



**COMPARATIVO ENTRE PROCEDIMENTOS TRADICIONAIS DE REFORÇOS
ESTRUTURAIS DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS COM SOLUÇÃO DECATÁLOGO
DO PROGRAMA CREMA 2ª ETAPA NA BR-373/PR**

CURITIBA
2018



EDNA MATOS

CARLOS EDUARDO MAGRON ZANUNCIO

MARCUS VINICIUS ELIAS

**COMPARATIVO ENTRE PROCEDIMENTOS TRADICIONAIS DE REFORÇOS
ESTRUTURAIS DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS COM SOLUÇÃO DE CATÁLOGO
DO PROGRAMA CREMA 2ª ETAPA NA BR-373/PR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Pós-Graduação em Pavimentação
Rodoviária, Pós-Graduação *lato sensu*, da
Faculdade IDD como requisito parcial para a
obtenção do Grau de Especialista em
Pavimentação Rodoviária.

Orientador: Prof. Mestre Paulo Sergio Peterlini

CURITIBA
2018

TERMO DE APROVAÇÃO

COMPARATIVO ENTRE PROCEDIMENTOS TRADICIONAIS DE REFORÇO ESTRUTURAIS DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS COM SOLUÇÃO DE CATÁLOGO DO PROGRAMA CREMA 2ª ETAPA NA BR-373/PR

EDNA MATOS

CARLOS EDUARDO MAGRON ZANUNCIO

MARCUS VINICIUS ELIAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Pavimentação Rodoviária da Faculdade IDD como requisito à obtenção do título de Especialista em Pavimentação Rodoviária, pela seguinte banca examinadora:

Prof. Mestre Paulo Sergio Peterlini - Orientador

Prof. Mestre Mario Antonio Faraco

Prof. Especialista Amaro Furtado Neto

Curitiba, 25 de janeiro de 2019

RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso tem por objetivo comparar os resultados obtidos na adoção da solução de restauração utilizando o Catálogo CREMA 2ª Etapa, e os resultados obtidos através do dimensionamento de reforços estruturais do pavimento pelos procedimentos DNER PRO 11/79 e DNER PRO 269/94 em uma hipotética reabilitação de um segmento da Rodovia Federal, BR 373/PR, subtrecho Acesso Guamiranga – Entroncamento PR-160 (Prudentópolis), do km 249,000 ao km 259,000, extensão de 10,000 km, em pista simples. Para tal empreitada foi realizada avaliação estrutural do pavimento existente com levantamentos das deflexões recuperáveis com equipamento do tipo FWD, avaliações objetivas de superfície e avaliação do tráfego solicitante.

Palavras-chave: Programa CREMA, Catálogo de soluções, Método de dimensionamento, Reforços de pavimento asfáltico.

ABSTRACT

The objective of this study is to compare the results obtained in the restoration solution using the CREMA 2^a Stage Catalog and the results obtained through the design of structural reinforcement of the pavement by procedures DNER PRO 11/79 and DNER PRO 269/94 in a hypothetical rehabilitation of a segment of the Federal Highway, BR 373/PR, subway Acesso Guamiranga –JunctionPR-160 (Prudentópolis), km 249,000 to km 259,000, extension of 10,000 km, in a single lane. For this work was carried out structural evaluation of the existing pavement with surveys of recoverable deflections with FWD type equipment, objective surface evaluations and evaluation of the requesting traffic.

Keywords: CREMA Program, Solutions Catalog, Sizing Method, Asphalt Pavement Reinforcement.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - ESFORÇOS EM CAMADAS DO PAVIMENTO	20
FIGURA 2 - TRINCA ISOLADA TRANSVERSAL.....	22
FIGURA 3 - TRINCA ISOLADA LONGITUDINAL	22
FIGURA 4 – TRINCAS INTERLIGADAS	23
FIGURA 5- TRINCAS TIPO BLOCOS.....	23
FIGURA 6 - AFUNDAMENTO PLÁSTICO POR SOLEVAMENTO LATERAL.....	24
FIGURA 7 - AFUNDAMENTO PLÁSTICO POR SOLEVAMENTO LATERAL.....	25
FIGURA 8 - ONDULAÇÃO	25
FIGURA 9 - ESCORREGAMENTO	26
FIGURA 10 - EXSUDAÇÃO	26
FIGURA 11 - DESGASTE	27
FIGURA 12 - PANELA	27
FIGURA 13 - REMENDO	28
FIGURA 14 - FASE DA VIDA DE UM PAVIMENTO	29
FIGURA 15 - DEFORMAÇÕES NO PAVIMENTO	30
FIGURA 16 - VIGA BENKELMAN	32
FIGURA 17 - REPRESENTAÇÃO DOS DEFLECTÔMETROS DE IMPACTO	33
FIGURA 18 - DEFORMADA OU BACIA DE DEFORMAÇÃO	35
FIGURA 19 - DEMARCAÇÃO DE ÁREAS PARA INVENTÁRIOS DE DEFEITOS ...	36
FIGURA 20 - TRELIÇA PARA MEDIR AFUNDAMENTOS DE TRILHA DE RODA ..	38
FIGURA 21 - PERSPECTIVA INTERNA VEÍCULO LVD-VÍDEO	42
FIGURA 22 - PERSPECTIVA EXTERNA VEÍCULO LVD-VÍDEO	42
FIGURA 23 – TELA DE VISUALIZAÇÃO SOFTWARE LVD-VÍDEO	43
FIGURA 24 – ENSAIO DESTRUTIVO PAVIMENTO	44
FIGURA 25 - ILUSTRAÇÃO DA IRREGULARIDADE LONGITUDINAL DOS PAVIMENTOS.....	45
FIGURA 26 – APARELHO BARRA A LASER ACOPLADO A VEÍCULO	47
FIGURA 27 - ESQUEMA DE TRIANGULAÇÃO MEDIDOR BARRA LASER.....	47
FIGURA 28 - GRÁFICO MÉTODO DA DIFERENÇA ACUMULATIVA.....	49
FIGURA 29 - GRÁFICO PARA DEFINIÇÃO DOS SEGMENTOS HOMOGÊNEOS ..	50
FIGURA 30 - LEVANTAMENTO PELO FWD.....	69
FIGURA 31 – GRÁFICO DE DIVISÃO DOS SEGMENTOS HOMOGÊNEOS	71

FIGURA 32 - ESPESSURAS DA CAMADA REFORÇO PRO11 VERSUS CATÁLOGO 2015.	94
FIGURA 33 - ESPESSURAS DA CAMADA REFORÇO PRO 269 VERSUS CATÁLOGO 2015	95
FIGURA 34 - ESPESSURAS DA CAMADA REFORÇO PRO11 VERSUS PRO 269	96
FIGURA 35 - ESPESSURA DA CAMADA DE REFORÇO PRO11, PRO 269, CATÁLOGO 2015.	97

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - FV CAMINHÃO RÍGIDO I-2 (AASHTO).....	55
TABELA 2 - FV CAMINHÃO RÍGIDO I-2 (USACE)	55
TABELA 3 – DETERMINAÇÃO DO RAO DE CURVATURA.....	69
TABELA 4 – DIVISÃO DOS SEGMENTOS HOMOGÊNEOS	70
TABELA 5 – VALORES DAS DEFLEXÕES CARACTERÍSTICAS	73
TABELA 6 – RESUMO DE LEVANTAMENTO DOS IGG	77
TABELA 7 – RESUMO ÁREA DE DEFEITOS PAVIMENTO	78
TABELA 8 - RESUMO DA SONDAGEM DE CARACTERIZAÇÃO DO PAVIMENTO	80
TABELA 9 – ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR SEDIMENTAÇÃO	81
TABELA 10 – RESUMO LEVANTAMENTO IRI	82
TABELA 11 – CÁLCULO DO FATOR DE VEÍCULO.....	85
TABELA 12 – CÁLCULO DO FATOR DE VEÍCULO DA FROTA.....	86
TABELA 13 – CÁLCULO DO NÚMERO N	87
TABELA 14–MÉTODO DNER PRO 11/79	88
TABELA 15 - MÉTODO DNER PRO 269/94.....	90
TABELA 16–SOLUÇÃO DO CATÁLOGO CREMA 2ª ETAPA (2015).....	92

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - INVENTÁRIO DO ESTADO DE SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO.....	36
QUADRO 2 - VALOR DO FATOR DE PONDERAÇÃO	37
QUADRO 3-REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DOS DEFEITOS.....	39
QUADRO 4 - TIPOS DE TRINCAS E MODOS DE MEDIÇÃO.....	40
QUADRO 5 – DEFEITOS CATALOGADOS NO LVD – VÍDEO	41
QUADRO 6 - CONDIÇÕES DE SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO	46
QUADRO 7 - FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA DA USACE	53
QUADRO 8- FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA DA AASHTO.....	53
QUADRO 9 - CATEGORIA DE VEÍCULOS PARA ESTUDOS ECONÔMICOS.....	58
QUADRO 10 - CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO ASPECTOS ESTRUTURAIS	58
QUADRO 11 - CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO IRI	58
QUADRO 12 - CATALOGO DE SOLUÇÕES CREMA 2ª $VMD_c \leq 800$ A $1600 \leq VMD_c \leq 2400$	60
QUADRO 13 - CATALOGO DE SOLUÇÕES CREMA 2ª $2400 \leq VMD_c \leq 3200$ A $VMD_c \geq 3200$	61
QUADRO 14 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO ESTRUTURAL.....	64
QUADRO 15 - GRUPO DOS SOLOS	66
QUADRO 16 - TIPOS DE SOLO.....	66
QUADRO 17 – CONTAGENS CLASSIFICATÓRIAS/VOLUMÉTRICAS.....	83
QUADRO 18 – CORRELAÇÃO CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO DENATRAN E CONCESSIONÁRIA.....	84

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1.PROBLEMA DE PESQUISA.....	13
1.2.OBJETIVOS.....	13
1.2.1. Objetivo geral.....	13
1.2.2. Objetivos específicos.....	13
1.3.HIPÓTESE.....	13
1.4.JUSTIFICATIVAS	14
1.4.1. Tecnológicas.....	14
1.4.2. Econômicas	14
1.4.3. Sociais	15
1.4.4. Ecológicas	15
1.5.PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	16
1.6.APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1.RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS	18
2.1.1. Pavimento flexível.....	18
2.1.2. Terminologia dos defeitos nos pavimentos flexíveis.....	19
2.2.AVALIAÇÃO ESTRUTURAL.....	28
2.3.AVALIAÇÃO ESTRUTURAL NÃO-DESTRUTIVA	30
2.3.1. Deflexão recuperável.....	30
2.3.1.1 Viga Benkelman	31
2.3.1.2 <i>Falling Weight Deflectometer</i>	32
2.3.2. Raio de curvatura	34
2.4.AVALIAÇÃO OBJETIVA	35
2.4.1. Avaliações de superfície	35
2.4.2. Levantamentos das áreas defeituosas	39
2.5.AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DESTRUTIVA	43
2.6.AVALIAÇÃO FUNCIONAL	45
2.6.1. Irregularidades na superfície do revestimento	45
2.6.2. Segmentos homogêneos	48
2.7.AVALIAÇÃO DO TRÁFEGO	51
2.7.1. Classificação da frota.....	51

2.7.1.1 Contagens volumétricas/classificatórias	51
2.7.1.2 Tráfego Médio Diário Anual (TMDA)	52
2.7.1.3 Fator de Equivalência de Carga	52
2.7.1.4 Fator de veículo	53
2.7.1.5 Cálculo do número N	56
2.8. PROGRAMA CREMA	56
2.8.1 Catálogo de soluções CREMA 2ª Etapa	57
2.9. REFORÇOS ESTRUTURAIS	62
2.9.1. Método DNER-PRO 11/79	62
2.9.2. Método DNER-PRO 269/94	65
3 METODO DE PESQUISA	67
3.1. HISTÓRICO DA RODOVIA	67
3.2. AVALIAÇÃO ESTRUTURAL NÃO-DESTRUTIVA	68
3.2.1. Deflexões recuperáveis	68
3.2.1.1 Raio de curvatura	69
3.2.2. Divisão dos segmentos homogêneos	70
3.2.3. Deflexões características	72
3.2.4. IGG	76
3.2.5. Grau de trincamento	78
3.3. AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DESTRUTIVA	78
3.3.1. Sondagens do pavimento existente	78
3.4. AVALIAÇÃO FUNCIONAL	82
3.4.1. IRI	82
3.5. AVALIAÇÃO DO TRÁFEGO	83
3.5.1. Contagens classificatórias/volumétricas	83
3.5.1.1 Cálculo do Número N	86
3.5.2. Dimensionamentos dos reforços estruturais	87
3.5.2.1 DNER PRO 11/79	87
3.5.2.2 DNER PRO 269/94	89
3.5.2.3 Solução de catálogo	91
3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	93
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
5 REFERÊNCIAS	100
APÊNDICES	105

1 INTRODUÇÃO

A malha de rodovias pavimentadas do Brasil passou por um aumento de aproximadamente 23%, saltando de 170,9 mil quilômetros de vias com pavimento em 2001, para 210,6 mil quilômetros em 2015. A maior parte do transporte de cargas concentra-se no modal rodoviário, cerca de 60% (CNT, 2016).

Nessa conjuntura, a oferta de um pavimento que possua adequadas condições de tráfego, não somente em seus primeiros anos de vida útil, é determinante para atender as movimentações de riquezas do país, uma vez que a economia está baseada na produção agrícola, insumos e alimentos, as quais requerem uma oferta de infraestrutura adequada para seu transporte rodoviário, (CNT, 2016).

O grande viés é despendar altos investimentos para a infraestrutura nacional. Em pesquisas internacionais foi possível verificar que o aumento da oferta dela promove uma acessibilidade que é positiva à economia, gerando emprego e produtividade, o fator é crucial para que os efeitos na economia sejam possíveis. (BANISTER E BERECHMAN, 2001 apud SILVA; MARTINS; NEDER 2016, p.846).

Porém, são insuficientes os investimentos e intervenções na infraestrutura instalada, mesmo com avanços presenciado entre 2001 a 2012 no Brasil, o aporte de investimentos voltou a cair e comprometeu a condição de manutenção das rodovias e, conseqüentemente, da ampliação da malha rodoviária (CNT, 2018).

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), órgão responsável pela manutenção, ampliação, construção e fiscalização de intervenções relacionadas ao sistema de transportes do Brasil, vinculado ao Ministério dos Transportes, responsável por aproximadamente 55 mil quilômetros de rodovias federais do país, cria no ano de 2001, baseado nas modalidades de contratação nos Estados Unidos e Europa, o programa PROCREMA (Programa de Contratação de Restauração e Descentralização de Rodovias Federais) é criado através da Portaria nº 7 do Ministério dos Transportes, em 10 de janeiro de 2008, com objetivo de realizar a recuperação e integração dos serviços de manutenção dos pavimentos e conservação da faixa de domínio, em um enfoque inovador, onde o modelo

contratual dos prestadores de serviços se dá a partir da avaliação do produto final, com a busca de níveis de desempenho da malha rodoviária, constituídos por projetos básicos de referencial, com duração de cinco anos e cujas obras do projeto piloto tiveram início em dezembro de 2001, totalizando cinco mil quilômetros contratados pelo Banco Mundial (BIRD), até 2003, e auxílio do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).

Com intuito de aperfeiçoar o programa, em 2005, o DNIT cria a Instrução Normativa de Serviço (IS), nº 05, a qual regulamenta a elaboração e apresentação dos projetos básicos e subdivide em duas fases o programa: CREMA 1ª ETAPA, com objetivo de realizar intervenções de caráter funcional do pavimento, além de recuperação da sinalização horizontal, com prazo de dois anos e, CREMA 2ª ETAPA, com intervenções de caráter estrutural, com prazo de cinco anos, com soluções de projeto para uma vida útil de 10 anos. (DNIT, 2005a).

O Programa CREMA 2ª ETAPA propõem a utilização de catálogo para soluções da recuperação de pavimento, que está fundamentado nos parâmetros de tráfego, nas condições estruturais e nas condições funcionais dos pavimentos, todavia, ainda assim, solicita que o projetista recorra à comparação entre o feito e, o dimensionamento do reforço utilizando o método DNER-PRO 269/94, conhecido como TECNAPAV (DNIT, 2005a).

A averiguação abordada neste trabalho recorre à investigação da possibilidade de obter-se um resultado consistente, aplicando determinação técnica em um projeto de restauração de pavimento, utilizando a solução de Catálogo do Programa CREMA 2ª Etapa e, comparando com as soluções tradicionais de procedimentos de reforços de estruturas de pavimento, DNER PRO 11/79 (DNER, 1979) e DNER PRO 269/94 (DNER, 1994b) adotados pelo antigo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), extinto em 2001 e substituído pelo atual DNIT, em uma hipotética recuperação de um segmento da Rodovia Federal BR 373/PR, subtrecho: Acesso Guamiranga – Entroncamento PR-160 (Prudentópolis), segmento do km 249,000 ao km 259,000, extensão de 10,000 km.

1.1. PROBLEMA DE PESQUISA

Qual a confiabilidade técnica no dimensionamento da recuperação/reforço de pavimento, utilizando catálogo de soluções elaborado por consórcio externo ao órgão rodoviário oficial, a qual diz estar em conformidade com os métodos tradicionais de dimensionamento de reforços de pavimentos?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo geral

O objetivo geral deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é comparar os resultados obtidos na adoção da solução de restauração do pavimento utilizando o Catálogo CREMA 2ª Etapa (2015), e os resultados obtidos através do dimensionamento de reforços asfálticos pelos métodos PRO 11/79 e PRO 269/94.

1.2.2. Objetivos específicos

- a) Conhecer as terminologias de defeitos de superfície em pavimentos flexíveis;
- b) Efetuar avaliação estrutural não destrutiva com levantamentos das deflexões recuperáveis e avaliações objetivas de superfície;
- c) Efetuar avaliação estrutural destrutiva com sondagens a pá e picareta para conhecimento das camadas integrantes do pavimento pesquisado;
- d) Efetuar avaliação funcional com levantamentos das irregularidades longitudinais;
- e) Efetuar avaliação do tráfego solicitante para cálculo do número N.

1.3. HIPÓTESE

Presume-se que o Catálogo de Soluções do CREMA, 2ª Etapa, 2015, possa ser deficiente na apresentação dos resultados da melhor adoção técnica para

reabilitação de um pavimento flexível, se comparado aos métodos tradicionais de dimensionamento de reforços de pavimentos.

1.4. JUSTIFICATIVAS

As justificativas que motivaram a realização do presente trabalho são:

1.4.1. Tecnológicas

A análise das teorias de dimensionamento e restauração de pavimentos flexíveis proporciona a criticidade e eficácia dos métodos, gerando ganho prático da comunidade técnica/científica.

A necessidade de adotar técnicas efetivas com redução dos valores econômicos investidos é um pilar cada vez mais almejado atualmente, pois bons dimensionamentos proporcionam redução de investimentos de curto prazo.

A não adoção de técnicas suficientemente estudadas no meio científico pode gerar conseqüências maléficas na aplicação dos recursos públicos. O imediatismo no apontamento de soluções práticas, não só traz obscuridade entre os projetistas, como promulgam adoções pouco conhecidas de ordem não tecnológica, com baixa garantia de eficácia.

1.4.2. Econômicas

Um método de conservação eficiente de pavimento permite a oferta de uma infraestrutura adequada, proporcionando um impacto positivo no desenvolvimento sistêmico da economia nos municípios e comunidades as quais interliga.

A infraestrutura de rodovias cria uma rede intermodal de transporte que coopera nos três setores econômicos do país: no escoamento dos produtos provenientes de atividades produtivas e agrícolas, no fortalecimento da indústria através de uma logística facilitada, na ampliação de janelas de exportação e importação e, no fortalecimento do comércio e serviços, pois favorece a oferta de bens, competitividade, e aumento no valor ao produto final.

1.4.3. Sociais

Os impactos diretos e imediatos de rodovias bem conservadas são ofertas de segurança e fluidez, diminuição de acidentes e, menores custos operacionais. Já os impactos indiretos são diversos, podemos citar: fortalecimento da economia através do aumento do número de empregos decorrentes da impulsão da economia local, aumento dos índices de desenvolvimento humano das cidades, aumento na arrecadação pública de impostos, o qual reflete em uma melhora de vida da população através da constituição de escolas, hospitais e desenvolvimento da segurança pública, atratividade de investidores, difusão da cultura e do turismo.

1.4.4. Ecológicas

A atividade de pavimentação, seja ela de uma via rural ou urbana, utiliza materiais provenientes da natureza, sendo executadas em várias camadas, constituintes de solos, misturas de solos, rochas, e ligantes asfálticos proveniente do petróleo, sendo que as suas espessuras são calculadas levando-se em consideração os fatores sob qual o pavimento será submetido, desde a solicitação de cargas de tráfego até o clima da região, os quais, se não bem estudados, podem gerar pavimentos de baixa qualidade o qual demandaria precoces intervenções com conservação.

Manutenções de pavimentos geram consumo extra de matéria proveniente da natureza, gerando redução dos recursos naturais, consumo de jazidas, contaminação de cursos d'água, intervenção em áreas com coberturas vegetais, extração de maiores volumes de petróleo.

Existem impactos secundários, não menos importantes, como: a necessidade de maquinários e combustíveis para a realização das intervenções e fabricação de massas asfálticas, geração de resíduos suspensos pela queima de combustíveis fósseis e, por fim, a geração de enormes quantidades de materiais oriundas da remoção dos pavimentos deteriorados.

Com a paralisação do tráfego para manutenções, as operações rodoviárias de transporte também são afetadas, gerando o aumento de tempo de viagem, encarecendo os custos operacionais.

1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Optou-se, no âmbito do procedimento técnico, o estudo de caso, uma vez que será focado a uma parcela do universo estudado, caracterizado aqui como sendo algo palpável, aonde será determinante chegar a respostas através de uma investigação com base em dados obtidos, e a responder hipóteses levantadas, características a aquela realidade. Com isso, determina-se no presente estudo o método científico como sendo o: dedutivo de natureza aplicada, tendo em vista que traz no seu anseio, confirmar hipóteses através de um conhecimento verdadeiro e exato, com uma análise lógica, gerando, a partir disto, conhecimentos ou teorias (GIL, 2008).

Com base na observação e obtenção de dados, caracteriza-se na abordagem como: quantitativo, visto que fará uso de técnicas para traduzir os resultados, representados através de gráficos ou tabelas, entre dois eventos distintos (PRODANOV; FREITAS, 2013).

A adoção das metodologias de cálculo e seus resultados se darão através de normativas e manuais vigentes, aplicáveis pelo DNIT, já a busca do conhecimento e ferramentas técnicas se dará através de pesquisa bibliográfica e de literaturas específicas da área.

Roteiro de execução do presente TCC:

- a) Revisão bibliográfica
- b) Escolha da rodovia: BR-373/PR, subtrecho: Acesso Guamiranga–Entroncamento PR-160 (Prudentópolis), segmento do km 249,000 ao km 259,000, extensão de 10,000 km.
- c) Levantamento dos dados necessários para compor os índices de caracterização funcional e estrutural no presente segmento, tais como: levantamento do índice de gravidade global (IGG), avaliação da irregularidade do pavimento (IRI), obtenção do grau de trincamento (TR%), ensaio de caracterização das camadas inferiores do pavimento do tipo

- granulometria por peneiramento e sedimentação, obtenção dos ensaios de deflexão (Viga Benkelman e *Falling Weight Deflectometer* - FWD);
- d) Obtenção dos segmentos homogêneos;
 - e) Contagens classificatório-volumétricas para cálculo do número N;
 - f) Dimensionamento de recuperação do pavimento através da metodologia DNER-PRO 11/79;
 - g) Dimensionamento de recuperação do pavimento através da metodologia DNER-PRO 269/94;
 - h) Dimensionamento através da aplicação do Catálogo de Soluções para Manutenção de Pavimentos Flexíveis CREMA 2ª Etapa do DNIT;
 - i) Comparação e análise dos resultados obtidos na aplicação dos dois métodos com a solução do catálogo.

1.6. APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

No Capítulo 1 da Introdução é feita contextualização geral do assunto abordado, onde são apresentados o problema de pesquisa e seus objetivos, delineando as principais justificativas para a realização do Trabalho e os procedimentos metodológicos a serem adotados.

No Capítulo 2 da Fundamentação Teórica é feita revisão bibliográfica na abordagem dos conceitos fundamentais da literatura ao qual se reporta. Apresentam-se inicialmente as características do pavimento flexível, na seqüência, fazem-se referências às terminologias de defeitos, bem como os métodos de avaliação das condições estruturais e funcionais em pavimentos asfálticos. Posteriormente são apresentadas as metodologias para avaliação funcional e estrutural do pavimento, bem como os métodos para dimensionamento de recuperação do pavimento sendo o primeiro totalmente de abordagem empírica (DNER-PRO 11/79) e o segundo com abordagem empírica-mecanística (DNER – PRO 269/94) e as soluções de catálogo do Programa CREMA 2ª Etapa.

No Capítulo 3 do Método de Pesquisa é apresentado levantamentos de dados necessários para o cálculo do reforço do pavimento estudados, tais como: número N, avaliação estrutural destrutiva e não-destrutiva, avaliação funcional, deflexões recuperáveis, divisão em segmentos homogêneos, ensaios de

caracterização, por fim, são apresentados os resultados obtidos com os cálculos de reforço através das normas acima citadas.

No Capítulo 4 da Apresentação e Análise dos Resultados são demonstradas as comparações entre os dimensionamentos calculados pelos dois métodos tradicionais e a solução de catálogo com discussões de resultados.

No Capítulo 5 das Considerações Finais são apresentadas as devidas conclusões, a qual é possível graças aos levantamentos dos dados de campo e aplicação dos métodos tradicionais de dimensionamentos de reforços estruturais com a solução de catálogo. Por fim, recomenda-se para futuros trabalhos pesquisas em outras rodovias visando aprimorar consultas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

2.1.1. Pavimento flexível

Pavimento é uma estrutura construída sobre a superfície obtida pelos serviços de terraplanagem com a função principal de fornecer ao usuário segurança e conforto, que devem ser conseguidos sob o ponto de vista da engenharia, isto é, com a máxima qualidade e o mínimo custo (SANTANA, 1993).

Para o DNIT (2005b), a estrutura de pavimento não é perpétua, pois as diversas camadas são formadas de diferentes materiais que são assentados sobre leito natural, principalmente em se tratando de pavimentos flexíveis, o qual deve sofrer constantemente ações de manutenção, preventivas/corretivas e de reabilitação.

Pavimentos flexíveis, segundo Balbo (2007), possuem mais de uma função, pois devem resistir cargas de forma controlada, uma vez que a característica do pavimento flexível é a deformação, as tensões devem chegar ao leito estradal de forma controlada gerando tensões previstas inicialmente (no momento da sua idealização), sem que haja rompimento prematuro das camadas superiores, ou degradação acelerada.

O projetista de pavimento deve considerar aspectos que são determinantes para o seu ideal desempenho, o qual deve proporcionar conformidade e segurança aos usuários que o utilizam. No decorrer da vida útil dos pavimentos, diversos motivos podem trazer problemas e patologias. Segundo Balbo (2007), as patologias são originadas de dois principais fatores: comportamento mecânico dos materiais (agregados, betume, leito natural) e a interação das cargas impostas a estes, sejam elas através de eixos simples, tandem-duplos ou tandem-triplos.

Pode-se nomear perda de qualidade como deterioração, sendo que esta acontece paulatinamente com os ciclos de repetições de cargas, influência do clima (temperatura e umidade), modificações químicas dos componentes.

2.1.2. Terminologia dos defeitos nos pavimentos flexíveis

Para avaliação das condições de superfície de pavimentos asfálticos, se faz necessário à classificação e catalogação dos defeitos através de uma observação a campo, a qual irá amparar o projeto e orientar o projetista na melhor opção de restauração e manutenção. A investigação do revestimento asfáltico é a etapa essencial de informações sobre a via, certamente será um dos primeiros estudos, juntamente com a investigação do tráfego, o qual proporcionará dados para a melhor adoção do ponto de vista técnico-econômico.

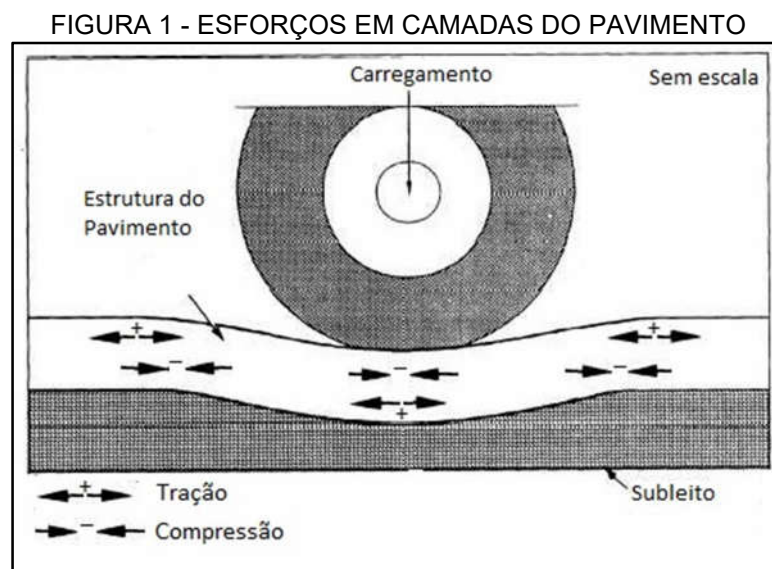
Baseado nisso, seguiu-se a investigação das condições de superfície do pavimento utilizando a norma DNIT 005/2003 – TER, a qual é aplicável e reconhecida como metodologia para investigação da superfície de pavimento através da norma DNIT (2006a) sendo que estudo através dela embasa também, a classificação de defeitos considerados no cálculo do IGG (Índice de Gravidade Global), aplicáveis pela norma DNIT 006/2003 – PRO.

Existem três níveis de severidades de defeitos, e as diferenças entre eles é a progressão que estes apresentam com o passar do tempo, podendo ser classificados conforme a necessidade de intervenção, sendo de níveis: Baixo, Médio e Alto. Os defeitos podem ser da ordem funcional, quando associados às condições de conforto e segurança dos usuários e, da ordem estrutural, quando o defeito interfere e/ou originou-se diretamente da capacidade estrutural do pavimento (SILVA, 2008).

Revestimentos betuminosos, com o passar dos estágios de sua vida útil, tendem a apresentar defeitos de fissurações e posteriores trincamentos, as quais são hierarquizadas por classes. Estes defeitos ocasionam o enfraquecimento da estrutura que, por sua vez, permitem entrada de água, provocando o enfraquecimento das camadas estruturais e desagregação do pavimento, levando ao aparecimento das principais patologias (PRESTES, 2001).

Segundo a norma DNIT 005/2003 TER *apud* Machado (2013) a presença de fissuras nos pavimentos tem origem, pelas ocorrências de três fatores:

- 1) Tráfego atuante pelo ciclo de carregamento e alívio, o que proporciona tensões de compressão nas fibras superiores e tração nas fibras inferiores do revestimento, conforme ilustração da Figura 1;



FONTE: ADAPTADO DE BALBO (2007).

- 2) Alternância da temperatura durante o dia, o que causa contrações de expansão e retração no revestimento. De acordo com Balbo (2007), a alternância de temperaturas, além de modificar as características do material, ocasiona o envelhecimento dos pavimentos. O Brasil é um país de clima tropical característico, o qual difere muito dos climas aonde originalmente foram desenvolvidas as tecnologias empregadas em pavimentos;

3) A reflexão do revestimento, resultados de propagação que se iniciam nas camadas subjacentes devido à existência de bases cimentadas (pavimentos semirrígidos, base solo-cimento). A ocorrência deste tipo de problema é um dos fatores que reduz a vida prevista, tendo em vista que há a ruptura precoce, o que afeta diretamente a camada de reforço estrutural, o que demanda de grande atenção devido à gravidade e alto custo de recuperação (MINHOTO, 2005).

Segundo Machado (2013), no Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (DNIT, 2006b) do DNIT, não há o detalhamento de fenda, fissura ou das variadas trincas; relaciona cada situação onde ocorre, por fadiga, por envelhecimento ou por reflexão, o que, por sua vez traz dúvidas a maneira de classificar o defeito “Trinca” e suas subdivisões.

Existem várias classificações para a determinação de defeitos em pavimentos rodoviários, sendo nacionais e internacionais. A norma brasileira faz referências a SHRP (*Strategic Highway Research Program*) e ao trabalho de Domingues (1993), sendo este último a que subsidiou o método brasileiro, porém sua abordagem de classificação ainda não traz clareza e coerência ao avaliador (MACHADO, 2013).

A seguir segue a classificação de acordo com o DNIT, 2003a de defeitos para cálculo do IGG:

a) Fendas (F): São descontinuidades na superfície do pavimento, o qual origina aberturas de menor ou maior porte. As fendas são classificadas de acordo com sua abertura: sendo que inicialmente levam o nome de fissuras, quando estas não são perceptíveis a olho nu à distância inferior a 1,5m, ou nomeadas como trincas, quando abertura perceptível e maior que a da fissura (BERNUCCI et. al., 2006). Trincas podem ser isoladas, sendo transversais ou longitudinais à via, curtas ou longas. A foto da Figura 2 mostra uma trinca transversal e, a foto da Figura 3, uma trinca isolada longitudinal. As trincas podem apresentar comunicação entre si, e são nominadas de trincas interligadas (tipo couro de jacaré ou em bloco). A foto da Figura 4 mostra trincas interligadas com início de erosão de bordas, já a foto da Figura 5, mostra a formação de blocos. As trincas chamadas FC-1,

apresentam aberturas maiores à das fissuras e menores que 1,0mm, já as trincas com abertura superiores a 1,0mm são classificadas como FC-2, desde que não apresentem de erosão nos bordos e, FC-3 são trincas superiores a 1,0mm, com presença de erosão de bordo;

FIGURA 2 - TRINCA ISOLADA TRANSVERSAL



FONTE: DNIT (2003a).

