	363
32+325	D	18	24	424
32+350	D	18	24	496
32+375	D	18	24	401
32+400	D	18	24	295
32+425	D	18	24	289
32+450	D	18	24	361
32+476	D	18	24	294
32+500	D	18	24	285
32+525	D	18	24	361
32+551	D	18	24	294
32+575	D	18	24	343
32+599	D	18	24	361
32+625	D	18	24	363
32+650	D	19	24	288
32+675	D	19	24	331
32+700	D	19	24	262
32+725	D	18	24	270
32+750	D	19	24	212
32+775	D	19	24	219
32+800	D	19	24	212
32+825	D	19	24	324
32+850	D	19	24	288
32+875	D	19	24	268
32+900	D	19	24	269
32+925	D	19	24	348
32+950	D	20	24	316
32+975	D	20	24	309
33+000	D	20	25	343

MÉDIA		18	24	307
DESVIO		1	1	59
MÁXIMO		20	25	496
MÍNIMO		16	23	212
COEF.VAR.		5%	2%	19%

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
2+000	D	27	26	589
2+025	D	25	26	654
2+051	D	26	26	511
2+075	D	27	26	660
2+100	D	26	26	554
2+125	D	27	26	469
2+150	D	27	26	549
2+175	D	27	26	748
2+200	D	27	26	716
2+225	D	27	26	439
2+250	D	26	26	743
2+275	D	27	26	759
2+300	D	27	26	808
2+325	D	27	26	610
2+350	D	27	26	749
2+375	D	27	26	600
2+400	D	27	26	776
2+425	D	27	26	852
2+450	D	27	26	667
2+475	D	27	26	819
2+500	D	27	26	626
2+525	D	26	25	674
2+551	D	27	25	440
2+575	D	27	25	404
2+600	D	27	25	536
2+625	D	27	25	503
2+650	D	27	25	520
2+675	D	27	25	767
2+700	D	27	25	762
2+725	D	27	25	863
2+750	D	27	25	785
2+775	D	28	25	587
2+800	D	27	25	648
2+825	D	27	25	743
2+850	D	26	25	667
2+875	D	26	25	671
2+900	D	27	25	598
2+925	D	27	25	693
2+950	D	27	25	686
2+975	D	27	25	1.286
3+000	D	27	25	553

MÉDIA		27	26	665
DESVIO		0	1	154
MÁXIMO		28	26	1286
MÍNIMO		25	25	404
COEF.VAR.		2%	2%	23%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO – FWD – DER/SC

Seção : S-25
 Rodovia : SC-418
 Trecho : ENTR. BR-470 – POMERODE
 Ano : 2.001

Seção : S-26
 Rodovia : SC-418
 Trecho : ENTR. BR-470 – POMERODE
 Ano : 2.001

Seção : S-27
 Rodovia : SC-416
 Trecho : POMERODE – JARAGUÁ DO SUL
 Ano : 2.001

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm) D0
		Revest.	Amb.	
5+000	E	31	30	393
4+974	E	31	30	490
4+950	E	31	30	468
4+925	E	32	30	397
4+900	E	32	30	358
4+875	E	31	30	403
4+850	E	30	30	361
4+825	E	31	30	291
4+800	E	30	30	313
4+775	E	31	30	363
4+750	E	31	30	345
4+725	E	31	30	309
4+700	E	30	30	310
4+675	E	29	29	433
4+650	E	31	29	433
4+625	E	31	29	683
4+601	E	30	29	502
4+574	E	30	29	659
4+548	E	31	29	470
4+524	E	31	29	477
4+500	E	31	29	385
4+475	E	30	29	502
4+451	E	28	29	565
4+425	E	31	29	550
4+400	E	31	30	509
4+375	E	30	30	872
4+350	E	29	30	759
4+325	E	31	30	937
4+300	E	31	30	711
4+275	E	31	30	610
4+250	E	31	30	672
4+225	E	31	30	384
4+201	E	31	30	588
4+175	E	30	30	627
4+149	E	30	30	578
4+125	E	31	30	520
4+101	E	31	30	598
4+074	E	29	30	417
4+050	E	30	30	426
4+025	E	29	30	577
4+000	E	30	30	522

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm) D0
		Revest.	Amb.	
10+000	E	30	29	820
9+974	E	29	29	633
9+950	E	31	29	996
9+925	E	31	29	867
9+900	E	30	29	829
9+875	E	31	29	631
9+849	E	31	29	578
9+825	E	31	29	741
9+800	E	31	29	414
9+775	E	30	29	644
9+750	E	31	29	397
9+725	E	30	29	705
9+699	E	30	29	617
9+675	E	31	30	593
9+650	E	31	30	544
9+625	E	31	30	971
9+600	E	31	30	577
9+574	E	31	30	627
9+549	E	31	30	708
9+525	E	30	30	630
9+501	E	29	30	665
9+475	E	29	30	892
9+451	E	30	30	733
9+424	E	30	30	724
9+400	E	31	30	677
9+375	E	31	30	711
9+350	E	30	30	705
9+325	E	31	30	815
9+300	E	31	30	626
9+275	E	30	30	476
9+250	E	31	30	834
9+225	E	30	30	1.561
9+200	E	30	30	497
9+175	E	30	30	613
9+150	E	31	30	761
9+125	E	31	30	587
9+100	E	30	30	704
9+075	E	31	30	512
9+050	E	31	30	490
9+024	E	30	30	458
9+000	E	29	30	558

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm) D0
		Revest.	Amb.	
23+000	E	31	28	412
22+975	E	31	28	464
22+950	E	31	28	538
22+925	E	31	28	542
22+900	E	31	28	409
22+875	E	31	28	445
22+850	E	30	28	560
22+825	E	31	28	468
22+800	E	31	28	337
22+775	E	31	28	465
22+750	E	31	28	424
22+725	E	31	28	568
22+700	E	31	28	415
22+675	E	31	28	468
22+650	E	31	28	399
22+625	E	31	28	459
22+600	E	31	28	403
22+574	E	31	28	442
22+549	E	31	28	486
22+524	E	31	28	714
22+500	E	31	28	489
22+475	E	31	28	494
22+450	E	31	28	442
22+424	E	31	28	515
22+400	E	31	28	339
22+375	E	31	28	385
22+350	E	31	28	413
22+325	E	31	28	452
22+300	E	31	28	451
22+274	E	31	28	469
22+250	E	31	28	273
22+225	E	31	28	277
22+200	E	31	28	230
22+175	E	32	28	246
22+150	E	31	28	161
22+125	E	31	28	243
22+101	E	31	28	257
22+074	E	31	28	273
22+050	E	31	28	262
22+024	E	30	28	216
22+000	E	31	28	245

MÉDIA		31	30	507
DESVIO		1	0	151
MÁXIMO		32	30	937
MÍNIMO		28	29	291
COEF.VAR.		3%	2%	30%

MÉDIA		30	30	686
DESVIO		1	0	198
MÁXIMO		31	30	1561
MÍNIMO		29	29	397
COEF.VAR.		2%	2%	29%

MÉDIA		31	28	404
DESVIO		0	0	118
MÁXIMO		32	28	714
MÍNIMO		30	28	161
COEF.VAR.		1%	0%	29%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO – FWD – DER/SC

Seção : S-28
 Rodovia : SC-416
 Trecho : POMERODE – JARAGUÁ DO SUL
 Ano : 2.001

Seção : S-29
 Rodovia : SC-477
 Trecho : DR. PEDRINHO – BENEDITO NOVO
 Ano : 2.001

Seção : S-30
 Rodovia : SC-477
 Trecho : BENEDITO NOVO-TIMBO
 Ano : 2.001

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	
28+000	E	31	29	870
27+975	E	31	29	548
27+950	E	31	29	651
27+924	E	31	29	886
27+901	E	31	29	538
27+875	E	31	29	583
27+850	E	31	29	744
27+825	E	31	29	489
27+800	E	30	29	359
27+775	E	31	29	417
27+750	E	31	29	488
27+725	E	31	29	515
27+700	E	31	29	423
27+675	E	31	29	775
27+650	E	31	29	692
27+625	E	31	29	705
27+600	E	32	29	713
27+575	E	31	29	770
27+549	E	31	29	725
27+525	E	31	29	869
27+500	E	32	29	838
27+475	E	31	29	809
27+450	E	32	29	840
27+425	E	31	29	799
27+400	E	31	29	678
27+375	E	31	29	309
27+350	E	31	29	195
27+324	E	31	29	201
27+300	E	31	29	202
27+274	E	31	29	245
27+250	E	31	29	214
27+225	E	31	29	225
27+200	E	30	29	351
27+175	E	30	29	171
27+150	E	31	29	563
27+125	E	31	29	649
27+100	E	31	29	820
27+075	E	31	29	752
27+050	E	31	29	719
27+024	E	31	29	812
27+000	E	31	29	726

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	
150+000	D	27	25	666
150+025	D	27	25	794
150+050	D	27	25	815
150+075	D	27	25	871
150+100	D	27	25	817
150+125	D	27	25	821
150+150	D	27	25	1.001
150+175	D	27	25	770
150+200	D	28	25	615
150+225	D	27	25	363
150+250	D	27	25	490
150+275	D	27	25	547
150+300	D	28	25	550
150+325	D	28	25	648
150+350	D	28	25	650
150+375	D	28	25	746
150+400	D	27	25	704
150+425	D	28	25	627
150+450	D	28	25	717
150+475	D	29	25	527
150+500	D	28	26	574
150+525	D	28	26	627
150+550	D	28	26	628
150+575	D	28	26	667
150+600	D	28	26	540
150+625	D	28	26	546
150+650	D	29	26	560
150+675	D	28	26	826
150+700	D	28	26	731
150+725	D	29	26	835
150+750	D	29	26	807
150+775	D	29	26	849
150+800	D	29	26	758
150+825	D	29	26	705
150+850	D	29	26	568
150+875	D	29	26	635
150+900	D	29	26	764
150+925	D	29	26	828
150+950	D	29	26	826
150+975	D	29	26	818
151+000	D	29	26	762

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	
172+000	D	29	27	481
172+026	D	29	27	524
172+050	D	29	27	463
172+075	D	29	27	367
172+101	D	29	27	331
172+125	D	29	27	572
172+150	D	29	27	653
172+175	D	30	27	492
172+200	D	29	27	394
172+225	D	29	27	452
172+250	D	29	27	587
172+274	D	29	27	407
172+300	D	28	27	325
172+325	D	29	27	327
172+350	D	28	27	351
172+376	D	28	27	338
172+399	D	28	27	484
172+425	D	28	27	508
172+450	D	29	27	429
172+475	D	29	26	411
172+500	D	28	26	515
172+526	D	28	26	718
172+550	D	29	26	599
172+575	D	29	26	546
172+600	D	28	26	484
172+625	D	29	26	496
172+650	D	28	26	449
172+675	D	28	26	530
172+700	D	27	26	540
172+726	D	28	26	595
172+750	D	28	26	741
172+775	D	28	26	708
172+801	D	28	26	673
172+825	D	28	26	630
172+850	D	28	26	770
172+875	D	28	26	698
172+900	D	28	26	725
172+925	D	27	26	626
172+950	D	28	26	613
172+975	D	28	26	705
173+000	D	27	26	707