FIGURA 3 - TRINCA ISOLADA LONGITUDINAL



FONTE: DNIT (2003a).

FIGURA 4 – TRINCAS INTERLIGADAS



FONTE: DNIT (2003a).

FIGURA 5- TRINCAS TIPO BLOCOS



FONTE: DNIT (2003a).

b) Afundamento (A): Deformações dos revestimentos, caracterizado pela presença de afundamento plástico, consolidação (depressão), com ou sem solevamento¹. Classificado, segundo Bernucci *et. al.* (2006), como: afundamento por consolidação (AC), o qual ocorre devido diferencial do material, de uma ou mais camadas do pavimento, podendo ser localizado

¹ Ato ou efeito de erguer ou erguer-se um tanto, levantar.

(ALC) quando a extensão não é maior que 6,0m, ou longitudinal nas trilhas de roda (ATC), quando excede 6,0m de extensão. Podem ainda, ser caracterizado por afundamentos plásticos (AP), quando as depressões ocorrem devido à fluência do material, podendo ser localizado (ALP), ou longitudinal nas trilhas de roda (ATP). A foto da Figura 6 ilustra um afundamento por consolidação, já a fotos das Figuras 7 e 8 mostram tipos de afundamentos plásticos.

FIGURA 6 – AFUNDAMENTO POR CONSOLIDAÇÃO E TRILHA DE RODA



FONTE: PINTO & PREUSSLER (2010).

FIGURA 7 - AFUNDAMENTO PLÁSTICO POR SOLEVAMENTO LATERAL



FONTE: PINTO & PREUSSLER (2010).

FIGURA 8 - AFUNDAMENTO PLÁSTICO POR SOLEVAMENTO LATERAL



FONTE: PINTO & PREUSSLER (2010).

c) Ondulação ou Corrugação (O): Ambas as deformações transversais ao eixo da pista são originadas pela instabilidade da mistura betuminosa do revestimento ou reflexo da instabilidade diferencial do subleito. O que difere a Ondulação da Corrugação são os comprimentos de ondas provocados entre uma crista e outra das deformações, sendo nas corrugações na ordem de centímetros, nas ondulações, na grandeza de metros (BERNUCCI *et. al.*, 2006) conforme mostra a foto da Figura 9.

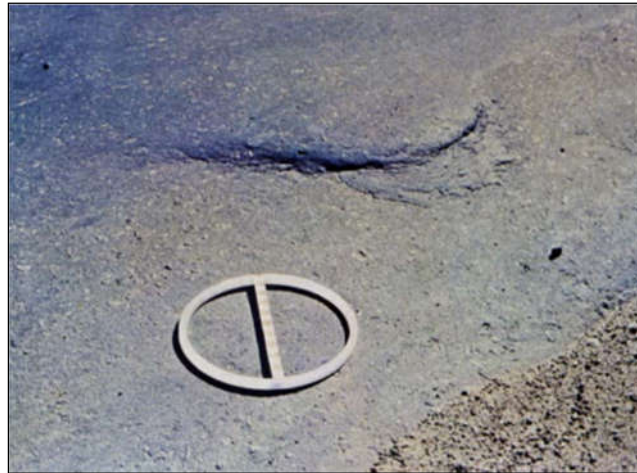
FIGURA 9 - ONDULAÇÃO



FONTE: DNIT (2003a).

d) Escorregamento (E): Decorrente da fluência do revestimento trata-se de uma fluência horizontal do material, o qual é movimentado por forças tangenciais transmitidos pelas rodas dos veículos e aceleração ou desaceleração (frenagem), conforme mostra a foto da Figura 10.

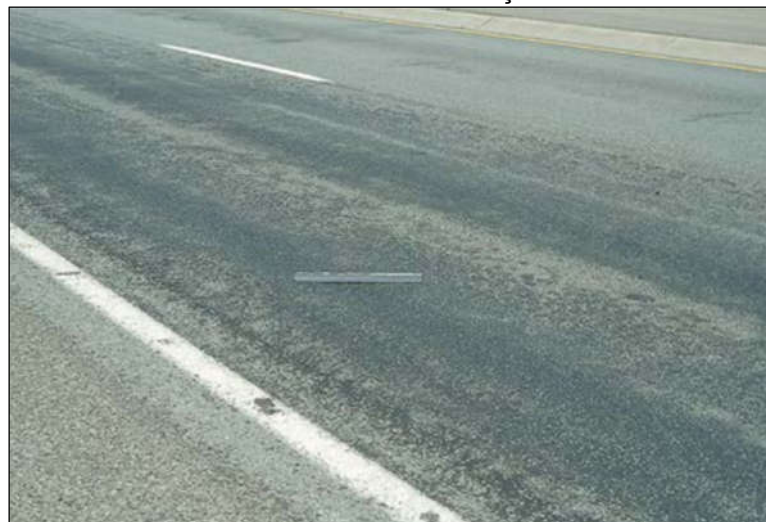
FIGURA 10 - ESCORREGAMENTO



FONTE: DNIT (2003a).

e) Exsudação (EX): Formação de um filme ou película de material betuminoso na superfície do pavimento e é caracterizada por manchas de diversas dimensões. Muitas vezes o ligante, conforme a condição climática pode desprender-se impregnando os pneus dos veículos, na presença de chuva pode gerar falta de aderência, conforme mostra a foto da Figura 11.

FIGURA 11 - EXSUDAÇÃO



FONTE: BELLINGER & MILLER (2014).

f) Desgaste (D): ocorre com o desprendimento de agregados devido à perda da argamassa asfáltica fina, caracterizado pela aspereza superficial provocado pelos esforços tangenciais, conforme mostra a foto da Figura 12;

FIGURA 12 - DESGASTE



FONTE: BERNUCCI *et al.* (2010).

g) Panelas ou Buracos: Cavidades com dimensões e profundidades variadas caracterizam-se por um defeito, classificado na ordem técnica como: grave. Afeta diretamente as camadas inferiores, ocasionando desestabilidade das camadas mais profundas. Podemos dizer que a panela e/ou buraco são estágios finais de um processo que se inicia com trincas FC-1, passando para FC-2 e FC-3, posteriormente desagregando e formando buracos conforme mostra a foto da Figura 13.

FIGURA 13 - PANELA



FONTE: BERNUCCI *et al.* (2010).

- h) Remendo: Segmento de pavimento onde já houve uma intervenção de recuperação do pavimento original conforme mostra foto da Figura 14.

FIGURA 14 - REMENDO



FONTE: OS AUTORES (2018).

2.2. AVALIAÇÃO ESTRUTURAL

A avaliação estrutural está relacionada ao arranjo do pavimento e seu dimensionamento, a capacidade do pavimento em receber diversas repetições de cargas as quais se refletem nas deformações elásticas, recuperáveis e plásticas² ou permanentes (BERNUCCI *et al.*, 2006).

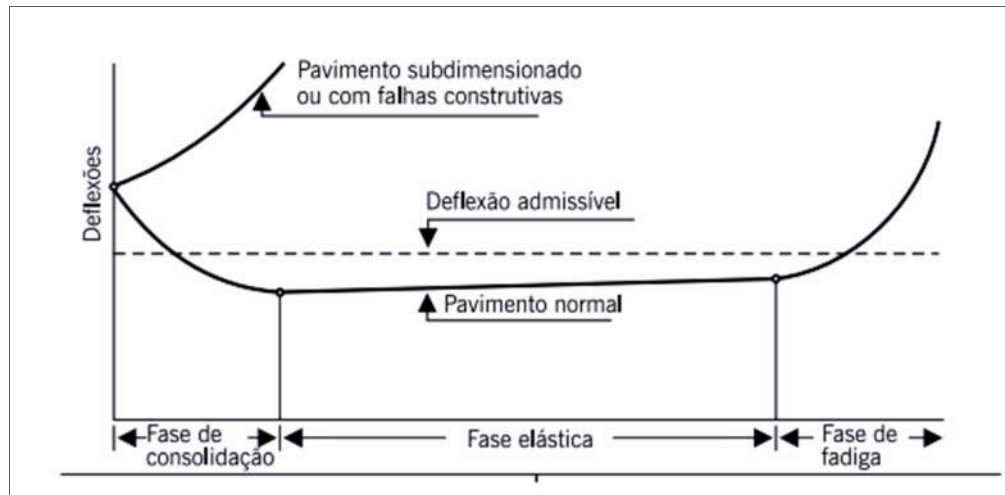
Ainda segundo Bernucci *et al.* (2006), para se determinar a capacidade de carga que um pavimento pode aguentar e, conseqüentemente, se mostrar íntegro após sua constituição, é fundamental a adoção das técnicas de avaliação das deformações e deflexões admissíveis. Os defeitos estruturais apresentados nos pavimentos flexíveis ocorrem após terem sido submetidos a um grande ciclo de repetições de passagens de eixos carregados. As passagens dos eixos e a diminuição de vida útil revelam anomalias que, com o passar do tempo se somarão, evidenciando as patologias devido aos efeitos de fadiga dos revestimentos.

² “As deformações sofridas pelo pavimento devido à ação das cargas transmitidas pelas rodas dos veículos são separadas em deformações transitórias, ou recuperáveis, e deformações permanentes, ou irreversíveis.” (FONSECA, 2013, p.23).

Avaliação funcional e avaliação estrutural são complementares entre si e, muitas vezes se mostram eficientes se executadas em conjunto, especialmente quando a determinação requer maior precisão (NIKOLAIDES, 2015).

Uma forma de representar uma curva de desempenho de um pavimento ao longo dos diversos ciclos de restauração é representada pela ilustração da Figura 15.

FIGURA 15 - FASE DA VIDA DE UM PAVIMENTO



FONTE: DNER (1979).

As fases apresentadas na figura dizem respeito à deflexão do pavimento ao longo da sua vida útil, sendo o eixo vertical o acúmulo de deflexões e o eixo horizontal o acréscimo dos anos (DNER, 1979).

- a) A fase de consolidação se dá imediatamente após a execução, e é qualificada por um decréscimo do valor da deflexão, uma vez que o pavimento sofre o acúmulo das cargas e distribuições oriundas do tráfego;
- b) A fase elástica vem após a consolidação, podemos dizer que é neste período que está definida a vida útil do pavimento;
- c) A fase de fadiga é a última fase, é a mais importante, pois é nela que se caracteriza o acréscimo de deflexão e as aparições das primeiras deficiências no pavimento.

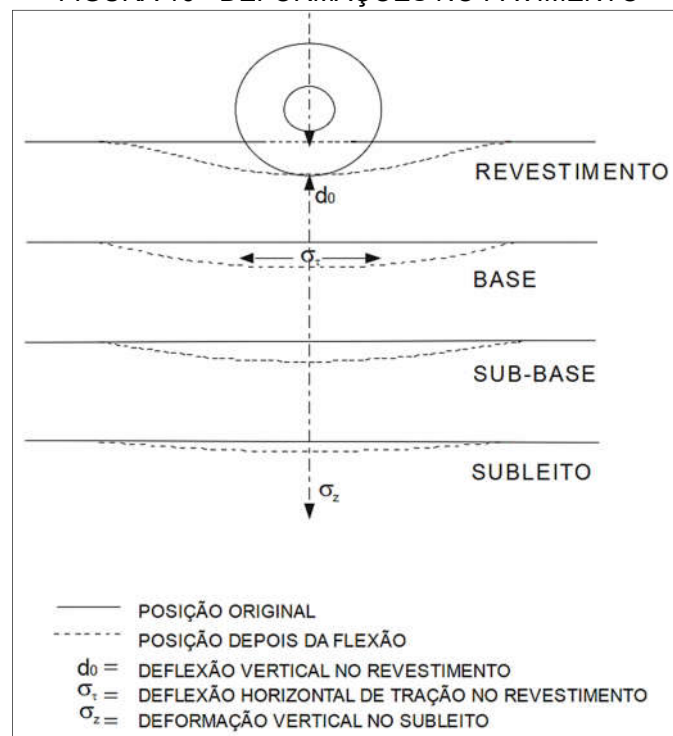
2.3. AVALIAÇÃO ESTRUTURAL NÃO-DESTRUTIVA

2.3.1. Deflexão recuperável

Para que seja possível a verificação estrutural de um conjunto de camadas que compõe um pavimento, os projetistas fazem uso da determinação das medidas dos deslocamentos através da aplicação de um determinado carregamento, que pode ser pontual ou em uma área específica, de maneira que submeta o conjunto a tensões, a maneira habitual é a utilização da Viga Benkelman, instrumento de impacto do tipo “queda-colisão”, e dinâmicos de vibração (SILVA, 2006).

Conforme Pinto&Preussler (2010), a deflexão de um pavimento diminui com o aumento da profundidade em relação às camadas adjacentes, conforme ilustração da Figura 16, sendo que pavimentos mais robustos do ponto de vista estrutural, fletem menos, explicando a vantajosa demonstração de capacidades estrutural para este tipo de avaliação.

FIGURA 16 - DEFORMAÇÕES NO PAVIMENTO



FONTE: DNIT (2005b).

Os equipamentos para medições de deflexão em pavimentos vêm se desenvolvendo, principalmente pela necessidade de acurácia e rapidez nos ensaios e classificam-se em cinco categorias:

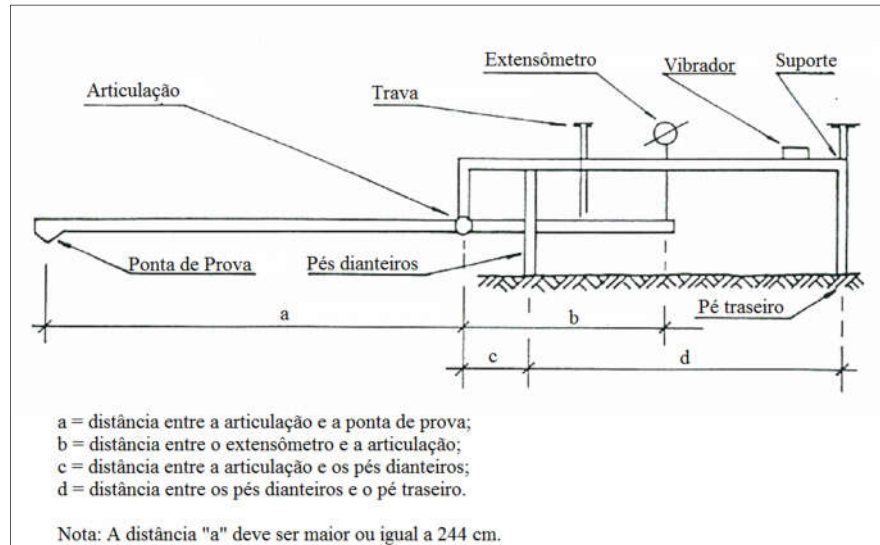
- a) Equipamentos estáticos;
- b) Equipamentos automáticos;
- c) Equipamento estático com carga dinâmica/ carregamento dinâmico em regime permanente;
- d) Equipamentos por impulso;
- e) Equipamento por método de propagação de onda.

2.3.1.1 Viga Benkelman

Equipamento desenvolvido em 1953, idealizado por A.C. Benkelman, por estudos oriundos da pista experimental da WASHO (*Western Association Of States Highway Officials*) no Oeste dos Estados Unidos, em 1953. O aparelho foi amplamente empregado no Brasil, diante o seu baixo custo e operacionalização simples (SILVA, 2008).

O equipamento é operado através de uma parte fixa e outra parte móvel, chamada de viga horizontal (metálica), a parte fixa é apoiada no pavimento por meio de suportes reguláveis, sendo um traseiro e dois dianteiros, aonde a viga se acopla através de uma articulação, parte de porção maior é posicionada a frente da viga. A ponta do braço toca o pavimento no ponto analisado, enquanto a outra extremidade aciona um extensômetro que sensivelmente capta as medidas de deflexão, conforme ilustrada Figura 17.

FIGURA 17 - VIGA BENKELMAN



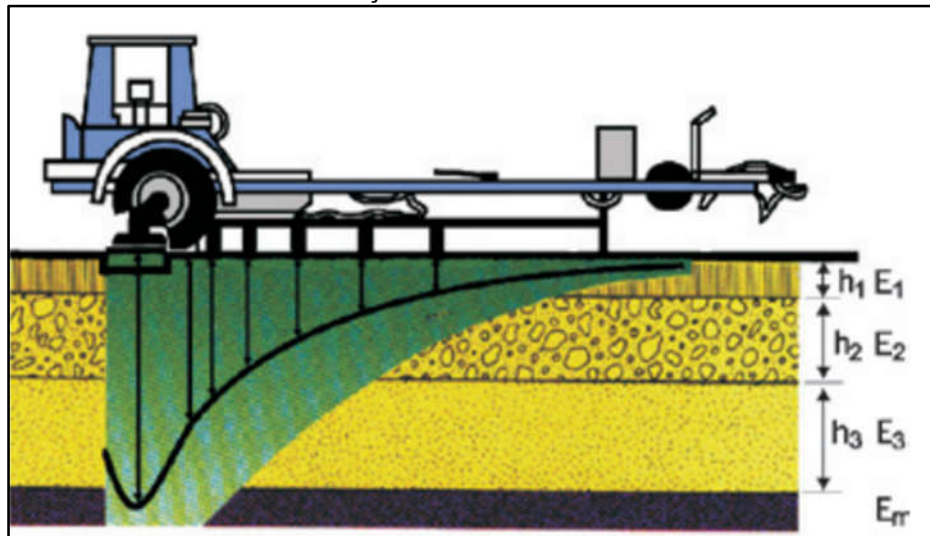
FONTE: DNIT (2010).

2.3.1.2 *Falling Weight Deflectometer*

O equipamento de levantamento deflectométrico FWD (*Falling Weight Deflectometer*), é um avanço tecnológico que permitiu uma visão melhorada das leituras praticadas pela Viga Benkelman (VB), uma vez que esta tecnologia é facilmente calibrada e tem grande proximidade com a realidade de atuação de carga do tráfego sobre o pavimento.

O equipamento é classificado como de impulsão, pois a aplicação consiste na queda de carga dinâmica aplicada instantaneamente sobre uma placa de dimensões conhecidas, o qual simula a atuação de uma hipotética passagem de um rodado sobre o pavimento analisado, sendo que a força do impulso aplicada à placa rígida de 300 mm de diâmetro tende a uma onda senoidal de duração de 25 a 30ms (milésimos de segundos), sendo que a massa do martelo atuante (variável) é de 50 kg, 100 kg, 200 kg e 300 kg, o qual sofre queda de uma altura de 20 mm a 381 mm (BALBO, 2007). O equipamento é dotado de sensores (geofones) que realizam a leitura das deflexões com alta precisão, conforme ilustração da Figura 18.

FIGURA 18 - REPRESENTAÇÃO DOS DEFLECTÔMETROS DE IMPACTO

FONTE: BERNUCCI *et.al.*(2006).

2.3.1.1. Correlações entre FWD e VB

Medina *et al.* (1994) *apud* Borges (2001), cita algumas considerações sobre a leitura do FWD, e que podem refletir diretamente nos resultados obtidos por estes métodos, cita-se: A camada rígida de um pavimento, dependendo da sua profundidade, pode interferir na bacia de deformação gerada pela carga do FWD; A aceleração com que a massa que cai livremente sobre o pavimento não reflete a realidade da aplicação de carga de uma roda em movimento, sendo que, se em movimento, a inércia da massa do pavimento pode ser desprezível. Na leitura FWD, um sinal é gerado pela transmissão de carga e o impulso gerado no pavimento gera ondas no interior e no exterior (face) do pavimento, este intervalo é de 100 milésimos de segundo e, usualmente são extraídos os picos de carga e os picos de deformação, sendo que estas possuem diferenças de fase dos sinais dinâmicos captados pelos transdutores.

As normas DNER-PRO 011/79 e DNER-PRO 269/94, apresentam a utilização das deflexões medidas em Viga Benkelman como parâmetros para estudos e projetos de recuperações de pavimentos asfálticos, provavelmente por ser a viga, um dos ensaios mais difundidos e aplicados universalmente. Com o uso do FWD, se fez necessário adotar métodos de correlações das deflexões medidas entre os dois aparelhos de medição.

Em trabalho elaborado por João Menescal Fabrício *et al.* (1996) *apud* DNIT (2006a), foram obtidos modelos que empregam a relação entre os equipamentos de medição de deformações FWD e VB, posteriormente a tese foi utilizada pelo DNER, para compor a correlação observada no Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos. Os modelos obtidos foram:

a) Para deflexões características aonde $D_{FWD} < 85 \times 10^{-2} \text{ mm}$

$$D_{VB} = 20,645(D_{FWD} - 19)^{0,351} \text{ com coeficiente } R^2 = 0,952 \quad (1)$$

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

$$D_{VB} = 8,964(D_{FWD} - 60)^{0,715} \text{ com coeficiente } R^2 = 0,933 \quad (2)$$

Onde:

D_{VB} – Deflexão característica obtida através do equipamento VB;

D_{FWD} – Deflexão característica obtida através do equipamento FWD.

2.3.2. Raio de curvatura

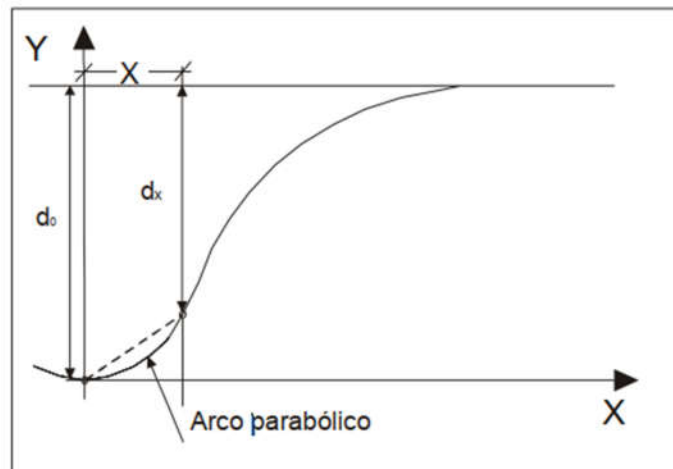
Os equipamentos para medições de deflexão medem deslocamentos elásticos, sendo que esta atuação na estrutura produz um resultado de forças distribuídas sobre o pavimento que assume uma forma aproximada de uma elipse, e é nomeada de “bacia de deformação” ou “deformada”.

Os pavimentos mais rígidos tendem a apresentar maiores valores de bacias de deformação, obviamente que pavimentos rígidos e semirrígidos tendem a apresentar valores menores de deflexão, em torno de 10 centésimos de milímetros, já em pavimentos flexíveis, os resultados podem chegar a 20 e 30 centésimos de milímetros, sendo que, quanto maior o valor da deflexão mais elástica é a estrutura (BALBO, 2007).

Em uma seção longitudinal de uma bacia de deformação, é possível observar que a máxima deflexão ocorre no centro da aplicação da carga. A forma mais difundida de avaliação do pavimento através das “deformadas” é inscrever um raio de curvatura (R), que irá assumir o arqueamento da deformada na sua porção mais crítica, conforme ilustra a Figura 19, é possível evidenciar a indicação do arco

parabólico que, em geral, é obtido a uma distância de 25,0 cm da aplicação do eixo da carga (DNIT, 2006a).

FIGURA 19 - DEFORMADA OU BACIA DE DEFORMAÇÃO



FONTE: DNIT (2006a).

A seguir, a expressão utilizada para o ajuste do arco parabólico, afastado genericamente do centro de carga de um valor determinado, utilizado pelo extinto DNER.

$$R = \frac{10 x^2}{2 (d_0 - d_x)} \rightarrow R = \frac{6250}{2 (d_0 - d_x)} \text{ [m]} \quad (3)$$

2.4. AVALIAÇÃO OBJETIVA

2.4.1. Avaliações de superfície

Para padronizar a adoção de uma técnica aonde fosse possível o avaliador caracterizar a superfície do pavimento considerando uniformidade longitudinal, resistência à derrapagem, sulcos, rachaduras ou qualquer outro problema que pudesse afetar a segurança dos usuários, o DNER publicou a norma DNER-PRO 008/87, a qual foi posteriormente substituída pela DNER-PRO 008/94 e, por fim, resultando na vigente norma, DNIT 006/2003-PRO (DNIT, 2003b), cujo objetivo principal é a obtenção dos valores de IGG (Índice de Gravidade Global). O Quadro 1 mostra a tipificação dos defeitos com os respectivos códigos.

QUADRO 1 - INVENTÁRIO DO ESTADO DE SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO

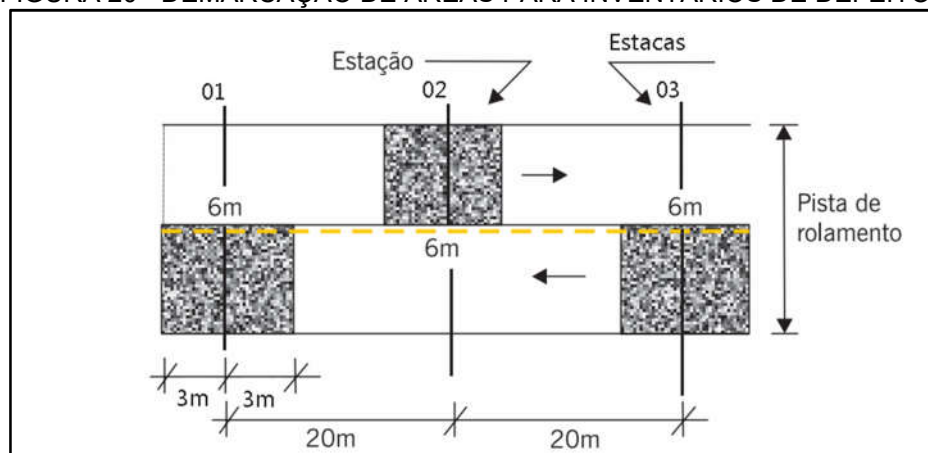
RODOVIA:		INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																		Data:		Folha:					
		TRECHO:																		Estaca ou Quilômetro		Estaca ou Quilômetro					
		SUBTRECHO:																									
				Trincas Isoladas						FC-2		FC-3		ALP	ATP	O	P	EX	D	R	ALC	ATC	E	Flechas		OBS:	
Estaca Ou Km	Seção Terrap.	OK	FI (1)	TTC (1)	TTL (1)	TLC (1)	TLL (1)	TRR (1)	J (2)	TB (2)	JE (3)	TBE (3)	ALP (4)	ATP (4)	O (5)	P (5)	EX (6)	D (7)	R (8)	ALC	ATC	E	TRI	TRE			

FONTE: (DNIT,2003b).

A planilha de campo do quadro acima denominada inventário, além de possuir todos os dados relativos à localização da rodovia, apresenta coluna com os defeitos e observações. O método caracteriza os defeitos e contabiliza-os através de frequências absolutas e relativas, agrupando-os através de suas características.

Para a definição das estacas a serem adotadas, apresente norma preconiza que o estaqueamento seja a cada 20 metros de extensão em pistas simples, alternando as estações em ambas as pistas, conforme ilustração da Figura 20, possuindo dimensões de 6,0m (3,0m ré e 3,0m avante) longitudinalmente e, transversalmente, possuindo extensão de 20,0m entre elas o que perfaz uma área de $21,0m^2$ (6,0 x 3,5m) de uma área total de $140,0m^2$ (20,0 x 7,0m). Em sendo assim, a área de avaliação é de somente 15%.

FIGURA 20 - DEMARCAÇÃO DE ÁREAS PARA INVENTÁRIOS DE DEFEITOS



FONTE: ADAPTADO DE BERNUCCI ET. AL. (2006).

Além disso, a norma preconiza que frequência absoluta corresponde ao número de vezes em que a ocorrência foi verificada. A frequência relativa é obtida através da divisão do número de ocorrências pelo número das estações analisadas, multiplicados por 100. Com o resultado obtido em função das frequências dos defeitos, devidamente multiplicados pelos fatores de “pesos”, denominados fatores de ponderação de acordo com o Quadro 2, obtém-se o IGI (Índice de Gravidade Individual). Importante ressaltar que essa avaliação é feita de forma visual, por pessoal capacitado e familiarizado com os defeitos.

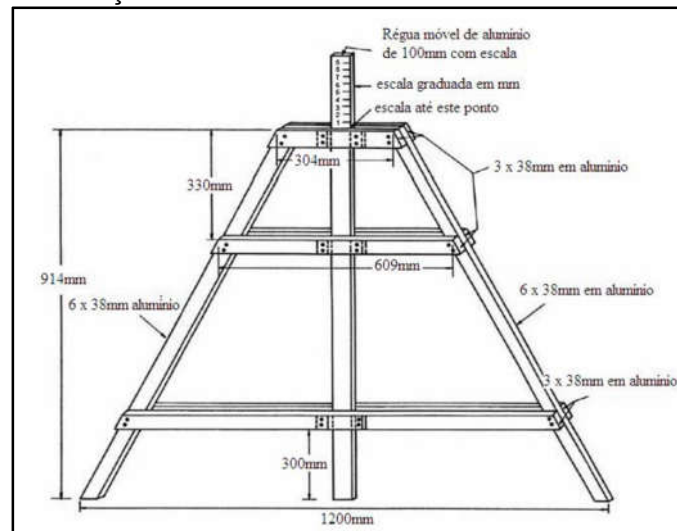
QUADRO 2 - VALOR DO FATOR DE PONDERAÇÃO

Ocorrência tipo	Codificação das Ocorrências	Fator de Ponderação fp
1	Fissuras e Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	0,2
2	FC-2 (J e TB)	0,5
3	FC-3 (JE e TBE) NOTA: Para efeito de ponderação quando em uma mesma estação forem constatadas ocorrências tipos 1, 2 e 3, só considerar as do tipo 3 para o cálculo da frequência relativa em percentagem (fr) e Índice de Gravidade Individual (IGI); do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências tipos 1 e 2 em uma mesma estação, só considerar as do tipo 2.	0,8
4	ALP, ATP e ALC, ATC	0,9
5	O, P, E	1,0
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

FONTE: DNIT (2003b).

Outra importante avaliação é a medição dos afundamentos de trilha de rodas ou flechas, que são medidas com auxílio de uma treliça de alumínio, de 1,20m de comprimento de base, com uma régua central escalonada em milímetros, conforme ilustração da Figura 21.

FIGURA 21 - TRELIÇA PARA MEDIR AFUNDAMENTOS DE TRILHA DE RODA



FONTE: (DNIT,2003b).

Para o cálculo do IGI, é necessário realizar a soma da média aritmética do total das medidas de todas as trilhas de roda do segmento analisado (F), sendo que este procedimento deverá ser feito, tanto para as trilhas internas, tanto para as externas, conforme a seguinte equação.

$$F = \left(\sum_i^j FRI + \sum_i^j FRE \right) \frac{1}{2} \quad (4)$$

Onde:

FRE = flecha na trilha externa em milímetros de cada uma das estações do segmento;

FRI = flecha na trilha interna em milímetros de cada uma das estações do segmento;

i = primeira estação do segmento;

j = última estação do segmento;

F = média aritmética da média das flechas na trilha externa e da média das flechas na trilha interna do segmento;

Calcula-se IGI das variâncias das flechas (FV), que nada mais é que, a soma das variâncias do total das medidas de todos os trilhos de roda do segmento analisado.

$$FV = (FRI_v + FRE_v) \frac{1}{2} \quad (5)$$

Onde:

FRE_v = variância das flechas medidas na trilha externa do segmento, considerando todas as estações de i a j ;

FRI_v = variância das flechas medidas na trilha interna do segmento, considerando todas as estações de i a j ;

FV = média da variância das flechas na trilha externa e da variância das flechas na trilha interna do segmento.

Após o cálculo de IGI das flechas e a variância das flechas, se faz necessário considerar os respectivos fatores de ponderação e por fim, somam-se todos os resultados obtidos, obtendo o resultado global, onde é possível classificar o estado geral do pavimento atribuindo-o conceito conforme o resultado obtido, segundo consta no Quadro 3.

QUADRO 3-REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DOS DEFEITOS

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

FONTE: DNIT (2003b)

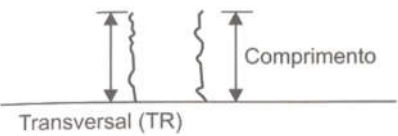
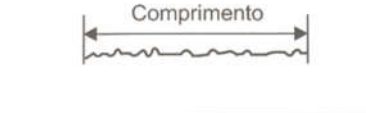
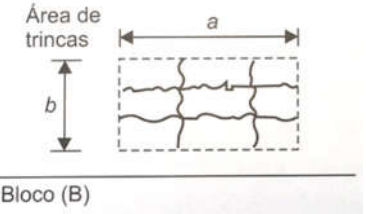
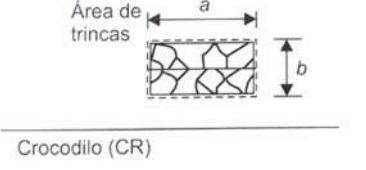
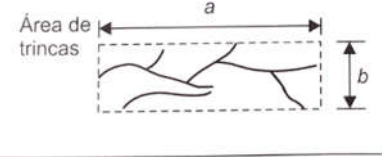
2.4.2. Levantamentos das áreas defeituosas

O DNER, a partir de estudos da *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO), instituiu procedimento para avaliação do pavimento através da antiga norma PRO-128/83, a qual passou por nova versão denominada DNIT 007/2003 PRO (DNIT, 2003c) a fim de fornecer dados de entrada para sistemas de gerenciamento de pavimentos e também para projetos.

Através de um levantamento sistemático da superfície é possível obter os inventários de avaliação das condições do pavimento, considerando os subtrechos homogêneos dentro do PNV (Plano Nacional de Aviação) de no máximo 20,0km sendo destes, extraídos outros três subtrechos homogêneos de 100,0m, igualmente espaçados, onde o avaliador toma como estação os 6,0m iniciais e os últimos 6,0m, percorrendo-os pé.

Cada estação de avaliação deverá ser delimitada com medidas de 3,0m avante e 3,0m além ao eixo da estação, sendo que nela deverão ser colhidas as informações das flechas da trilha de roda com a trelça de alumínio padronizada, a mesma utilizada na avaliação do Índice de Gravidade Global. Por meio de uma amostragem estatística é possível calcular a porcentagem de área afetada, por cada tipo de defeito inventariada, sendo que os defeitos são medidos a cada estação pela área circunscrita, demarcados com giz sobre a pista e desenhados em planilha de campo (DNIT, 2006b). Para trincas longitudinais e transversais consideram-se largura da área afetada de 15,0cm conforme é mostrado no Quadro 4.

QUADRO 4 - TIPOS DE TRINCAS E MODOS DE MEDIÇÃO

 Transversal (TR)	Mede-se comprimento de cada trinca transversal
 Longitudinal (L)	Mede-se comprimento de cada trinca longitudinal
 Bloco (B)	Mede-se área total da ocorrência de trincas em bloco por meio das dimensões do retângulo circunscrito
 Crocodilo (CR)	Mede-se área total da ocorrência de trincas em interligadas por meio das dimensões do retângulo circunscrito
 Irregular (I)	Mede-se área total da ocorrência de trincas irregulares por meio das dimensões do retângulo circunscrito

FONTE: PINTO & PREUSSLER (2010).

Atualmente, existem outros métodos de avaliação da área de superfície de pavimentos, os quais permitem uma varredura através de um sistema automatizado,

posteriormente compilados através de um Processamento de Dados, instalado em um Laboratório Móvel (LM), fornecendo dados com maior exatidão para compor métodos mecânicos-empíricos (ANTT, 2017).

Este sistema possui o nome de LVD-Vídeo, Levantamento Visual Detalhado – Vídeo, metodologia elaborada pela empresa Pavesys Engenharia Ltda., e consiste em um aprimoramento do levantamento aplicado pela norma DNIT 007/2003 – PRO (DNIT, 2003c).

O LVD elimina a necessidade de o avaliador utilizar demarcar as áreas ao longo dos segmentos de 100,0m, utilizando trena e giz, tinta e formulários, pois levantamento é realizado de forma contínua, em um veículo, conforme foto das Figuras 22 e 23, o qual é equipado com duas câmeras de alta resolução que fotografam tanto a pista quanto o acostamento.

Os defeitos são mostrados através do vídeo reproduzido instantaneamente na tela de um *notebook*, e são processados em um *software* e identificados de forma rápida. Através do teclado, o avaliador indica o início e final de trincas, diferenciando as que estão longitudinalmente e transversalmente à via, se estão localizadas próximas ao bordo, próximas ao eixo, nos locais de trilhas de roda, diferenciando a existência de trilha de roda externa e interna, a propagação das mesmas, ou se ocupam a totalidade da pista de rolamento. Da mesma maneira o avaliador registra a ocorrência de áreas de trincamento interligadas, trincas irregulares, início e final de remendos, e painéis (PAVESYS ENGENHARIA DE PAVIMENTOS, 2017b).

O Quadro 5 demonstra como são descritos a catalogação dos defeitos.

QUADRO 5 – DEFEITOS CATALOGADOS NO LVD – VÍDEO

Sigla	Localização	Lado	Descrição
BE	Bordo	Esquerdo	Bordo próximo ao eixo de roda interna
ATRE	Trilha de Roda	Esquerdo	Trilha de roda interna
F	Faixa	-	Toda a largura da faixa de tráfego/focos variados
ATRD	Trilha de Roda	Direito	Trilha de toda externa
BD	Bordo	Direito	Bordo externo de faixa de tráfego

FONTE: PAVESYS ENGENHARIA DE PAVIMENTOS (2017b).

FIGURA 22 - PERSPECTIVA INTERNA VEÍCULO LVD-VÍDEO



FONTE: ANTT (2017).

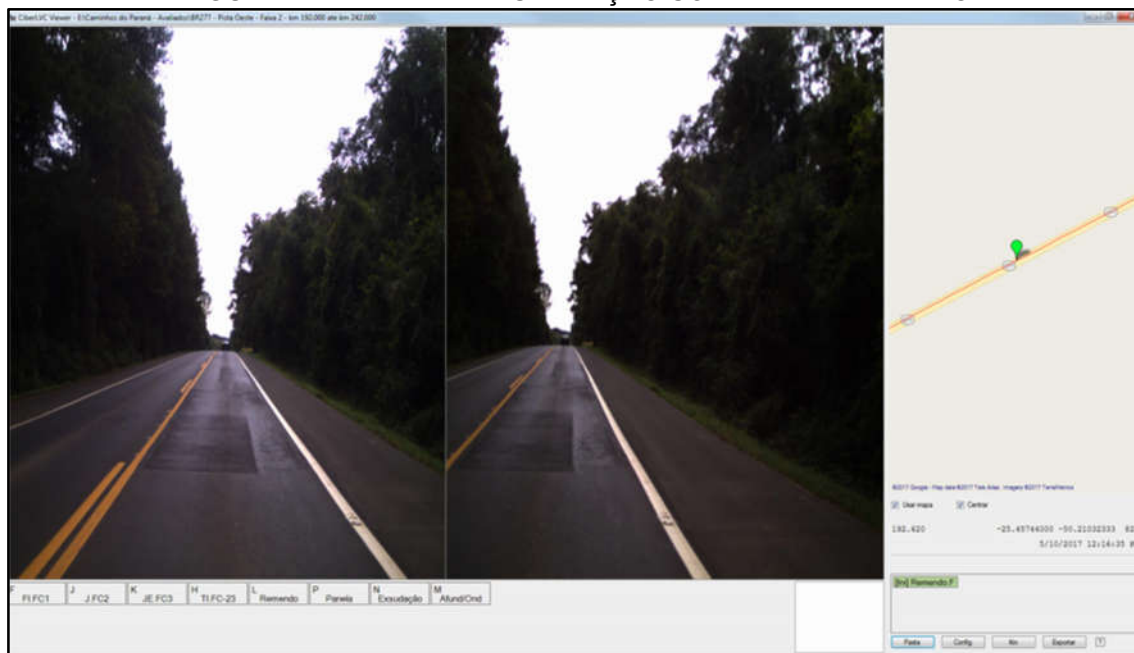
FIGURA 23 - PERSPECTIVA EXTERNA VEÍCULO LVD-VÍDEO



FONTE: ANTT (2017).

A foto da Figura24 mostra a tela de vídeo registro com o cadastro do levantamento realizado através do método do LVD – Vídeo, *software* Ciber LVC Viewer, aonde se observa posicionamento das câmeras e a identificação de Remendo (Faixa) e Fissuras (Trilha de roda direita) (PAVESYS ENGENHARIA DE PAVIMENTOS, 2017b).

FIGURA 24 – TELA DE VISUALIZAÇÃO SOFTWARE LVD-VÍDEO



FONTE: PAVESYS ENGENHARIA DE PAVIMENTOS (2017b).

Os dados captados em campo são processados posteriormente no escritório, aonde é possível incluir ou excluir defeitos, observações e avaliar cada imagem individualmente.

2.5. AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DESTRUTIVA

A avaliação estrutural de forma destrutiva tem o objetivo de caracterizar as formações físicas das camadas de um determinado pavimento, através da intervenção física com a abertura de janelas de inspeção utilizando pá e picareta, ou através da abertura de furos com uma concha helicoidal e sondagens do tipo: rotativa. A foto da Figura 25 mostra detalhes da realização do ensaio.

Esta avaliação é de grande importância quando não se conhece os materiais constituintes das várias camadas de um pavimento, principalmente para embasar projetos de reforços estruturais, uma vez que as informações são utilizadas para determinação dos coeficientes estruturais de cada camada, bem como as espessuras da camada do revestimento existente (H_e) e da camada granular (H_{cg}), classificação do tipo de solo e ISC/CBR (DNER, 1996).

Segundo Fonseca (2013), a determinação do módulo de resiliência não é popular no Brasil, mesmo sabendo-se que é primordial para entender-se a estrutura

do pavimento existente, bem como a caracterização da melhor adoção de restauração a ser empregada, mesmo sabendo que este ensaio é o que melhor caracteriza os materiais para um dimensionamento adequado, seja para pavimento novo ou restaurado.

FIGURA 25 – ENSAIO DESTRUTIVO PAVIMENTO



FONTE: BERNUCCI *et al.* (2006, p. 444).

Na avaliação são colhidas amostras deformadas e indeformadas, que possibilitam um diagnóstico na gênese da estrutura, pois propicia visão geral das camadas, principalmente do subleito, sendo que alguns ensaios podem ser realizados no local, ou seja, “in situ”, tal como o CBR e a determinação de umidade ótima e densidade.

Quando do caso de estruturas de pavimentos antigas, dimensionadas pelo método do CBR, o uso de verificações destrutivas é uma forma adequada de determinar os módulos de elasticidade das camadas, uma vez que estes se alteram após a constituição, devido às variáveis de tráfego, tempo e clima (BERNUCCI *et al.*, 2006).

Segundo o Manual, (DNIT, 2006a), é possível elencar algumas limitações na realização de ensaios destrutivos, mas mesmo assim são de grande importância, senão veja-se:

- a) Interrupção do tráfego, ou insegurança do avaliador, quando se opta por não interromper o fluxo de veículos;
- b) Natureza destrutiva do ensaio, o que danifica pontualmente a estrutura;
- c) Logística dos equipamentos e a trabalhabilidade exaustiva;

- d) Resultados dos ensaios são tratados de forma amostral, o que representa um ponto específico da amostra;
- e) Ensaio de custo elevado;

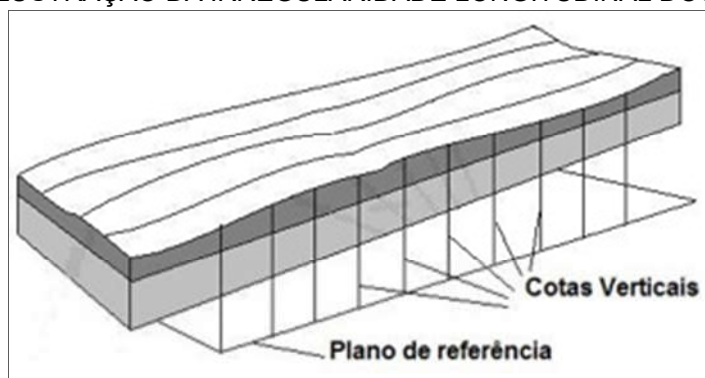
2.6. AVALIAÇÃO FUNCIONAL

2.6.1. Irregularidades na superfície do revestimento

Um dos parâmetros importantes que afeta a dirigibilidade está relacionado às deformações e defeitos da superfície do pavimento, pois afetam diretamente a qualidade e a capacidade de satisfazer o propósito para qual foi idealizado.

De acordo com a norma (DNER, 1994a) a irregularidade longitudinal de um pavimento é o desvio da superfície em relação a um plano de referência, medida através de um “Quociente de Irregularidade” (QI), expresso em contagens por quilômetro, a qual afeta diretamente a dinâmica dos veículos, qualidade de rolagem e as cargas dinâmicas sobre a via. Estes parâmetros devem ser controlados através de medições e leituras, assegurando um desempenho aceitável, a ilustração da Figura 26 exemplifica esta variação da cota em relação a um plano imaginário de referência.

FIGURA 26 - ILUSTRAÇÃO DA IRREGULARIDADE LONGITUDINAL DOS PAVIMENTOS



FONTE: BISCONSINI (2016).

Quando se fala de um desempenho aceitável de um pavimento, Bisconsini (2016) explica que, é a condição de conforto experimentada pelo condutor quando trafega com seu veículo durante uma viagem, que podem sofrer vibrações devidas às deformações permanentes no revestimento, o que reflete ao motorista uma diminuição de sensibilidade e as características do pavimento.

Segundo o (DNIT,2006b), após a liberação do tráfego, o pavimento começa a sofrer a incidência de deformações, o qual lhe causa deteriorações imperceptíveis, mas que crescem com o decorrer de cada ciclo, declinando ano após ano o seu desempenho de linearidade. A forma de controlar estas deformações, mensuradas através do Índice de Irregularidade Internacional (IRI), são as correções preventivas e corretivas, trazendo os índices de superfícies para os patamares entre 1,0 a 3,5 m/km, conforme a Quadro 6.

QUADRO 6 - CONDIÇÕES DE SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO

Condição	IRI (m/km)	QI (cont./km)
Boa	1,0-3,5	13,0-45,0
Regular	3,5- 4,5	45,0 - 59,0
Ruim	> 4,5	> 60,0

FONTE: ADAPTADO DE DNIT (2006b).

O levantamento de medidas de irregularidades pode ser classificado conforme a seguir, segundo Bernucci *et al.* (2006):

- a) Avaliação direta: método de nível e mira (Topográfico), Abay Beam do TRRL (*Transport Road Research Laboratory*), o qual se assemelha com uma bicicleta e é conduzido a pé, *Dipstick*;
- b) Avaliação indireta: equipamentos do tipo-resposta perfilômetro dinâmico de superfície GMR (*General Motors Research*), perfilômetro AASHTO, APL (Analisador de Perfil Longitudinal) do *Laboratoire Central des Ponts et Chaussées*, perfilômetro *Chloe*.

Contudo, no Brasil, encontra-se mais difundida as leituras do tipo indiretas, a qual não exige que haja o contato entre o equipamento e o pavimento, aonde são realizadas com velocidade e precisão.

O perfilômetro a laser constituído de barra com vários lasers é um sistema que permite a medição de um perfil longitudinal através de feixes de raio laser, é dotado de 5 sensores espaçados a cada 75 centímetros fixados a um veículo, conforme foto da Figura 27, com tecnologia de distância, ou seja, sem contato com o solo, formando uma triangulação entre o feixe de laser e o sensor espacial de

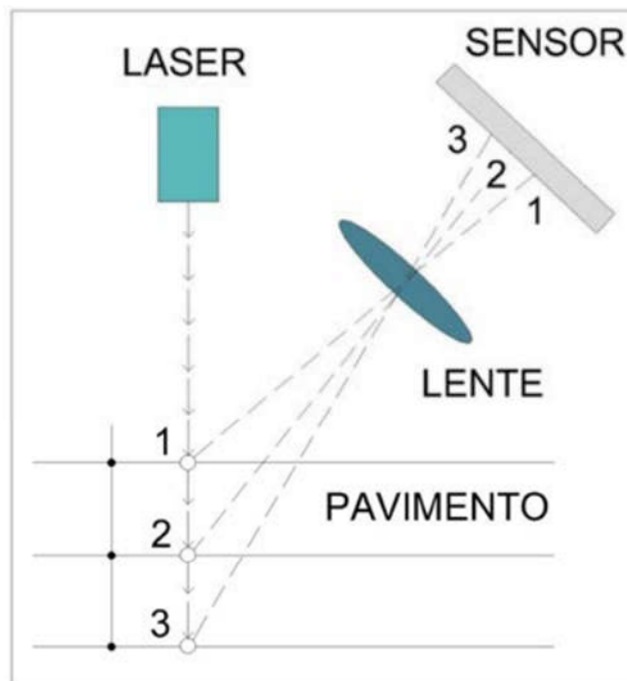
captura, gerenciado por um computador que vai a bordo do automóvel, conforme Figura 28 (PAVESYS ENGENHARIA DE PAVIMENTOS (2017a)).

FIGURA 27 – APARELHO BARRA A LASER ACOPLADO A VEÍCULO



FONTE: ADADA aput CIBERMÉTRICA (2018).

FIGURA 28 - ESQUEMA DE TRIANGULAÇÃO MEDIDOR BARRA LASER



FONTE: PAVESYS ENGENHARIA DE PAVIMENTOS (2017a).

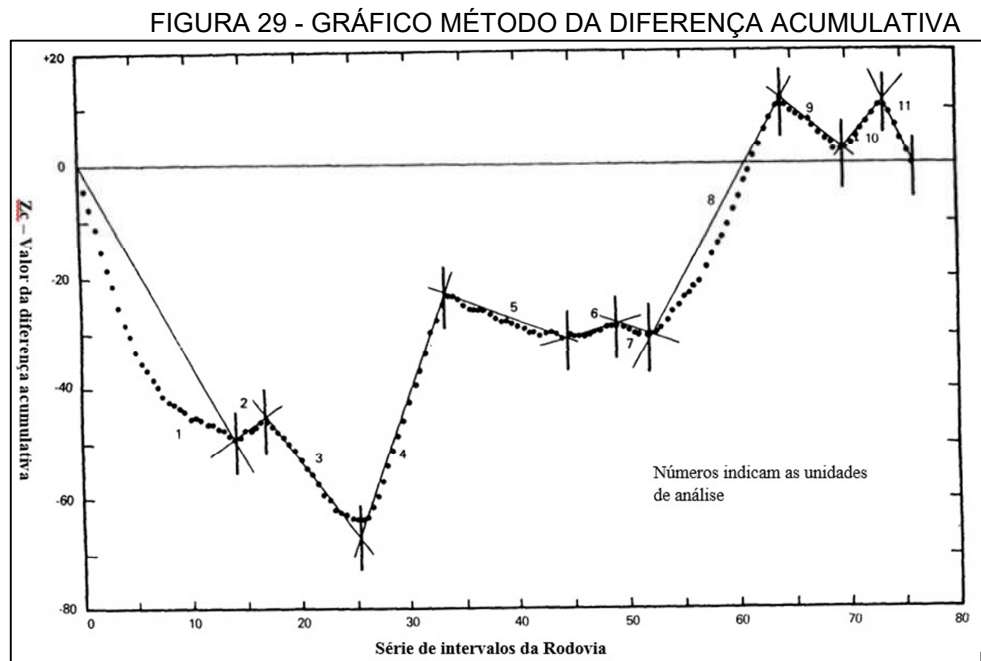
A frequência de obtenção da leitura é na ordem de 1.700 ciclos por segundo, sendo que o veículo deve trafegar a uma velocidade superior a 40 km/h, não tendo limite superior de velocidade. As informações captadas pelo ocorrem instantaneamente, uma vez que cada sensor possui um sistema eletrônico.

2.6.2. Segmentos homogêneos

Os segmentos homogêneos (SH) são obtidos através da plotagem de gráficos do trecho analisado, utilizando dados colhidos a campo, tais como condições do tráfego (número N), capacidade de suporte do subleito, deflexões recuperáveis do pavimento, estrutura do pavimento, condições superficiais IGG e IRI. Existem outras informações que pode compor a definição dos mesmos, por isso a importância de uma análise criteriosa por parte do engenheiro projetista (DNIT, 2006b).

O método das diferenças acumulativas da AASHTO utiliza para delimitamento das unidades e critério

para a divisão dos SH, o comportamento do pavimento segundo a deflexão máxima, caracterizando uma sequência de cálculo. O gráfico da Figura 29 mostra exemplo, onde onze áreas de análise são definidas, através das inflexões, cabendo ao engenheiro avaliar se os segmentos devem ser mantidos ou combinados, mediante fatores práticos de construção, ou até mesmo fatores econômicos (AASHTO, 1993).



FONTE: ADAPTADO DE AASHTO (1993).

Segundo Bernucci *et al.* (2006) apud AASHTO (1993), a definição dos SH levando-se em consideração os levantamentos defletoométricos através do método AASHTO, tem a seguinte seqüência de cálculo:

- a) Calcula-se o valor médio de deflexão (D) para todo o trecho a ser analisado;
- b) Calcula-se a diferença entre o valor pontual e o valor médio;
- c) Calculam-se os valores acumulados das diferenças;
- d) Plota-se um gráfico aonde as abscissas são as distâncias e as ordenadas, os valores acumulados das diferenças.

Os pontos de inflexão do gráfico definem o início e final de cada segmento homogêneo.

Consideram-se as seguintes equações para obtenção da tabela e posterior plotagem do gráfico.

Deflexão média:

$$\bar{d}_i = \frac{d(i-1) + d_i}{2} \quad (6)$$

Área entre estações:

$$A_i = \bar{d}_i \times l_i \quad (7)$$

Área acumulada:

$$A_c = \sum_{i=1}^n A_i \quad (8)$$

Distância acumulada:

$$L_c = \sum_{i=1}^n l_i \quad (9)$$

Diferença acumulada:

$$Z_x = \sum A_i - \text{tg} \alpha \sum l_i \text{ onde: } \text{tg} \alpha = \frac{A_c}{L_c} \quad (10)$$

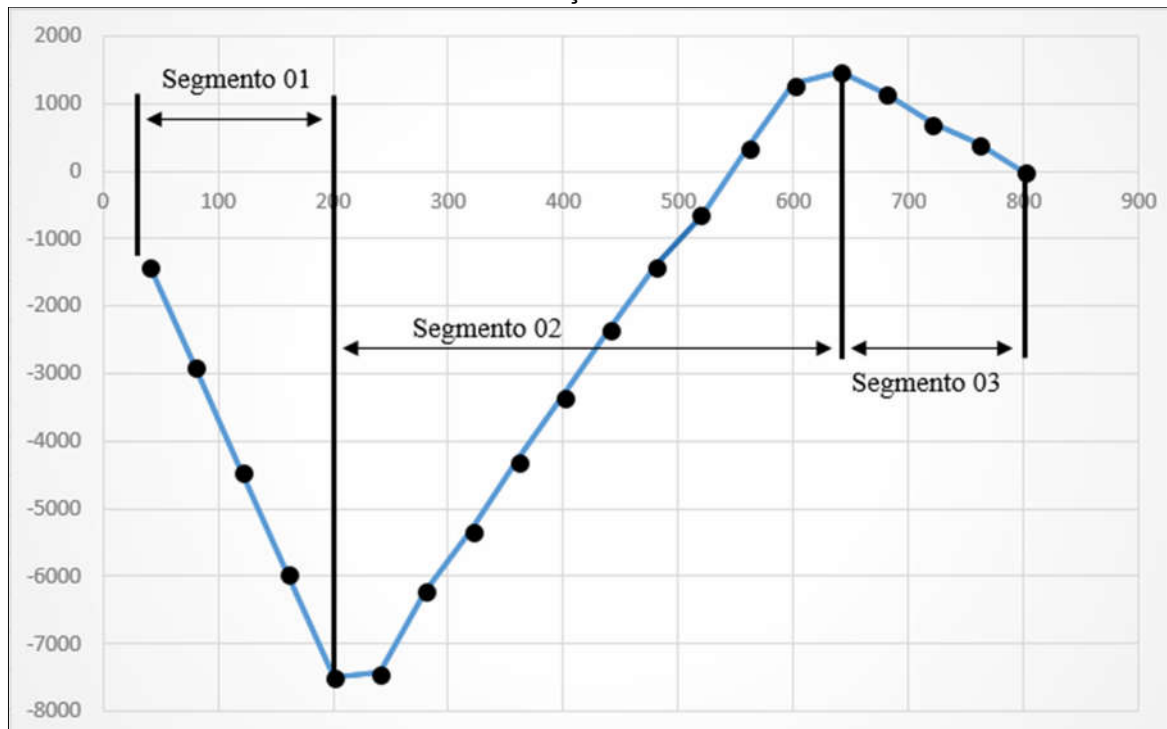
Onde:

l_i = Distância entre estações;

$\bar{d}_i$ = Deflexão na estaca i

Os pontos de inflexão no gráfico “diferença acumulada x distância acumulada”, definem os limites das marcações de SH conforme é mostrado no gráfico da Figura 30.

FIGURA 30 - GRÁFICO PARA DEFINIÇÃO DOS SEGMENTOS HOMOGÊNEOS



FONTE: ADAPTADO DE PINTO & PREUSSLER(2010)

2.7. AVALIAÇÃO DO TRÁFEGO

O principal fator que influencia o dimensionamento de um pavimento, seja ele flexível ou rígido, é a ação do tráfego durante sua vida útil. Esta ação é representada pelo ciclo de carregamento e descarregamento em um ponto fixo na superfície do revestimento no instante em que passam as rodas dos veículos.

De acordo com o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT, é necessário calcular o número de operações/solicitações causadas pela passagem de um eixo rodoviário padrão de 8,2 toneladas ao longo do período de projeto, denominado número N. Sendo este derivado dos seguintes elementos:

- a) Volume Médio Diário Anual;
- b) Classificação da frota;
- c) Carregamento da frota;
- d) Fator de Equivalência de Carga;
- e) Fator de Veículo.

2.7.1. Classificação da frota

O Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) é o órgão brasileiro responsável por homologar as combinações de veículos de transporte de carga, limites de comprimento, peso por eixo, peso bruto total (PBT) nos casos de caminhões rígidos ou peso bruto total combinado (PBTC), para os caminhões articulados, como o semi-reboque ou reboque.

As configurações são baseadas nos Anexos I e II da Portaria 63 de 31/03/2009 do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN, 2009) que as regulamentou considerando PBT, PBTC com as respectivas dimensões dentro do que preconizam as Resoluções CONTRAN 210 e 211 ambas de 13/11/2006.

2.7.1.1 Contagens volumétricas/classificatórias

A determinação dos volumes de tráfego deve ser baseada em contagens volumétricas/classificatórias levadas a efeito no trecho em análise. As configurações

dos veículos devem seguir a Portaria DENATRAN (2009), sendo divididas em cinco classes principais:

- a) Automóveis e utilitários (vans, caminhonetes, automóveis, micro-ônibus);
- b) Ônibus;
- c) Caminhões rígidos;
- d) Caminhões semi-reboques;
- e) Caminhões reboques.

2.7.1.2 Tráfego Médio Diário Anual (TMDA)

Após a realização das contagens, devem-se aplicar os fatores de correções sazonais, para correção dos dados da pesquisa, pois como destacado no Manual de Estudos de Tráfego do DNIT(2006b), como exemplo, uma pesquisa realizada durante uma semana do mês de setembro, não irá representar adequadamente a média anual de um determinado segmento em que se destina ao escoamento de safra agrícola, pois, usualmente, esta ocorre nos meses de abril, maio e junho. Ficando, conseqüentemente, com um volume abaixo do real.

Conforme Peterlini (2017), para conhecer o número de veículos que trafegam em um ano em uma rodovia, deveria ser realizada uma contagem ininterrupta durante as 24 horas nos 365 dias do ano, porém devido à dificuldade, seja por motivos financeiros, ou escassez de tempo, admite-se a utilização de fatores de correções: mensal, semanal e horária. Além disso, é possível utilizar parâmetros de rodovias correlatas, desde que a mesma apresente tráfego similar ao da rodovia em estudo.

Após o cálculo da TMDA, deve-se verificar qual a taxa de crescimento médio da frota, e fazer a projeção do tráfego até o ano final do estudo.

2.7.1.3 Fator de Equivalência de Carga

Com o objetivo de converter esta variedade de composições de tráfego em um número equivalente de operações de um eixo considerado padrão é aplicado os fatores de equivalência de cargas (FEC) os quais possibilitam transformar a carga aplicada por um eixo qualquer em um número de aplicações de um eixo padrão,

sendo este um eixo simples com pneus de rodado duplo com carga de 18.000 lbs (8,2tf), pressão de enchimento de pneus de 80 psi (5,6 kg/cm²).

Os FEC da USACE (*U. S. Army Corps of Engineers*) se apegam aos efeitos do carregamento na deformação permanente e são os adotados pelo método DNER,⁸¹. Já os FEC da AASHTO são baseados na perda de serventia (PSI). As equações utilizadas em ambos os métodos são apresentadas nos Quadros 7 e 8.

QUADRO 7 - FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA DA USACE

Tipos de eixo	Faixas de Cargas (t)	Equações (P em tf)
Dianteiro simples e traseiro simples	0 - 8	$FEC = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175}$
	≥ 8	$FEC = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542}$
Tandem duplo	0 - 11	$FEC = 1,5920 \times 10^{-4} \times P^{3,472}$
	≥ 11	$FEC = 1,5280 \times 10^{-6} \times P^{5,484}$
Tandem triplo	0 - 18	$FEC = 8,0359 \times 10^{-5} \times P^{3,3549}$
	≥ 18	$FEC = 1,3229 \times 10^{-7} \times P^{5,5789}$

FONTE: DNIT (2006b).

QUADRO 8- FATORES DE EQUIVALÊNCIA DE CARGA DA AASHTO

Tipos de eixo	Equações (P em tf)
Simple de rodagem simples	$FEC = (P / 7,77)^{4,32}$
Simple de rodagem dupla	$FEC = (P / 8,17)^{4,32}$
Tandem duplo (rodagem dupla)	$FEC = (P / 15,08)^{4,14}$
Tandem triplo (rodagem tripla)	$FEC = (P / 22,95)^{4,32}$

FONTE: DNIT (2006b).

2.7.1.4 Fator de veículo

O fator de veículo (FV) possibilita correlacionar cada configuração de veículo existente em tráfego equivalente de eixos padrão. A fim de exemplificar, a seguinte seqüência irá calculá-lo para um caminhão de configuração I-2 (rígido).

- a) Cálculo do FV através das equações da USACE e AAHSTO.
- b) Número de eixos: 2;

- c) Eixo dianteiro: eixo simples de roda simples (ESRS);
- d) Eixo traseiro: Eixo simples de roda dupla (ESRS).
- e) Carga máxima ESRS = 6,00 ton e ESRD = 10,00 ton.

Equação FEC_{USACE} :

ESRS para carga por eixo de até 8,00 t:

$$FEC_{ESRS} = 2,0782 \times 10^{-4} \times P^{4,0175} \quad (11)$$

$$FEC_{ESRS} = 2,0782 \times 10^{-4} \times 6,00^{4,0175}$$

$$FEC_{ESRS} = 0,278$$

ESRD para carga por eixo acima de 8,00 ton:

$$FEC_{ESRD} = 1,8320 \times 10^{-6} \times P^{6,2542} \quad (12)$$

$$FEC_{ESRD} = 1,8320 \times 10^{-6} \times 10,00^{6,2542}$$

$$FEC_{ESRD} = 3,289$$

$$FV_{USACE} = FEC_{ESRS} + FEC_{ESRD} = 0,278 + 3,289 = 3,567$$

Equação FEC_{AASHTO} :

$$FEC_{ESRS} = (P / 7,77)^{4,32} \quad (13)$$

$$FEC_{ESRS} = (6,00 / 7,77)^{4,32}$$

$$FEC_{ESRS} = 0,327$$

$$FEC_{ESRD} = (P / 8,17)^{4,32}$$

$$FEC_{ESRD} = (10 / 8,17)^{4,32}$$

$$FEC_{ESRD} = 2,394$$

$$FV_{AASHTO} = FEC_{ESRS} + FEC_{ESRD} = 0,327 + 2,394 = 2,722$$

Para composição do percentual de veículos que trafegam com a carga legal, vazio ou com a carga no limite da tolerância estabelecida pelo CONTRAN, Peterlini (2017), recomenda a utilização das seguintes situações:

- a) Ônibus rígidos que circulam nas rodovias nacionais, 80% trafegam com carga legal e 20% com carga legal mais a tolerância de 10,0% permitida pela Resolução nº. 489 de 05/06/2014 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN);
- b) Caminhões rígidos que circulam nas rodovias nacionais, 60% trafegam com carga legal, 30% com carga legal mais a tolerância de 10,0% e 10% trafegam vazios;
- c) Caminhões semirreboques que circulam nas rodovias nacionais, 20% trafegam com carga legal, 75% com carga legal mais a tolerância de 10,0% e 5% trafegam vazios;
- d) Caminhões reboques que circulam nas rodovias nacionais, 45% trafegam com carga legal, 50% com carga legal mais a tolerância de 10,0% e 5% trafegam vazios.

As taras, que são os pesos vazios dos veículos pesquisados, foram consideradas como sendo 1/3 dos pesos dos eixos legais sem nenhuma tolerância.

A utilização destes novos parâmetros resulta em um novo FV (Fator Veículo) para cada configuração. Como exemplo seguem as Tabelas 1 e 2, que demonstram os novos cálculos de FV para o veículo I-2.

TABELA 1 - FV CAMINHÃO RÍGIDO I-2 (AASHTO)

TABELA 1 - F.V. CAMINHÃO RÍGIDO I-2 (AASHTO)									
Tipos de Veículos	Plantas dos Veículos	Eixos dos Veículos	FATOR DE EQUIVALÊNCIA DE CARGAS DA AASHTO						Fator de Veículo
			Carga legal		Carga legal + 10%		Vazios		
			Carga (t)	FC	Carga (t)	FC	Carga (t)	FC	
Caminhões Rígidos	 I-2 (CAT. 2)	ESRS	6,000	0,327	6,600	0,494	2,000	0,003	2,87
		ESRD	10,000	2,394	11,000	3,614	3,333	0,021	
		TOTAL	16,000	2,722	17,600	4,108	5,333	0,024	

FONTE: OS AUTORES (2019).