MÉDIA		31	29	582
DESVIO		0	0	229
MÁXIMO		32	29	886
MÍNIMO		30	29	171
COEF.VAR.		1%	0%	39%

MÉDIA		28	26	697
DESVIO		1	1	130
MÁXIMO		29	26	1001
MÍNIMO		27	25	363
COEF.VAR.		3%	2%	19%

MÉDIA		28	26	536
DESVIO		1	1	130
MÁXIMO		30	27	770
MÍNIMO		27	26	325
COEF.VAR.		2%	2%	24%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO – FWD – DER/SC

Seção : S-31
 Rodovia : SC-421
 Trecho : WITMARSUM-P.GETULIO
 Ano : 2.001

Seção : S-32
 Rodovia : SC-421
 Trecho : WITMARSUM-P.GETULIO
 Ano : 2.001

Seção : S-33
 Rodovia : SC-486
 Trecho : SALSEIRO-VIDAL RAMOS
 Ano : 2.001

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	
34+499	E	29	26	707
34+475	E	29	26	314
34+450	E	30	26	317
34+425	E	29	26	430
34+400	E	29	26	338
34+375	E	30	27	480
34+350	E	29	27	373
34+325	E	30	27	346
34+300	E	30	27	903
34+275	E	29	27	616
34+250	E	30	27	430
34+225	E	30	27	430
34+200	E	30	27	517
34+175	E	29	27	403
34+150	E	30	27	372
34+125	E	29	27	430
34+100	E	29	27	466
34+075	E	29	27	288
34+050	E	30	27	396
34+025	E	30	27	336
34+000	E	30	27	364
33+975	E	29	27	391
33+950	E	30	27	1.008
33+925	E	29	27	986
33+900	E	29	27	938
33+875	E	29	27	676
33+850	E	29	27	835
33+825	E	29	27	830
33+800	E	29	27	859
33+775	E	30	27	751
33+750	E	30	27	865
33+725	E	30	27	751
33+700	E	29	27	635
33+675	E	29	27	835
33+650	E	30	27	751
33+625	E	30	27	736
33+600	E	29	27	1.036
33+575	E	30	27	968
33+550	E	30	27	650
33+525	E	30	27	497
33+500	E	30	27	451

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	
31+499	E	30	28	401
31+476	E	29	28	343
31+450	E	30	28	402
31+425	E	29	28	402
31+400	E	29	28	319
31+375	E	30	28	474
31+350	E	29	28	445
31+325	E	29	28	424
31+300	E	29	28	448
31+275	E	29	28	499
31+250	E	29	27	471
31+225	E	29	27	732
31+200	E	29	27	409
31+175	E	29	27	463
31+150	E	29	27	669
31+125	E	29	27	731
31+100	E	29	27	843
31+075	E	29	27	682
31+050	E	29	27	604
31+024	E	29	27	531
31+000	E	29	27	438
30+975	E	29	27	521
30+950	E	29	27	557
30+925	E	29	27	432
30+900	E	29	27	348
30+875	E	28	27	399
30+850	E	29	27	348
30+825	E	28	27	427
30+800	E	28	27	413
30+775	E	28	27	261
30+750	E	28	27	321
30+725	E	29	27	386
30+700	E	29	27	542
30+675	E	28	27	452
30+650	E	29	27	461
30+625	E	28	27	442
30+600	E	28	27	566
30+575	E	28	27	477
30+550	E	28	27	496
30+525	E	28	27	550
30+500	E	29	27	566

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	
111+000	E	30	29	224
110+975	E	30	29	411
110+950	E	30	29	440
110+925	E	32	29	357
110+900	E	29	29	285
110+875	E	32	29	657
110+850	E	30	29	312
110+825	E	30	29	193
110+800	E	30	29	268
110+775	E	29	29	494
110+750	E	31	29	679
110+725	E	32	29	569
110+700	E	34	29	635
110+675	E	34	29	236
110+650	E	31	29	334
110+625	E	30	29	306
110+600	E	32	29	289
110+575	E	31	29	485
110+550	E	32	29	633
110+525	E	32	29	614
110+500	E	32	29	407
110+475	E	30	29	266
110+450	E	30	29	345
110+425	E	32	29	409
110+400	E	31	29	553
110+375	E	33	29	515
110+350	E	35	29	547
110+325	E	31	29	465
110+300	E	29	29	729
110+275	E	30	29	490
110+250	E	30	29	230
110+225	E	33	29	276
110+200	E	33	29	173
110+175	E	32	28	205
110+150	E	32	28	626
110+125	E	33	28	559
110+100	E	33	28	710
110+075	E	34	28	406
110+050	E	33	28	309
110+025	E	33	28	327
110+000	E	33	28	401

MÉDIA		30	27	603
DESVIO		1	0	234
MÁXIMO		30	27	1036
MÍNIMO		29	26	288
COEF.VAR.		2%	1%	39%

MÉDIA		29	27	480
DESVIO		1	0	122
MÁXIMO		30	28	843
MÍNIMO		28	27	261
COEF.VAR.		2%	2%	25%

MÉDIA		32	29	424
DESVIO		2	0	159
MÁXIMO		35	29	729
MÍNIMO		29	28	173
COEF.VAR.		5%	1%	37%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO – FWD – DER/SC

Seção : S-34
 Rodovia : SC-427
 Trecho : VIDAL RAMOS-ITUPORANGA
 Ano : 2.001

Seção : S-35
 Rodovia : SC-427
 Trecho : VIDAL RAMOS-ITUPORANGA
 Ano : 2.001

Seção : S-36
 Rodovia : SC-427
 Trecho : VIDAL RAMOS-ITUPORANGA
 Ano : 2.001

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
8+500	D	26	26	263
8+524	D	26	26	372
8+550	D	26	26	443
8+575	D	26	26	415
8+600	D	26	26	352
8+625	D	26	26	292
8+650	D	26	26	410
8+675	D	25	26	346
8+700	D	26	26	349
8+725	D	26	26	429
8+750	D	25	26	423
8+775	D	26	26	464
8+800	D	25	26	436
8+825	D	25	26	408
8+850	D	26	26	442
8+875	D	26	26	514
8+900	D	26	26	584
8+925	D	26	26	471
8+950	D	25	26	379
8+975	D	26	26	382
9+000	D	26	26	397
9+025	D	26	26	469
9+050	D	26	26	446
9+075	D	26	26	364
9+100	D	26	26	380
9+125	D	26	26	393
9+150	D	26	26	443
9+175	D	26	26	360
9+200	D	26	26	336
9+225	D	26	26	373
9+250	D	26	26	521
9+275	D	25	26	594
9+300	D	25	26	515
9+325	D	25	25	730
9+350	D	26	25	575
9+375	D	25	25	565
9+400	D	26	25	577
9+425	D	25	25	399
9+451	D	26	25	333
9+475	D	25	25	375
9+500	D	25	25	500

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
11+100	D	26	25	891
11+125	D	20	20	664
11+150	D	20	20	871
11+175	D	20	20	629
11+200	D	20	20	518
11+225	D	19	20	493
11+250	D	20	20	417
11+275	D	20	20	429
11+300	D	21	20	436
11+325	D	19	20	335
11+350	D	19	20	339
11+375	D	19	20	369
11+400	D	19	20	415
11+425	D	19	20	349
11+450	D	19	20	442
11+475	D	19	20	542
11+500	D	19	20	607
11+525	D	19	20	569
11+550	D	19	20	530
11+575	D	19	20	497
11+600	D	19	20	633
11+625	D	19	20	494
11+650	D	19	20	858
11+675	D	19	20	541
11+700	D	19	20	834
11+725	D	19	20	556
11+750	D	19	20	554
11+775	D	19	20	448
11+800	D	19	20	389
11+825	D	19	20	485
11+850	D	19	20	289
11+875	D	19	20	381
11+900	D	19	20	545
11+925	D	19	20	321
11+950	D	19	20	286
11+975	D	19	20	266
12+000	D	20	20	396
12+025	D	20	20	524
12+050	D	20	20	521
12+075	D	20	20	620
12+100	D	20	20	568

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
17+100	D	24	21	575
17+125	D	24	22	569
17+150	D	24	22	532
17+175	D	25	22	524
17+200	D	25	22	503
17+225	D	25	22	467
17+250	D	25	22	373
17+275	D	24	22	541
17+300	D	25	22	335
17+325	D	25	22	429
17+350	D	25	22	411
17+375	D	25	22	761
17+400	D	26	22	686
17+425	D	26	22	1.120
17+450	D	26	22	528
17+476	D	25	22	347
17+500	D	26	22	480
17+526	D	26	22	499
17+550	D	26	22	552
17+575	D	26	22	701
17+600	D	26	22	446
17+625	D	26	22	659
17+650	D	26	22	408
17+675	D	26	22	340
17+700	D	26	22	414
17+725	D	27	22	382
17+750	D	26	22	430
17+775	D	26	23	458
17+800	D	26	23	538
17+825	D	26	23	480
17+851	D	27	23	347
17+875	D	26	23	398
17+900	D	26	23	511
17+926	D	26	23	505
17+950	D	26	23	349
17+975	D	27	23	426
18+000	D	27	23	446
18+025	D	27	23	524
18+051	D	27	23	410
18+076	D	27	23	496
18+100	D	28	23	370

MÉDIA		26	26	435
DESVIO		0	0	93
MÁXIMO		26	26	730
MÍNIMO		25	25	263
COEF.VAR.		2%	2%	21%

MÉDIA		19	20	509
DESVIO		1	1	156
MÁXIMO		26	25	891
MÍNIMO		19	20	266
COEF.VAR.		6%	4%	31%

MÉDIA		26	22	494
DESVIO		1	1	142
MÁXIMO		28	23	1120
MÍNIMO		24	21	335
COEF.VAR.		4%	2%	29%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO – FWD – DER/SC

Seção : S-37
 Rodovia : SC-427
 Trecho : ITUPORANGA-PETROLANDIA
 Ano : 2.001

Seção : S-38
 Rodovia : SC-302
 Trecho : ITUPORANGA-ALFREDO WAGNER
 Ano : 2.001

Seção : S-39
 Rodovia : SC-302
 Trecho : ITUPORANGA-ALFREDO WAGNER
 Ano : 2.001

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
35+800	E	36	31	265
35+775	E	37	31	309
35+750	E	37	31	310
35+725	E	32	31	378
35+700	E	31	31	412
35+675	E	32	30	310
35+650	E	33	30	272
35+625	E	37	30	357
35+600	E	37	30	429
35+575	E	33	30	360
35+550	E	37	30	404
35+525	E	37	30	424
35+500	E	38	30	408
35+475	E	37	30	481
35+450	E	37	30	433
35+425	E	37	30	411
35+400	E	37	30	467
35+375	E	37	30	475
35+350	E	31	30	494
35+325	E	34	30	505
35+300	E	30	30	429
35+275	E	30	30	363
35+250	E	37	30	405
35+225	E	37	30	326
35+200	E	37	30	373
35+175	E	37	30	315
35+150	E	36	30	557
35+125	E	36	30	461
35+100	E	37	30	508
35+074	E	37	30	568
35+050	E	31	30	531
35+025	E	30	30	457
35+000	E	32	30	482
34+975	E	30	30	503
34+950	E	32	30	449
34+924	E	31	30	524
34+900	E	34	30	432
34+875	E	30	30	448
34+850	E	37	29	439
34+825	E	36	29	511
34+800	E	36	29	485