TABELA 2 - FV CAMINHÃO RÍGIDO I-2 (USACE)

Tipos de Veículos	Plantas dos Veículos	Eixos dos Veículos	FATOR DE EQUIVALÊNCIA DE CARGAS DA USACE						Fator de Veículo
			Carga Legal		Carga legal + 10%		Vazios		
			Carga (t)	FC	Carga (t)	FC	Carga (t)	FC	
Caminhões Rígidos	 I-2 (CAT. 2)	ESRS	6,000	0,278	6,600	0,408	2,000	0,003	4,06
		ESRD	10,000	3,289	11,000	5,970	3,333	0,026	
		TOTAL	16,000	3,567	17,600	6,378	5,333	0,030	

FONTE: OS AUTORES (2019).

Para calcular o FV do tráfego total é necessário multiplicar o percentual (P_i) que cada configuração representa pelo seu respectivo FV_i , resultando na seguinte equação:

$$FV_t = \frac{[\sum P_i \times FV_i]}{100} \quad (14)$$

2.7.1.5 Cálculo do número N

De acordo com o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006b) o número N é o número de repetições de um eixo-padrão de 8,2 t (18.000 lbs ou 80 kN), durante o período de vida útil do projeto, simulando o efeito do tráfego previsto em uma determinada rodovia e é definido pela seguinte equação:

$$N = 365 \times TMDA \times FV \times FR \times FD \quad (15)$$

Onde:

365 = número de dias de um ano;

TMDA = Tráfego Médio Diário Anual na rodovia;

FV = Fator de veículos;

FR = Fator climático regional;

FD = Fator direcional (considerado como sendo 50% no caso de rodovia de pista simples e 70% para pista dupla).

2.8. PROGRAMA CREMA

Com o objetivo de estabelecer critérios técnicos para as práticas de restauração e manutenção das rodovias federais do Brasil, o DNIT, através da

Instrução de Serviço DG/DNT nº 05, de 09 de dezembro de 2005, implantou o Programa CREMA, sendo subdividido em duas etapas, sendo: CREMA 1ª Etapa e CREMA 2ª Etapa.

De acordo com essa instrução, a primeira etapa do programa deveria abranger as seguintes características básicas:

- a) Intervenções de caráter funcional (conserva pesada);
- b) Duração de 02 anos;
- c) Serviços de manutenção de pistas e acostamentos;
- d) Serviços de conservação de faixa de domínio;
- e) Padrões de desempenho para obras e serviços.

Concomitantemente com as obras do CREMA 1ª Etapa, o DNIT realizou diversos estudos que possibilitaram elaborar projetos definitivos que viabilizaram a implantação do CREMA 2ª Etapa, porém, além dos serviços de manutenção das pistas e acostamentos, conservação de faixa de domínio e padrões de desempenho para obras e serviços, a segunda diferenciou-se da primeira nos seguintes itens:

- a) Obras de recuperação funcional e estrutural dos pavimentos para todo o lote;
- b) Permitia o início das obras de restauração;
- c) Duração de cinco anos;
- d) Catálogo de soluções de projeto com vida útil de dez anos.

2.8.1 Catálogo de soluções CREMA 2ª Etapa

Segundo o Relatório Técnico RT nº 002/2014 do Consórcio Dynatest/Engemap, a análise do catálogo, como visualizado no Quadro13, foi baseada nos parâmetros de tráfego, no estado estrutural e no aspecto funcional dos pavimentos.

Quanto aos parâmetros de tráfego, devido à dificuldade para determinação do número N para cada segmento, segundo o Relatório Técnico RT nº 002/2014 do Consórcio Dynatest/Engemap, o DNIT optou por utilizar o volume médio diário de tráfego comercial (VMDc), tendo em vista a sua fácil obtenção e, ainda sim,

representar bem as solicitações em que o pavimento é submetido. A fim de correlacionar o VMDc com o número N da via, o DNIT, em parceria com o Exército Brasileiro (EB), fez uma contagem volumétrica e classificatória do tráfego, que resultaram na seguinte classificação conforme é mostrado no Quadro 9.

QUADRO 9 - CATEGORIA DE VEÍCULOS PARA ESTUDOS ECONÔMICOS

VMDc	Descrição	Número N_{USACE} para 10 anos associado
≤ 800	Tráfego baixo	$1,3 \times 10^7$
800 a 1.600	Tráfego de médio a baixo	$2,3 \times 10^7$
1.600 a 2.400	Tráfego médio	$3,9 \times 10^7$
2.400 a 3.200	Tráfego alto	$5,2 \times 10^7$
> 3.200	Tráfego muito alto	$1,3 \times 10^8$

FONTE: DYNATEST ENGEMAP (2015).

Segundo o Relatório Técnico RT nº 002/2014 do Consórcio Dynatest/Engemap, para retratar os aspectos estruturais do pavimento, optou-se por verificar os dados deflectométricos da via e obter uma relação entre a deflexão característica e a deflexão admissível, sendo que esta relação foi dividida em quatro faixas representativas de diversos graus de esforço para recuperação estrutural do pavimento de acordo com a DNERPRO 11/79. Conforme planilha do Quadro 10.

QUADRO 10 - CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO ASPECTOS ESTRUTURAIS

Dc/Dadm	Estado do pavimento
$\leq 1,1$	Pavimento sem problemas estruturais
$1,1 \leq 1,5$	Pavimento com deficiência estrutural leve
$1,5 \leq 2,0$	Pavimento com problemas estruturais
> 2	Pavimento com grandes problemas estruturais

FONTE: DYNATEST ENGEMAP (2015).

A escolha dos parâmetros funcionais foi baseada nos índices que têm maior influência nos custos operacionais dos veículos, sendo eles: IRI e TR%. Quanto ao primeiro a divisão das faixas foi realizada a fim de diferenciar os pavimentos conforme é mostrado no Quadro 11.

QUADRO 11 - CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO IRI

IRI	Estado do pavimento
$\leq 2,5$ m/km	Pavimento sem problemas funcionais (ótimo e bom)
$2,5 < \text{IRI} \leq 4$ m/km	Pavimento com certas deficiências funcionais (regular)
> 4 m/km	Pavimento com grandes problemas funcionais (ruim)

FONTE: DYNATEST ENGEMAP (2015).

E quanto ao segundo foi separado em duas faixas:

- a) Faixa 1: $\text{TR} \leq 10\%$ - trincamento baixo, sem problemas funcionais;
- b) Faixa 2: $\text{TR} > 10\%$ - trincamento que pode indicar problemas funcionais.

Após a inclusão dos parâmetros de tráfego, as avaliações estruturais e funcionais foram arranjadas sem forma de quadros-matriz como as soluções de catálogo, ver nos Quadros 12 e 13.

QUADRO 12 - CATALOGO DE SOLUÇÕES CREMA 2ª VMDc ≤ 800 A 1600 ≤ VMDc ≤ 2400

Tráfego		VMDc ≤ 800		800 ≤ VMDc ≤ 1600			1600 ≤ VMDc ≤ 2400			
Estrut		Dc/Dadm ≤ 1,1	Dc/Dadm > 1,1	Dc/Dadm ≤ 1,1	1,1 < Dc/Dadm ≤ 1,5	Dc/Dadm > 1,5	Dc/Dadm ≤ 1,1	1,1 < Dc/Dadm ≤ 1,5	1,5 < Dc/Dadm ≤ 2	Dc/Dadm > 2
Condição Funcional										
IRI ≤ 2,5 m/km	TR ≤ 10	Mi	H4	Mi	H4	H7	Mi	H4	H9	H10
	TR > 10	FSp+Mi	FSp+H4	FSp+Mi	FSp+H4	FSp+H7	FSp+Mi	FSp+H4	FSp+H9	FSp+H10
2,5 m/km < IRI ≤ 4 m/km	TR ≤ 10	Rep+TSD	H4	H4	H4	H7	H4	H4	H9	H12
	TR > 10	FSp+Rep+TSD	FSp+Rep+H4	FSp+TSD+H4	FSp+TSD+H5	FSp+TSD+H7	FSp+TSD+H4	FSp+TSD+H5	FSp+TSD+H9	REC4
IRI > 4 m/km	TR ≤ 10	Rep+H4	Rep+H4	Rep+H5	Rep+H6	Rep+H8	Rep+H5	Rep+H6	Rep+H10	REC4
	TR > 10	F53+TSD+H4	F55+TSD+H6	F55+TSD+H5	F55+TSD+H6	REC3	F55+TSDpol+H5	F55+TSDpol+H6	REC4	REC4

Parâmetros de entrada:

IRI – Irregularidade Longitudinal (mm/m)

TR – Percentual de área trincada (%)

VMDc – Volume médio diário de tráfego, bidirecional

Dc – Deflexão característica (0,02 mm)

Dadm – Deflexão admissível (0,02 mm), determinado pelo método PRO-11

Soluções:

Mi – Micro revestimento asfáltico a frio

H"X"- Reforço estrutural em concreto asfáltico com "X" cm de espessura

Hpol"X" – Reforço estrutural em concreto asfáltico com 2 cm de espessura

REP – Reperfilagem c/ aplicação de concreto asfáltico com 2 cm de espessura

FS – Fresagem Parcial – descontínua, de 5cm de espessura nas áreas trincadas com reposição de 5 cm em concreto asfáltico

TSD – Tratamento superficial duplo

TSDpol – Tratamento superficial com emulsão modificada por polímero

REC"X" – Reconstrução, em que "X" varia de 1 a 5, ou seja, em cinco cenários distintos das soluções de reconstrução em conformidade com o catálogo sugerido para pavimentos novos

FONTE: DYNATEST ENGEMAP (2015).

QUADRO 13 - CATALOGO DE SOLUÇÕES CREMA 2ª 2400 ≤ VMDc ≤ 3200 A VMDc ≥ 3200

Tráfego		2400 ≤ VMDc ≤ 3200				VMDc ≥ 3200			
Condição Funcional	Estrut	Dc/Dadm ≤ 1,1	1,1 < Dc/Dadm ≤ 1,5	1,5 < Dc/Dadm ≤ 2	Dc/Dadm > 2	Dc/Dadm ≤ 1,1	1,1 < Dc/Dadm ≤ 1,5	1,5 < Dc/Dadm ≤ 2	Dc/Dadm > 2
IRI ≤ 2,5 m/km	TR ≤ 10	Mi	H4	Hpol8	Hpol10	Mi	Hpol4	Hpol8	Hpol10
	TR > 10	FSp+Mi	FSp+H4	FSp+Hpol8	FSp+Hpol10	FSp+Hpol4	FSp+Hpol4	FSp+Hpol8	FSp+Hpol10
2,5 m/km < IRI ≤ 4 m/km	TR ≤ 10	H4	H4	Hpol8	Hpol10	Hpol4	Hpol4	Hpol8	Hpol10
	TR > 10	FSp+TSD+H5	FSp+TSD+H5	FSp+TSDpol+Hpol8	REC4	FSp+TSDpol+Hpol4	FSp+TSDpol+Hpol4	FSp+TSDpol+Hpol8	REC6
IRI > 4 m/km	TR ≤ 10	Rep+H5	Rep+H6	REC4	REC4	Rep+Hpol5	Rep+Hpol6	REC5	REC6
	TR > 10	FSp+TSDpol+H5	FSp+TSDpol+H6	REC4	REC4	FSp+TSDpol+Hpol4	REC5	REC5	REC6

Parâmetros de entrada:

IRI – Irregularidade Longitudinal (mm/m)

TR – Percentual de área trincada (%)

VMDc – Volume médio diário de tráfego, bidirecional

Dc – Deflexão característica (0,02 mm)

Dadm – Deflexão admissível (0,02 mm), determinado pelo método PRO-11

Soluções:

Mi – Micro revestimento asfáltico a frio

H"X"- Reforço estrutural em concreto asfáltico com "X" cm de espessura

Hpol"X" – Reforço estrutural em concreto asfáltico com 2 cm de espessura

REP – Reperfilagem c/ aplicação de concreto asfáltico com 2 cm de espessura

FS – Fresagem Parcial – descontínua, de 5cm de espessura nas áreas trincadas com reposição de 5 cm em concreto asfáltico

TSD – Tratamento superficial duplo

TSDpol – Tratamento superficial com emulsão modificada por polímero

REC"X" – Reconstrução, em que "X" varia de 1 a 5, ou seja, em cinco cenários distintos das soluções de reconstrução em conformidade com o catálogo sugerido para pavimentos novos

FONTE: DYNATEST ENGEMAP (2015).

2.9. REFORÇOS ESTRUTURAIS

Dimensionamento de reforços nos pavimentos tem como objetivo encontrar a estrutura que melhor atenda ao custo no ciclo de vida, através de maximizar o desempenho estrutural dos mesmos.

Em linha geral métodos de abordagens empíricas ou empíricas-mecanísticas de dimensionamento consistem das seguintes premissas básicas:

- a) Coleta de dados de materiais, tráfego e condições ambientais;
- b) Correlacionamento de dados e comportamento dos materiais em função ao tráfego, obtendo-se as espessuras das camadas;
- c) Verificação se a espessura escolhida satisfaz as condições solicitadas através dos dados obtidos.

2.9.1. Método DNER-PRO 11/79

Este método de abordagem totalmente empírica possui orientações indispensáveis para a avaliação da estrutura dos pavimentos flexíveis existentes, utilizando a dimensão de deflexão existente e seu raio de curvatura. Indicando assim as possíveis causas de suas deficiências e fornecendo elementos para o cálculo da vida útil restante, além de fornecer base de cálculo para os reforços necessários de maneira que o pavimento possa suportar as novas solicitações do tráfego, para o horizonte de projeto. Determina, ainda, que para a avaliação estrutural dos pavimentos são necessários estudos preliminares e estudos definitivos.

Os estudos preliminares compreendem: o histórico do pavimento na época de sua concepção até os cálculos do novo tráfego, já o definitivo compreende: em determinar estações de ensaios, determinação de deflexões recuperáveis através de VB a qual deve ser feita juntamente com o inventário da pista de rolamento, determinação dos segmentos homogêneos, o qual irá representar o grau de deterioração segmentado.

A análise estatística e avaliação das deflexões recuperáveis são obtidas através do cálculo:

$$D = \frac{\sum D_i}{n} \quad (16)$$

Onde:

n= número de valores individuais computados (número de indivíduos componentes da amostra).

Os valores individuais das deflexões recuperáveis encontradas são tabulados (D_i).

Os valores do desvio padrão determinam-se através:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (D_i - D)^2}{n-1}} \quad (17)$$

Para evitar o aparecimento de trincas no revestimento o método evidencia a necessidade de manter a deflexão do pavimento abaixo do valor calculado para a D_{adm} . Sendo assim para pavimentos flexíveis constituídos de revestimento betuminoso, executado sobre base granular, o valor da deflexão admissível é pela expressão:

$$\text{Log } D_{adm} = 3,01 - 0,176 \log N \quad (18)$$

Para outras constituições das camadas do pavimento e do revestimento os valores de deflexão admissível são alterados. Como exemplo disso, pode-se destacar o caso de um revestimento do tipo tratamento superficial executado sobre base granular, onde o valor considerado para ela deve ser o dobro do valor obtido pela expressão citada anteriormente.

O método ainda fornece base de cálculos de reforços através da análise estrutural dos parâmetros obtidos, conforme condições demonstradas no Quadro 14.

QUADRO 14 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO ESTRUTURAL

Hipótese	Dados deflectométricos obtidos	Qualidade Estrutural	Necessidades de estudos complementar	Critério para Cálculo de Reforço	Medidas corretivas
I	$D_p \leq D_{adm}$ $R \geq 100$	BOA	NÃO	-	Apenas correções de superfície
II	$D_p > D_{adm}$ $R \geq 100$	Se $D_p \leq 3D_{adm}$ REGULAR	NÃO	Deflectométrico	Reforço
		Se $D_p > 3D_{adm}$ MÁ	SIM	Deflectométrico e Resistência	Reforço ou Reconstrução
III	$D_p \leq D_{adm}$ $R < 100$	REGULAR PARA MÁ	SIM	Deflectométrico e Resistência	Reforço ou Reconstrução
IV	$D_p \geq D_{adm}$ $R < 100$	MÁ	SIM	Resistência	Reforço ou Reconstrução
V	-	MÁ O pavimento apresenta deformações permanentes e rupturas plásticas generalizadas (IGG > 180)	SIM	Resistência	Reconstrução

FONTE: DNER (1979)

O cálculo do reforço é determinado pela seguinte equação:

$$h = K \log \frac{D_p}{D_{adm}} \quad (19)$$

Onde:

h = Espessura de reforço;

D_p = Deflexão Benkelman de projeto, sob carga de 8,2 tf;

D_{adm} = Deflexão admissível pelo reforço;

K = Fator de redução da deflexão, adotado valor de 40 quando o reforço em concreto asfáltico.

O critério da resistência leva em consideração a metodologia de dimensionamento de pavimentos flexíveis (DNER, 1981). Para isto é necessário calcular as camadas conforme normatização do método e comparar as camadas calculadas com as existentes.

2.9.2. Método DNER-PRO 269/94

O presente método com abordagem empírica-mecanística foi proposto pelos engenheiros Salomão Pinto e Ernesto Preussler em junho de 1982, tomando como base os modelos de fadiga de misturas asfálticas, no comportamento resiliente de solos finos e materiais granulares e no cálculo de tensões e deformações considerando a teoria da elasticidade não linear.

O método consiste em realizar uma avaliação do pavimento, verificação da deflexão recuperável, coleta de amostras e ensaios de caracterização, granulometria por sedimentação e a resistência do subleito pelo ensaio do ISC/CBR.

A necessidade de reforço é verificada através dos cálculos, conforme segue.

a) Deflexão de Projeto Característica:

$$D_c = \bar{D} + \sigma \quad (20)$$

Onde:

D_c = deflexão de projeto, 0,01 mm;

$\bar{D}$ = média aritmética das deflexões de campo, 0,01 mm;

σ = desvio padrão, 0,01 mm.

b) Deflexão Admissível:

A deflexão admissível é aquela que, imposta ao pavimento, acarretará a ruptura do revestimento betuminoso por processo de fadiga, representada pelo número “N” acumulado por um período de seis anos e calculada através do seguinte modelo:

$$\text{Log } D_{adm} = 3,148 - 0,188 \log N_p \quad (21)$$

Onde:

D_{adm} - Deflexão admissível;

N_p - Número N acumulado de projeto, calculado para um horizonte de 10 anos.

c) Espessura efetiva:

Essa espessura representa a condição estrutural da camada betuminosa de revestimento, tendo em vista a estrutura de referência do modelo, quando comparada com uma camada nova em concreto asfáltico (CBUQ).

A espessura efetiva do revestimento é calculada pela seguinte equação:

$$h_{ef} = -5,737 + \frac{807,961}{D_c} + 0,972 \cdot I_1 + 4,101 \cdot I_2 \quad (22)$$

Onde:

h_{ef} - Espessura efetiva (cm).

D_c - Deflexão característica ($\times 10^{-2}$ mm), ou seja, deflexão média acrescida de um desvio padrão.

h_e - Espessura existente (cm).

I_1 , I_2 - Parâmetros que dependem do tipo de solo. Conforme classificação mostrada no Quadro 15.

QUADRO 15 - GRUPO DOS SOLOS			
CBR %	% Silte		
	≤ 35	35 a 65	>65
≥ 10	I	II	III
6 a 9	II	II	III
2 a 5	III	III	III

FONTE: DNER (1994b).

Para camada granular com espessura menor ou igual a quarenta e cinco centímetros, devem-se adotar os tipos, conforme Quadro 16.

QUADRO 16 - TIPOS DE SOLO	
Tipo I:	$I_1 = 0$ e $I_2 = 0$
Tipo II:	$I_1 = 1$ e $I_2 = 0$
Tipo III:	$I_1 = 0$ e $I_2 = 1$

FONTE: DNER (1994b)

Para camada granular com espessura maior que quarenta e cinco centímetros, adotar: $I_1 = 0$ e $I_2 = 1$.

d) Espessura de reforço em concreto asfáltico:

A espessura de reforço calculada visa reduzir a deflexão medida no pavimento até um nível considerado aceitável, como segue:

$$HR = -19,015 + \frac{238,14}{\sqrt{D}} - 1,357hef + 1,016.I_1 + 3,893.I_2 \quad (23)$$

Neste cálculo é empregada a deflexão característica (D_c), média acrescida de um desvio padrão, no cálculo da espessura efetiva (hef).

3 METODO DE PESQUISA

3.1. HISTÓRICO DA RODOVIA

A Rodovia Federal BR-373/PR foi pavimentada aproximadamente 48 anos atrás e construída pelo DNER, o qual realizava serviços de manutenção. O histórico indica que o pavimento passou por reabilitações nos anos de 1967, 1969, 1976 e 1979, com recapeamentos em concreto asfáltico variando 5,0 a 12,5cm de espessura.

O segmento objeto da presente pesquisa foi delegado pelo Ministério dos Transportes ao Governo do Estado do Paraná mediante Convênio de Delegação assinado em outubro de 1996 com prazo de 25 anos. Dentro do Programa de Concessões do Governo do Paraná, em 14 de novembro de 1997, foi assinado Contrato de Concessão com a Empresa Caminhos do Paraná S/A, com o prazo de 24 anos sendo que a partir da assinatura do mesmo, obras de pequena amplitude foram realizadas, tais como: tapa buracos emergenciais remendos e lama asfáltica para melhorar de imediato as condições de conforto e segurança. O pavimento da época encontrava-se com áreas deterioradas e outras em bom estado, devido reperfilagens realizadas anteriormente.

3.2. AVALIAÇÃO ESTRUTURAL NÃO-DESTRUTIVA

3.2.1. Deflexões recuperáveis

Os levantamentos deflectométricos foram realizados nos meses de junho e julho de 2017, pela empresa Pavesys Engenharia, utilizando equipamento tipo FWD, através de estudos encomendados pela Concessionária, entre o km 183,000 ao km 298,000, perfazendo 115,000 km.

O modelo do aparelho utilizado nos estudos foi o KUAB FWD 50, modelo este, conforme Figura 31, que tem capacidade de calcular bacias de deflexão a partir da leitura das deformações recuperáveis em sete pontos, 0,0cm, 20,0cm, 30,0cm, 45,0cm, 60,0cm, 90,0 cm e 120,0cm. A placa de neoprene utilizada é segmentada em quatro partes, com um diâmetro de 30,0cm, atribuindo características de distribuição e pressão mais adequadas com as variedades de superfícies.

O ensaio consiste na parada do veículo com o equipamento acoplado, o qual, sobre a pista, abaixa o conjunto de prato, peso, e geofones até a superfície do pavimento e realiza a elevação de um peso que posteriormente cai sobre um conjunto de amortecedores de borracha situados no topo do peso médio, o pulso resultante é transmitido através do *buffer* superior, até o peso médio, e ao conjunto de amortecedores, posteriormente transmitidos ao pavimento.

O conjunto é dotado de sensores de carga, temperatura do ar e superfície (em graus Celsius) com acurácia de $\pm 1^{\circ}\text{C}$, Sistema Global de Posicionamento (GPS), medidor de distância (odômetro digital). Os resultados das leituras das deflexões recuperáveis levantadas em campo estão contidos no Apêndice 2 do presente trabalho.

FIGURA 31 - LEVANTAMENTO PELO FWD



FONTE: PAVESYS ENGENHARIA DE PAVIMENTOS (2017c).

3.2.1.1 Raio de curvatura

Os resultados em ambas as faixas estão demonstrados na Tabela 3.

TABELA 3 – DETERMINAÇÃO DO RAO DE CURVATURA

Segmento	km inicial	km final	Extensão (m)	Média	Desvio-padrão	Raio de curvatura
1	249 + 000	249 + 650	650	428,56	175	254
2	249 + 650	249 + 900	250	319,81	41	279
3	249 + 900	250 + 900	1000	390,90	142	249
4	250 + 900	251 + 750	850	288,28	88	200
5	251 + 750	252 + 000	250	407,15	263	144
6	252 + 000	252 + 650	650	324,97	188	137
7	252 + 650	252 + 950	300	282,40	114	168
8	252 + 950	253 + 450	500	331,81	73	259
9	253 + 450	253 + 800	350	403,10	85	319
10	253 + 800	254 + 550	750	366,40	104	262
11	254 + 550	254 + 950	400	476,72	174	303
12	254 + 950	255 + 250	300	411,25	101	310
13	255 + 250	255 + 850	600	610,01	292	318
14	255 + 850	256 + 250	400	474,98	236	239
15	256 + 250	256 + 750	500	500,22	235	266
16	256 + 750	257 + 000	250	398,25	66	333
17	257 + 000	257 + 350	350	485,33	86	399
18	257 + 350	257 + 600	250	463,33	153	311
19	257 + 600	258 + 000	400	426,75	96	331
20	258 + 000	258 + 600	600	491,45	90	402
21	258 + 600	259 + 000	400	454,18	99	355

FONTE: OS AUTORES (2018).

3.2.2. Divisão dos segmentos homogêneos

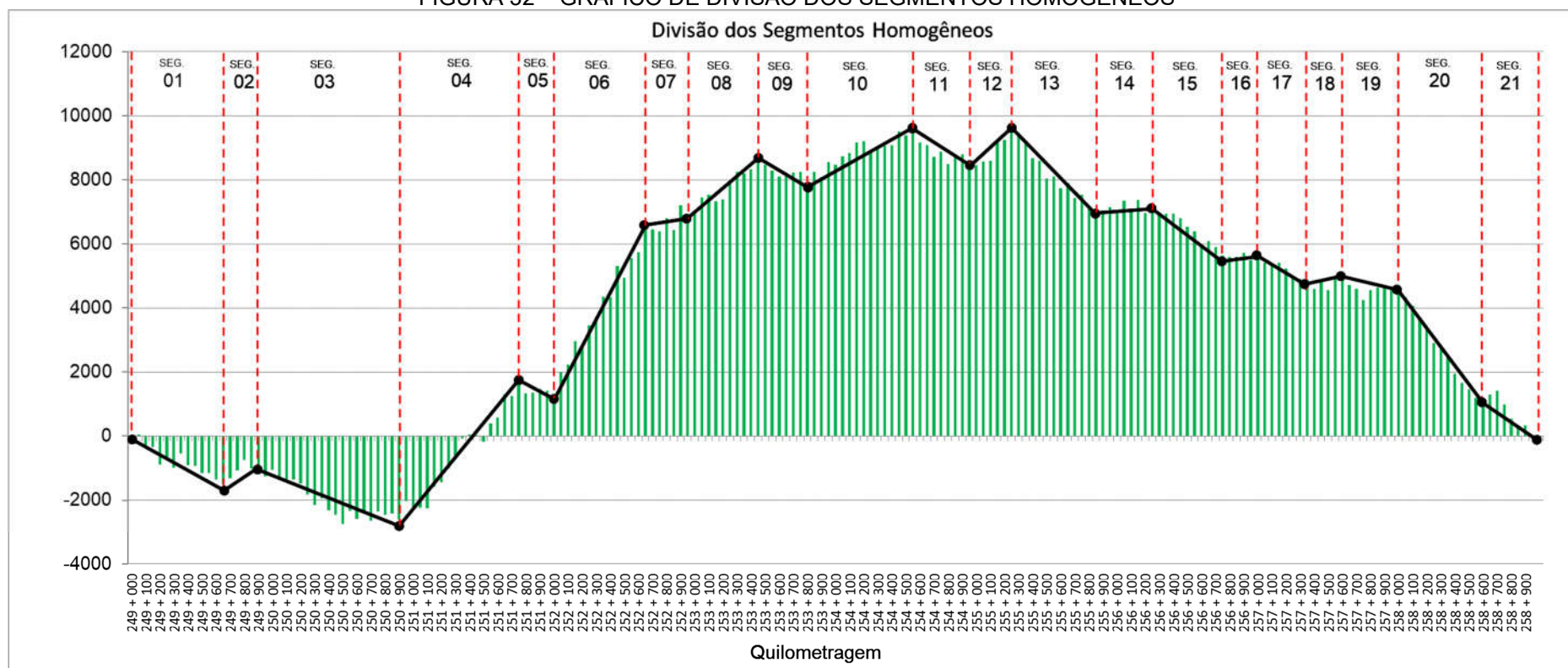
O cálculo para a divisão dos segmentos homogêneos (SH) foi realizado com base no método das diferenças acumulativas do manual da AASHTO de 1993, sendo o processo de obtenção dos resultados conforme preconizado no Manual de Restaurações de Pavimentos Asfálticos do DNIT (2006b). A Tabela 4 apresenta os intervalos de segmentos homogêneos encontrados, e o gráfico da Figura 32, foi obtido através da aplicação do método.

TABELA 4 – DIVISÃO DOS SEGMENTOS HOMOGÊNEOS

SEGMENTO Nº	Km inicial	Km final	Extensão (m)
1	249 + 000	249 + 650	650,0
2	249 + 650	249 + 900	250,0
3	249 + 900	250 + 900	1000,0
4	250 + 900	251 + 750	850,0
5	251 + 750	252 + 000	250,0
6	252 + 000	252 + 650	650,0
7	252 + 650	252 + 950	300,0
8	252 + 950	253 + 450	500,0
9	253 + 450	253 + 800	350,0
10	253 + 800	254 + 550	750,0
11	254 + 550	254 + 950	400,0
12	254 + 950	255 + 250	300,0
13	255 + 250	255 + 850	600,0
14	255 + 850	256 + 250	400,0
15	256 + 250	256 + 750	500,0
16	256 + 750	257 + 000	250,0
17	257 + 000	257 + 350	350,0
18	257 + 350	257 + 600	250,0
19	257 + 600	258 + 000	400,0
20	258 + 000	258 + 600	600,0
21	258 + 600	259 + 000	400,0

FONTE: OS AUTORES (2018)

FIGURA 32 – GRÁFICO DE DIVISÃO DOS SEGMENTOS HOMOGÊNEOS



FONTE: OS AUTORES (2018).

3.2.3. Deflexões características

A Tabela 5 apresenta todas as medidas realizadas utilizando equipamento FWD, para cada SH, a coluna D_c Viga, apresenta o resultado corrigido conforme os métodos de correlação entre Viga Benkelman e FWD de acordo com as equações 1 e 2 contidas no Capítulo 2. Os dados completos dos levantamentos deflectométricos utilizando FWD estão contidos no Apêndice 2.