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
305+000	E	23	25	230
304+974	E	23	25	236
304+950	E	23	25	231
304+924	E	23	25	265
304+900	E	24	25	266
304+875	E	23	25	250
304+850	E	23	25	282
304+825	E	23	25	298
304+800	E	23	25	325
304+775	E	23	25	379
304+750	E	23	25	427
304+725	E	23	25	266
304+700	E	23	25	323
304+675	E	23	25	291
304+650	E	23	25	246
304+625	E	23	25	228
304+599	E	24	25	351
304+575	E	23	25	394
304+550	E	23	25	487
304+525	E	23	25	506
304+500	E	23	25	524
304+474	E	23	25	581
304+449	E	23	25	334
304+424	E	23	25	376
304+400	E	23	25	292
304+375	E	23	25	286
304+350	E	23	25	310
304+325	E	23	25	357
304+300	E	23	25	414
304+275	E	23	25	331
304+250	E	23	25	336
304+225	E	23	25	279
304+200	E	23	25	359
304+175	E	23	25	285
304+150	E	23	25	268
304+125	E	23	25	323
304+100	E	23	25	274
304+075	E	23	25	332
304+050	E	23	25	287
304+025	E	23	25	359
304+000	E	23	25	291

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
318+000	E	33	31	626
317+975	E	22	29	520
317+950	E	21	29	353
317+925	E	21	29	313
317+900	E	21	29	341
317+875	E	21	29	307
317+850	E	21	29	315
317+825	E	21	29	392
317+800	E	21	29	338
317+775	E	22	29	387
317+750	E	21	29	424
317+725	E	22	29	419
317+700	E	22	29	351
317+675	E	21	29	361
317+650	E	21	29	338
317+625	E	21	29	324
317+600	E	22	29	410
317+575	E	22	29	497
317+550	E	22	29	326
317+524	E	21	29	518
317+500	E	21	29	442
317+475	E	22	29	378
317+449	E	22	29	404
317+425	E	22	29	433
317+400	E	22	29	351
317+375	E	22	29	381
317+350	E	22	29	483
317+325	E	22	28	511
317+300	E	22	28	661
317+275	E	21	28	373
317+250	E	22	28	317
317+225	E	21	28	426
317+200	E	22	28	484
317+175	E	22	28	499
317+150	E	22	28	466
317+124	E	22	28	411
317+100	E	22	28	478
317+075	E	22	28	313
317+050	E	22	28	335
317+025	E	22	28	430
317+000	E	22	28	398

MÉDIA		35	30	426
DESVIO		3	0	77
MÁXIMO		38	31	568
MÍNIMO		30	29	265
COEF.VAR.		8%	1%	18%

MÉDIA		23	25	329
DESVIO		0	0	83
MÁXIMO		24	25	581
MÍNIMO		23	25	228
COEF.VAR.		1%	0%	25%

MÉDIA		22	29	411
DESVIO		2	1	84
MÁXIMO		33	31	661
MÍNIMO		21	28	307
COEF.VAR.		8%	2%	20%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO – FWD – DER/SC

Seção : S-40
Rodovia : SC-302
Trecho : ITUPORANGA-ALFREDO WAGNEF
Ano : 2.001

Seção : S-41
Rodovia : SC-302
Trecho : ITUPORANGA-ALFREDO WAGNEF
Ano : 2.001

Seção : S-42
Rodovia : SC-408
Trecho : ANTONIO CARLOS-BIGUACU
Ano : 2.001

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
338+000	D	23	20	553
338+025	D	23	20	417
338+051	D	23	20	477
338+075	D	23	20	508
338+100	D	22	20	552
338+125	D	23	20	487
338+150	D	23	20	399
338+175	D	23	20	389
338+200	D	23	20	633
338+225	D	23	20	524
338+226	D	23	20	512
338+250	D	23	20	451
338+275	D	23	20	580
338+300	D	23	20	578
338+325	D	24	20	423
338+350	D	24	21	330
338+375	D	24	21	488
338+400	D	24	21	291
338+425	D	23	21	294
338+450	D	23	21	376
338+475	D	24	21	304
338+500	D	24	21	364
338+525	D	23	21	255
338+551	D	24	21	209
338+575	D	23	21	176
338+600	D	23	21	182
338+625	D	23	21	278
338+650	D	24	21	332
338+675	D	24	21	361
338+701	D	24	21	281
338+725	D	24	21	294
338+750	D	24	21	276
338+775	D	24	21	382
338+800	D	24	21	335
338+825	D	24	21	319
338+850	D	24	21	334
338+875	D	24	22	398
338+900	D	24	22	366
338+925	D	25	22	391
338+951	D	25	22	357
338+975	D	24	22	337
339+000	D	24	22	410

MÉDIA		24	21	382
DESVIO		1	1	108
MÁXIMO		25	22	633
MÍNIMO		22	20	176
COEF.VAR.		3%	3%	28%

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
343+000	D	24	23	609
343+026	D	24	23	487
343+050	D	24	23	439
343+074	D	24	23	384
343+100	D	24	23	300
343+125	D	25	23	363
343+150	D	25	23	240
343+175	D	24	23	334
343+200	D	24	23	509
343+225	D	24	23	502
343+250	D	24	23	574
343+275	D	25	23	511
343+300	D	25	23	458
343+325	D	25	23	420
343+350	D	25	23	638
343+375	D	25	23	565
343+400	D	25	23	575
343+425	D	25	23	690
343+450	D	25	23	591
343+475	D	25	23	714
343+500	D	25	23	698
343+526	D	26	24	689
343+550	D	25	24	645
343+576	D	25	24	536
343+600	D	25	24	386
343+625	D	25	24	389
343+650	D	26	24	482
343+675	D	25	24	424
343+700	D	25	24	420
343+725	D	25	24	378
343+750	D	25	24	391
343+776	E	25	24	322
343+775	D	26	24	357
343+800	D	25	24	514
343+825	D	25	24	410
343+850	D	25	24	556
343+875	D	26	24	460
343+900	D	25	24	455
343+925	D	25	24	499
343+950	D	25	24	741
343+975	D	25	24	536

MÉDIA		25	23	492
DESVIO		1	1	123
MÁXIMO		26	24	741
MÍNIMO		24	23	240
COEF.VAR.		2%	2%	25%

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
91+000	D	23	20	481
91+025	D	23	20	426
91+050	D	24	20	531
91+075	D	23	20	505
91+099	D	23	21	614
91+125	D	24	21	523
91+150	D	23	21	660
91+175	D	23	21	603
91+200	D	24	21	915
91+225	D	23	21	670
91+250	D	24	21	695
91+276	D	24	21	649
91+300	D	24	21	557
91+325	D	24	21	815
91+350	D	24	21	590
91+376	D	24	21	823
91+400	D	24	21	897
91+425	D	24	21	926
91+450	D	24	21	692
91+475	D	24	21	681
91+500	D	24	21	524
91+525	D	24	21	533
91+551	D	25	21	485
91+575	D	24	21	316
91+600	D	23	21	355
91+625	D	25	21	367
91+650	D	25	21	626
91+675	D	25	21	826
91+700	D	25	21	838
91+725	D	25	21	743
91+750	D	26	21	1.078
91+775	D	25	21	1.108
91+800	D	26	21	1.446
91+825	D	25	21	1.117
91+850	D	25	22	996
91+875	D	26	22	1.009
91+900	D	26	22	1.080
91+925	D	26	22	723
91+950	D	26	22	584
91+975	D	26	22	493
92+000	D	26	22	664

MÉDIA		24	21	711
DESVIO		1	1	244
MÁXIMO		26	22	1446
MÍNIMO		23	20	316
COEF.VAR.		4%	2%	34%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO – FWD – DER/SC

Seção : S-43
 Rodovia : SC-434
 Trecho : GAROPABA-ENTR.BR-101
 Ano : 2.001

Seção : S-44
 Rodovia : SC-434
 Trecho : GAROPABA-ENTR.BR-101
 Ano : 2.001

Seção : S-45
 Rodovia : SC-437
 Trecho : ENTR.BR-101-IMARUI
 Ano : 2.001

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	
3+000	E	35	28	389
2+975	E	35	28	523
2+951	E	34	28	345
2+924	E	34	28	284
2+900	E	34	28	369
2+875	E	34	28	355
2+850	E	34	28	352
2+825	E	34	28	401
2+800	E	34	28	381
2+775	E	34	28	430
2+750	E	34	28	456
2+725	E	33	28	345
2+700	E	33	28	360
2+675	E	33	28	417
2+650	E	34	28	272
2+625	E	34	28	159
2+601	E	34	28	316
2+574	E	34	28	306
2+550	E	34	28	366
2+525	E	34	28	318
2+500	E	34	28	354
2+475	E	34	28	352
2+450	E	34	28	280
2+425	E	34	28	258
2+400	E	34	28	421
2+375	E	34	28	395
2+350	E	34	28	355
2+325	E	33	28	312
2+300	E	33	28	303
2+275	E	33	28	261
2+250	E	34	28	393
2+225	E	33	27	436
2+200	E	33	27	465
2+174	E	33	27	335
2+150	E	33	27	272
2+125	E	33	27	315
2+101	E	33	27	334
2+075	E	33	27	401
2+050	E	33	27	452
2+024	E	32	27	455
2+000	E	32	27	470

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	
10+000	E	34	29	294
9+975	E	34	29	328
9+950	E	34	29	375
9+924	E	34	29	281
9+900	E	34	29	257
9+875	E	34	29	384
9+850	E	34	29	429
9+825	E	34	29	379
9+800	E	34	29	423
9+775	E	34	29	364
9+750	E	34	29	358
9+725	E	34	29	322
9+700	E	33	29	348
9+675	E	34	29	393
9+650	E	34	29	328
9+625	E	34	29	393
9+601	E	34	29	388
9+575	E	34	29	349
9+550	E	34	29	372
9+524	E	34	29	436
9+500	E	33	29	318
9+474	E	33	29	334
9+450	E	34	29	347
9+425	E	33	29	337
9+400	E	34	29	332
9+375	E	34	29	316
9+350	E	34	29	370
9+325	E	34	29	420
9+300	E	34	29	375
9+275	E	34	29	372
9+250	E	34	29	329
9+224	E	33	29	343
9+200	E	33	29	306
9+175	E	34	29	313
9+150	E	34	29	324
9+125	E	34	29	132
9+100	E	34	28	125
9+074	E	34	28	298
9+050	E	34	28	306
9+025	E	34	28	301
9+000	E	34	28	300

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	
7+000	D	28	27	276
7+025	D	28	27	281
7+050	D	26	27	287
7+076	D	26	27	296
7+100	D	27	27	306
7+125	D	27	27	276
7+150	D	27	27	284
7+175	D	27	27	262
7+200	D	27	27	243
7+225	D	27	27	288
7+250	D	27	27	283
7+275	D	27	27	272
7+300	D	27	27	297
7+325	D	28	27	285
7+350	D	27	27	321
7+375	D	27	27	249
7+400	D	27	27	288
7+425	D	27	27	306
7+450	D	27	27	324
7+475	D	27	26	321
7+501	D	27	26	322
7+525	D	27	26	277
7+550	D	27	26	320
7+575	D	27	26	309
7+599	D	27	26	319
7+625	D	27	26	398
7+650	D	27	26	367
7+676	D	27	26	318
7+700	D	27	26	327
7+725	D	27	26	303
7+750	D	27	26	288
7+775	D	27	26	288
7+800	D	27	26	276
7+825	D	27	26	321
7+850	D	27	26	322
7+875	D	27	26	335
7+899	D	27	26	379
7+925	D	27	26	303
7+951	D	28	26	306
7+976	D	27	26	281
8+000	D	28	26	383

MÉDIA		34	28	360
DESVIO		1	0	72
MÁXIMO		35	28	523
MÍNIMO		32	27	159
COEF.VAR.		2%	2%	20%

MÉDIA		34	29	337
DESVIO		0	0	63
MÁXIMO		34	29	436
MÍNIMO		33	28	125
COEF.VAR.		1%	1%	19%

MÉDIA		27	26	305
DESVIO		0	1	34
MÁXIMO		28	27	398
MÍNIMO		26	26	243
COEF.VAR.		2%	2%	11%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO – FWD – DER/SC

Seção : S-46
 Rodovia : SC-437
 Trecho : ENTR.BR-101-IMARUI
 Ano : 2.001

Seção : S-47
 Rodovia : SC-431
 Trecho : ARMAZEM-GRAVATAL
 Ano : 2.001

Seção : S-48
 Rodovia : SC-442
 Trecho : ARROIO CORRENTES- JAGUARUNA
 Ano : 2.001

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
12+000	D	27	25	547
12+026	D	27	25	508
12+050	D	28	25	354
12+075	D	27	25	381
12+100	D	27	25	533
12+125	D	27	25	176
12+150	D	27	25	237
12+175	D	27	25	133
12+200	D	27	25	209
12+225	D	26	25	309
12+251	D	27	25	348
12+275	D	27	25	419
12+300	D	27	25	456
12+325	D	27	25	388
12+350	D	27	25	396
12+375	D	27	25	389
12+400	D	27	25	363
12+425	D	27	25	275
12+450	D	27	25	240
12+476	D	27	25	257
12+500	D	27	25	249
12+525	D	27	25	208
12+550	D	27	25	324
12+575	D	27	25	328
12+600	D	27	25	325
12+625	D	27	25	318
12+650	D	27	25	298
12+675	D	27	25	312
12+700	D	27	25	310
12+725	D	27	25	291
12+750	D	27	25	324
12+775	D	27	25	334
12+800	D	27	25	295
12+825	D	27	25	319
12+851	D	27	25	265
12+875	D	27	25	337
12+900	D	27	25	344
12+925	D	27	25	319
12+950	D	27	25	307
12+976	D	27	25	306
13+000	D	27	25	293

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
98+000	E	16	13	819
97+975	E	16	13	840
97+950	E	16	13	867
97+924	E	16	13	803
97+900	E	16	13	841
97+875	E	16	13	881
97+850	E	16	13	948
97+825	E	16	13	888
97+800	E	16	13	748
97+775	E	16	13	1.008
97+750	E	16	13	837
97+725	E	16	13	992
97+700	E	16	13	1.076
97+675	E	16	13	929
97+650	E	16	13	966
97+624	E	16	13	1.161
97+600	E	16	13	1.386
97+574	E	17	13	1.145
97+550	E	17	13	890
97+525	E	17	13	1.209
97+500	E	17	13	1.147
97+475	E	18	13	1.046
97+450	E	17	13	1.398
97+424	E	18	13	828
97+400	E	17	14	306
97+375	E	17	14	1.031
97+350	E	18	14	571
97+324	E	18	14	464
97+300	E	18	14	289
97+275	E	18	14	355
97+250	E	18	14	458
97+225	E	18	14	584
97+200	E	18	14	1.002
97+175	E	18	14	499
97+150	E	18	14	386
97+125	E	17	14	543
97+100	E	18	14	663
97+075	E	18	14	707
97+050	E	18	14	466
97+025	E	18	14	612
97+000	E	18	14	705

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
10+000	E	20	20	171
9+975	E	20	20	213
9+950	E	20	20	298
9+925	E	20	20	341
9+900	E	20	20	233
9+875	E	20	20	245
9+850	E	20	20	173
9+825	E	20	20	196
9+800	E	20	20	297
9+775	E	20	20	291
9+750	E	20	20	394
9+725	E	20	20	278
9+700	E	20	20	227
9+675	E	20	20	300
9+650	E	20	20	281
9+625	E	20	20	175
9+601	E	20	20	132
9+575	E	20	20	145
9+550	E	20	20	187
9+525	E	20	20	210
9+501	E	20	20	313
9+476	E	20	20	138
9+450	E	20	20	202
9+425	E	20	20	186
9+400	E	20	20	246
9+376	E	20	19	259
9+350	E	20	19	239
9+325	E	20	19	193
9+300	E	20	19	150
9+275	E	20	19	248
9+250	E	20	19	316
9+225	E	20	19	550
9+200	E	20	19	294
9+175	E	20	19	324
9+150	E	20	19	199
9+124	E	20	19	242
9+101	E	20	19	252
9+075	E	20	19	211
9+050	E	20	19	162
9+025	E	20	19	155
9+000	E	20	19	174

MÉDIA		27	25	325
DESVIO		0	0	86
MÁXIMO		28	25	547
MÍNIMO		26	25	133
COEF.VAR.		1%	0%	26%

MÉDIA		17	13	812
DESVIO		1	0	282
MÁXIMO		18	14	1398
MÍNIMO		16	13	289
COEF.VAR.		5%	4%	35%

MÉDIA		20	20	240
DESVIO		0	0	80
MÁXIMO		20	20	550
MÍNIMO		20	19	132
COEF.VAR.		0%	3%	33%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO – FWD – DER/SC

Seção : S-49
Rodovia : SC-443
Trecho : MORRO DA FUMACA - CRICIUMA
Ano : 2.001

Seção : S-50
Rodovia : SC-444
Trecho : CRICIUMA - ICARA - ENTR.BR-101
Ano : 2.001

Seção : S-51
Rodovia : SC-487
Trecho : LAGOA DOS ESTAVES-SC-444
Ano : 2.001

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	
17+000	D	23	22	496
17+026	D	23	22	395
17+050	D	23	22	398
17+075	D	23	23	337
17+100	D	23	23	411
17+125	D	23	23	505
17+150	D	24	23	480
17+175	D	24	23	493
17+200	D	24	23	476
17+225	D	24	23	403
17+250	D	24	23	569
17+275	D	23	23	563
17+300	D	24	23	541
17+325	D	24	23	653
17+350	D	24	23	423
17+375	D	24	23	279
17+400	D	23	23	340
17+425	D	23	23	290
17+451	D	24	23	399
17+475	D	24	23	309
17+500	D	24	23	289
17+525	D	22	23	332
17+550	D	22	23	360
17+575	D	23	23	360
17+600	D	22	23	257
17+625	D	22	23	360
17+650	D	24	23	309
17+675	D	24	23	369
17+700	D	24	23	493
17+725	D	24	23	530
17+750	D	24	23	328
17+775	D	24	23	274
17+800	D	24	23	283
17+825	D	24	23	436
17+850	D	24	23	461
17+875	D	24	23	394
17+900	D	24	23	394
17+924	D	24	23	360
17+950	D	24	24	310
17+975	D	25	24	336
18+000	D	25	24	379

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	
8+000	D	26	27	477
8+025	D	26	27	467
8+050	D	25	27	307
8+075	D	26	27	405
8+100	D	26	27	508
8+125	D	26	27	515
8+150	D	26	26	390
8+175	D	26	26	384
8+200	D	26	26	304
8+225	D	26	26	288
8+250	D	26	26	370
8+275	D	26	26	268
8+300	D	25	26	269
8+325	D	26	26	298
8+351	D	26	26	319
8+375	D	26	26	367
8+400	D	26	26	393
8+425	D	26	26	480
8+450	D	26	26	402
8+475	D	26	26	351
8+500	D	26	26	424
8+525	D	26	26	384
8+550	D	26	26	401
8+576	D	26	26	353
8+600	D	26	26	378
8+625	D	26	26	435
8+650	D	26	26	558
8+675	D	26	26	558
8+700	D	27	26	459
8+725	D	26	26	554
8+751	D	26	26	650
8+775	D	26	26	621
8+800	D	26	26	726
8+825	D	27	26	571
8+850	D	27	26	593
8+875	D	27	26	885
8+900	D	27	26	544
8+925	D	27	26	568
8+951	D	27	26	888
8+975	D	27	26	868
9+000	D	27	26	1.067

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	
3+000	E	25	25	272
2+975	E	25	25	262
2+950	E	25	25	322
2+925	E	25	25	323
2+900	E	25	25	249
2+875	E	25	25	295
2+850	E	25	25	240
2+825	E	26	25	262
2+800	E	25	25	249
2+775	E	25	25	313
2+750	E	25	25	288
2+725	E	25	25	294
2+700	E	25	25	322
2+675	E	25	25	303
2+650	E	25	25	289
2+625	E	25	25	352
2+600	E	25	25	209
2+574	E	25	25	310
2+550	E	25	25	297
2+525	E	25	25	351
2+500	E	25	24	267
2+475	E	25	24	291
2+450	E	25	24	309
2+425	E	24	24	294
2+400	E	25	24	293
2+375	E	25	24	353
2+350	E	24	24	391
2+325	E	25	24	306
2+300	E	25	24	545
2+275	E	25	24	303
2+250	E	25	24	201
2+225	E	24	24	319
2+200	E	24	24	233
2+175	E	24	24	252
2+150	E	24	24	286
2+125	E	24	24	317
2+100	E	24	24	345
2+075	E	24	24	297
2+050	E	24	24	313
2+025	E	24	24	307
1+999	E	24	24	288

MÉDIA		24	23	399
DESVIO		1	0	94
MÁXIMO		25	24	653
MÍNIMO		22	22	257
COEF.VAR.		3%	2%	24%

MÉDIA		26	26	489
DESVIO		0	0	184
MÁXIMO		27	27	1067
MÍNIMO		25	26	268
COEF.VAR.		2%	1%	38%

MÉDIA		25	24	300
DESVIO		1	1	55
MÁXIMO		26	25	545
MÍNIMO		24	24	201
COEF.VAR.		2%	2%	18%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO – FWD – DER/SC