TABELA 5 – VALORES DAS DEFLEXÕES CARACTERÍSTICAS

SH	Localização		DEFLEXÃO (1 x 10 ⁻² mm)				
			Do FWD	MÉDIA (D)	DESVPAD (σ)	Dc FWD=D+ σ	Dc VIGA B.
	Km inicial	Km final	0,01mm	0,01mm	0,01mm		CORRIGIDA
1	249 + 000	249 + 050	22,7	21,6	5,3	26,9	42,66
	249 + 050	249 + 100	24,8				
	249 + 100	249 + 150	16,8				
	249 + 150	249 + 200	22,9				
	249 + 200	249 + 250	13,0				
	249 + 250	249 + 300	27,9				
	249 + 300	249 + 350	17,4				
	249 + 350	249 + 400	32,9				
	249 + 400	249 + 450	16,4				
	249 + 450	249 + 500	23,3				
	249 + 500	249 + 550	19,5				
	249 + 550	249 + 600	23,7				
2	249 + 600	249 + 650	19,5	25,2	5,2	30,4	48,50
	249 + 650	249 + 700	20,9				
	249 + 700	249 + 750	27,8				
	249 + 750	249 + 800	28,4				
	249 + 800	249 + 850	30,4				
3	249 + 850	249 + 900	18,4	22,4	4,7	27,1	43,01
	249 + 900	249 + 950	24,6				
	249 + 950	250 + 000	18,3				
	250 + 000	250 + 050	27,9				
	250 + 050	250 + 100	17,6				
	250 + 100	250 + 150	22,6				
	250 + 150	250 + 200	24,9				
	250 + 200	250 + 250	21,2				
	250 + 250	250 + 300	17,1				
	250 + 300	250 + 350	17,1				
	250 + 350	250 + 400	27,8				
	250 + 400	250 + 450	16,4				
	250 + 450	250 + 500	20,9				
	250 + 500	250 + 550	18,1				
	250 + 550	250 + 600	32,0				
	250 + 600	250 + 650	18,8				
4	250 + 650	250 + 700	27,8	28,1	6,5	34,6	54,17
	250 + 700	250 + 750	18,9				
	250 + 750	250 + 800	29,3				
	250 + 800	250 + 850	21,9				
	250 + 850	250 + 900	24,3				
	250 + 900	250 + 950	20,2				
	250 + 950	251 + 000	35,2				
	251 + 000	251 + 050	19,4				
	251 + 050	251 + 100	24,3				
	251 + 100	251 + 150	23,3				
	251 + 150	251 + 200	37,3				
	251 + 200	251 + 250	26,6				
	251 + 250	251 + 300	32,2				
	251 + 300	251 + 350	30,6				
5	251 + 350	251 + 400	35,7	24,4	7,9	32,3	51,22
	251 + 400	251 + 450	26,3				
	251 + 450	251 + 500	23,2				
	251 + 500	251 + 550	19,9				
	251 + 550	251 + 600	35,1				
	251 + 600	251 + 650	27,6				
6	251 + 650	251 + 700	38,5	30,4	8,4	38,9	58,96
	251 + 700	251 + 750	22,6				
	251 + 750	251 + 800	35,6				
	251 + 800	251 + 850	13,5				
	251 + 850	251 + 900	24,0				
	251 + 900	251 + 950	26,2				
	251 + 950	252 + 000	22,7				
	252 + 000	252 + 050	21,4	30,4	8,4	38,9	58,96
	252 + 050	252 + 100	37,6				
	252 + 100	252 + 150	28,5				
	252 + 150	252 + 200	38,7				
	252 + 200	252 + 250	19,8				
	252 + 250	252 + 300	37,4				
	252 + 300	252 + 350	29,2				

(continua)

(continuação)

SH	Localização		DEFLEXÃO (1 x 10-2 mm)				
			Do FWD	MÉDIA (D)	DESVPAD (σ)	Dc FWD=D+ σ	Dc VIGA B.
	Km inicial	Km final	0,01mm	0,01mm	0,01mm		CORRIGIDA
6	252 + 350	252 + 400	36,6	30,4	8,4	38,9	58,96
	252 + 400	252 + 450	23,3				
	252 + 450	252 + 500	43,2				
	252 + 500	252 + 550	16,5				
	252 + 550	252 + 600	36,1				
	252 + 600	252 + 650	27,4				
7	252 + 650	252 + 700	41,6	28,7	10,5	39,2	59,26
	252 + 700	252 + 750	20,3				
	252 + 750	252 + 800	22,3				
	252 + 800	252 + 850	32,2				
	252 + 850	252 + 900	16,4				
	252 + 900	252 + 950	39,2				
8	252 + 950	253 + 000	17,7	26,0	5,1	31,1	49,58
	253 + 000	253 + 050	26,7				
	253 + 050	253 + 100	31,7				
	253 + 100	253 + 150	25,6				
	253 + 150	253 + 200	19,8				
	253 + 200	253 + 250	24,9				
	253 + 250	253 + 300	34,2				
	253 + 300	253 + 350	30,4				
	253 + 350	253 + 400	23,2				
	253 + 400	253 + 450	25,9				
9	253 + 450	253 + 500	30,6	23,6	3,9	27,5	43,68
	253 + 500	253 + 550	20,0				
	253 + 550	253 + 600	20,0				
	253 + 600	253 + 650	20,3				
	253 + 650	253 + 700	25,2				
	253 + 700	253 + 750	24,7				
	253 + 750	253 + 800	24,3				
10	253 + 800	253 + 850	15,9	25,3	5,2	30,5	48,70
	253 + 850	253 + 900	31,4				
	253 + 900	253 + 950	20,7				
	253 + 950	254 + 000	33,2				
	254 + 000	254 + 050	22,1				
	254 + 050	254 + 100	29,3				
	254 + 100	254 + 150	25,6				
	254 + 150	254 + 200	30,2				
	254 + 200	254 + 250	24,6				
	254 + 250	254 + 300	18,0				
	254 + 300	254 + 350	26,6				
	254 + 350	254 + 400	24,2				
	254 + 400	254 + 450	24,2				
	254 + 450	254 + 500	32,3				
	254 + 500	254 + 550	21,0				
11	254 + 550	254 + 600	28,5	22,4	5,9	28,2	45,05
	254 + 600	254 + 650	14,9				
	254 + 650	254 + 700	22,2				
	254 + 700	254 + 750	16,1				
	254 + 750	254 + 800	27,4				
	254 + 800	254 + 850	16,0				
	254 + 850	254 + 900	28,2				
12	254 + 900	254 + 950	25,5	25,2	6,3	31,6	50,17
	254 + 950	255 + 000	18,0				
	255 + 000	255 + 050	22,5				
	255 + 050	255 + 100	26,0				
	255 + 100	255 + 150	24,2				
	255 + 150	255 + 200	36,9				
13	255 + 200	255 + 250	23,8	20,3	6,2	26,5	41,92
	255 + 250	255 + 300	32,1				
	255 + 300	255 + 350	20,2				
	255 + 350	255 + 400	18,4				
	255 + 400	255 + 450	13,3				
	255 + 450	255 + 500	22,1				
	255 + 500	255 + 550	12,6				
	255 + 550	255 + 600	25,2				
	255 + 600	255 + 650	16,2				
	255 + 650	255 + 700	27,3				

(continua)

(conclusão)

SH	Localização		DEFLEXÃO (1 x 10-2 mm)				Dc VIGA B. CORRIGIDA
			Do FWD	MÉDIA (D)	DESVPAD (σ)	Dc FWD=D+ σ	
	Km inicial	Km final	0,01mm	0,01mm	0,01mm		
13	255 + 700	255 + 750	14,4	20,3	6,2	26,5	41,92
	255 + 750	255 + 800	25,7				
	255 + 800	255 + 850	16,1				
14	255 + 850	255 + 900	22,8	23,3	5,8	29,1	46,43
	255 + 900	255 + 950	22,6				
	255 + 950	256 + 000	25,8				
	256 + 000	256 + 050	20,7				
	256 + 050	256 + 100	31,1				
	256 + 100	256 + 150	17,1				
	256 + 150	256 + 200	30,9				
	256 + 200	256 + 250	15,5				
15	256 + 250	256 + 300	27,1	21,7	3,3	25,0	38,65
	256 + 300	256 + 350	20,8				
	256 + 350	256 + 400	23,0				
	256 + 400	256 + 450	24,0				
	256 + 450	256 + 500	20,8				
	256 + 500	256 + 550	18,5				
	256 + 550	256 + 600	20,8				
	256 + 600	256 + 650	16,0				
	256 + 650	256 + 700	25,5				
16	256 + 700	256 + 750	20,2	22,1	3,3	25,5	39,77
	256 + 750	256 + 800	18,4				
	256 + 800	256 + 850	23,0				
	256 + 850	256 + 900	23,6				
	256 + 900	256 + 950	26,5				
17	256 + 950	257 + 000	19,2	22,1	3,6	25,7	40,15
	257 + 000	257 + 050	27,9				
	257 + 050	257 + 100	17,9				
	257 + 100	257 + 150	22,0				
	257 + 150	257 + 200	25,5				
	257 + 200	257 + 250	20,3				
	257 + 250	257 + 300	18,9				
18	257 + 300	257 + 350	22,1	24,2	6,5	30,7	48,91
	257 + 350	257 + 400	23,5				
	257 + 400	257 + 450	18,0				
	257 + 450	257 + 500	28,9				
	257 + 500	257 + 550	17,9				
19	257 + 550	257 + 600	32,5	22,9	4,2	27,1	43,09
	257 + 600	257 + 650	24,4				
	257 + 650	257 + 700	17,6				
	257 + 700	257 + 750	21,3				
	257 + 750	257 + 800	17,1				
	257 + 800	257 + 850	29,9				
	257 + 850	257 + 900	25,2				
20	257 + 900	257 + 950	23,6	18,0	2,3	20,3	22,79
	257 + 950	258 + 000	24,4				
	258 + 000	258 + 050	21,5				
	258 + 050	258 + 100	19,4				
	258 + 100	258 + 150	18,7				
	258 + 150	258 + 200	15,9				
	258 + 200	258 + 250	16,6				
	258 + 250	258 + 300	15,5				
	258 + 300	258 + 350	21,6				
	258 + 350	258 + 400	16,6				
21	258 + 400	258 + 450	14,2	21,1	4,9	26,0	40,90
	258 + 450	258 + 500	18,1				
	258 + 500	258 + 550	19,4				
	258 + 550	258 + 600	18,6				
	258 + 600	258 + 650	21,5				
	258 + 650	258 + 700	28,2				
	258 + 700	258 + 750	26,3				
	258 + 750	258 + 800	15,2				
	258 + 800	258 + 850	14,6				
	258 + 850	258 + 900	19,8				
	258 + 900	258 + 950	23,7				
	258 + 950	259 + 000	16,8				
	259 + 000	-	24,1				

FONTE: OS AUTORES (2018).

3.2.4. IGG

A planilha da Tabela 6 mostra o resumo da avaliação dos vinte e um (21) SH no que se referem a esse importante índice.

TABELA 6 – RESUMO DE LEVANTAMENTO DOS IGG

RESUMO DO LEVANTAMENTO ÍNDICE GRAVIDADE GLOBAL - IGG																							
Rodovia:	BR-373/PR																						
Código:	373BPR0380																						
Trecho:	ACESSO GUAMIRANGA / ENTR PR-160 (PRUDENTÓPOLIS)																						
Segmento:	km 249,000 ao km 259,000																						
Extensão	10,000 km																						
Data	ago/18																						
SEGMENTO			FC1		FC2		FC3		AF.		O, P e E		EX		D		R		FLECHAS		IGG	CONCEITO	
SH	INICÍO	FIM	FR	IGI%	FR	IGI%	FR	IGI%	FR	IGI%	FR	IGI%	FR	IGI%	FR	IGI%	FR	IGI%	M. VAL	VAR			
1	249 + 000	249 + 650	30,8	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	23,1	20,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,4	9,2	4,1	2,3	43	REGULAR	
2	249 + 650	249 + 900	50,0	10,0	7,1	3,6	0,0	0,0	35,7	32,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	1,6	53	REGULAR	
3	249 + 900	250 + 900	64,0	12,8	0,0	0,0	0,0	0,0	28,0	25,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	4,8	6,3	8,3	57	REGULAR	
4	250 + 900	251 + 750	38,1	7,6	14,3	7,1	0,0	0,0	14,3	12,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	2,2	35	REGULAR	
5	251 + 750	252 + 000	30,8	6,2	84,6	42,3	0,0	0,0	15,4	13,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,7	4,6	4,3	1,7	73	REGULAR	
6	252 + 000	252 + 650	44,4	8,9	11,1	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	1,2	21	REGULAR	
7	252 + 650	252 + 950	60,0	12,0	60,0	30,0	0,0	0,0	13,3	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	4,0	2,5	2,7	63	REGULAR	
8	252 + 950	253 + 450	60,0	12,0	48,0	24,0	4,0	3,2	8,0	7,2	4,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,0	14,4	3,6	2,1	71	REGULAR	
9	253 + 450	253 + 800	66,7	13,3	33,3	16,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,2	13,3	4,9	2,8	51	REGULAR	
10	253 + 800	254 + 550	36,4	7,3	63,6	31,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,1	5,5	5,7	1,7	52	REGULAR	
11	254 + 550	254 + 950	80,0	16,0	20,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	9,0	5,6	1,2	42	REGULAR	
12	254 + 950	255 + 250	86,7	17,3	13,3	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,3	8,0	4,3	0,5	37	REGULAR	
13	255 + 250	255 + 850	66,7	13,3	16,7	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,7	10,0	4,8	2,7	39	REGULAR	
14	255 + 850	256 + 250	75,0	15,0	25,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	5,0	35	REGULAR	
15	256 + 250	256 + 750	92,0	18,4	16,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	4,8	4,2	1,8	37	REGULAR	
16	256 + 750	257 + 000	61,5	12,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,1	1,7	19	BOM	
17	257 + 000	257 + 350	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,7	14	BOM	
18	257 + 350	257 + 600	76,9	15,4	15,4	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,1	13,8	4,7	1,1	43	REGULAR	
19	257 + 600	258 + 000	50,0	10,0	4,2	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,5	7,5	5,3	1,2	26	REGULAR	
20	258 + 000	258 + 600	46,2	9,2	3,8	1,9	3,8	3,1	3,8	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	2,3	5,0	2,6	28	REGULAR	
21	258 + 600	259 + 000	40,0	8,0	20,0	10,0	6,7	5,3	13,3	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,3	8,0	4,8	1,5	50	REGULAR	

FONTE: OS AUTORES (2018).

3.2.5. Grau de trincamento

Os valores de avaliação de superfície do pavimento no segmento analisado foram obtidos através de resultados das avaliações realizadas pela empresa de Engenharia de Pavimentos Pavesys, em maio de 2017, através do Levantamento Visual Detalhado (LVD – Vídeo), com equipamentos eletrônicos de filmagem – vídeo registro e scanners, e inventário realizado em tempo real por sistema de computador no próprio veículo. A localização de cada defeito foi gravada conforme odômetro veicular e dispositivo GPS.

A planilha da Tabela7 mostra o resumo dos totais de cada tipo de defeito avaliado. As planilhas completas dos levantamentos, divididas por ocorrências FC-2 e FC-3, podem ser encontradas no Apêndice3.

TABELA 7 – RESUMO ÁREA DE DEFEITOS PAVIMENTO

Sigla	Descrição	Faixa esquerda (m²)	Faixa direita (m²)	Total (m²)
TL	Trinca Longitudinal	103,95	203,18	307,13
J	Couro Jacaré	917,00	411,25	1328,25
JE	Jacaré com erosão	1139,25	178,50	1317,75
R	Remendo	628,25	602,00	1230,25
P	Panela	2,63	3,50	6,13
			Total (m²)	4189,51

FONTE: OS AUTORES (2018).

3.3. AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DESTRUTIVA

3.3.1. Sondagens do pavimento existente

As sondagens realizadas com objetivo de investigação dos resultados do subleito foram realizadas na época em que a BR-373/PR, passou por obras de restauração do pavimento em 2005, na qual foram abertos poços de inspeção para investigação das espessuras das camadas e dos índices do reforço e subleito.

Na planilha da Tabela 9 foram transcritos os resultados dos ensaios de: sondagem, granulometria/peneiramento, índices físicos, Índice de Grupo (IG), Capacidade de Suporte Califórnia (CBR) e compactação. Foi possível observar, na

maioria dos poços, a presença de reforço de subleito em argila natural vermelha, sobre terreno natural.

São apresentados os resumos dos resultados obtidos através de poços de inspeção, realizados a cada 1.000,0 m, alternando-se as faixas de tráfego, com abertura próximo ao bordo externo da faixa, de maneira a obter informações, inclusive do acostamento.

Devido ausência do ensaio de granulometria por sedimentação dentro do segmento analisado, buscaram-se dados de outros ensaios correlatos. A planilha da Tabela 10 apresenta estes resultados, os quais foram obtidos de local na mesma rodovia, BR-373/PR, km 234,000.

Com os ensaios de CBR e o de granulometria por sedimentação do solo do subleito, originou-se a classificação, como sendo do Tipo I conforme o Quadro 15 do Capítulo 2.

TABELA 8 - RESUMO DA SONDAGEM DE CARACTERIZAÇÃO DO PAVIMENTO

Rodovia BR 373												
Trecho: Relógio - Caetano												
Segmento: 249+000 ao 250+000												
SONDAGENS	Data amostra	mar/05	mar/05	mar/05	mar/05	mar/05	mar/05	mar/05	mar/05	mar/05	mar/05	mar/05
	Estaca	249+000	250+000	251+000	252+000	253+000	254+000	255+000	256+000	257+000	258+000	259+000
	Local do furo	bordo	bordo	bordo	bordo	bordo	bordo	bordo	bordo	bordo	bordo	bordo
	Lado	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo	Direito	Esquerdo
	espessura do pavimento	10	15	15	6	11	15	18	17	16	15	13
	espessura da camada granular	31	30	34	35	30	30	30	30	34	30	30
REGULARIZAÇÃO DO SUBLEITO												
GRANULOMETRI A / PENEIRAMENTO	4	100,0	-	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	10	99,8		99,8	99,8	99,7	99,8	99,7	99,8	99,6	99,7	99,7
	40	98,3		98,8	98,5	99,1	99,0	98,9	98,8	98,7	98,7	99,0
	200	89,9		89,8	89,0	92,6	93,1	93,0	91,9	92,8	91,6	92,9
ÍNDICES FÍSICOS	TIPO	Argila arenosa vermelha	-	Argila arenosa vermelha	Argila arenosa vermelha	Argila arenosa vermelha	Argila arenosa vermelha	Argila arenosa vermelha	Argila arenosa vermelha	Argila arenosa vermelha	Argila arenosa vermelha	Argila arenosa marrom
	LL	59,3		48,6	49,0	55,4	64,0	54,3	58,4	61,4	56,0	59,4
	LP	35,7		31,5	30,0	36,7	44,6	31,7	40,7	32,5	29,3	32,5
IG	IP	23,6		17,1	19,0	18,7	19,4	22,6	17,7	28,9	26,7	26,9
HBR		A 7-5		A 7-5	A 7-5	A 7-5	A 7-5	A 7-5	A 7-5	A 7-5	A 7-5	A 7-5
CBR	ISC	18,2		24,3	31,7	32,3	29,4	23,6	18,3	25,5	30,1	29,6
	EXP	0,8		0,6	0,2	0,2	0,4	0,9	1,1	0,4	0,4	0,2
COMPAC.	DENS.	1,590		1,555	1,570	1,590	1,600	1,555	1,582	1,544	1,570	1,550
	HUMIDADE ÓTIMA	27,35		26,75	26,50	25,20	24,15	26,35	28,10	26,25	23,15	26,00
SUBLEITO												
GRANULOMETRI A / PENEIRAMENTO	4	100,0	100,0	100,0	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	10	99,5	99,6	99,9	99,3	100,0	99,7	99,8	99,9	99,5	99,8	99,6
	40	98,3	98,5	97,1	96,0	99,1	98,2	99,2	99,5	98,7	99,0	98,6
	200	90,4	91,5	82,6	93,6	93,1	86,9	93,5	94,5	93,3	93,0	91,5
ÍNDICES FÍSICOS	TIPO	Argila arenosa vermelha	Argila arenosa vermelha	Silte amarelo	Silte amarelo	Argila arenosa marrom	Silte amarelo	Argila arenosa vermelha	Argila arenosa marrom	Silte rosa	Argila arenosa mista	Argila mista
	LL	57,2	60,8	55,9	55,7	60,4	67,6	60,4	62,2	60,6	58,4	56,2
	LP	36,5	33,7	30,4	30,5	37,0	32,4	39,9	40,5	31,0	35,0	33,8
IG	IP	20,7	27,1	25,5	25,2	23,4	35,2	20,5	21,7	29,6	23,4	22,4
HBR		A 7-5	A 7-5	A 7-5	A 7-5	A 7-5	A 7-5	A 7-5	A 7-5	A 7-5	A 7-5	A 7-5
CBR	ISC	20,9	26,7	5,5	4,3	10,8	6,4	24,5	17,8	3,4	25,5	23,2
	EXP	0,5	0,3	4,0	4,0	0,7	3,8	0,3	0,8	4,9	0,4	0,3
COMPAC.	DENS.	1,500	1,530	1,500	1,520	1,513	1,533	1,570	1,515	1,515	1,515	1,488
	HUMIDADE ÓTIMA	28,20	27,45	25,60	25,55	28,00	26,30	24,95	30,20	25,45	26,65	28,80

FONTE: CAMINHOS DO PARANA (2005).

TABELA 9 – ANÁLISE GRANULOMÉTRICA POR SEDIMENTAÇÃO

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA E SEDIMENTAÇÃO									
LOCAL					KM		LADO		
BR-373/PR					234+000		D		
DETERMINAÇÃO DA UMIDADE					PENEIRAMENTO FINO				
CAPSULA Nº		88	75	42	PENEIRAS	PESO (g)		% PASSANDO	
PESO UMIDO (g)		80,97	80,47	78,83		RETIDO PARCIAL	PASS. ACUM.	PARCIAL	TOTAL
PESO SECO (g)		78,58	78,26	75,79	16 - 1,19	0,31	66,46	99,5	99,4
AQUA (g)		2,39	2,21	3,04	30 - 0,59	0,23	66,23	99,2	99,0
TARA (g)		29,82	31,05	13,68	40 - 0,42	0,07	66,16	99,1	98,9
AMOSTRA SECA (g)		48,76	47,21	62,11	50 - 0,297	0,27	65,89	98,7	98,5
UMIDADE (%)		4,9	4,7	4,9	100 - 0,149	0,41	65,48	98,1	97,9
UMIDADE MÉDIA (%)		4,8			200 - 0,074	0,46	65,02	97,4	97,2
PENEIRAMENTO GROSSO		PESOS PARCIAIS (g)			%	DENSIDADE REAL			
AMOSTRA		Pol - mm	RETIDO	PASS.					
UMIDA (g)		1000,20	2" - 50,8	954,17	100,0	Nº	1	2	3
SECA > #10 (g)		1,76	11 1/2" - 2,0	954,17	100,0	PESO	77,99	88,77	73,87
UMIDA < #10 (g)		998,44	1" - 25,0	954,17	100,0	PIC+AM	153,99	169,88	150,04
SECA < #10 (g)		952,41	3/4" - 19,3	954,17	100,0	PIC+AM+AG	377,27	394,22	375,94
TOTAL SECA (g)		954,17	1/2" - 12,5	954,17	100,0	TEMP °C	16,0	16,0	16,0
PENEIRAMENTO FINO E SED.			3/8" - 9,52	954,17	100,0	PIC+AGUA	331,42	345,22	329,93
AM. UMIDA (g)		70,00	4 - 4,75	954,17	100,0	DENSIDADE	2,721	2,727	2,727
AM. SECA (g)		66,77	10 - 2,00	952,41	99,8	MÉDIA		0,000	g/cm ³
CORREÇÃO DO ZERO			3,0	SEDIMENTAÇÃO		CORREÇÃO DO MENISCO			0,5
Temp. °C	Tempo		Hora	Leitura	H.Q.	C. Temp.	L. Corr.	Ø Grãos	% Total
15	30	s	09:55	45,0	13,6	1,0	41,5	0,0735	98,1
15	1	min	9:56 AM	44,0	13,8	1,0	40,5	0,0524	95,7
15	2	min	9:57 AM	43,0	14,0	1,0	39,5	0,0373	93,4
15	4	min	9:59 AM	41,5	13,3	1,0	38,0	0,0257	89,8
15	8	min	10:03 AM	40,5	13,5	1,0	37,0	0,0183	87,5
15	15	min	10:10 AM	40,0	13,6	1,0	36,5	0,0134	86,3
15	30	min	10:25 AM	39,5	13,7	1,0	36,0	0,0095	85,1
16	1	hora	10:55 AM	39,0	13,8	1,0	35,5	0,0067	83,9
16	2	hora	11:55 AM	38,5	13,9	1,0	35,0	0,0047	82,7
18	4	hora	1:55 PM	38,0	14,0	0,5	35,0	0,0033	82,7
18	8	hora	5:55 PM	37,0	14,2	0,5	34,0	0,0024	80,4
17	24	hora	9:55 AM	36,0	14,4	0,5	33,0	0,0014	78,0
CARACTERIZAÇÃO DO SOLO									
X% NAT. PASS. #10				99,82	%	PIEDREG. (%)	0,0	L.S. CALIFORNIA (%)	14
PORCENTAGEM Q+				2,36	%	AREIA (%)	4,7	CLASSIFICAÇÃO T.R.B.	
DESCRIÇÃO DE CAMPO						SILTE (%)	12,5	SILTE FRAÇÃO < 0,075	14,8
ARGILA VERMELHA						ARGILA (%)	82,8	CLASSIF. RESIDUENTE	I

FONTE: CAMINHOS DO PARANA (2005).

3.4. AVALIAÇÃO FUNCIONAL

3.4.1. IRI

Os valores foram obtidos com auxílio de equipamento do tipo perfilômetro a laser (barra a laser), com cinco sensores espaçados a cada 75,0cm, sendo que os resultados são mostrados na planilha da Tabela 10, o resultado foi obtido de acordo com o Quadro 06, apresentado no Capítulo 2. O levantamento completo, a cada 200,0m, pode ser encontrado no Apêndice 4.

TABELA 10 – RESUMO LEVANTAMENTO IRI

Segmento	km inicial	km final	IRI MÉDIO	CONCEITO
1	249 + 000	249 + 650	1,59	Boa
2	249 + 650	249 + 900	2,02	Boa
3	249 + 900	250 + 900	1,67	Boa
4	250 + 900	251 + 750	1,71	Boa
5	251 + 750	252 + 000	1,81	Boa
6	252 + 000	252 + 650	1,73	Boa
7	252 + 650	252 + 950	2,28	Boa
8	252 + 950	253 + 450	1,91	Boa
9	253 + 450	253 + 800	1,62	Boa
10	253 + 800	254 + 550	1,56	Boa
11	254 + 550	254 + 950	1,59	Boa
12	254 + 950	255 + 250	1,67	Boa
13	255 + 250	255 + 850	1,55	Boa
14	255 + 850	256 + 250	1,62	Boa
15	256 + 250	256 + 750	1,42	Boa
16	256 + 750	257 + 000	1,43	Boa
17	257 + 000	257 + 350	1,41	Boa
18	257 + 350	257 + 600	1,33	Boa
19	257 + 600	258 + 000	1,37	Boa
20	258 + 000	258 + 600	1,45	Boa
21	258 + 600	259 + 000	1,54	Boa

FONTE: OS AUTORES (2018).

3.5. AVALIAÇÃO DO TRÁFEGO

3.5.1. Contagens classificatórias/volumétricas

A planilha do Quadro 17 mostra contagens classificatórias/volumétricas obtidas na Praça de Pedágio PP-4.4, localizada no Km 217,000 da BR-373/PR, subtrecho Caetano – Relógio, operada pela Concessionária Caminhos do Paraná S/A. Elas se referem ao ano de 2015 e foram divididas em categorias incluindo automóveis, ônibus, caminhões rígidos, caminhões semi-reboques e caminhões reboques.

QUADRO 17 – CONTAGENS CLASSIFICATÓRIAS/VOLUMÉTRICAS

VMDA 2015 PEDÁGIO PP 4.4		
CATEGORIA	TIPO	QUANTIDADE
CAT. 1	AUTOMÓVEL	2640
CAT. 2	CAM 2 EX	258
CAT 2a	ONI 2 EX	44
CAT. 3	AUTO+S. REB	12
CAT. 4	CAM 3 EX	374
CAT. 4a	ONI 3 EX	41
CAT 5	AUTO+REB	2
CAT. 6	CAM 4 EX	164
CAT. 6a	ON 4 EX	4
CAT. 7	CM 7 EX	118
CAT. 8	CAM 6 EX	440
CAT. 9	MOTO	62
CAT. 10	CAM 7 EX	487
CAT. 11	CAM 8 EX	1
CAT. 12	CAM 9 EX	48
CAT. 13	CAM 10 EX	0
ESP	CAM>10 EX	0
TOTAL		4695

FONTE: CAMINHOS DO PARANÁ (2015).

De posse das contagens realizadas, foi necessário convertê-las para as configurações da Portaria 63/2009 do Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN).

Foram excluídas as Categorias 1, 2 e 9, por tratarem automóveis, automóveis com reboque e moto. As demais categorias foram divididas conforme Quadro 18.

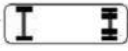
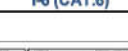
QUADRO 18 – CORRELAÇÃO CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO DENATRAN E CONCESSIONÁRIA

Veículo	Categoria conforme:		
	Concessionária		Portaria 63/09 DENATRAN
Ônibus	CAT. 2a	ON 2 EX	III-2
	CAT. 4a	ONI 3 EX	III-4
	CAT. 6a	ON 4 EX	
Caminhões rígidos	CAT. 2	CAM 2 EX	I-2
	CAT. 4	CAM 3 EX	I-3
	CAT. 6	CAM 4 EX	I-6
Caminhões Semi-reboques	CAT. 3	AUTO+S.REB	I-12
	CAT. 8	CAM 6 EX	I-18
	CAT. 7	CM 7 EX	I-64
	CAT. 10	CAM 7 EX	
	CAT. 12	CAM 9 EX	II-19
Caminhões Reboques	CAT. 11	CAM 8 EX	II-35

FONTE: OS AUTORES (2018).

Após a identificação dos veículos segundo a Portaria 63/09 do DENATRAN foram calculados os Fatores de veículos para cada configuração seguindo as fórmulas da ASHTO e USACE, conforme Tabela 11.

TABELA 11 – CÁLCULO DO FATOR DE VEÍCULO

Tipos de Veículos	Plantas dos Veículos	Eixos dos Veículos	FATOR DE EQUIVALÊNCIA DE CARGAS DA AASHTO						FATOR DE EQUIVALÊNCIA DE CARGAS DA USACE								
			Carga legal		Carga legal + 10%		Vazios		Fator de Veículo	Carga Legal		Carga legal + 10%		Vazios		Fator de Veículo	
			Carga (t)	FC	Carga (t)	FC	Carga (t)	FC		Carga (t)	FC	Carga (t)	FC	Carga (t)	FC		
Ônibus	 III-2 (CAT 2a)	ESRS	7,000	0,637	7,700	0,962	2,333	0,006	4,68	7,000	0,516	7,700	0,757	2,333	0,006	7,51	
		ESRD	11,000	3,614	12,100	5,455	3,667	0,031		11,000	5,970	12,100	10,836	3,667	0,038		
		Total	18,000	4,251	19,800	6,417	6,000	0,037		18,000	6,487	19,800	11,593	6,000	0,045		
	 III-4 (CAT. 4a e 6a)	ESRS	7,000	0,637	7,700	0,962	2,333	0,006	1,63	7,000	0,516	7,700	0,757	2,333	0,006	4,63	
		ETD	14,500	0,850	15,950	1,261	4,833	0,009		14,500	3,573	15,950	6,026	4,833	0,038		
		Total	21,500	1,487	23,650	2,223	7,167	0,015		21,500	4,090	23,650	6,784	7,167	0,044		
Caminhões Rígidos	 I-2 (CAT. 2)	ESRS	6,000	0,327	6,600	0,494	2,000	0,003	2,87	6,000	0,278	6,600	0,408	2,000	0,003	4,06	
		ESRD	10,000	2,394	11,000	3,614	3,333	0,021		10,000	3,289	11,000	5,970	3,333	0,026		
		Total	16,000	2,722	17,600	4,108	5,333	0,024		16,000	3,567	17,600	6,378	5,333	0,030		
	 I-3 (CAT. 4)	ESRS	6,000	0,327	6,600	0,494	2,000	0,003	2,06	6,000	0,278	6,600	0,408	2,000	0,003	9,75	
		ETD	17,000	1,642	18,700	2,437	5,667	0,017		17,000	8,549	18,700	14,418	5,667	0,066		
		Total	23,000	1,970	25,300	2,931	7,667	0,020		23,000	8,827	25,300	14,825	7,667	0,069		
	 I-6 (CAT.6)	ESRS	6,000	0,327	6,600	0,494	2,000	0,003	2,41	6,000	0,278	6,600	0,408	2,000	0,003	10,04	
		ESRS	6,000	0,327	6,600	0,494	2,000	0,003		6,000	0,278	6,600	0,408	2,000	0,003		
		ETD	17,000	1,642	18,700	2,437	5,667	0,017		17,000	8,549	18,700	14,418	5,667	0,066		
		Total	29,000	2,297	31,900	3,425	9,667	0,023		29,000	9,105	31,900	15,233	9,667	0,072		
	Caminhões Semi - Reboques	 I-12 (CAT. 3)	ESRS	6,000	0,327	6,600	0,494	2,000	0,003	5,69	6,000	0,278	6,600	0,408	2,000	0,003	19,23
			ESRD	10,000	2,394	11,000	3,614	3,333	0,021		10,000	3,289	11,000	5,970	3,333	0,026	
ETT			25,500	1,560	28,050	2,332	8,500	0,015	25,500		9,300	28,050	15,827	8,500	0,105		
Total			41,500	4,282	45,650	6,441	13,833	0,039	41,500		12,867	45,650	22,205	13,833	0,135		
 I-18 (CAT. 8)		ESRS	6,000	0,327	6,600	0,494	2,000	0,003	4,66	6,000	0,278	6,600	0,408	2,000	0,003	26,62	
		ETD	17,000	1,642	18,700	2,437	5,667	0,017		17,000	8,549	18,700	14,418	5,667	0,066		
		ETT	25,500	1,560	28,050	2,332	8,500	0,015		25,500	9,300	28,050	15,827	8,500	0,105		
		Total	48,500	3,530	53,350	5,263	16,167	0,035		48,500	18,127	53,350	30,653	16,167	0,175		
 I-64 (CAT. 7 e 10)		ESRS	6,000	0,327	6,600	0,494	2,000	0,003	6,91	6,000	0,278	6,600	0,408	2,000	0,003	37,94	
		ETD	17,000	1,642	18,700	2,437	5,667	0,017		17,000	8,549	18,700	14,418	5,667	0,066		
		ETD	17,000	1,642	18,700	2,437	5,667	0,017		17,000	8,549	18,700	14,418	5,667	0,066		
		Total	57,000	5,255	62,700	7,805	19,000	0,055		57,000	25,924	62,700	43,661	19,000	0,200		
 II-19 (CAT 12)		ESRS	6,000	0,327	6,600	0,494	2,000	0,003	6,72	6,000	0,278	6,600	0,408	2,000	0,003	40,36	
		ETD	17,000	1,642	18,700	2,437	5,667	0,017		17,000	8,549	18,700	14,418	5,667	0,066		
		ETT	25,500	1,560	28,050	2,332	8,500	0,015		25,500	9,300	28,050	15,827	8,500	0,105		
		ETT	25,500	1,560	28,050	2,332	8,500	0,015		25,500	9,300	28,050	15,827	8,500	0,105		
		Total	74,000	5,090	81,400	7,596	24,667	0,050		74,000	27,426	81,400	46,480	24,667	0,280		
Caminhões Reboques	 II-35 (CAT. 5)	ESRS	6,000	0,327	6,600	0,494	2,000	0,003	8,12	6,000	0,278	6,600	0,299	2,000	0,003	17,65	
		ETD	17,000	1,642	18,700	2,437	5,667	0,017		17,000	8,549	18,700	9,190	5,667	0,066		
		ESRD	10,000	2,394	11,000	3,614	3,333	0,021		10,000	3,289	11,000	5,970	3,333	0,026		
		ESRD	10,000	2,394	11,000	3,614	3,333	0,021		10,000	3,289	11,000	5,970	3,333	0,026		
		Total	43,000	6,759	47,300	10,160	14,333	0,062		43,000	15,406	47,300	21,430	14,333	0,121		

FONTE: OS AUTORES (2018)

O fator de veículo (FV) encontrado para cada configuração foi multiplicado pelo percentual de incidência de cada veículo ao longo do ano, resultando no fator de veículo da frota pelas fórmulas da AAHSTO e USACE, conforme abaixo:

TMDA (Caminhões e ônibus) = 1.991 (A)

TMDA (Ônibus III-2) = 44 (B)

Percentual Ônibus III-2 em relação à frota total = 2,21% (C = B / A)

FV AASHTO III-2 = 4,68 (D)

FV USACE III-2= 7,51 (E)

Produtos % x FV AASHTO III-2 = 0,10 (F = C x D)

Produtos % x FV USACE III-2 = 0,17 (F = C x E)

A partir da somatória do produto da multiplicação do percentual dos veículos por seu respectivo FV, foi calculado o da frota, conforme Tabela 11.

TABELA 12 – CÁLCULO DO FATOR DE VEÍCULO DA FROTA

VEÍCULOS APURADOS	Ônibus		Caminhões Rígidos			Caminhões Semi-reboques				Caminhões Reboques	FATOR CORREÇÃO
	III-2	III-4	I-2	I-3	I-6	I-12	I-18	I-64	II-19	II-35	
VMD (ônibus+camin.)	44	45	258	374	164	12	440	605	48	1	1,000
TMDA(ônibus+camin.)	44	45	258	374	164	12	440	605	48	1	
%	2,21%	2,26%	12,96%	18,78%	8,24%	0,60%	22,10%	30,39%	2,41%	0,05%	TMDA (Ônib+Camin)
FATORES AASHTO	4,68	1,63	2,87	2,06	2,41	5,69	4,66	6,91	6,72	8,12	
VEÍCULOS USACE	7,51	4,63	4,06	9,75	10,04	19,23	26,62	37,94	40,36	17,65	1991
Produtos AASHTO	0,10	0,04	0,37	0,39	0,20	0,03	1,03	2,10	0,16	0,00	
% x FV USACE	0,17	0,10	0,53	1,83	0,83	0,12	5,88	11,53	0,97	0,01	
FATOR DE VEÍCULO DA FROTA						AASHTO =	4,43	USACE =			21,97

FONTE: OS AUTORES (2018).

Obtiveram-se os seguintes resultados:

a) Fator veículo da frota pelo método AASHTO = 4,43;

b) Fator veículo da frota pelo método USACE = 21,97.

3.5.1.1 Cálculo do Número N

Devido ao fato do estudo analisar uma rodovia de pista simples, o fator direcional utilizado foi igual a 0,5, quanto ao fator climático regional, foi adotado FR=1.

Os valores do número N para a projeção do tráfego do ano de 2027, adotando uma taxa de crescimento do tráfego de 3% ao ano para todas as configurações de veículos, a partir de 2015, ano em que foram realizadas as contagens e obtidos através da equação $N = 365 \times TMDA \times FV \times FR \times FD$ são apresentados na Tabela 13.

TABELA 13 – CÁLCULO DO NÚMERO N

CÁLCULO DO NÚMERO N DA BR-373/PR, SUBTRECHO: CAETANO - RELÓGIO												
VEÍCULOS APURADOS		Ônibus		Caminhões Rígidos			Caminhões Semi-reboques				Caminhões Reboques	FATOR
		III-2	III-4	I-2	I-3	I-6	I-12	I-18	I-64	II-19	II-35	CORREÇÃO
VMD (ônibus+camin.)		44	45	258	374	164	12	440	605	48	1	1,000
TMDA(ônibus+camin.)		44	45	258	374	164	12	440	605	48	1	
%		2,21%	2,26%	12,96%	18,78%	8,24%	0,60%	22,10%	30,39%	2,41%	0,05%	TMDA
FATORES	AASHTO	4,68	1,63	2,87	2,06	2,41	5,69	4,66	6,91	6,72	8,12	(Ônib+Camin)
VEÍCULOS	USACE	7,51	4,63	4,06	9,75	10,04	19,23	26,62	37,94	40,36	17,65	1991
Produtos	AASHTO	0,10	0,04	0,37	0,39	0,20	0,03	1,03	2,10	0,16	0,00	
% x FV	USACE	0,17	0,10	0,53	1,83	0,83	0,12	5,88	11,53	0,97	0,01	
FATOR DE VEÍCULO DA FROTA							AASHTO =	4,43	USACE =			21,97
DADOS BÁSICOS	TAXA DE CRESCIMENTO (% AO ANO)			Pista		Fator Direcional		Fator Climático Regional				
		Automóveis	Ônibus	Caminhões	S/D	K		FR				
		0,030	0,030	0,030	S	0,5		1,0				
NÚMERO "N" AO LONGO DO PERÍODO DE ANÁLISE												
Anos	Período	Período	Automó- veis				TMDA Cam.+Ônib.	Número N - AASHTO			Numero N - USACE	
	Análise	Análise		ONIBUS	CAMINHÕES			No ano	Acumulado		No ano	Acumulado
2015	contagem		2640	89	1902		1991	1,61E+06			7,98E+06	
2016	acumulo		2719	92	1959		2051	1,66E+06	3,26E+06		8,22E+06	1,62E+07
2017	acumulo		2801	94	2018		2112	1,71E+06	3,36E+06		8,47E+06	1,67E+07
2018	vida útil	1	2885	97	2078		2176	1,76E+06	3,46E+06		8,72E+06	1,72E+07
2019	vida útil	2	2971	100	2141		2241	1,81E+06	3,57E+06		8,98E+06	1,77E+07
2020	vida útil	3	3060	103	2205		2308	1,86E+06	3,67E+06		9,25E+06	1,82E+07
2021	vida útil	4	3152	106	2271		2377	1,92E+06	3,78E+06		9,53E+06	1,88E+07
2022	vida útil	5	3247	109	2339		2449	1,98E+06	3,90E+06		9,82E+06	1,93E+07
2023	vida útil	6	3344	113	2409		2522	2,04E+06	4,02E+06		1,01E+07	1,99E+07
2024	vida útil	7	3445	116	2482		2598	2,10E+06	4,14E+06		1,04E+07	2,05E+07
2025	vida útil	8	3548	120	2556		2676	2,16E+06	4,26E+06		1,07E+07	2,11E+07
2026	vida útil	9	3654	123	2633		2756	2,23E+06	4,39E+06		1,10E+07	2,18E+07
2027	vida útil	10	3764	127	2712		2839	2,29E+06	4,52E+06		1,14E+07	2,24E+07

FONTE: OS AUTORES (2018).

Obtiveram-se os seguintes resultados:

a) Número $N_{USACE} = 2,24 \times 10^7$;

b) Número $N_{AASHTO} = 4,52 \times 10^6$

3.5.2. Dimensionamentos dos reforços estruturais

3.5.2.1 DNER PRO 11/79

A planilha da Tabela 12 mostra os resultados dos dimensionamentos de cada SH.

TABELA 14–MÉTODO DNER PRO 11/79

AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DNER - PRO 0117/79														
Rodovia	BR-373/PR													
Código:	373BPR0380													
Trecho:	ACESSO GUAMIRANGA / ENTR PR-160 (PRUDENTÓPOLIS)													
Segmento:	km 249,000 ao km 259,000													
Extensão:	10,000 km													
Data:	ago/18													
Segmento	km inicial	km final	Extensão (m)	Deflexão (Dp) VB	Raio Curvatura (m)	Número N USACE	Dadm (0,01mm)	Hipótese	Avaliação Estrutural				Espessura reforço calculada (Hcb) cm	Espessura reforço adotada cm
				(0,01mm)					Qualidade Estrutural	Critério	Necess. estudos comp.	Medidas corretivas		
1	249 + 000	249 + 650	650	42,66	254	2,24E+07	52,04	I	BOA	-	não	Apenas correções superfície	-3,45	Apenas correções superfície
2	249 + 650	249 + 900	250	48,50	279	2,24E+07	52,04	I	BOA	-	não	Apenas correções superfície	-1,23	Apenas correções superfície
3	249 + 900	250 + 900	1000	43,01	249	2,24E+07	52,04	I	BOA	-	não	Apenas correções superfície	-3,31	Apenas correções superfície
4	250 + 900	251 + 750	850	54,17	200	2,24E+07	52,04	II	REGULAR	Deflectométrico	não	Reforço	0,70	3,00
5	251 + 750	252 + 000	250	51,22	144	2,24E+07	52,04	I	BOA	-	não	Apenas correções superfície	-0,28	Apenas correções superfície
6	252 + 000	252 + 650	650	58,96	137	2,24E+07	52,04	II	REGULAR	Deflectométrico	não	Reforço	2,17	3,00
7	252 + 650	252 + 950	300	59,26	168	2,24E+07	52,04	II	REGULAR	Deflectométrico	não	Reforço	2,26	3,00
8	252 + 950	253 + 450	500	49,58	259	2,24E+07	52,04	I	BOA	-	não	Apenas correções superfície	-0,84	Apenas correções superfície
9	253 + 450	253 + 800	350	43,68	319	2,24E+07	52,04	I	BOA	-	não	Apenas correções superfície	-3,04	Apenas correções superfície
10	253 + 800	254 + 550	750	48,70	262	2,24E+07	52,04	I	BOA	-	não	Apenas correções superfície	-1,15	Apenas correções superfície
11	254 + 550	254 + 950	400	45,05	303	2,24E+07	52,04	I	BOA	-	não	Apenas correções superfície	-2,51	Apenas correções superfície
12	254 + 950	255 + 250	300	50,17	310	2,24E+07	52,04	I	BOA	-	não	Apenas correções superfície	-0,64	Apenas correções superfície
13	255 + 250	255 + 850	600	41,92	318	2,24E+07	52,04	I	BOA	-	não	Apenas correções superfície	-3,76	Apenas correções superfície
14	255 + 850	256 + 250	400	46,43	239	2,24E+07	52,04	I	BOA	-	não	Apenas correções superfície	-1,98	Apenas correções superfície
15	256 + 250	256 + 750	500	38,65	266	2,24E+07	52,04	I	BOA	-	não	Apenas correções superfície	-5,17	Apenas correções superfície
16	256 + 750	257 + 000	250	39,77	333	2,24E+07	52,04	I	BOA	-	não	Apenas correções superfície	-4,67	Apenas correções superfície
17	257 + 000	257 + 350	350	40,15	399	2,24E+07	52,04	I	BOA	-	não	Apenas correções superfície	-4,51	Apenas correções superfície
18	257 + 350	257 + 600	250	48,91	311	2,24E+07	52,04	I	BOA	-	não	Apenas correções superfície	-1,08	Apenas correções superfície
19	257 + 600	258 + 000	400	43,09	331	2,24E+07	52,04	I	BOA	-	não	Apenas correções superfície	-3,28	Apenas correções superfície
20	258 + 000	258 + 600	600	22,79	402	2,24E+07	52,04	I	BOA	-	não	Apenas correções superfície	-14,35	Apenas correções superfície
21	258 + 600	259 + 000	400	40,90	355	2,24E+07	52,04	I	BOA	-	não	Apenas correções superfície	-4,18	Apenas correções superfície

FONTE: OS AUTORES (2018).

3.5.2.2 DNER PRO 269/94

A planilha da Tabela 13 mostra os resultados dos dimensionamentos de cada SH considerando o método em questão.

TABELA 15 - MÉTODO DNER PRO 269/94

AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DNER - PRO 269/94																				
Rodovia	BR-373/PR																			
Código:	373BPR0380																			
Trecho:	ACESSO GUAMIRANGA / ENTR PR-160 (PRUDENTÓPOLIS)																			
Segmento:	km 249,000 ao km 259,000																			
Extensão	10,000 km																			
Data	ago/18																			
Segmento	km inicial	km final	Extensão (m)	Dc	FC-2	FC-3	FC-2 +	Grau de	H _{CG}	Classif.	Constantes de		Número	D _{adm}	h _e	h _{ef}	h _{ef}	HR	ESPESSURAS	
				BELK.			FC-3	trincamento	total	do	classificação		N			calculado	adotado	calculado	CAPA	BINDER
				(0,01mm)	(%)	(%)	(%)	(%)	(cm)	Solo	I ₁	I ₂	USACE	(0,01mm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	249 + 000	249 + 650	650	42,66	5,40%	2,77%	1,50%	0,21%	31	Tipo I	0,00	0,00	2,24E+07	58,37	6,00	13,20	13,20	-5,76	Tratamento superficial	
2	249 + 650	249 + 900	250	48,50	2,18%	4,73%	1,36%	0,25%	31	Tipo I	0,00	0,00	2,24E+07	58,37	6,00	10,92	10,92	-2,67	Tratamento superficial	
3	249 + 900	250 + 900	1000	43,01	3,18%	2,35%	0,64%	1,38%	31	Tipo I	0,00	0,00	2,24E+07	58,37	6,00	13,05	13,05	-5,55	Tratamento superficial	
4	250 + 900	251 + 750	850	54,17	1,17%	5,07%	0,23%	1,38%	30	Tipo I	0,00	0,00	2,24E+07	58,37	6,00	9,18	9,18	-0,30	Tratamento superficial	
5	251 + 750	252 + 000	250	51,22	1,13%	0,00%	0,00%	1,80%	34	Tipo I	0,00	0,00	2,24E+07	58,37	6,00	10,04	10,04	-1,46	Tratamento superficial	
6	252 + 000	252 + 650	650	58,96	2,97%	0,00%	0,00%	5,38%	35	Tipo I	0,00	0,00	2,24E+07	58,37	6,00	7,97	7,97	1,35	3,00	0,00
7	252 + 650	252 + 950	300	59,26	2,14%	10,89%	0,00%	8,24%	35	Tipo I	0,00	0,00	2,24E+07	58,37	6,00	7,90	7,90	1,44	3,00	0,00
8	252 + 950	253 + 450	500	49,58	8,63%	1,97%	0,00%	3,57%	35	Tipo I	0,00	0,00	2,24E+07	58,37	6,00	10,56	10,56	-2,17	Tratamento superficial	
9	253 + 450	253 + 800	350	43,68	0,00%	0,80%	0,00%	1,61%	30	Tipo I	0,00	0,00	2,24E+07	58,37	6,00	12,76	12,76	-5,16	Tratamento superficial	
10	253 + 800	254 + 550	750	48,70	0,00%	0,59%	0,16%	1,30%	30	Tipo I	0,00	0,00	2,24E+07	58,37	6,00	10,85	10,85	-2,57	Tratamento superficial	
11	254 + 550	254 + 950	400	45,05	2,47%	0,21%	0,06%	3,66%	30	Tipo I	0,00	0,00	2,24E+07	58,37	6,00	12,20	12,20	-4,40	Tratamento superficial	
12	254 + 950	255 + 250	300	50,17	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	30	Tipo I	0,00	0,00	2,24E+07	58,37	6,00	10,37	10,37	-1,91	Tratamento superficial	
13	255 + 250	255 + 850	600	41,92	0,38%	2,18%	0,00%	0,39%	30	Tipo I	0,00	0,00	2,24E+07	58,37	6,00	13,54	13,54	-6,21	Tratamento superficial	
14	255 + 850	256 + 250	400	46,43	0,80%	0,00%	0,06%	0,00%	30	Tipo I	0,00	0,00	2,24E+07	58,37	6,00	11,66	11,66	-3,67	Tratamento superficial	
15	256 + 250	256 + 750	500	38,65	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	30	Tipo I	0,00	0,00	2,24E+07	58,37	6,00	15,17	15,17	-8,42	Tratamento superficial	
16	256 + 750	257 + 000	250	39,77	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	30	Tipo I	0,00	0,00	2,24E+07	58,37	6,00	14,58	14,58	-7,63	Tratamento superficial	
17	257 + 000	257 + 350	350	40,15	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	34	Tipo I	0,00	0,00	2,24E+07	58,37	6,00	14,39	14,39	-7,37	Tratamento superficial	
18	257 + 350	257 + 600	250	48,91	0,00%	0,00%	0,13%	0,00%	34	Tipo I	0,00	0,00	2,24E+07	58,37	6,00	10,78	10,78	-2,48	Tratamento superficial	
19	257 + 600	258 + 000	400	43,09	1,13%	0,00%	0,11%	0,00%	34	Tipo I	0,00	0,00	2,24E+07	58,37	6,00	13,01	13,01	-5,50	Tratamento superficial	
20	258 + 000	258 + 600	600	22,79	0,00%	0,00%	0,62%	0,42%	30	Tipo I	0,00	0,00	2,24E+07	58,37	6,00	29,72	29,72	-28,18	Tratamento superficial	
21	258 + 600	259 + 000	400	40,90	0,00%	0,00%	2,19%	0,00%	30	Tipo I	0,00	0,00	2,24E+07	58,37	6,00	14,02	14,02	-6,86	Tratamento superficial	

FONTE: OS AUTORES (2018).

Para as porcentagens de FC-2, FC-3, FC2+FC3 e grau de trincamento (TR%) utilizados no cálculo do método DNER PRO 269/94, foi utilizada a planilha do Apêndice 3, a qual é feita a partir de Levantamento visual detalhado, conforme descrito na seção 3.2.5.

No método DNER PRO 269/94, o caso 04 diz que: quando a somatória de trincamento for maior que 50% a somatória de FC 2 + FC 3 > 80% e FC 3 > 30% podem-se convenientemente adotar o limite inferior do h_{ef} , porém no caso deste trabalho foi utilizado o valor real de cálculo para mostrar a espessura necessária para recuperação.

Para a utilização das áreas no cálculo foram feitas as somas das áreas para cada segmento homogêneo dividindo pela área total de defeitos, representando, portanto a quantidade de defeitos cada segmento em porcentagem, utilizando-se 100% dos defeitos.

3.5.2.3 Solução de catálogo

Seguindo os critérios do catálogo de soluções do CREMA 2ª Etapa, do ano de 2015, foram calculados seguintes parâmetros dos dados de entrada:

- a) VMDc = 2840 (Número obtido através da contagem de veículo realizada no ano de 2015, com taxa de crescimento de veículo anual de 3%, até o ano de 2027.
- b) Número $N_{USACE} = 2,24 \times 10^7$;
- c) Deflexão admissível (pro 11) = 52,04;
- d) IRI = Para todos os SH resultados abaixo de 2,5 m/km;
- e) Grau de trincamento (TR%) = abaixo de 10%.

De posse dos dados de entrada, foi possível identificar as soluções para cada SH, planilha da Tabela 14.

TABELA 16–SOLUÇÃO DO CATÁLOGO CREMA 2ª ETAPA (2015)

SOLUÇÃO DE CATÁLOGO - DNIT CREMA 2015 - BR 373 Km 249,000 ao 259,000

SOLUÇÃO DE CATÁLOGO - DNIT CREMA 2015 - BR 373 Km 249,000 ao 259,000													
Rodovia	BR-373/PR												
Código:	373BPR0380												
Trecho:	ACESSO GUAMIRANGA / ENTR PR-160 (PRUDENTÓPOLIS)												
Segmento	km 249,000 ao km 259,000												
Extensão	10,000 km												
Data	ago/18												
Segmento	km inicial	km final	INICIAIS			Deflexão Admissível			Dc/Dadm	IRI	Percentual de Trincamento (TR)		DIMENSIONAMENTO
			VMDAc 2027	VMDAc 2028	Deflexão (Dp)	N USACE	3,01-0,76xLog10(Nusace)	Deflexão Admissível (Pro11)					Solução CREMA 2015
1	249 + 000	249 + 650	2839	2400 ≤ VMDc ≤ 3200	42,66	2,24E+07	1,72E+00	52,042	0,820	<2,5 m/km	0,21%	<10%	Mi
2	249 + 650	249 + 900	2839	2400 ≤ VMDc ≤ 3200	48,50	2,24E+07	1,72E+00	52,042	0,932	<2,5 m/km	0,25%	<10%	Mi
3	249 + 900	250 + 900	2839	2400 ≤ VMDc ≤ 3200	43,01	2,24E+07	1,72E+00	52,042	0,826	<2,5 m/km	1,38%	<10%	Mi
4	250 + 900	251 + 750	2839	2400 ≤ VMDc ≤ 3200	54,17	2,24E+07	1,72E+00	52,042	1,041	<2,5 m/km	1,38%	<10%	Mi
5	251 + 750	252 + 000	2839	2400 ≤ VMDc ≤ 3200	51,22	2,24E+07	1,72E+00	52,042	0,984	<2,5 m/km	1,80%	<10%	Mi
6	252 + 000	252 + 650	2839	2400 ≤ VMDc ≤ 3200	58,96	2,24E+07	1,72E+00	52,042	1,133	<2,5 m/km	5,38%	<10%	H4
7	252 + 650	252 + 950	2839	2400 ≤ VMDc ≤ 3200	59,26	2,24E+07	1,72E+00	52,042	1,139	<2,5 m/km	8,24%	<10%	H4
8	252 + 950	253 + 450	2839	2400 ≤ VMDc ≤ 3200	49,58	2,24E+07	1,72E+00	52,042	0,953	<2,5 m/km	3,57%	<10%	Mi
9	253 + 450	253 + 800	2839	2400 ≤ VMDc ≤ 3200	43,68	2,24E+07	1,72E+00	52,042	0,839	<2,5 m/km	1,61%	<10%	Mi
10	253 + 800	254 + 550	2839	2401 ≤ VMDc ≤ 3200	48,70	2,24E+07	1,72E+00	52,042	0,936	<2,5 m/km	1,30%	<10%	Mi
11	254 + 550	254 + 950	2839	2402 ≤ VMDc ≤ 3200	45,05	2,24E+07	1,72E+00	52,042	0,866	<2,5 m/km	3,66%	<10%	Mi
12	254 + 950	255 + 250	2839	2403 ≤ VMDc ≤ 3200	50,17	2,24E+07	1,72E+00	52,042	0,964	<2,5 m/km	0,00%	<10%	Mi
13	255 + 250	255 + 850	2839	2404 ≤ VMDc ≤ 3200	41,92	2,24E+07	1,72E+00	52,042	0,805	<2,5 m/km	0,39%	<10%	Mi
14	255 + 850	256 + 250	2839	2405 ≤ VMDc ≤ 3200	46,43	2,24E+07	1,72E+00	52,042	0,892	<2,5 m/km	0,00%	<10%	Mi
15	256 + 250	256 + 750	2839	2406 ≤ VMDc ≤ 3200	38,65	2,24E+07	1,72E+00	52,042	0,743	<2,5 m/km	0,00%	<10%	Mi
16	256 + 750	257 + 000	2839	2407 ≤ VMDc ≤ 3200	39,77	2,24E+07	1,72E+00	52,042	0,764	<2,5 m/km	0,00%	<10%	Mi
17	257 + 000	257 + 350	2839	2408 ≤ VMDc ≤ 3200	40,15	2,24E+07	1,72E+00	52,042	0,771	<2,5 m/km	0,00%	<10%	Mi
18	257 + 350	257 + 600	2839	2409 ≤ VMDc ≤ 3200	48,91	2,24E+07	1,72E+00	52,042	0,940	<2,5 m/km	0,00%	<10%	Mi
19	257 + 600	258 + 000	2839	2410 ≤ VMDc ≤ 3200	43,09	2,24E+07	1,72E+00	52,042	0,828	<2,5 m/km	0,00%	<10%	Mi
20	258 + 000	258 + 600	2839	2411 ≤ VMDc ≤ 3200	22,79	2,24E+07	1,72E+00	52,042	0,438	<2,5 m/km	0,42%	<10%	Mi
21	258 + 600	259 + 000	2839	2412 ≤ VMDc ≤ 3200	40,90	2,24E+07	1,72E+00	52,042	0,786	<2,5 m/km	0,00%	<10%	Mi
Soluções:													
Mi	Micro revestimento asfáltico à frio												
H4	Reforço estrutural em concreto asfáltico com 4cm de espessura												

FONTE: OS AUTORES (2018)

3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com as soluções dos 21 SH calculados através dos dois métodos utilizados na pesquisa e resultados obtidos através do catálogo CREMA 2ª Etapa do ano de 2015, foi possível realizar algumas análises que vão ser descritas a seguir.

A solução de catálogo utiliza como parâmetro de reforço do pavimento, uma matriz/tabela, a qual converge dados de entrada, IRI, volume médio diário e deflexão característica, conforme preconiza o método DNERPRO-11/79.

O catálogo leva como base o parâmetro de tráfego e parâmetro de condições estruturais conforme a metodologia DNER PRO-11/79, já para o parâmetro de condição funcional dos pavimentos, utiliza a metodologia DNER-PRO 269/94 que, por sua vez, utiliza o método DNIT 007/2003 PRO.

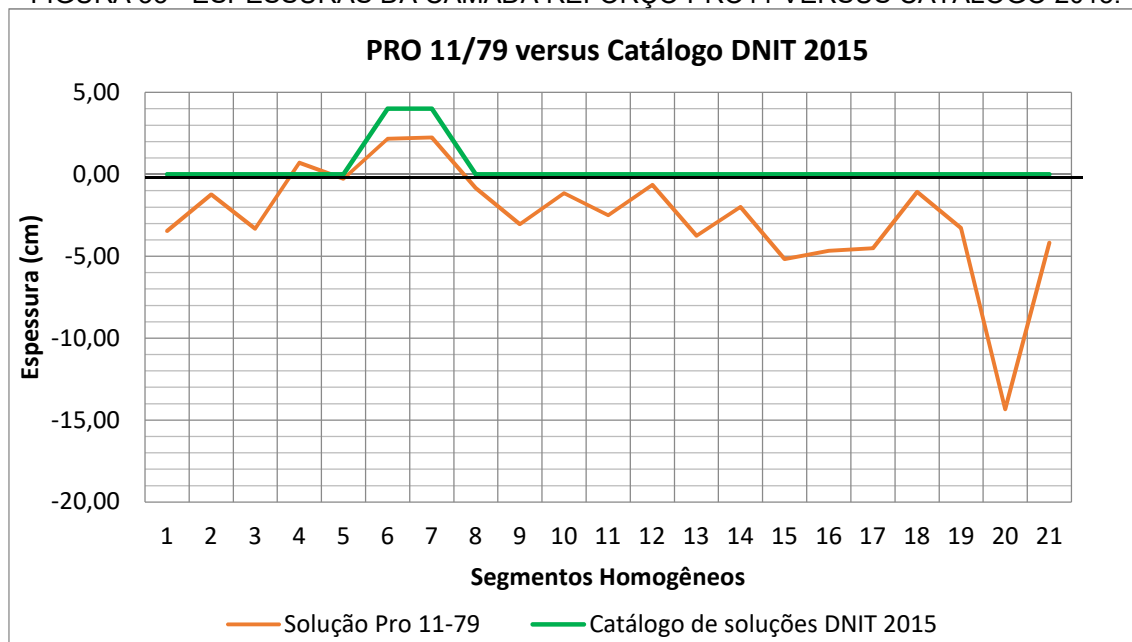
A comparação realizada neste trabalho tomou como base os resultados das alturas efetivas das camadas, em caráter didático, sendo que as comparações comentadas a seguir, foram tomadas considerando apenas os resultados maiores que 0 (zero).

Comparando as soluções com o resultado do dimensionamento obtido através do DNER PRO-11/79, perceberam-se espessuras efetivas nos segmentos 4, 6 e 7, sendo que as espessuras obtidas através do Catálogo CREMA 2ª Etapa, ficaram, nos segmentos 6 e 7, em média, 81% maiores ao resultado obtido através do método tradicional PRO-11/79. Os resultados são apresentados no gráfico da Figura 33.

Já no segmento 4, a solução do dimensionamento através do DNERPRO-11/79 apresentou-se maior ao Catálogo, o qual indicou apenas tratamento superficial, dado o fato de neste segmento a deflexão de projeto do PRO-11 ter sido pouco maior em relação à deflexão admissível.

Se considerarmos a adoção da solução em uma restauração hipotética e didática de uma pista de 7,00 metros de largura, levando em consideração apenas a extensão de cada segmento homogêneo aonde se obteve altura efetiva ter-se-ia um gasto, a maior, em 42% de volume de material asfáltico na solução CREMA 2ª Etapa em relação ao método DNERPRO-11/79.

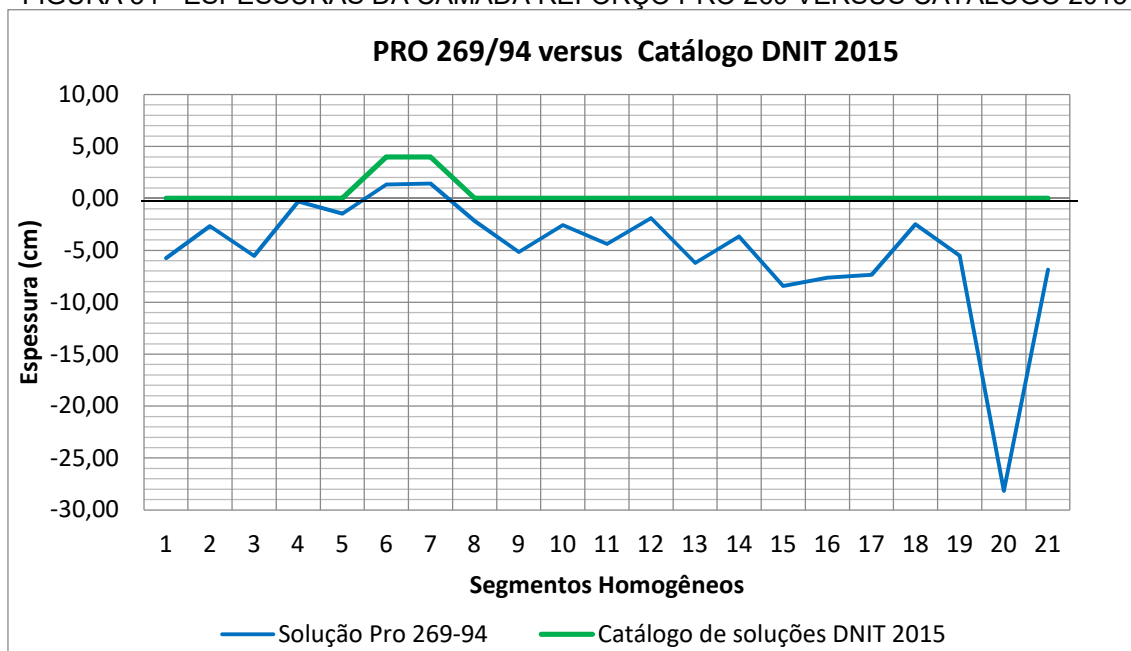
FIGURA 33 - ESPESSURAS DA CAMADA REFORÇO PRO11 VERSUS CATÁLOGO 2015.



Comparando os resultados obtidos através do dimensionamento do método DNER PRO-269/94 e a solução de Catálogo CREMA 2ª Etapa, a diferença entre alturas efetivas calculadas foram ainda maiores, sendo que as espessuras obtidas ficaram, nos segmentos 6 e 7, em média, 187% maiores ao resultado obtido através do método tradicional DNER PRO-269/94. Os resultados são apresentados no gráfico da figura 34.

Nos demais segmentos não houve espessura efetiva para ambos os métodos, os quais convergiram em tratamentos superficiais (tratamentos funcionais).

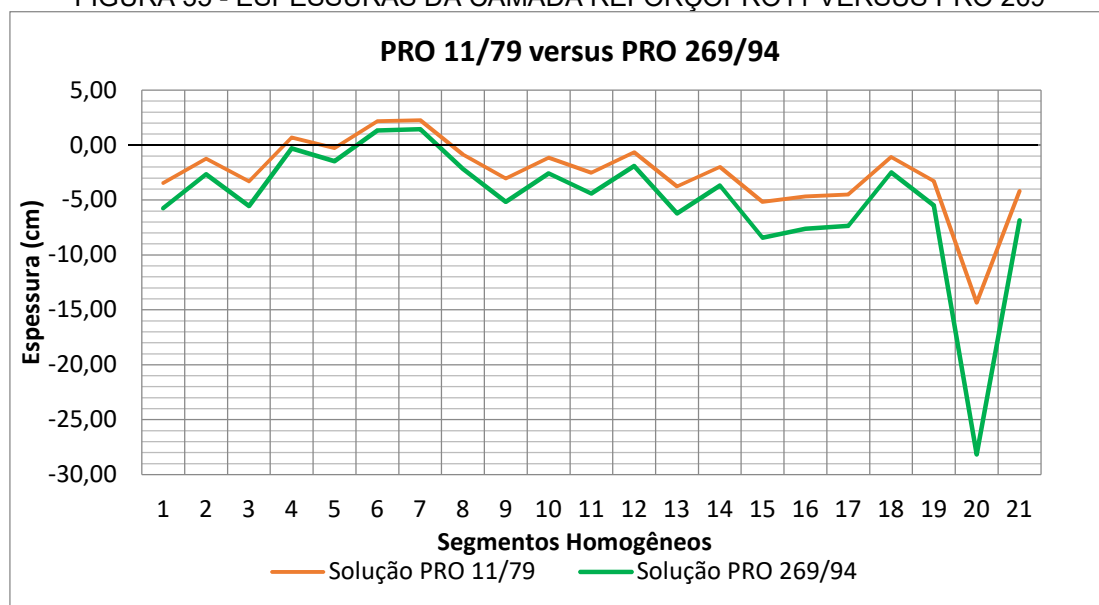
FIGURA 34 - ESPESSURAS DA CAMADA REFORÇO PRO 269 VERSUS CATÁLOGO 2015



Ao se comparar os dois métodos tradicionais de dimensionamento, DNER PRO-11/79 e DNER PRO-269/94, foi possível observar que estes apresentavam resultados divergentes em todo o segmento, porém uma diferença simétrica. O cálculo para a solução de reforço utilizando o método PRO 269/94 apresentou, nos resultados aonde houve alturas efetivas de reforço, segmentos 6 e 7, espessuras 59% maiores do que as calculadas no método DNER PRO-11/79.