Seção : S-52
 Rodovia : SC-447
 Trecho : NOVA VENEZA - CARAVAGIO
 Ano : 2.001

Seção : S-53
 Rodovia : SC-448
 Trecho : ENTR.BR-101 -ERMO -ENTR.SCT2
 Ano : 2.001

Seção : S-54
 Rodovia : SC-483
 Trecho : JACINTO MACHADO - ERMO
 Ano : 2.001

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
43+000	D	25	24	240
43+025	D	25	24	322
43+050	D	24	24	312
43+075	D	23	24	385
43+101	D	24	24	266
43+125	D	23	24	353
43+150	D	24	24	177
43+176	D	25	24	382
43+200	D	25	24	321
43+225	D	23	24	290
43+250	D	22	24	160
43+275	D	24	24	196
43+300	D	23	24	267
43+325	D	22	24	319
43+350	D	25	24	205
43+375	D	25	25	372
43+400	D	21	25	312
43+426	D	22	25	577
43+450	D	20	25	289
43+475	D	20	25	344
43+501	D	20	25	367
43+525	D	22	25	324
43+551	D	20	25	214
43+575	D	23	25	327
43+600	D	23	25	225
43+625	D	24	25	448
43+650	D	25	25	336
43+675	D	24	25	382
43+700	D	24	25	215
43+725	D	24	25	310
43+750	D	23	25	312
43+775	D	23	25	427
43+800	D	23	25	420
43+825	D	25	25	442
43+850	D	25	25	427
43+875	D	25	25	348
43+900	D	25	25	484
43+925	D	26	25	230
43+950	D	27	25	266
43+975	D	26	25	287
44+000	D	26	25	375

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
43+000	E	29	26	421
42+975	E	29	26	438
42+951	E	29	26	319
42+925	E	29	26	312
42+900	E	29	26	387
42+875	E	24	26	333
42+850	E	29	26	366
42+825	E	23	26	275
42+800	E	29	26	352
42+775	E	29	26	555
42+750	E	29	26	443
42+725	E	29	26	392
42+700	E	29	26	589
42+675	E	29	27	562
42+650	E	30	27	448
42+625	E	30	27	427
42+600	E	30	27	524
42+574	E	29	27	420
42+550	E	30	27	382
42+525	E	30	27	547
42+500	E	29	27	382
42+475	E	29	27	422
42+451	E	30	27	388
42+424	E	30	27	468
42+400	E	30	27	399
42+375	E	30	27	354
42+350	E	30	27	490
42+325	E	30	27	626
42+300	E	28	27	412
42+275	E	30	27	376
42+250	E	25	27	242
42+225	E	30	27	341
42+200	E	30	27	530
42+175	E	29	27	300
42+150	E	30	27	436
42+125	E	29	27	420
42+100	E	30	27	420
42+074	E	30	27	356
42+051	E	30	27	497
42+025	E	30	27	493

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
44+001	E	29	26	438
43+974	E	29	26	477
43+950	E	29	26	408
43+925	E	29	26	367
43+900	E	29	26	445
43+875	E	29	26	446
43+850	E	29	26	463
43+825	E	29	26	698
43+800	E	28	26	469
43+775	E	29	26	438
43+750	E	28	26	456
43+725	E	29	26	438
43+700	E	28	26	395
43+675	E	28	26	413
43+650	E	28	26	433
43+625	E	29	26	463
43+600	E	28	26	556
43+575	E	28	26	426
43+550	E	28	26	395
43+524	E	29	26	364
43+500	E	29	26	426
43+475	E	28	26	418
43+450	E	28	26	363
43+425	E	28	26	421
43+400	E	28	26	417
43+375	E	28	26	454
43+350	E	28	26	443
43+325	E	27	26	411
43+300	E	28	26	487
43+275	E	29	26	455
43+250	E	29	26	500
43+225	E	28	26	364
43+200	E	28	26	382
43+175	E	28	26	443
43+150	E	28	26	467
43+125	E	28	26	398
43+100	E	28	26	446
43+075	E	28	26	385
43+050	E	28	26	359
43+025	E	28	26	391

MÉDIA		24	25	323
DESVIO		2	0	88
MÁXIMO		27	25	577
MÍNIMO		20	24	160
COEF. VAR.		7%	2%	27%

MÉDIA		29	27	421
DESVIO		2	0	87
MÁXIMO		30	27	626
MÍNIMO		23	26	242
COEF. VAR.		5%	2%	21%

MÉDIA		28	26	435
DESVIO		1	0	60
MÁXIMO		29	26	698
MÍNIMO		27	26	359
COEF. VAR.		2%	0%	14%

RESULTADO DAS DEFLEXÕES DO PAVIMENTO – FWD – DER/SC

Seção : S-55
 Rodovia : SC-446
 Trecho : ORLEANS - URUSSANGA
 Ano : 2.001

Seção : S-56
 Rodovia : SC-446
 Trecho : CRICIUMA - COCAL DO SUL - URUSSANGA
 Ano : 2.001

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
6+000	D	22	23	438
6+026	D	23	23	556
6+050	D	23	23	536
6+075	D	22	23	464
6+100	D	23	23	303
6+125	D	23	23	403
6+150	D	23	23	361
6+175	D	23	23	296
6+200	D	23	23	367
6+225	D	23	23	381
6+250	D	23	23	410
6+275	D	23	23	623
6+300	D	23	23	453
6+325	D	23	23	325
6+350	D	23	23	344
6+375	D	23	23	335
6+400	D	23	23	282
6+425	D	23	23	298
6+450	D	23	23	363
6+475	D	23	23	438
6+500	D	22	23	509
6+525	D	23	23	465
6+549	D	23	23	341
6+575	D	23	23	379
6+600	D	23	23	347
6+625	D	23	23	347
6+650	D	23	23	239
6+675	D	23	23	312
6+700	D	23	23	379
6+725	D	23	23	287
6+750	D	23	23	291
6+775	D	23	23	272
6+800	D	23	23	318
6+825	D	23	23	361
6+850	D	23	23	240
6+875	D	23	23	315
6+900	D	23	23	422
6+925	D	23	23	385
6+950	D	23	23	429
6+975	D	23	23	363
7+000	D	23	23	461

km	Lado	Temp. (°C)		Deflexão (µm)
		Revest.	Amb.	D0
32+000	E	22	23	332
31+975	E	22	23	607
31+949	E	22	23	488
31+925	E	22	23	494
31+901	E	23	23	414
31+875	E	22	23	699
31+850	E	23	23	596
31+825	E	22	23	672
31+800	E	22	23	745
31+775	E	22	23	484
31+750	E	22	23	613
31+725	E	22	23	744
31+700	E	23	23	663
31+675	E	23	23	726
31+650	E	23	23	491
31+625	E	23	23	699
31+600	E	23	23	568
31+575	E	23	23	518
31+550	E	23	23	562
31+524	E	22	23	483
31+499	E	22	23	750
31+475	E	22	23	790
31+451	E	22	23	916
31+424	E	22	23	558
31+399	E	22	23	503
31+375	E	23	23	390
31+350	E	23	23	461
31+325	E	22	23	469
31+300	E	23	23	750
31+274	E	23	23	491
31+250	E	22	23	583
31+225	E	22	23	354
31+200	E	22	23	663
31+175	E	22	22	624
31+151	E	22	22	729
31+125	E	22	22	478
31+100	E	22	22	344
31+075	E	22	22	423
31+050	E	22	22	419
31+024	E	22	22	953
31+000	E	22	22	531

MÉDIA		23	23	377
DESVIO		0	0	85
MÁXIMO		23	23	623
MÍNIMO		22	23	239
COEF. VAR.		1%	0%	23%

MÉDIA		22	23	580
DESVIO		0	0	149
MÁXIMO		23	23	953
MÍNIMO		22	22	332
COEF. VAR.		2%	2%	26%

A-3. ESTUDO DA CORREÇÃO DA DEFLEXÃO PELA TEMPERATURA

A-3.1 Correção da deflexão pela temperatura

Conforme observado no quadro 4.1, é grande a variação de temperatura do revestimento em cada segmento e para cada um dos tipos de ensaios realizados. A temperatura do ar durante execução variou de 13°C a 36°C e a temperatura no revestimento variou de 16°C a 53°C. A temperatura média do pavimento obtida no levantamento com a viga Benkelman foi de 33°C, com valor máximo de 53°C e mínimo de 20°C. No levantamento com o FWD, a temperatura média foi de 29°C, com valor máximo de 43°C e mínimo de 16°C.

Utilizou-se, então, os fatores de correção da deflexão em função da temperatura do pavimento apresentados no Guia da AASHTO (AASHTO, 1986), afim de que todos os valores utilizados nas comparações estivessem referenciados à mesma temperatura (20°C). Foram utilizadas as curvas para correção da deflexão em camadas asfálticas de 5,0cm (estruturas tipo I a IV) e de 10,0cm (estruturas tipo V a VIII). O gráfico temperatura (°F) x fator de ajuste da temperatura está apresentado na figura A-3.1.

A partir da temperatura do revestimento no momento do ensaio, define-se através do gráfico da figura A-3.1, o fator de ajuste, a qual deverá ser multiplicado pelas deflexões obtidas com a viga Benkelman.

No quadro A-3.1 estão os valores das deflexões corrigidos em função da temperatura. Com a correção da deflexão pela temperatura, o intervalo de valores de deflexão obtidos com a viga Benkelman ficou entre 11×10^{-2} mm e 166×10^{-2} mm e com o FWD, entre 10×10^{-2} mm e 143×10^{-2} mm, como pode ser observado no quadro A-3.2.

Os valores de deflexão média obtidos em cada segmento passaram a variar de 22×10^{-2} mm a 93×10^{-2} mm e de 24×10^{-2} mm a 83×10^{-2} mm, com o emprego da viga Benkelman e com o FWD, respectivamente. Considerando-se a correção pela temperatura, a deflexão média calculada com todos os dados do levantamento realizado com a viga resulta em valor 12% maior que do FWD, contra os 26% sem a correção.

As deflexões características variaram de 28×10^{-2} mm a 125×10^{-2} mm com a viga e de 29×10^{-2} mm a 113×10^{-2} mm com o FWD. Com a correção pela temperatura houve uma redução de 8% no valor da deflexão característica da viga Benkelman e aumento de 4% na deflexão do FWD. A influência da correção pela temperatura é maior nas deflexões obtidas com a viga

Benkelman, conforme pode ser verificado no quadro 4.1, justificada pelo intervalo mais amplo de temperatura obtido do levantamento com este equipamento e, ainda, estes valores apresentam-se mais distantes da temperatura de referência de 20°C. Conseqüentemente, a correção a ser empregada é maior.