Esta divergência pode estar relacionada à diferença nos dados de entrada que ambos os métodos utilizam, uma vez que o DNER PRO-11/79 considera as deflexões de Viga Benkelman e Raio de Curvatura, já o método PRO 269/94 faz uso do grau de trincamento e a classificação do solo com base em ensaios característicos do subleito e o percentual de silte passante na peneira 200. Os resultados são apresentados no gráfico da figura 35.

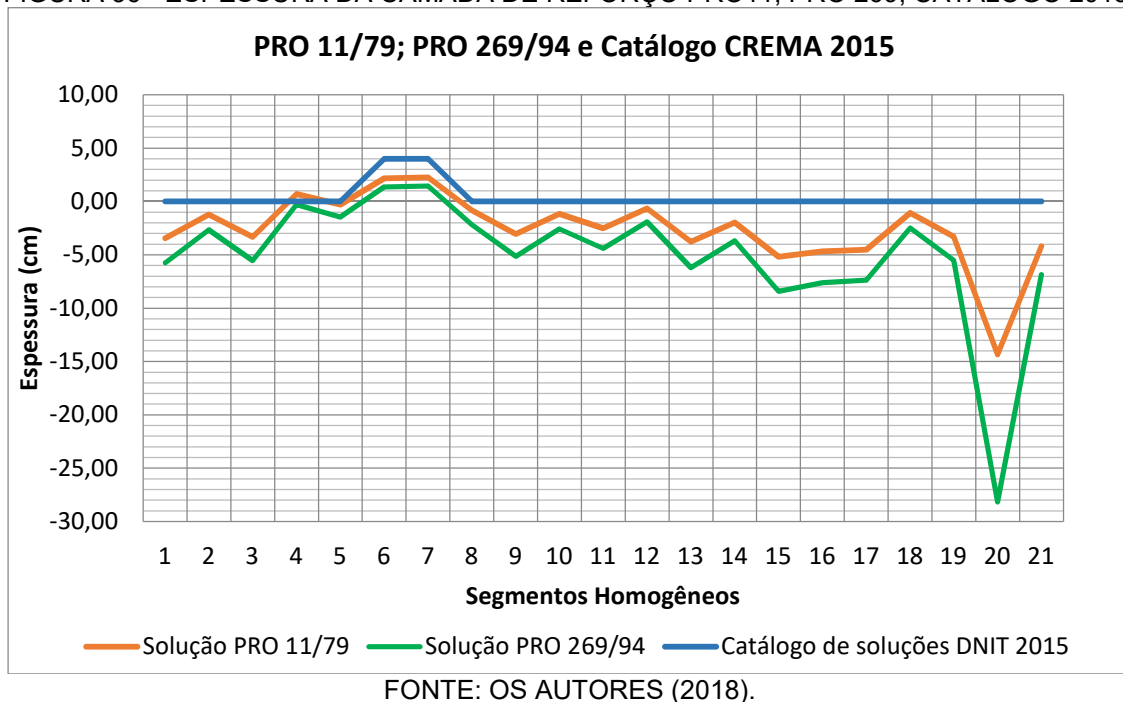
FIGURA 35 - ESPESSURAS DA CAMADA REFORÇO PRO11 VERSUS PRO 269



FONTE: OS AUTORES (2018).

Observa-se no gráfico da Figura 36 que, em apenas 10% do total do segmento analisado (segmentos 6 e 7) é necessário algum tipo de reforço, salvo o Método DNER PRO-11/79, que apresentou, no segmento 4, altura efetiva maior do que os outros dois métodos. Para o restante do segmento os métodos apontaram tratamentos superficiais, o CREMA 2ª Etapa especificou micro-revestimento a frio, e os outros dois métodos, DNER-PRO 11/79 e DNER PRO-269/94, apontaram tratamentos superficiais e correções de superfície.

FIGURA 36 - ESPESSURA DA CAMADA DE REFORÇO PRO11, PRO 269, CATÁLOGO 2015.



4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente TCC teve como objetivo principal comparar os resultados do Catálogo de Soluções do programa CREMA 2ª Etapa, ano de 2015, com outros dois métodos tradicionais de restauração de pavimento, em um segmento da rodovia federal BR-373/PR, km 249,000 ao km 259,000, subtrecho Caetano – Relógio.

A fim de atender aos objetivos, exploraram-se as bibliografias relativas aos defeitos de pavimentos flexíveis, as avaliações necessárias para a determinação de soluções de reforços de pavimentos, bem como a aplicação de metodologia de avaliação do tráfego, as quais proporcionaram aos autores conhecimento para realizar as ponderações propostas, posteriormente à aplicação dos métodos de dimensionamento DNER-PRO 11/79 e DNER-PRO 269/94, e o dimensionamento segundo o catálogo CREMA 2ª Etapa.

Com toda a avaliação realizada, pode-se concluir o seguinte:

- a) Os resultados obtidos entre os métodos de dimensionamento são ligeiramente próximos, sendo que a solução obtida através do catálogo é maior em sua totalidade, refutando a hipótese apresentada inicialmente, aonde se presumiu que o Catálogo de Soluções CREMA 2ª Etapa de 2015, poderia apresentar resultados aquém dos obtidos nos métodos tradicionais de dimensionamento;
- b) Uma vez que o Catálogo possui resultados pré-definidos, onde o reforço do revestimento em concreto asfáltico parte de no mínimo de 4,0 cm, a comparação ficou prejudicada, uma vez que não é conhecido o verdadeiro resultado da espessura calculada;
- c) Os resultados obtidos através dos métodos tradicionais de cálculo permitem ao projetista observar cada altura de espessura calculada, tornando a prática mais palpável, os quais fornecem valores que ampliam e embasam a percepção e análise do projetista, o qual terá em mãos dados e uma visão totalitária dos números de espessuras resultantes de cada SH (ainda que negativos), diferentemente do catálogo, que fornece resultados fixos e mascarados;
- d) Para rodovias que apresentam as características e valores de avaliações estruturais e funcionais equivalentes a do objeto deste estudo, a qual passa por intervenções periódicas devido a um Contrato de Concessão sob qual está submetida, o método de catálogo mostrou-se em uma adoção de valores majorados, o que pode refletir em um desprendimento maior de recursos financeiros para a sua manutenção e/ou recuperação;
- e) O Catálogo mostrou resultados próximos aos calculados nos métodos tradicionais, ainda que, com espessuras ligeiramente acima, é possível afirmar que, do ponto de vista científico, a utilização do catálogo em rodovias que apresentam as características e valores das avaliações estruturais e funcionais equivalentes a do objeto deste estudo, pode substituir os métodos tradicionais de cálculo, sem prejuízo à adoção técnica;

- f) O Catálogo reflete-se em um método de recuperação rodoviária com resultados concomitantes aos métodos tradicionais, aonde é possível afirmar que é uma ferramenta aplicável em recuperações funcionais de pistas e acostamentos, com maior credibilidade técnicas se comparado a adoções anteriores, aplicadas pelo DNIT, como é o caso do CREMA 1ª Etapa, o qual teve no seu escopo intervenções funcionais com objetivo de reabilitação imediata da trafegabilidade de rodovias, porém com poucas observações de controle tecnológico, pouco critério e de curta duração de execução.

Recomenda-se para trabalhos futuros a aplicação dos métodos tradicionais de reforço de pavimentos, e as soluções do catálogo CREMA 2ª Etapa em rodovias com um número N maior do que a do presente estudo, bem como, com avaliação estrutural e funcional de maior degradação, a fim de se obter maiores segmentos com soluções de alturas efetivas de reforços em pavimento asfáltico, proporcionando uma gama maior de resultados que permitam comparação entre os métodos, resultados estes, que poderão referendar o uso deste método em rodovias federais, principalmente amparar a comunidade científica quanto à confiança nos resultados obtidos via catálogo de soluções tipo matriz/tabela. Recomenda-se ainda, a comparação financeira dos recursos despendidos entres as adoções dos métodos avaliados, realizando a precificação dos recursos desprendidos conforme o universo de resultados obtidos.

5 REFERÊNCIAS

AASHTO – AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. **Guide for Design of Pavement Structure**, Washington, EUA, 1993.

ANTT – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Recurso de Desenvolvimento dos Pavimentos e Relação Campo-Laboratório: Relatório Final**. Nova Lima, 2017 <http://www.antt.gov.br/backend/galeria/arquivos/Desempenho_dos_pavimentos_e_relacao_campolaboratorio.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2019.

ADADA, L. B. **Projeto de Restauração Rodoviária – Parte 1**. Instituto IDD Set. 2018. Notas de Aula. Slides.

BALBO, J. T. **Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. 3 ed. Rio de Janeiro: Petrobras, ADEBA, 2006.

BELLINGER, W.Y.; MILLER, J.S. **Distress identification manual for the long-term pavement performance program**. US Department transportation. Federal Highway Administration. USA, 2014.

BISCONSINI, D. R. **Avaliação da Irregularidade Longitudinal dos Pavimentos com dados Coletados por Smartphones**. 2016. 176f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

CAMINHOS DO PARANÁ. **Relatório de VMDA: Resumo de Quantidades – Projeto de Manutenção de Pavimentos**. Irati: 2015. Documento Interno da Concessionária Caminhos do Paraná.

_____. **Ensaio de Sondagem de Caracterização do Pavimento e Granulometria por sedimentação – Rodovia BR 373/PR, km 234+000, lado direito**. Irati: 2005. Documento Interno da Concessionária Caminhos do Paraná.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Anuário CNT do Transporte – Estatística consolidada. 2016– 2ª tiragem**. Brasília: CNT, 2016. Disponível em: <<http://anuariodotransporte.cnt.org.br/2016/File/PrincipaisDados.pdf>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

_____. **Conjuntura do Transporte – Investimentos. 2018**. Brasília: CNT, 2018. Disponível em:

<http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/Conjuntura%20do%20Transporte/conjuntura_do_transporte_19mar.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2018.

CONTRAN. Resolução nº 210/2006 de 13/11/2006. **Estabelece os limites de peso e dimensões para veículos que transitem por vias terrestres e dá outras providências.** Brasília, 2006a. 7 p.

_____. Resolução nº 211/2006 de 13/11/2006. **Requisitos necessários à circulação de Combinações de Veículos de Carga - CVC, a que se referem os artigos. 97, 99 e 314 do Código de Trânsito Brasileiro.** Brasília, 2006b. 7 p.

DENATRAN. Portaria n.º 63/2009 de 31/03/2009. **Homologar os veículos e as combinações de veículos de transporte de carga constantes do APÊNDICE desta portaria, com seus respectivos limites de comprimento, peso bruto total - PBT e peso bruto total combinado – PBTC.** Brasília, 2009.

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNIT 005/2003 – TER:** Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos Terminologia. Rio de Janeiro: IPR, 2003a.

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

_____. **DNIT 007/2003 – PRO:** Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de rodovias de pavimentos flexíveis e semi-rígidos para gerência de pavimentos e estudos e projetos Procedimento. Rio de Janeiro: IPR, 2003c.

_____. **Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários Publ., IPR 726.** 3ª Ed. Rio de Janeiro, 2006a.

_____. **Instrução de Serviço DG/DNIT n.º 05, de 09 de dezembro de 2005.** Funde os Programas CREMA e PIR IV e dá outras orientações. Brasília, DF, 2005a. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/instrucoes-normativas/instrucoes-de-servicos/instrucoes-de-servico-por-ano/2005/is_dg-nb0-05-de-09-de-dezembr-o-de-2005.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2018.

_____. **Manual de Conservação rodoviária. Pub., IPR 710.** 2ª Ed. Rio de Janeiro, 2005b.

_____. **Manual de Estudos de Tráfego. Pub., IPR-723.** Rio de Janeiro: IPR, 2006b.

_____. **Manual de Pavimentação: Pub., IPR-719.** Rio de Janeiro: IPR, 2005c.

_____. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos: Pub., IPR-720.** Rio de Janeiro: IPR, 2006b.

_____. **Norma 133/2010 - ME:** Pavimentação asfáltica – Delineamento da linha de influência longitudinal da bacia de deformação por intermédio da Viga Benkelman – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR, 2010.

DNER - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER-PRO 011/79: Avaliação Estrutural dos Pavimentos Flexíveis – Procedimento B.** Rio de Janeiro, 1979.

_____. **DNER-PRO 667/22: Método de projetos de Pavimentos Flexíveis.** Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro, 1981.

_____. **DNER-PRO 164/94: Calibração e controle de sistemas medidores de irregularidade de superfície de pavimento (Sistemas Integradores IPR/USP e Maysmeter).** Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro, 1994a.

_____. **DNER – PRO 269/94: Projeto de restauração de pavimentos flexíveis - TECNAPAV.** Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro, 1994b.

_____. **DNER-PRO 273/96: Determinação de deflexões utilizando deflectômetro de impacto tipo “Falling Weight Deflectometer (FWD)”** Ministério dos Transportes, Rio de Janeiro, 1996.

DOMINGUES, F. A. A. **MID - Manual para Identificação de Defeitos de Revestimentos Asfálticos de Pavimentos.** São Paulo, SP, 1993.

DYNATEST ENGEMAP. **Relatório técnico – Catálogo de soluções de manutenção para pavimentos flexíveis.** RT-002/2014. Revisão 03. Rio de Janeiro. 2015. Disponível em:
<<http://www.dnit.gov.br/planejamento-e-pesquisa/planejamento/evolucao-da-malha-rodoviaria/RT00214Matrizrev3.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

FONSECA, L. F. S. **Análise das Soluções de Pavimentação do Programa CREMA 2ª ETAPA do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.** 2013. 226f. Dissertação (mestrado) UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Civil - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

MACHADO, D. M. C. **Avaliação de Normas de Identificação de Defeitos para fins de Gerência de Pavimentos Flexíveis.** 2013. 106f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

MINHOTO, M. J. C. **Consideração da Temperatura no Comportamento à Reflexão de Fendas dos Reforços de Pavimentos Rodoviários Flexíveis**. 2005. 368f. Tese de Doutorado em Engenharia Civil – Universidade do Minho – Escola de Engenharia, Portugal, 2005.

NIKOLAIDES, A. **Highway Engineering Pavements**: Materials and Control of Quality. Boca Raton: CRC Press, 2015.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, F. P. **Diagnóstico e Manutenção dos Pavimentos** (Notas de aula). Porto Alegre: UFRGS, 1999.

PAVESYS ENGENHARIA DE PAVIMENTOS. **Levantamento de Irregularidade Longitudinal (IRI) e Transversal (ATR) com Barra Laser nos Pavimentos da Rede a Concessionária Caminhos do Paraná: Relatório Técnico**. Porto Alegre: 2017a. Documento Interno da Concessionária Caminhos do Paraná.

_____. **Levantamento Visual Detalhado (LVD-Vídeo) nos pavimentos das rodovias da Concessionária Caminhos do Paraná: Relatório Técnico**. Porto Alegre: 2017b. Documento Interno da Caminhos do Paraná. Documento Interno da Concessionária Caminhos do Paraná.

_____. **Levantamento Deflectométrico (FWD) nos Pavimentos da rede da Concessionária Caminhos do Paraná: Relatório Técnico**. Porto Alegre: 2017c. Documento Interno da Caminhos do Paraná. Documento Interno da Concessionária Caminhos do Paraná.

PINTO, S.; PREUSSLER, E. **Pavimentação Rodoviária**: conceitos fundamentais sobre pavimentos flexíveis. 2 ed. Rio de Janeiro: Synergia: IBP, 2010.

PETERLINI, P.S. Cargas por Eixo e Fator de Veículos em Rodovias Concessionadas no Estado do Paraná. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

PETERLINI, P.S. **Disciplina: Estudos de tráfego: curso de especialização em Pavimentação Rodoviária** - Instituto IDD - Curitiba, PR de maio de 2017. Notas de aula.

PRESTES, M. P. **Métodos de avaliação visual de pavimentos flexíveis** – Um estudo comparativo. Dissertação (Engenharia dos transportes) - Universidade Federal Do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, C. F. **Metodologia do trabalho científico** [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SILVA, G. J. C. da; MARTINS, H. E. de P.; NEDER, H. D. **Investimentos em infraestrutura de transportes e desigualdades regionais no Brasil**: uma análise dos impactos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). Rev. Econ. Polit., São Paulo, v. 36, n. 4, p. 840-863, Dec. 2016. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31572016000400840&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 25 Abr. 2018.

SILVA, L. A. **Sistema de gerência de pavimentos do DER/SP**. 2008. 151f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura – UNICAMP, Campinas-SP, 2008.

SILVA, M. C. da. **Avaliação funcional e estrutural das vias asfaltadas do Campus da UFV**. 2006. 101f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2006.

APÊNDICES

1 - DIVISÃO DOS SEGMENTOS HOMOGÊNEOS

Segmentos Homogêneos (critério deflectométrico)										
Rodovia	BR-373/PR									
Código:	373BPR0380									
Trecho:	ACESSO GUAMIRANGA / ENTR PR-160 (PRUDENTÓPOLIS)									
Segmento:	km 249,000 ao km 259,000									
Extensão	10,000 km									
Data	ago/18									
SEG	Nº	Km inicial	Km final	Deflexão d_i	Def. med. $\bar{d}_i$	Estação Δl_i	Área A_i	Soma área ΣA_i	$\Sigma \Delta l_i$	Zx
1	1	249 + 000	249 + 050	22,7	-	0,00	0	0	0	0
	2	249 + 050	249 + 100	24,8	23,8	50,00	1240	1240	50,00	51
	3	249 + 100	249 + 150	16,8	20,8	50,00	840	2080	100,00	-298
	4	249 + 150	249 + 200	22,9	19,9	50,00	1145	3225	150,00	-342
	5	249 + 200	249 + 250	13,0	18,0	50,00	650	3875	200,00	-882
	6	249 + 250	249 + 300	27,9	20,5	50,00	1395	5270	250,00	-676
	7	249 + 300	249 + 350	17,4	22,7	50,00	870	6140	300,00	-995
	8	249 + 350	249 + 400	32,9	25,2	50,00	1645	7785	350,00	-539
	9	249 + 400	249 + 450	16,4	24,7	50,00	820	8605	400,00	-908
	10	249 + 450	249 + 500	23,3	19,9	50,00	1165	9770	450,00	-932
	11	249 + 500	249 + 550	19,5	21,4	50,00	975	10745	500,00	-1147
	12	249 + 550	249 + 600	23,7	21,6	50,00	1185	11930	550,00	-1151
	13	249 + 600	249 + 650	19,5	21,6	50,00	975	12905	600,00	-1365
2	14	249 + 650	249 + 700	20,9	20,2	50,00	1045	13950	650,00	-1509
	15	249 + 700	249 + 750	27,8	24,4	50,00	1390	15340	700,00	-1308
	16	249 + 750	249 + 800	28,4	28,1	50,00	1420	16760	750,00	-1077
	17	249 + 800	249 + 850	30,4	29,4	50,00	1520	18280	800,00	-746
	18	249 + 850	249 + 900	18,4	24,4	50,00	920	19200	850,00	-1016
3	19	249 + 900	249 + 950	24,6	21,5	50,00	1230	20430	900,00	-975
	20	249 + 950	250 + 000	18,3	21,5	50,00	915	21345	950,00	-1249
	21	250 + 000	250 + 050	27,9	23,1	50,00	1395	22740	1000,00	-1043
	22	250 + 050	250 + 100	17,6	22,8	50,00	880	23620	1050,00	-1352
	23	250 + 100	250 + 150	22,6	20,1	50,00	1130	24750	1100,00	-1411
	24	250 + 150	250 + 200	24,9	23,8	50,00	1245	25995	1150,00	-1355
	25	250 + 200	250 + 250	21,2	23,1	50,00	1060	27055	1200,00	-1485
	26	250 + 250	250 + 300	17,1	19,2	50,00	855	27910	1250,00	-1819
	27	250 + 300	250 + 350	17,1	17,1	50,00	855	28765	1300,00	-2153
	28	250 + 350	250 + 400	27,8	22,5	50,00	1390	30155	1350,00	-1952
	29	250 + 400	250 + 450	16,4	22,1	50,00	820	30975	1400,00	-2321
	30	250 + 450	250 + 500	20,9	18,7	50,00	1045	32020	1450,00	-2465
	31	250 + 500	250 + 550	18,1	19,5	50,00	905	32925	1500,00	-2750
	32	250 + 550	250 + 600	32,0	25,1	50,00	1600	34525	1550,00	-2339
	33	250 + 600	250 + 650	18,8	25,4	50,00	940	35465	1600,00	-2588
	34	250 + 650	250 + 700	27,8	23,3	50,00	1390	36855	1650,00	-2387
	35	250 + 700	250 + 750	18,9	23,4	50,00	945	37800	1700,00	-2631
	36	250 + 750	250 + 800	29,3	24,1	50,00	1465	39265	1750,00	-2355
	37	250 + 800	250 + 850	21,9	25,6	50,00	1095	40360	1800,00	-2449
	38	250 + 850	250 + 900	24,3	23,1	50,00	1215	41575	1850,00	-2424

(continua)

(continuação)

Segmentos Homogêneos (critério deflectométrico)										
Rodovia	BR-373/PR									
Código:	373BPR0380									
Trecho:	ACESSO GUAMIRANGA / ENTR PR-160 (PRUDENTÓPOLIS)									
Segmento:	km 249,000 ao km 259,000									
Extensão	10,000 km									
Data	ago/18									
SEG	Nº	Km inicial	Km final	Deflexão d_i	Def. med. $\bar{d}_i$	Estação Δl_i	Área A_i	Soma área ΣA_i	$\Sigma \Delta l_i$	Zx
4	39	250 + 900	250 + 950	20,2	22,3	50,00	1010	42585	1900,00	-2603
	40	250 + 950	251 + 000	35,2	27,7	50,00	1760	44345	1950,00	-2032
	41	251 + 000	251 + 050	19,4	27,3	50,00	970	45315	2000,00	-2251
	42	251 + 050	251 + 100	24,3	21,9	50,00	1215	46530	2050,00	-2225
	43	251 + 100	251 + 150	23,3	23,8	50,00	1165	47695	2100,00	-2249
	44	251 + 150	251 + 200	37,3	30,3	50,00	1865	49560	2150,00	-1573
	45	251 + 200	251 + 250	26,6	32,0	50,00	1330	50890	2200,00	-1433
	46	251 + 250	251 + 300	32,2	29,4	50,00	1610	52500	2250,00	-1012
	47	251 + 300	251 + 350	30,6	31,4	50,00	1530	54030	2300,00	-671
	48	251 + 350	251 + 400	35,7	33,2	50,00	1785	55815	2350,00	-75
	49	251 + 400	251 + 450	26,3	31,0	50,00	1315	57130	2400,00	51
	50	251 + 450	251 + 500	23,2	24,8	50,00	1160	58290	2450,00	22
	51	251 + 500	251 + 550	19,9	21,6	50,00	995	59285	2500,00	-173
	52	251 + 550	251 + 600	35,1	27,5	50,00	1755	61040	2550,00	393
	53	251 + 600	251 + 650	27,6	31,4	50,00	1380	62420	2600,00	584
	54	251 + 650	251 + 700	38,5	33,1	50,00	1925	64345	2650,00	1320
5	55	251 + 700	251 + 750	22,6	30,6	50,00	1130	65475	2700,00	1261
	56	251 + 750	251 + 800	35,6	29,1	50,00	1780	67255	2750,00	1852
	57	251 + 800	251 + 850	13,5	24,6	50,00	675	67930	2800,00	1338
	58	251 + 850	251 + 900	24,0	18,8	50,00	1200	69130	2850,00	1348
	59	251 + 900	251 + 950	26,2	25,1	50,00	1310	70440	2900,00	1469
6	60	251 + 950	252 + 000	22,7	24,5	50,00	1135	71575	2950,00	1415
	61	252 + 000	252 + 050	21,4	22,1	50,00	1070	72645	3000,00	1296
	62	252 + 050	252 + 100	37,6	29,5	50,00	1880	74525	3050,00	1987
	63	252 + 100	252 + 150	28,5	33,1	50,00	1425	75950	3100,00	2223
	64	252 + 150	252 + 200	38,7	33,6	50,00	1935	77885	3150,00	2969
	65	252 + 200	252 + 250	19,8	29,3	50,00	990	78875	3200,00	2769
	66	252 + 250	252 + 300	37,4	28,6	50,00	1870	80745	3250,00	3450
	67	252 + 300	252 + 350	29,2	33,3	50,00	1460	82205	3300,00	3721
	68	252 + 350	252 + 400	36,6	32,9	50,00	1830	84035	3350,00	4362
	69	252 + 400	252 + 450	23,3	30,0	50,00	1165	85200	3400,00	4338
	70	252 + 450	252 + 500	43,2	33,3	50,00	2160	87360	3450,00	5309
	71	252 + 500	252 + 550	16,5	29,9	50,00	825	88185	3500,00	4945
7	72	252 + 550	252 + 600	36,1	26,3	50,00	1805	89990	3550,00	5560
	73	252 + 600	252 + 650	27,4	31,8	50,00	1370	91360	3600,00	5741
	74	252 + 650	252 + 700	41,6	34,5	50,00	2080	93440	3650,00	6632
	75	252 + 700	252 + 750	20,3	31,0	50,00	1015	94455	3700,00	6458
	76	252 + 750	252 + 800	22,3	21,3	50,00	1115	95570	3750,00	6384
	77	252 + 800	252 + 850	32,2	27,3	50,00	1610	97180	3800,00	6805
	78	252 + 850	252 + 900	16,4	24,3	50,00	820	98000	3850,00	6435
	79	252 + 900	252 + 950	39,2	27,8	50,00	1960	99960	3900,00	7206

(continua)

(continuação)

Segmentos Homogêneos (critério deflectométrico)										
Rodovia	BR-373/PR									
Código:	373BPR0380									
Trecho:	ACESSO GUAMIRANGA / ENTR PR-160 (PRUDENTÓPOLIS)									
Segmento:	km 249,000 ao km 259,000									
Extensão	10,000 km									
Data	ago/18									
SEG	Nº	Km inicial	Km final	Deflexão d_i	Def. med. $\bar{d}_i$	Estação Δl_i	Área A_i	Soma área ΣA_i	$\Sigma \Delta l_i$	Zx
8	80	252 + 950	253 + 000	17,7	28,5	50,00	885	100845	3950,00	6902
	81	253 + 000	253 + 050	26,7	22,2	50,00	1335	102180	4000,00	7048
	82	253 + 050	253 + 100	31,7	29,2	50,00	1585	103765	4050,00	7444
	83	253 + 100	253 + 150	25,6	28,7	50,00	1280	105045	4100,00	7535
	84	253 + 150	253 + 200	19,8	22,7	50,00	990	106035	4150,00	7336
	85	253 + 200	253 + 250	24,9	22,4	50,00	1245	107280	4200,00	7391
	86	253 + 250	253 + 300	34,2	29,6	50,00	1710	108990	4250,00	7912
	87	253 + 300	253 + 350	30,4	32,3	50,00	1520	110510	4300,00	8243
	88	253 + 350	253 + 400	23,2	26,8	50,00	1160	111670	4350,00	8214
	89	253 + 400	253 + 450	25,9	24,6	50,00	1295	112965	4400,00	8320
9	90	253 + 450	253 + 500	30,6	28,3	50,00	1530	114495	4450,00	8661
	91	253 + 500	253 + 550	20,0	25,3	50,00	1000	115495	4500,00	8472
	92	253 + 550	253 + 600	20,0	20,0	50,00	1000	116495	4550,00	8282
	93	253 + 600	253 + 650	20,3	20,2	50,00	1015	117510	4600,00	8108
	94	253 + 650	253 + 700	25,2	22,8	50,00	1260	118770	4650,00	8179
	95	253 + 700	253 + 750	24,7	25,0	50,00	1235	120005	4700,00	8225
	96	253 + 750	253 + 800	24,3	24,5	50,00	1215	121220	4750,00	8251
10	97	253 + 800	253 + 850	15,9	20,1	50,00	795	122015	4800,00	7857
	98	253 + 850	253 + 900	31,4	23,7	50,00	1570	123585	4850,00	8237
	99	253 + 900	253 + 950	20,7	26,1	50,00	1035	124620	4900,00	8083
	100	253 + 950	254 + 000	33,2	27,0	50,00	1660	126280	4950,00	8554
	101	254 + 000	254 + 050	22,1	27,7	50,00	1105	127385	5000,00	8470
	102	254 + 050	254 + 100	29,3	25,7	50,00	1465	128850	5050,00	8746
	103	254 + 100	254 + 150	25,6	27,5	50,00	1280	130130	5100,00	8837
	104	254 + 150	254 + 200	30,2	27,9	50,00	1510	131640	5150,00	9158
	105	254 + 200	254 + 250	24,6	27,4	50,00	1230	132870	5200,00	9198
	106	254 + 250	254 + 300	18,0	21,3	50,00	900	133770	5250,00	8909
	107	254 + 300	254 + 350	26,6	22,3	50,00	1330	135100	5300,00	9050
	108	254 + 350	254 + 400	24,2	25,4	50,00	1210	136310	5350,00	9071
	109	254 + 400	254 + 450	24,2	24,2	50,00	1210	137520	5400,00	9092
	110	254 + 450	254 + 500	32,3	28,3	50,00	1615	139135	5450,00	9518
	111	254 + 500	254 + 550	21,0	26,7	50,00	1050	140185	5500,00	9379
11	112	254 + 550	254 + 600	28,5	24,8	50,00	1425	141610	5550,00	9614
	113	254 + 600	254 + 650	14,9	21,7	50,00	745	142355	5600,00	9170
	114	254 + 650	254 + 700	22,2	18,6	50,00	1110	143465	5650,00	9091
	115	254 + 700	254 + 750	16,1	19,2	50,00	805	144270	5700,00	8707
	116	254 + 750	254 + 800	27,4	21,8	50,00	1370	145640	5750,00	8888
	117	254 + 800	254 + 850	16,0	21,7	50,00	800	146440	5800,00	8499
	118	254 + 850	254 + 900	28,2	22,1	50,00	1410	147850	5850,00	8719
	119	254 + 900	254 + 950	25,5	26,9	50,00	1275	149125	5900,00	8805
12	120	254 + 950	255 + 000	18,0	21,8	50,00	900	150025	5950,00	8516
	121	255 + 000	255 + 050	22,5	20,3	50,00	1125	151150	6000,00	8452
	122	255 + 050	255 + 100	26,0	24,3	50,00	1300	152450	6050,00	8563
	123	255 + 100	255 + 150	24,2	25,1	50,00	1210	153660	6100,00	8584
	124	255 + 150	255 + 200	36,9	30,6	50,00	1845	155505	6150,00	9240
	125	255 + 200	255 + 250	23,8	30,4	50,00	1190	156695	6200,00	9240

(continua)

(continuação)