Estes resultados demonstram que a correção da deflexão pela temperatura pode ser um procedimento importante, visto ser este, um dos parâmetros envolvidos nos projetos de restauração e de influência direta na determinação da espessura de reforço do pavimento. Embora não se tenha dados sobre a temperatura média anual do revestimento asfáltico no Estado de Santa Catarina, é de se esperar que esta seja maior que 20°C considerando o clima da região. Porém, empregou-se as curvas da AASHTO, pela confiabilidade do estudo e por não terem sido encontradas na literatura pesquisada curvas para correção dos valores de deflexão que considerassem conversão para temperaturas padrão maiores.

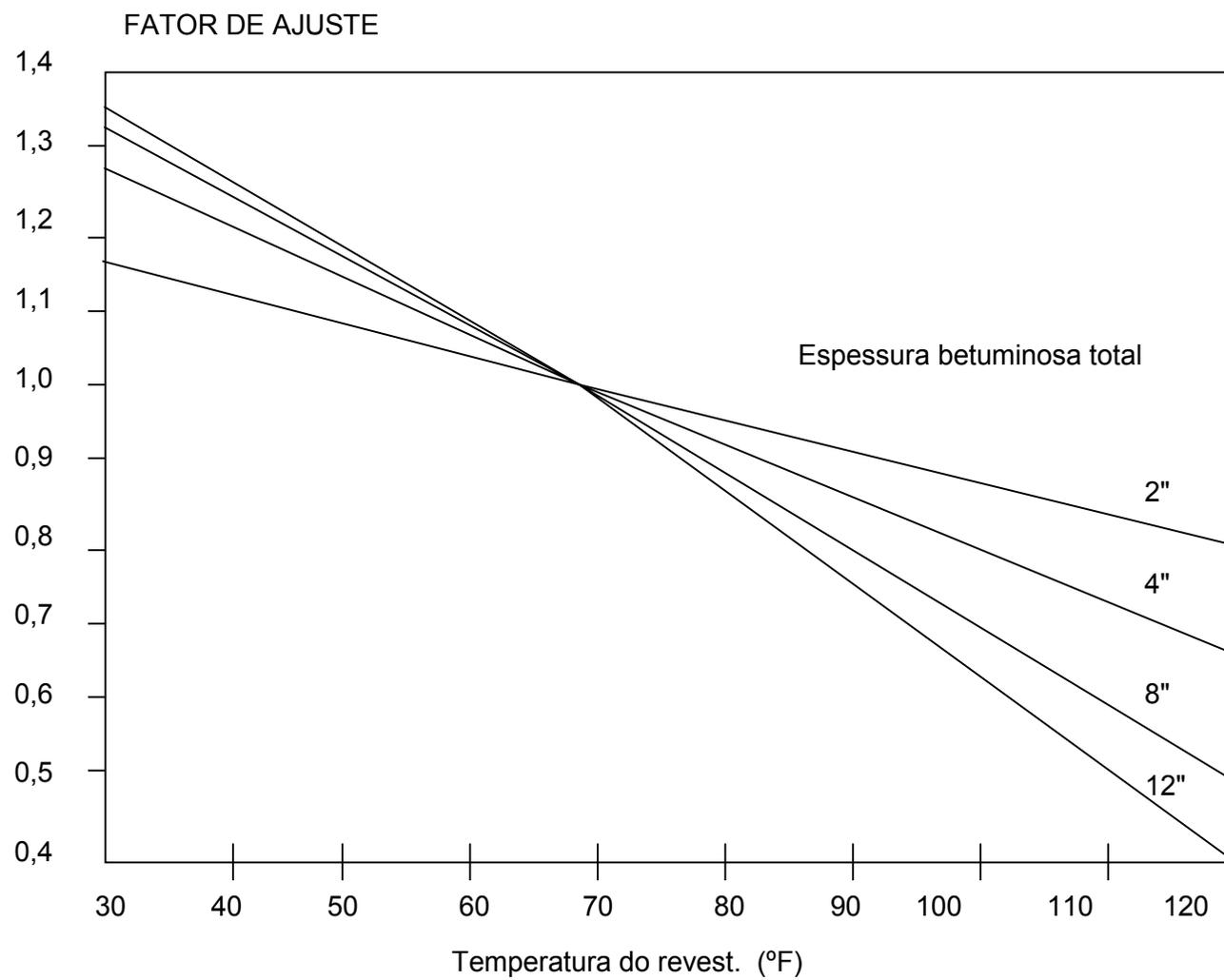


FIGURA A-3.1 -Gráfico da AASHTO para ajuste pela temperatura (AASHTO, 1986)

QUADRO A-3.1 -Resultados estatísticos das deflexões viga Benkelman e FWD (corrigidas para a temperatura padrão de 20°C)

SEG. - ESTRUT.	DEFLEXÃO VIGA BENKELMAN (x10 ⁻² mm)						DEFLEXÃO FWD (x10 ⁻² mm)					
	MÉDIA	DESVIO	Dc	MÁX	MÍN	C.V. (%)	MÉDIA	DESVIO	Dc	MÁX	MÍN	C.V. (%)
S-01-II	44	15	59	76	19	34	38	12	50	75	19	32
S-02-II	70	14	84	114	43	20	60	12	72	89	34	20
S-03-VIII	32	12	44	82	17	37	31	11	42	77	18	34
S-04-VIII	30	10	40	70	17	34	30	10	40	70	20	32
S-05-I	32	11	43	64	19	32	36	7	43	60	25	20
S-06-I	34	12	46	63	19	37	31	8	39	49	20	26
S-07-I	53	13	66	88	33	24	52	8	60	66	33	15
S-08-II	71	17	88	123	42	23	49	10	59	77	33	21
S-09-II	44	26	70	110	18	58	48	12	60	80	30	26
S-10-VI	31	6	37	45	22	21	34	7	41	47	21	21
S-11-VI	31	7	38	53	20	21	32	6	38	50	23	20
S-12-I	50	17	67	131	37	35	43	17	60	121	21	39
S-13-II	57	20	77	102	30	35	49	15	64	86	25	32
S-14-II	45	9	54	68	29	21	39	8	47	57	23	22
S-15-VI	32	8	40	55	21	25	36	9	45	54	19	26
S-16-I	38	8	46	72	25	22	37	10	47	66	20	26
S-17-I	69	20	89	112	38	29	43	10	53	62	28	24
S-18-V	36	8	44	55	21	22	28	6	34	41	18	21
S-19-I	36	8	44	56	20	22	24	5	29	41	15	21
S-20-VI	60	15	75	99	33	26	44	10	54	64	27	23
S-21-V	27	7	34	49	17	26	26	5	31	42	17	17
S-22-V	30	7	37	53	14	23	28	4	32	41	22	14
S-23I	25	5	30	34	17	21	31	6	37	51	21	19
S-24-III	75	21	96	152	31	28	64	15	79	123	39	23
S-25-VII	58	22	80	115	26	37	45	13	57	82	25	30
S-26-VII	82	24	106	166	49	29	60	18	78	138	35	29
S-27-III	64	16	80	92	29	25	37	11	48	66	15	29

QUADRO A-3-1 (cont.) - Resultados estatísticos das deflexões viga Benkelman e FWD (corrigidas para temp. padrão de 20°C)

SEG. - ESTRUT.	DEFLEXÃO VIGA BENKELMAN ($\times 10^{-2}$ mm)						DEFLEXÃO FWD ($\times 10^{-2}$ mm)					
	MÉDIA	DESVIO	Dc	MÁX	MÍN	C.V. (%)	MÉDIA	DESVIO	Dc	MÁX	MÍN	C.V. (%)
S-28-I	69	30	96	121	11	43	54	21	75	82	16	39
S-29-I	82	21	103	121	23	25	66	12	78	96	35	19
S-30-V	56	14	70	83	29	25	48	12	60	70	29	25
S-31-I	71	31	102	135	31	44	56	22	78	97	27	39
S-32-I	51	12	63	97	30	24	45	11	56	79	25	25
S-33-I	48	19	67	85	25	39	39	15	54	69	16	37
S-34-III	40	13	53	80	19	32	42	9	51	71	25	22
S-35-III	45	17	62	83	19	37	51	15	66	88	27	30
S-36-III	54	16	70	109	27	30	48	14	62	108	32	29
S-37-I	52	12	64	77	26	24	38	7	45	50	24	19
S-38-I	41	11	52	70	26	28	32	8	40	57	22	25
S-39-I	51	13	64	95	32	25	41	8	49	65	31	20
S-40-IV	42	13	55	74	19	31	38	11	49	62	17	29
S-41-IV	51	14	65	82	22	28	48	12	60	72	23	25
S-42-III	83	30	113	165	38	36	69	23	92	139	31	34
S-43-VII	32	10	42	61	15	32	30	6	36	43	13	20
S-44-VII	32	8	40	50	18	23	28	5	33	36	10	19
S-45-VI	24	4	28	33	17	17	28	3	31	37	22	11
S-46-VI	23	8	31	50	13	35	30	8	38	50	12	26
S-47-III	93	32	125	162	29	34	83	29	112	143	29	35
S-48-I	22	8	30	50	15	37	24	8	32	55	13	33
S-49-VIII	52	15	67	91	30	28	38	9	47	63	25	23
S-50-VII	53	23	76	120	21	44	45	17	62	98	25	37
S-51-VI	27	8	35	67	19	31	28	5	33	52	19	18
S-52-VIII	30	10	40	67	18	34	31	9	40	57	16	27
S-53-IV	45	14	59	69	19	30	40	8	48	58	23	20
S-54-IV	48	11	59	98	36	22	41	6	47	66	34	14
S-55-IV	35	10	45	59	20	27	38	8	45	61	24	23
S-56-III	61	21	82	100	23	34	57	15	72	94	33	26

A-3.2 Diferenças entre as Correlações Obtidas a partir de Medidas de Deflexão Corrigidas ou Não pela Temperatura

Procedeu-se a obtenção das correlações para cada segmento, individualmente. Utilizou-se a equação do tipo linear para obtenção da regressão. No quadro A-3.3 estão apresentados os coeficientes de determinação obtidos para os todos segmentos com os valores de deflexão com e sem correção pela temperatura.

QUADRO A-3.3 -Resultados da regressão linear para os 56 segmentos amostrais

SEGMENTO - TIPO DE ESTRUTURA	REGRESSÃO LINEAR ($D_{VB} = a D_{FWD} + b$)					
	SEM CORREÇÃO DA TEMP.			COM CORREÇÃO DA TEMP.		
	a	b	R ²	a	b	R ²
S-01-II	1,133	5,308	0,72	1,029	4,476	0,71
S-02-II	1,009	10,752	0,69	0,996	10,587	0,68
S-03-VIII	1,061	0,814	0,78	0,981	2,047	0,76
S-04-VIII	0,922	5,012	0,64	0,837	4,644	0,62
S-05-I	0,987	-1,789	0,40	0,951	-1,417	0,40
S-06-I	1,264	-6,528	0,70	1,289	-5,947	0,69
S-07-I	0,946	1,881	0,37	0,997	1,306	0,38
S-08-II	1,219	9,896	0,60	1,244	9,536	0,63
S-09-II	1,843	-40,436	0,65	1,675	-35,928	0,64
S-10-VI	0,923	8,289	0,63	0,719	6,946	0,62
S-11-VI	0,919	3,995	0,67	0,871	3,605	0,66
S-12-I	0,960	11,277	0,77	0,908	10,527	0,77
S-13-II	1,006	4,449	0,68	1,066	5,439	0,60
S-14-II	0,607	22,542	0,34	0,621	20,505	0,31
S-15-VI	0,679	13,015	0,50	0,591	11,239	0,46
S-16-I	0,870	12,679	0,77	0,756	9,572	0,76
S-17-I	1,776	-8,516	0,79	1,806	-8,659	0,82
S-18-V	1,260	11,671	0,52	0,939	9,218	0,50
S-19-I	1,070	15,788	0,35	0,936	13,442	0,35
S-20-VI	1,387	-3,573	0,84	1,362	0,441	0,79
S-21-V	1,299	-5,645	0,59	1,196	-3,785	0,57
S-22-V	1,175	2,044	0,38	1,129	-1,178	0,39
S-23I	0,549	12,666	0,27	0,453	10,808	0,28
S-24-III	1,303	-7,796	0,85	1,292	-7,079	0,84
S-25-VII	1,430	-2,781	0,74	1,404	-3,820	0,75
S-26-VII	1,379	6,761	0,85	1,251	6,181	0,85
S-27-III	1,418	14,781	0,83	1,341	13,657	0,84
S-28-I	1,403	-4,340	0,92	1,355	-3,980	0,92
S-29-I	1,532	-21,767	0,85	1,556	-20,627	0,85
S-30-V	1,244	11,206	0,67	0,943	10,171	0,65
S-31-I	0,916	18,742	0,42	0,918	19,063	0,41
S-32-I	0,773	17,518	0,52	0,766	16,348	0,51
S-33-I	1,148	4,750	0,77	1,112	4,065	0,77

QUADRO A-3.3 (cont.) Resultados da regressão linear para os 56 segmentos amostrais

SEGMENTO - TIPO DE ESTRUTURA	REGRESSÃO LINEAR ($D_{VB} = a D_{FWD} + b$)					
	SEM CORREÇÃO DA TEMP.			COM CORREÇÃO DA TEMP.		
	a	b	R ²	a	b	R ²
S-34-III	0,581	18,940	0,69	1,167	-8,998	0,69
S-35-III	1,050	-5,981	0,86	1,001	-6,346	0,86
S-36-III	0,844	13,901	0,53	0,852	12,953	0,53
S-37-I	1,470	-6,451	0,71	1,425	-2,419	0,68
S-38-I	1,207	4,712	0,65	1,130	4,157	0,65
S-39-I	1,406	-1,320	0,69	1,389	-5,374	0,73
S-40-IV	1,174	0,045	0,87	1,092	0,952	0,86
S-41-IV	1,157	-2,825	0,85	1,115	-2,563	0,84
S-42-III	1,167	3,408	0,93	1,173	2,053	0,84
S-43-VII	0,909	2,184	0,33	0,969	2,746	0,33
S-44-VII	0,857	7,536	0,41	0,908	6,798	0,41
S-45-VI	0,785	4,877	0,28	0,693	4,786	0,26
S-46-VI	1,002	-5,043	0,78	0,909	-4,238	0,78
S-47-III	1,099	12,506	0,81	0,981	11,527	0,81
S-48-I	0,889	1,299	0,67	0,853	1,3143	0,67
S-49-VIII	1,431	4,722	0,61	1,288	2,953	0,60
S-50-VII	1,215	2,634	0,67	1,139	1,566	0,67
S-51-VI	1,413	-13,541	0,73	1,371	-11,679	0,72
S-52-VIII	0,934	2,015	0,56	0,889	2,159	0,56
S-53-IV	1,382	-9,103	0,64	1,387	-9,725	0,64
S-54-IV	1,636	-17,720	0,67	1,588	-16,950	0,68
S-55-IV	0,861	3,570	0,56	0,872	2,636	0,58
S-56-III	1,348	-14,463	0,86	1,307	-13,808	0,86
MÁXIMO	1,843	22,542	0,93	1,806	20,505	0,92
MÍNIMO	0,549	-40,436	0,27	0,453	-35,928	0,26

A correção das deflexões pela temperatura não alterou de modo significativo a correlação entre os equipamentos. O coeficiente de determinação praticamente não foi alterado.

As deflexões também foram correlacionadas sob a forma: $D_{VB} = \alpha D_{FWD}$. Os valores do coeficiente de proporcionalidade α e de determinação R^2 são apresentados no quadro A-3.4.

Confirma-se também com este modelo que a correção da deflexão pela temperatura não altera de modo significativo a estimativa da correlação. O mesmo ocorre com a eliminação do intercepto, cujos valores de coeficiente de determinação praticamente não sofreram alteração, com relação aos modelos lineares sem eliminação do intercepto.

QUADRO A-3.4 -Resultados da regressão linear tipo $D_{VB} = \alpha D_{FWD}$

SEGMENTO - TIPO DE ESTRUTURA	REGRESSÃO LINEAR ($D_{VB} = \alpha D_{FWD}$)			
	SEM CORREÇÃO DA TEMP.		COM CORREÇÃO DA TEMP.	
	α	R ²	α	R ²
S-01-II	1,244	0,71	1,135	0,70
S-02-II	1,163	0,67	1,165	0,66
S-03-VIII	1,083	0,78	1,040	0,76
S-04-VIII	1,060	0,62	0,978	0,60
S-05-I	0,939	0,39	0,913	0,39
S-06-I	1,082	0,68	1,108	0,68
S-07-I	0,977	0,37	1,022	0,38
S-08-II	1,386	0,59	1,430	0,61
S-09-II	1,067	0,53	0,969	0,52
S-10-VI	1,125	0,62	0,914	0,57
S-11-VI	1,023	0,66	0,980	0,65
S-12-I	1,185	0,72	1,121	0,72
S-13-II	1,078	0,68	1,168	0,66
S-14-II	1,0801	0,12	1,124	0,10
S-15-VI	0,917	0,40	0,886	0,34
S-16-I	1,155	0,68	0,996	0,68
S-17-I	1,619	0,78	1,616	0,81
S-18-V	1,596	0,48	1,252	0,44
S-19-I	1,656	0,24	1,474	0,23
S-20-VI	1,321	0,84	1,372	0,79
S-21-V	1,111	0,58	1,055	0,56
S-22-V	1,237	0,38	1,087	0,39
S-23I	0,948	0,12	0,787	0,12
S-24-III	1,192	0,84	1,187	0,83
S-25-VII	1,380	0,74	1,325	0,75
S-26-VII	1,470	0,85	1,346	0,84
S-27-III	1,756	0,79	1,678	0,78
S-28-I	1,338	0,92	1,291	0,92
S-29-I	1,230	0,82	1,254	0,81
S-30-V	1,442	0,65	1,141	0,62
S-31-I	1,187	0,37	1,212	0,36
S-32-I	1,116	0,41	1,106	0,41
S-33-I	1,246	0,76	1,204	0,76
S-34-III	0,989	0,32	0,961	0,67
S-35-III	0,942	0,85	0,888	0,85
S-36-III	1,104	0,47	1,103	0,48
S-37-I	1,324	0,70	1,364	0,68
S-38-I	1,342	0,64	1,251	0,65
S-39-I	1,375	0,69	1,262	0,72
S-40-IV	1,175	0,87	1,115	0,86
S-41-IV	1,103	0,85	1,065	0,84
S-42-III	1,210	0,83	1,200	0,84
S-43-VII	0,968	0,33	1,056	0,32
S-44-VII	1,074	0,38	1,142	0,38
S-45-VI	0,943	0,27	0,862	0,25
S-46-VI	0,857	0,76	0,777	0,76

QUADRO A-3.4 (cont.) Resultados da regressão linear tipo $D_{VB} = \alpha D_{FWD}$

SEGMENTO - TIPO DE ESTRUTURA	REGRESSÃO LINEAR ($D_{VB} = \alpha D_{FWD}$)			
	SEM CORREÇÃO DA TEMP.		COM CORREÇÃO DA TEMP.	
	α	R^2	α	R^2
S-47-III	1,237	0,80	1,104	0,80
S-48-I	0,937	0,67	0,901	0,67
S-49-VIII	1,543	0,60	1,361	0,60
S-50-VII	1,263	0,67	1,169	0,67
S-51-VI	0,976	0,66	0,974	0,66
S-52-VIII	0,992	0,56	0,954	0,55
S-53-IV	1,175	0,63	1,151	0,63
S-54-IV	1,236	0,63	1,184	0,63
S-55-IV	0,952	0,56	0,940	0,58
S-56-III	1,111	0,84	1,081	0,83
MÁXIMO	1,756	0,92	1,678	0,92
MÍNIMO	0,857	0,12	0,777	0,10

No gráfico da figura A-3.2 estão apresentados os modelos de regressão do tipo $D_{VB} = \alpha D_{FWD}$, cujos coeficientes α são aqueles constantes no quadro A-3.4. Pelo gráfico, verifica-se que, os modelos obtidos a partir de valores corrigidos em função da temperatura tendem a fornecer valores menores de deflexão viga Benkelman a partir de um valor de deflexão FWD. Isto ocorre porque a deflexão padrão empregada (20°C) é um valor baixo se comparado com os valores medidos em campo. O mais apropriado seria a correção da deflexão em função da temperatura média do revestimento para a região estudada.

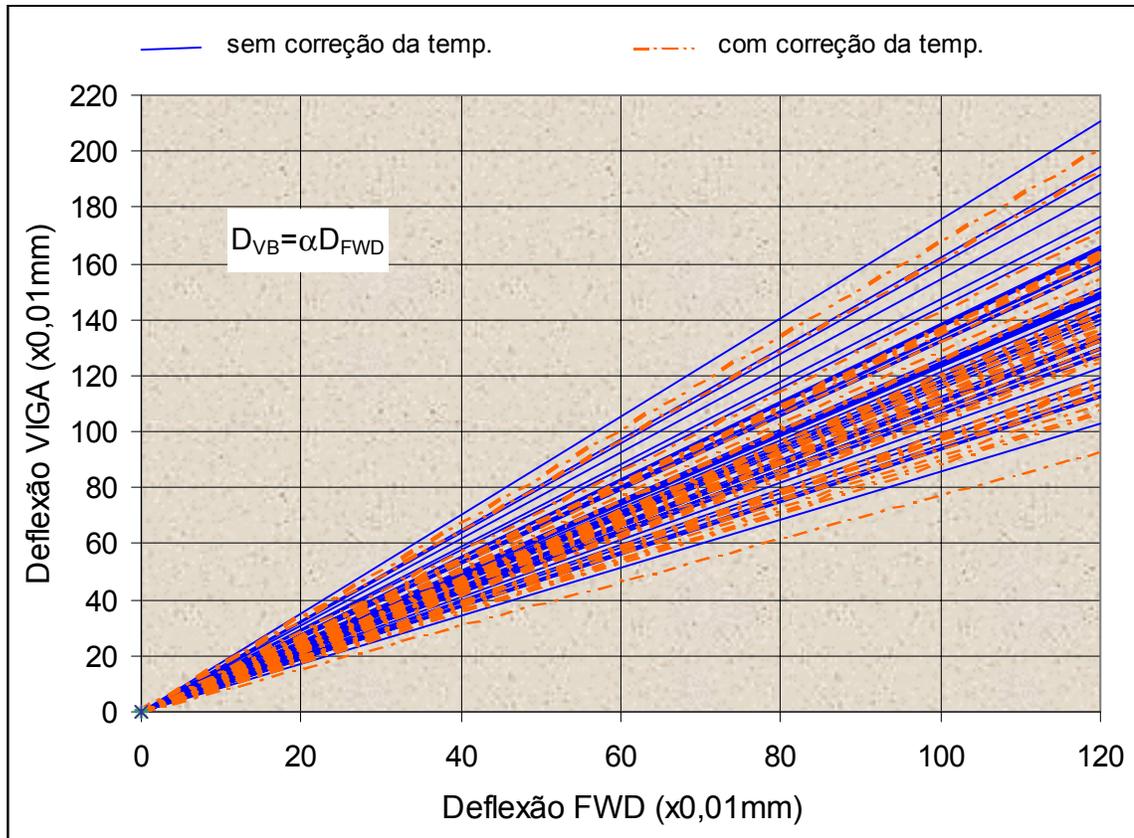


FIGURA A-3.2 -Modelos de regressão FWD x Viga sem e com correção da temperatura

A-3.3 Influência da Utilização da Deflexão Obtida com o FWD e Aquela Obtida pela Correlação no Dimensionamento da Espessura de Reforço do Pavimento Considerando a Correção pela Temperatura

O objetivo deste item é verificar a influência da correção da deflexão pela temperatura no cálculo da espessura de reforço, considerando os dados da avaliação com o FWD e com a viga.

Fez-se a correção dos valores de deflexão em função da temperatura e obteve-se as correlações para cada tipo de estrutura. Os resultados estão apresentados no quadro A-3.5, juntamente com os resultados das correlações obtidas sem a correção pela temperatura.

A correção da deflexão em função da temperatura não altera de modo significativo a estimativa da correlação.

QUADRO A-3.5 -Resultados das correlações com deflexões corrigidas pela temperatura para cada tipo de estrutura

TIPO DE ESTRUTURA	REGRESSÃO LINEAR ($D_{VB} = a D_{FWD} + b$)					
	SEM CORREÇÃO DA TEMP.			COM CORREÇÃO DA TEMP.		
	a	b	R ²	a	b	R ²
I	1,202	1,087	0,72	1,221	-1,343	0,72
II	1,184	-0,631	0,63	1,178	-0,441	0,61
III	1,160	1,659	0,75	1,067	4,150	0,76
IV	1,214	-3,672	0,72	1,152	-2,622	0,72
V	1,515	-5,267	0,77	1,110	1,089	0,79
VI	1,320	-10,435	0,76	1,357	-12,164	0,68
VII	1,658	-17,773	0,87	1,447	-7,886	0,88
VIII	1,325	-4,455	0,58	1,207	-3,209	0,62

Considerando-se as deflexões características obtidas para cada tipo de estrutura com o emprego da viga Benkelman e do FWD, estimou-se os valores da viga a partir do FWD com os modelos propostos de correlação do quadro A-3.5. No quadro A-3.6 estão apresentados os dados deflectométricos levantados em campo e aqueles estimados pelas correlações.

QUADRO A-3.6 -Valores deflectométricos corrigidos pela temperatura obtidos em campo e por correlação

TIPO DE ESTRUTURA	Dc (x0,01mm) levantamento de campo		Dc (x0,01mm) obtida pelos Modelos de correlação desta pesquisa	
	VIGA	FWD	Tipo $y=ax+b$	$Y=\alpha x$
I	72	57	68	68
II	76	61	71	71
III	92	79	88	89
IV	58	51	56	56
V	52	45	51	51
VI	47	42	45	43
VII	78	58	76	74
VIII	51	42	47	47

Para fins comparativos, são apresentados os resultados das deflexões de campo e estimadas pelas correlações sem correção pela temperatura no quadro A-3.7.

QUADRO A-3.7 -Valores deflectométricos sem correção pela temperatura obtidos em campo e por correlação

TIPO DE ESTRUTURA	Dc (x0,01mm) levantamento de campo		Dc (x0,01mm) obtida pelos Modelos de correlação desta pesquisa	
	VIGA	FWD	Tipo $y=ax+b$	$Y=\alpha x$
I	79	61	72	75
II	85	69	81	81
III	98	80	95	95
IV	63	53	61	60
V	73	50	71	69
VI	57	49	54	52
VII	95	67	93	89
VIII	60	45	55	54

As deflexões obtidas por correlação a partir de medidas corrigidas pela temperatura são menores que aquelas onde não se faz a correção. Esta constatação já era prevista por se tratar de uma correção efetuada para uma temperatura abaixo daquela encontrada na região, levando a obtenção de valores menores.

A-3.1 . Metodologia DNER-PRO 11/79

Empregou-se, para o dimensionamento da espessura de reforço em concreto betuminoso necessária para a restauração do segmento, a metodologia oficial do DNER-PRO 11/79.

Considerando-se a deflexão admissível de 60×10^{-2} mm, correspondente a um número N de solicitações de eixos equivalentes ao eixo padrão de 8,2 t de 1×10^7 (valor característico para rodovias catarinenses de maior tráfego) calculou-se as espessuras de reforço a partir das deflexões características obtidas em campo, pela viga Benkelman e pelo FWD, e obtidas através dos modelos de correlação considerando os valores do FWD de campo para obtenção do valor equivalente de viga. O resultado deste dimensionamento encontra-se no quadro 4.16 e 4.17.

Como pode ser observado, a consideração das deflexões corrigidas pela temperatura levam a espessuras de reforço bem menores, o que já era previsto pois a correção levou a redução dos valores de deflexão obtidos em campo.

QUADRO A-3.8 -Espessuras de reforço (DNER 11/79) com dados de campo

TIPO DE ESTRUTURA	Dc VIGA (x0,01mm) Sem correção levantamento de campo	HR (cm)	Dc FWD (x0,01mm) Sem correção levantamento de campo	HR (cm)	Dc VIGA (x0,01mm) Com correção levantamento de campo	HR (cm)	Dc FWD (x0,01mm) Com correção levantamento de campo	HR (cm)
I	79	5,0	61	0	72	3,0	57	0
II	85	6,0	69	2,5	76	4,0	61	0
III	98	8,5	80	5,0	92	7,5	79	5,0
IV	63	1,0	53	0	58	0	51	0
V	73	3,5	50	0	52	0	45	0
VI	57	0	49	0	47	0	42	0
VII	95	8,0	67	2,0	78	4,5	58	0
VIII	60	0	45	0	51	0	42	0

No quadro A-3.9 estão os resultados do dimensionamento considerando as deflexões características obtidas a partir dos modelos de correlação originados de dados sem e com correção pela temperatura. São válidas as mesmas considerações, que os valores de espessura de reforço empregando a correção pela temperatura fornece valores menores.

QUADRO A-3.9 -Espessuras de reforço (DNER 11/79) com deflexões obtidas de correlações FWD x VIGA

TIPO DE ESTRUTURA	Dc VIGA (x0,01mm) por modelos de correlação sem correção pela temperatura	HR (cm)	Dc VIGA (x0,01mm) por modelos de correlação com correção pela temperatura	HR (cm)
I	72	3,0	68	2,0
II	81	5,0	71	3,0
III	95	8,0	88	7,0
IV	61	0	56	0
V	71	3,0	51	0
VI	54	0	45	0
VII	93	7,5	76	4,0
VIII	55	0	47	0

As espessuras dimensionadas com o emprego da deflexão a partir da correlações originadas de valores sem correção pela temperatura estão bem próximas daquelas obtidas com os dados de viga.

5.7.2 Metodologia DNER PRO-269/94

Empregou-se, também, para o dimensionamento da espessura de reforço em concreto betuminoso necessária para a restauração do segmento, a metodologia oficial do DNER-PRO 269/94.

Considerou-se o número N de solicitações de eixos equivalentes ao eixo padrão de 8,2 t de $1,0 \times 10^7$ cuja deflexão admissível correspondente é de 68×10^{-2} mm e calculou-se as espessuras de reforço a partir das deflexões características obtidas em campo, pela viga Benkelman e pelo FWD, e obtidas através dos modelos de correlação considerando os valores do FWD de campo para obtenção do valor equivalente de viga. O tipo de solo do subleito adotado foi tipo I. O resultado deste dimensionamento encontra-se nos quadros A-3.10 e A-3.11.

QUADRO A-3.10 -Espessuras de reforço (DNER 269/94) com dados de campo sem e com correção pela temperatura

TIPO DE ESTRUTURA	Dc VIGA (x0,01mm) Sem correção levantamento de campo	HR (cm)	Dc FWD (x0,01mm) Sem correção levantamento de campo	HR (cm)	Dc VIGA (x0,01mm) Com correção levantamento de campo	HR (cm)	Dc FWD (x0,01mm) Com correção levantamento de campo	HR (cm)
I	79	4,0	61	0	72	2,5	57	0
II	85	5,0	69	2,0	76	3,0	61	0
III	98	6,5	80	4,0	92	5,5	79	4,0
IV	63	0	53	0	58	0	51	0
V	73	2,5	50	0	52	0	45	0
VI	57	0	49	0	47	0	42	0
VII	95	6,0	67	1,0	78	3,5	58	0
VIII	60	0	45	0	51	0	42	0

O emprego da deflexão corrigida pela temperatura resulta em espessuras de reforço com valores menores do que com o emprego da deflexão de campo sem correção. No quadro A-3.11 estão os resultados do dimensionamento utilizando os modelos de correlação. São válidas as mesmas considerações.

QUADRO A-3.11 -Espessuras de reforço (DNER 269/94) com deflexões obtidas de correlações FWD x VIGA

TIPO DE ESTRUTURA	Dc VIGA (x0,01mm) por modelos de correlação sem correção pela temperatura	HR (cm)	Dc VIGA (x0,01mm) por modelos de correlação com correção pela temperatura	HR (cm)
I	72	2,5	68	1,5
II	81	4,0	71	2,0
III	95	6,0	88	5,0
IV	61	0	56	0
V	71	2,0	51	0
VI	54	0	45	0
VII	93	6,0	76	3,0
VIII	55	0	47	0

Também com o emprego deste método, as espessuras dimensionadas com o emprego da deflexão a partir das correlações estão bem próximas ou iguais às aquelas obtidas com os dados de viga.

Portanto, a correção da deflexão pela temperatura tem grande influência na determinação da espessura de reforço de um pavimento. Neste trabalho, devido ao emprego das curvas da AASHTO cuja temperatura de referência é de 20°C, o emprego da correção das deflexões resultou em um sub-dimensionamento do reforço. Isto se deve ao fato das temperaturas de campo obtidas no momento dos levantamentos serem maiores que as de referência.