Segmentos Homogêneos (critério deflectométrico)										
Rodovia	BR-373/PR									
Código:	373BPR0380									
Trecho:	ACESSO GUAMIRANGA / ENTR PR-160 (PRUDENTÓPOLIS)									
Segmento:	km 249,000 ao km 259,000									
Extensão	10,000 km									
Data	ago/18									
SEG	Nº	Km inicial	Km final	Deflexão d_i	Def. med. $\bar{d}_i$	Estação Δl_i	Área A_i	Soma área ΣA_i	$\Sigma \Delta l_i$	Zx
13	126	255 + 250	255 + 300	32,1	28,0	50,00	1605	158300	6250,00	9656
	127	255 + 300	255 + 350	20,2	26,2	50,00	1010	159310	6300,00	9477
	128	255 + 350	255 + 400	18,4	19,3	50,00	920	160230	6350,00	9208
	129	255 + 400	255 + 450	13,3	15,9	50,00	665	160895	6400,00	8684
	130	255 + 450	255 + 500	22,1	17,7	50,00	1105	162000	6450,00	8600
	131	255 + 500	255 + 550	12,6	17,4	50,00	630	162630	6500,00	8041
	132	255 + 550	255 + 600	25,2	18,9	50,00	1260	163890	6550,00	8111
	133	255 + 600	255 + 650	16,2	20,7	50,00	810	164700	6600,00	7732
	134	255 + 650	255 + 700	27,3	21,8	50,00	1365	166065	6650,00	7908
	135	255 + 700	255 + 750	14,4	20,9	50,00	720	166785	6700,00	7439
	136	255 + 750	255 + 800	25,7	20,1	50,00	1285	168070	6750,00	7535
14	137	255 + 800	255 + 850	16,1	20,9	50,00	805	168875	6800,00	7151
	138	255 + 850	255 + 900	22,8	19,5	50,00	1140	170015	6850,00	7101
	139	255 + 900	255 + 950	22,6	22,7	50,00	1130	171145	6900,00	7042
	140	255 + 950	256 + 000	25,8	24,2	50,00	1290	172435	6950,00	7143
	141	256 + 000	256 + 050	20,7	23,3	50,00	1035	173470	7000,00	6989
	142	256 + 050	256 + 100	31,1	25,9	50,00	1555	175025	7050,00	7355
	143	256 + 100	256 + 150	17,1	24,1	50,00	855	175880	7100,00	7021
	144	256 + 150	256 + 200	30,9	24,0	50,00	1545	177425	7150,00	7377
	145	256 + 200	256 + 250	15,5	23,2	50,00	775	178200	7200,00	6962
15	146	256 + 250	256 + 300	27,1	21,3	50,00	1355	179555	7250,00	7128
	147	256 + 300	256 + 350	20,8	24,0	50,00	1040	180595	7300,00	6979
	148	256 + 350	256 + 400	23,0	21,9	50,00	1150	181745	7350,00	6940
	149	256 + 400	256 + 450	24,0	23,5	50,00	1200	182945	7400,00	6951
	150	256 + 450	256 + 500	20,8	22,4	50,00	1040	183985	7450,00	6802
	151	256 + 500	256 + 550	18,5	19,7	50,00	925	184910	7500,00	6538
	152	256 + 550	256 + 600	20,8	19,7	50,00	1040	185950	7550,00	6388
	153	256 + 600	256 + 650	16,0	18,4	50,00	800	186750	7600,00	5999
	154	256 + 650	256 + 700	25,5	20,8	50,00	1275	188025	7650,00	6085
	155	256 + 700	256 + 750	20,2	22,9	50,00	1010	189035	7700,00	5906
16	156	256 + 750	256 + 800	18,4	19,3	50,00	920	189955	7750,00	5637
	157	256 + 800	256 + 850	23,0	20,7	50,00	1150	191105	7800,00	5598
	158	256 + 850	256 + 900	23,6	23,3	50,00	1180	192285	7850,00	5588
	159	256 + 900	256 + 950	26,5	25,1	50,00	1325	193610	7900,00	5724
	160	256 + 950	257 + 000	19,2	22,9	50,00	960	194570	7950,00	5495
17	161	257 + 000	257 + 050	27,9	23,6	50,00	1395	195965	8000,00	5701
	162	257 + 050	257 + 100	17,9	22,9	50,00	895	196860	8050,00	5407
	163	257 + 100	257 + 150	22,0	20,0	50,00	1100	197960	8100,00	5318
	164	257 + 150	257 + 200	25,5	23,8	50,00	1275	199235	8150,00	5404
	165	257 + 200	257 + 250	20,3	22,9	50,00	1015	200250	8200,00	5229
	166	257 + 250	257 + 300	18,9	19,6	50,00	945	201195	8250,00	4985
	167	257 + 300	257 + 350	22,1	20,5	50,00	1105	202300	8300,00	4901

(continua)

(continuação)

Segmentos Homogêneos (critério deflectométrico)										
Rodovia	BR-373/PR									
Código:	373BPR0380									
Trecho:	ACESSO GUAMIRANGA / ENTR PR-160 (PRUDENTÓPOLIS)									
Segmento:	km 249,000 ao km 259,000									
Extensão	10,000 km									
Data	ago/18									
SEG	Nº	Km inicial	Km final	Deflexão d_i	Def. med. $\bar{d}_i$	Estação Δl_i	Área A_i	Soma área ΣA_i	$\Sigma \Delta l_i$	Zx
18	168	257 + 350	257 + 400	23,5	22,8	50,00	1175	203475	8350,00	4887
	169	257 + 400	257 + 450	18,0	20,8	50,00	900	204375	8400,00	4598
	170	257 + 450	257 + 500	28,9	23,5	50,00	1445	205820	8450,00	4854
	171	257 + 500	257 + 550	17,9	23,4	50,00	895	206715	8500,00	4560
	172	257 + 550	257 + 600	32,5	25,2	50,00	1625	208340	8550,00	4995
19	173	257 + 600	257 + 650	24,4	28,5	50,00	1220	209560	8600,00	5026
	174	257 + 650	257 + 700	17,6	21,0	50,00	880	210440	8650,00	4717
	175	257 + 700	257 + 750	21,3	19,5	50,00	1065	211505	8700,00	4593
	176	257 + 750	257 + 800	17,1	19,2	50,00	855	212360	8750,00	4259
	177	257 + 800	257 + 850	29,9	23,5	50,00	1495	213855	8800,00	4565
	178	257 + 850	257 + 900	25,2	27,6	50,00	1260	215115	8850,00	4635
	179	257 + 900	257 + 950	23,6	24,4	50,00	1180	216295	8900,00	4626
20	180	257 + 950	258 + 000	24,4	24,0	50,00	1220	217515	8950,00	4657
	181	258 + 000	258 + 050	21,5	23,0	50,00	1075	218590	9000,00	4543
	182	258 + 050	258 + 100	19,4	20,5	50,00	970	219560	9050,00	4324
	183	258 + 100	258 + 150	18,7	19,1	50,00	935	220495	9100,00	4070
	184	258 + 150	258 + 200	15,9	17,3	50,00	795	221290	9150,00	3676
	185	258 + 200	258 + 250	16,6	16,3	50,00	830	222120	9200,00	3316
	186	258 + 250	258 + 300	15,5	16,1	50,00	775	222895	9250,00	2902
	187	258 + 300	258 + 350	21,6	18,6	50,00	1080	223975	9300,00	2793
	188	258 + 350	258 + 400	16,6	19,1	50,00	830	224805	9350,00	2434
	189	258 + 400	258 + 450	14,2	15,4	50,00	710	225515	9400,00	1955
	190	258 + 450	258 + 500	18,1	16,2	50,00	905	226420	9450,00	1671
	191	258 + 500	258 + 550	19,4	18,8	50,00	970	227390	9500,00	1452
21	192	258 + 550	258 + 600	18,6	19,0	50,00	930	228320	9550,00	1192
	193	258 + 600	258 + 650	21,5	20,1	50,00	1075	229395	9600,00	1078
	194	258 + 650	258 + 700	28,2	24,9	50,00	1410	230805	9650,00	1299
	195	258 + 700	258 + 750	26,3	27,3	50,00	1315	232120	9700,00	1425
	196	258 + 750	258 + 800	15,2	20,8	50,00	760	232880	9750,00	996
	197	258 + 800	258 + 850	14,6	14,9	50,00	730	233610	9800,00	537
	198	258 + 850	258 + 900	19,8	17,2	50,00	990	234600	9850,00	337
	199	258 + 900	258 + 950	23,7	21,8	50,00	1185	235785	9900,00	333
	200	258 + 950	259 + 000	16,8	20,3	50,00	840	236625	9950,00	-16

(conclusão)

2 - LEVANTAMENTOS DEFLECTOMÉTRICOS

Levantamento Deflectométrico (FWD) - Rodovia BR 373											
Sentido: Leste		Trecho: km 249+000 ao km 259+000								Faixa: 1	
Localização	Carga (Kgf)	DEFLEXÃO (1 x 10 ⁻² mm)							Temperatura		Data
Km		FWD D0	FWD D1	FWD D2	FWD D3	FWD D4	FWD D5	FWD D6	Ar	Pav.	
		(0 cm)	(20 cm)	(30 cm)	(45 cm)	(60 cm)	(90 cm)	(120 cm)			
259 + 000	4165	24,1	19,7	17,8	14,7	12,6	8,6	6,2	24	26	Junho/2017
258 + 900	4166	23,7	18,5	15,9	12,1	9,6	5,8	3,9	24	26	Junho/2017
258 + 800	4181	14,6	9,4	7,6	5,1	3,5	1,4	0,6	24	26	Junho/2017
258 + 700	4127	26,3	20,3	17,5	13,9	11,4	7,4	5,0	24	25	Junho/2017
258 + 600	4204	21,5	16,8	14,5	11,4	9,2	6,2	4,6	24	26	Junho/2017
258 + 500	4102	19,4	15,0	12,7	10,3	8,4	5,9	4,4	24	26	Junho/2017
258 + 400	4127	14,2	10,5	9,3	7,7	6,6	5,1	4,2	24	26	Junho/2017
258 + 300	4230	21,6	16,2	13,8	10,8	9,0	6,0	4,4	24	26	Junho/2017
258 + 200	4125	16,6	12,0	10,3	8,1	6,6	4,4	3,3	24	26	Junho/2017
258 + 100	4110	18,7	12,9	10,9	9,0	7,5	5,4	4,4	24	26	Junho/2017
258 + 000	4226	21,5	15,4	13,2	10,2	8,4	5,7	4,3	24	26	Junho/2017
257 + 900	4230	23,6	17,0	13,9	10,5	8,3	5,5	4,3	24	26	Junho/2017
257 + 800	4124	29,9	20,1	16,1	11,8	8,5	5,0	3,2	25	26	Junho/2017
257 + 700	4148	21,3	15,8	13,4	10,3	8,3	5,5	4,2	25	25	Junho/2017
257 + 600	4224	24,4	17,6	14,6	10,7	8,4	5,7	4,3	25	25	Junho/2017
257 + 500	4230	17,9	14,0	12,3	9,9	8,0	5,2	3,8	25	25	Junho/2017
257 + 400	4203	18,0	13,9	12,2	9,6	7,7	5,1	3,7	25	25	Junho/2017
257 + 300	4187	22,1	16,8	14,7	12,0	10,0	7,1	5,5	24	26	Junho/2017
257 + 200	4126	20,3	15,0	12,8	10,4	8,5	5,8	4,3	24	26	Junho/2017
257 + 100	4100	22,0	17,4	15,2	12,0	10,2	7,3	5,8	24	26	Junho/2017
257 + 000	4244	27,9	20,5	17,0	12,8	10,1	6,7	4,9	25	25	Junho/2017
256 + 900	4235	26,5	19,4	16,3	12,7	10,3	7,0	5,2	24	25	Junho/2017
256 + 800	4124	23,0	17,2	15,3	12,4	10,6	7,5	5,9	24	26	Junho/2017
256 + 700	4103	20,2	16,0	14,0	11,6	9,8	7,1	5,4	24	26	Junho/2017
256 + 600	4124	16,0	13,3	12,4	10,8	9,6	7,3	5,8	24	25	Junho/2017
256 + 500	4127	18,5	15,0	13,6	11,3	9,8	7,2	5,6	24	25	Junho/2017
256 + 400	4182	24,0	19,4	16,9	14,0	12,0	8,8	6,9	24	25	Junho/2017
256 + 300	4176	20,8	16,2	14,2	11,4	9,5	6,3	4,5	24	25	Junho/2017
256 + 200	4135	15,5	12,7	11,5	9,6	8,3	5,8	4,3	24	25	Junho/2017
256 + 100	4104	17,1	12,5	10,5	8,5	7,1	5,2	4,0	24	25	Junho/2017
256 + 000	4221	20,7	16,7	15,0	12,2	10,1	6,8	5,1	24	25	Junho/2017
255 + 900	4160	22,6	17,5	14,9	11,7	9,4	6,0	4,3	24	25	Junho/2017
255 + 800	4162	16,1	12,9	11,7	9,7	8,4	6,5	5,4	23	24	Junho/2017
255 + 700	4247	14,4	10,8	9,3	7,4	5,9	3,5	2,3	23	25	Junho/2017
255 + 600	4115	16,2	12,0	10,3	8,1	6,5	4,4	3,1	23	24	Junho/2017
255 + 500	4146	12,6	10,4	9,4	8,3	7,7	6,3	5,2	23	24	Junho/2017
255 + 400	4243	13,3	10,9	10,1	8,8	8,0	6,3	5,1	23	25	Junho/2017
255 + 300	4202	20,2	15,7	13,8	10,7	8,9	6,3	4,6	24	25	Junho/2017
255 + 200	4106	23,8	18,1	15,6	12,5	10,4	6,9	5,0	23	25	Junho/2017
255 + 100	4124	24,2	18,8	16,5	13,2	10,7	7,1	5,1	23	25	Junho/2017
255 + 000	4190	22,5	17,4	15,5	12,3	10,2	6,9	5,0	23	25	Junho/2017
254 + 900	4152	25,5	20,3	17,7	14,2	11,6	7,8	5,5	23	25	Junho/2017
254 + 800	4180	16,0	12,0	10,4	8,1	6,4	4,1	2,8	23	25	Junho/2017

(continua)

(continuação)

Levantamento Deflectométrico (FWD) - Rodovia BR 373											
Sentido: Leste		Trecho: km 249+000 ao km 259+000								Faixa: 1	
Localização	Carga (Kg)	DEFLEXÃO (1 x 10 ⁻² mm)							Temperatura		Data
		FWD D0	FWD D1	FWD D2	FWD D3	FWD D4	FWD D5	FWD D6	Ar	Pav.	
Km		(0 cm)	(20 cm)	(30 cm)	(45 cm)	(60 cm)	(90 cm)	(120 cm)			
254 + 700	4165	16,1	12,2	10,2	7,6	5,8	3,2	2,0	23	23	Junho/2017
254 + 600	4110	14,9	11,4	9,8	7,4	5,7	3,2	2,0	23	23	Junho/2017
254 + 500	4202	21,0	15,0	11,9	8,1	5,8	2,9	1,8	23	25	Junho/2017
254 + 400	4202	24,2	16,7	13,3	9,3	6,8	3,8	2,4	23	25	Junho/2017
254 + 300	4111	26,6	20,3	16,9	12,5	9,9	6,1	4,3	23	25	Junho/2017
254 + 200	4130	24,6	18,9	15,9	12,1	9,4	5,9	4,2	23	25	Junho/2017
254 + 100	4238	25,6	18,1	14,7	10,6	8,2	5,0	3,4	23	25	Junho/2017
254 + 000	4194	22,1	15,7	13,2	10,1	8,1	5,5	4,1	23	25	Junho/2017
253 + 900	4192	20,7	14,8	12,4	9,7	7,8	5,1	3,8	23	25	Junho/2017
253 + 800	4134	15,9	11,9	10,2	7,6	6,0	3,7	2,5	23	25	Junho/2017
253 + 700	4194	24,7	17,3	14,4	11,7	9,8	6,8	5,0	23	25	Junho/2017
253 + 600	4104	20,3	15,2	13,1	10,6	8,8	6,1	4,7	23	26	Junho/2017
253 + 500	4233	20,0	14,8	12,6	10,0	8,2	5,6	4,3	23	24	Junho/2017
253 + 400	4103	25,9	17,8	14,8	11,4	9,2	6,0	4,3	23	25	Junho/2017
253 + 300	4244	30,4	21,7	18,0	13,2	10,2	6,2	4,3	23	25	Junho/2017
253 + 200	4239	24,9	17,2	13,8	10,0	7,8	4,8	3,4	23	25	Junho/2017
253 + 100	4247	25,6	14,8	11,3	8,3	6,8	4,6	3,3	23	25	Junho/2017
253 + 000	4178	26,7	18,6	15,0	10,7	7,9	4,4	2,7	23	25	Junho/2017
252 + 900	4228	39,2	21,2	15,9	11,3	8,8	5,3	3,7	23	25	Junho/2017
252 + 800	4179	32,2	22,9	19,0	13,6	10,5	6,3	4,2	23	25	Junho/2017
252 + 700	4147	20,3	12,5	10,0	7,1	5,6	3,5	2,3	23	25	Junho/2017
252 + 600	4249	27,4	22,0	19,0	15,0	12,2	8,6	6,6	24	23	Junho/2017
252 + 500	4155	16,5	13,1	11,4	8,7	6,6	3,6	2,4	23	23	Junho/2017
252 + 400	4124	23,3	16,5	13,1	9,2	6,6	3,5	2,1	23	25	Junho/2017
252 + 300	4130	29,2	17,1	13,1	9,3	6,8	3,6	2,3	23	24	Junho/2017
252 + 200	4239	19,8	15,7	13,9	11,4	9,4	6,3	4,5	23	25	Junho/2017
252 + 100	4118	28,5	21,1	17,5	13,2	10,5	6,9	5,0	23	25	Junho/2017
252 + 000	4157	21,4	15,2	12,1	8,6	6,1	3,1	1,9	23	25	Junho/2017
251 + 900	4163	26,2	16,4	12,9	9,5	7,2	4,3	2,8	23	26	Junho/2017
251 + 800	4111	13,5	10,3	9,5	7,8	6,9	5,2	4,3	23	25	Junho/2017
251 + 700	4233	22,6	16,2	13,6	10,5	8,4	5,3	3,8	23	24	Junho/2017
251 + 600	4133	27,6	18,8	15,5	11,4	8,7	5,3	3,5	23	25	Junho/2017
251 + 500	4244	19,9	13,2	10,4	7,2	5,2	2,7	1,5	23	25	Junho/2017
251 + 400	4236	26,3	17,0	14,0	10,6	8,6	5,7	4,1	24	25	Junho/2017
251 + 300	4090	30,6	20,7	16,3	11,2	8,4	4,7	3,2	24	25	Junho/2017
251 + 200	4206	26,6	18,3	14,7	10,5	7,6	4,1	2,4	24	24	Junho/2017
251 + 100	4213	23,3	15,4	12,6	9,1	6,7	3,7	2,4	24	25	Junho/2017
251 + 000	4095	19,4	14,0	11,5	8,8	6,8	3,9	2,5	24	25	Junho/2017
250 + 900	4109	20,2	13,6	11,0	7,7	5,8	3,2	1,9	24	25	Junho/2017
250 + 800	4099	21,9	14,7	11,4	8,0	5,9	3,0	1,6	24	25	Junho/2017
250 + 700	4197	18,9	14,5	12,7	10,2	8,2	5,3	3,7	24	25	Junho/2017
250 + 600	4193	18,8	14,5	12,6	9,8	7,9	5,0	3,5	23	23	Junho/2017
250 + 500	4172	18,1	12,4	10,2	7,4	5,4	2,9	1,8	23	25	Junho/2017

(continua)

(continuação)

Levantamento Deflectométrico (FWD) - Rodovia BR 373											
Sentido: Leste		Trecho: km 249+000 ao km 259+000								Faixa: 1	
Localização	Carga (Kg)	DEFLEXÃO (1 x 10 ⁻² mm)							Temperatura		Data
		FWD D0	FWD D1	FWD D2	FWD D3	FWD D4	FWD D5	FWD D6	Ar	Pav.	
Km		(0 cm)	(20 cm)	(30 cm)	(45 cm)	(60 cm)	(90 cm)	(120 cm)			
250 + 400	4184	16,4	11,9	9,7	7,1	5,3	3,1	1,9	24	24	Junho/2017
250 + 300	4213	17,1	13,3	11,8	9,2	7,4	4,8	3,3	24	24	Junho/2017
250 + 200	4104	21,2	16,1	13,8	10,6	8,5	5,5	3,9	23	26	Junho/2017
250 + 100	4191	22,6	16,6	14,2	11,3	9,2	6,2	4,5	24	26	Junho/2017
250 + 000	4156	27,9	17,7	13,9	9,8	7,5	3,9	2,6	24	26	Junho/2017
249 + 900	4230	24,6	17,8	14,7	10,7	7,9	4,1	2,1	24	26	Junho/2017
249 + 800	4208	30,4	21,1	17,4	12,9	10,2	6,3	4,5	25	25	Junho/2017
249 + 700	4126	27,8	19,6	16,7	12,7	10,0	6,0	4,1	25	25	Junho/2017
249 + 600	4122	19,5	14,7	12,6	9,8	7,8	5,2	3,9	25	25	Junho/2017
249 + 500	4236	19,5	13,1	10,3	7,0	4,7	2,1	1,1	25	25	Junho/2017
249 + 400	4124	16,4	11,5	9,5	6,9	5,1	2,7	1,7	25	25	Junho/2017
249 + 300	4110	17,4	11,8	9,3	6,5	4,7	2,6	1,7	25	25	Junho/2017
249 + 200	4234	13,0	10,0	8,6	6,8	5,6	3,6	2,6	25	24	Junho/2017
249 + 100	4190	16,8	12,9	11,2	9,3	7,8	5,8	4,7	25	26	Junho/2017
249 + 000	4105	22,7	13,8	10,3	7,0	5,0	2,7	1,8	25	27	Junho/2017

(continua)

(continuação)

Levantamento Deflectométrico (FWD) - Rodovia BR 373											
Sentido: Oeste		Trecho: km 249+000 ao km 259+000								Faixa: 2	
Localização	Carga (Kgf)	DEFLEXÃO (1 x 10 ⁻² mm)							Temperatura		Data
Km		FWD D0	FWD D1	FWD D2	FWD D3	FWD D4	FWD D5	FWD D6	Ar	Pav.	
		(0 cm)	(20 cm)	(30 cm)	(45 cm)	(60 cm)	(90 cm)	(120 cm)			
249 + 050	4051	24,8	16,4	12,6	8,4	5,4	3,5	2,4	25	37	Julho/2017
249 + 150	4082	22,9	15,4	12,2	8,9	5,9	3,9	2,5	25	37	Julho/2017
249 + 250	4187	27,9	20,3	16,3	12,7	8,6	5,5	2,9	25	38	Julho/2017
249 + 350	4139	32,9	20,8	15,3	10,8	6,7	3,6	1,3	25	37	Julho/2017
249 + 450	4161	23,3	14,8	11,4	8,0	5,2	2,9	1,4	25	37	Julho/2017
249 + 550	4205	23,7	16,7	13,6	10,2	7,6	5,1	3,6	24	37	Julho/2017
249 + 650	4127	20,9	14,0	10,3	7,8	5,9	4,1	3,0	27	38	Julho/2017
249 + 750	4061	28,4	19,3	14,9	11,6	8,9	6,6	4,8	27	38	Julho/2017
249 + 850	4162	18,4	11,3	8,2	5,8	4,1	2,7	1,8	27	38	Julho/2017
249 + 950	4124	18,3	11,9	8,3	5,6	3,7	2,3	1,5	27	38	Julho/2017
250 + 050	4057	17,6	12,7	10,0	6,9	4,6	2,9	1,9	27	38	Julho/2017
250 + 150	4165	24,9	15,0	10,8	7,5	5,0	3,4	2,4	27	38	Julho/2017
250 + 250	4238	17,1	8,9	5,6	3,6	2,3	1,5	1,0	27	39	Julho/2017
250 + 350	4114	27,8	14,6	8,4	4,4	2,4	1,2	0,7	27	38	Julho/2017
250 + 450	4035	20,9	13,6	8,8	5,2	3,0	1,7	1,0	27	38	Julho/2017
250 + 550	4063	32,0	22,9	17,5	12,2	8,2	5,7	4,0	27	38	Julho/2017
250 + 650	4169	27,8	19,0	14,4	10,0	6,7	4,4	3,0	27	37	Julho/2017
250 + 750	4217	29,3	18,4	13,1	9,1	6,1	3,9	2,6	27	37	Julho/2017
250 + 850	4089	24,3	14,5	10,0	6,8	4,5	2,9	1,9	27	37	Julho/2017
250 + 950	4057	35,2	23,5	17,1	11,5	7,3	4,6	3,2	27	37	Julho/2017
251 + 050	4070	24,3	15,5	11,4	7,7	5,0	3,3	2,4	27	38	Julho/2017
251 + 150	4237	37,3	22,3	17,0	11,8	8,5	5,9	4,6	27	38	Julho/2017
251 + 250	4071	32,2	20,9	15,9	11,0	7,8	5,3	3,9	27	38	Julho/2017
251 + 350	4118	35,7	22,3	15,5	10,3	6,7	4,4	3,0	27	38	Julho/2017
251 + 450	4157	23,2	14,3	10,3	6,9	4,4	2,6	1,4	27	38	Julho/2017
251 + 550	4119	35,1	22,5	16,9	11,7	7,7	4,7	2,5	27	38	Julho/2017
251 + 650	4155	38,5	23,9	17,3	11,8	8,3	5,6	3,6	27	37	Julho/2017
251 + 750	4182	35,6	24,0	18,5	13,2	9,5	6,4	4,4	27	36	Julho/2017
251 + 850	4110	24,0	16,5	13,1	9,9	7,4	5,4	3,8	27	33	Julho/2017
251 + 950	4200	22,7	15,2	11,8	8,8	6,7	4,9	3,6	27	36	Julho/2017
252 + 050	4066	37,6	23,9	18,2	13,3	9,7	6,7	4,7	27	38	Julho/2017
252 + 150	4160	38,7	25,3	19,1	13,3	8,6	5,2	3,0	27	37	Julho/2017
252 + 250	4237	37,4	25,0	19,3	13,5	8,8	5,3	2,9	27	37	Julho/2017
252 + 350	4072	36,6	22,3	15,7	10,3	6,8	4,6	3,2	27	37	Julho/2017
252 + 450	4067	43,2	25,3	17,1	10,5	6,4	3,9	2,5	27	37	Julho/2017
252 + 550	4204	36,1	21,4	15,4	10,4	6,7	4,2	2,6	27	37	Julho/2017
252 + 650	4101	41,6	25,2	18,4	12,7	8,4	5,6	3,9	27	37	Julho/2017
252 + 750	4049	22,3	14,1	10,5	7,2	4,6	2,8	1,8	27	36	Julho/2017
252 + 850	4127	16,4	10,6	8,3	5,9	4,0	2,6	1,6	27	36	Julho/2017
252 + 950	4080	17,7	11,5	9,2	6,9	5,0	3,7	2,6	27	36	Julho/2017
253 + 050	4025	31,7	20,5	16,1	11,9	8,7	6,4	4,7	27	36	Julho/2017
253 + 150	4140	19,8	14,4	11,6	8,6	6,2	4,3	3,0	27	35	Julho/2017
253 + 250	4098	34,2	25,7	21,2	16,5	12,3	8,9	6,4	27	35	Julho/2017

(continua)

(continuação)

Levantamento Deflectométrico (FWD) - Rodovia BR 373**Sentido:** Oeste**Trecho:** km 249+000 ao km 259+000**Faixa:** 2

Localização Km	Carga (Kgf)	DEFLEXÃO (1 x 10-2 mm)							Temperatura		Data
		FWD D0 (0 cm)	FWD D1 (20 cm)	FWD D2 (30 cm)	FWD D3 (45 cm)	FWD D4 (60 cm)	FWD D5 (90 cm)	FWD D6 (120 cm)	Ar	Pav.	
253 + 350	4036	23,2	16,6	13,8	10,8	8,2	5,9	4,1	27	36	Julho/2017
253 + 450	4236	30,6	23,7	19,9	15,6	12,0	8,6	6,1	27	36	Julho/2017
253 + 550	4170	20,0	14,9	11,8	8,8	6,4	4,6	3,3	25	34	Julho/2017
253 + 650	4111	25,2	17,7	13,0	9,3	6,5	4,7	3,6	28	33	Julho/2017
253 + 750	4037	24,3	16,8	12,4	8,8	6,2	4,6	3,6	28	34	Julho/2017
253 + 850	4049	31,4	21,8	16,5	11,7	8,1	5,5	4,0	28	34	Julho/2017
253 + 950	4121	33,2	23,0	17,5	12,2	8,2	5,3	3,6	28	34	Julho/2017
254 + 050	4041	29,3	20,0	15,2	10,8	7,4	4,9	3,4	28	34	Julho/2017
254 + 150	4169	30,2	21,0	15,7	11,0	7,4	4,9	3,3	28	34	Julho/2017
254 + 250	4135	18,0	12,1	9,4	6,9	4,7	3,0	1,8	28	34	Julho/2017
254 + 350	4181	24,2	16,7	12,8	9,5	6,4	4,1	2,7	28	34	Julho/2017
254 + 450	4145	32,3	24,5	19,0	13,7	9,3	6,7	4,8	28	34	Julho/2017
254 + 550	4091	28,5	21,8	17,0	12,2	8,6	6,4	4,6	28	33	Julho/2017
254 + 650	4047	22,2	16,0	12,2	8,4	5,8	3,9	2,8	28	34	Julho/2017
254 + 750	4057	27,4	18,7	14,8	10,6	7,6	5,1	3,2	28	34	Julho/2017
254 + 850	4024	28,2	19,3	15,9	12,4	9,4	6,0	3,4	27	34	Julho/2017
254 + 950	4082	18,0	12,1	10,0	7,9	6,1	3,8	2,2	27	36	Julho/2017
255 + 050	4029	26,0	17,7	14,8	11,5	8,9	5,8	3,4	27	37	Julho/2017
255 + 150	4119	36,9	26,5	22,7	17,6	13,7	9,2	5,4	27	37	Julho/2017
255 + 250	4172	32,1	22,7	19,1	15,3	11,9	8,4	4,9	27	36	Julho/2017
255 + 350	4131	18,4	13,1	10,8	8,7	6,8	4,9	2,7	27	33	Julho/2017
255 + 450	4125	22,1	15,9	13,4	10,5	8,3	6,1	3,4	27	30	Julho/2017
255 + 550	4202	25,2	18,6	16,1	12,5	9,8	7,2	4,1	27	31	Julho/2017
255 + 650	4242	27,3	19,8	16,9	13,7	11,1	8,5	5,0	27	32	Julho/2017
255 + 750	4091	25,7	19,0	16,1	13,5	11,2	9,0	5,6	27	30	Julho/2017
255 + 850	4033	22,8	17,2	13,9	10,7	8,0	5,8	3,8	27	28	Julho/2017
255 + 950	4131	25,8	17,9	13,7	9,7	6,5	4,3	2,9	26	30	Julho/2017
256 + 050	4136	31,1	20,0	15,4	11,0	7,6	5,4	3,7	26	29	Julho/2017
256 + 150	4029	30,9	18,6	13,9	9,7	6,8	5,0	3,6	26	29	Julho/2017
256 + 250	4045	27,1	16,6	13,3	9,5	6,6	5,2	4,3	26	28	Julho/2017
256 + 350	4059	23,0	15,7	12,8	9,5	7,0	5,6	4,7	26	34	Julho/2017
256 + 450	4178	20,8	13,6	10,4	7,4	5,2	3,5	2,4	26	36	Julho/2017
256 + 550	4187	20,8	12,3	9,4	6,7	4,5	2,9	2,1	26	34	Julho/2017
256 + 650	4157	25,5	16,7	12,7	9,1	6,3	4,2	3,2	26	34	Julho/2017
256 + 750	4174	18,4	12,9	9,5	6,5	4,3	2,8	1,9	26	35	Julho/2017
256 + 850	4233	23,6	15,2	11,3	7,7	5,1	3,4	2,2	26	36	Julho/2017
256 + 950	4123	19,2	13,2	10,7	7,9	5,7	3,9	2,4	27	36	Julho/2017
257 + 050	4188	17,9	13,3	11,6	9,4	7,2	4,9	2,7	26	36	Julho/2017
257 + 150	4052	25,5	19,0	16,4	13,2	10,3	7,0	4,0	26	36	Julho/2017
257 + 250	4236	18,9	14,2	12,3	9,8	7,6	5,3	3,0	26	36	Julho/2017
257 + 350	4186	23,5	17,5	15,1	12,2	9,6	6,7	3,8	26	37	Julho/2017
257 + 450	4128	28,9	21,3	18,3	15,0	11,8	8,0	4,6	26	37	Julho/2017
257 + 550	4058	32,5	21,4	18,6	15,0	11,8	7,9	4,9	26	37	Julho/2017

(continua)

(continuação)

Levantamento Deflectométrico (FWD) - Rodovia BR 373**Sentido:** Oeste**Trecho:** km 249+000 ao km 259+000**Faixa:** 2

Localização	Carga (Kgf)	DEFLEXÃO (1 x 10 ⁻² mm)							Temperatura		Data
		FWD D0	FWD D1	FWD D2	FWD D3	FWD D4	FWD D5	FWD D6	Ar	Pav.	
Km		(0 cm)	(20 cm)	(30 cm)	(45 cm)	(60 cm)	(90 cm)	(120 cm)			
257 + 650	4068	17,6	11,7	10,2	8,0	6,4	4,3	2,7	26	37	Julho/2017
257 + 750	4101	17,1	12,7	11,0	9,0	7,3	5,1	3,0	26	36	Julho/2017
257 + 850	4175	25,2	18,6	16,1	13,5	11,2	8,5	5,1	26	35	Julho/2017
257 + 950	4111	24,4	18,5	16,7	14,0	11,5	8,9	5,4	26	32	Julho/2017
258 + 050	4217	19,4	13,0	10,9	8,7	7,0	5,1	3,6	25	28	Julho/2017
258 + 150	4221	15,9	9,4	7,0	5,2	4,0	2,8	2,2	25	30	Julho/2017
258 + 250	4025	15,5	10,0	7,6	5,3	3,8	2,7	2,2	25	29	Julho/2017
258 + 350	4051	16,6	11,0	8,5	5,9	4,1	2,9	2,4	25	28	Julho/2017
258 + 450	4150	18,1	12,7	9,8	7,0	4,8	3,3	2,4	25	28	Julho/2017
258 + 550	4123	18,6	13,5	10,2	7,3	5,0	3,4	2,4	25	28	Julho/2017
258 + 650	4149	28,2	18,5	13,3	9,7	6,7	4,4	3,0	25	28	Julho/2017
258 + 750	4038	15,2	9,7	7,0	4,9	3,2	1,9	1,1	25	29	Julho/2017
258 + 850	4150	19,8	12,7	9,5	6,3	3,8	2,2	1,3	25	27	Julho/2017
284 + 450	4126	13,9	11,8	10,4	8,3	6,8	4,3	3,0	19	19	Julho/2017

(conclusão)

3 – CÁLCULO DO GRAU DE TRINCAMENTO

LISTA DE DEFEITOS DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO (LVD-Vídeo)												
Rodovia: BR-373			Pista: Leste			Largura Faixa (m): 3,5						
Faixa: 1			Trecho: km 249+000 ao km 259+000			Data: junho/17						
Localização (km)		Georref (Início)		Georref (Final)		Sigla	Descrição	Severidade	Compr. (m)	Localização	Área (m²)	
Inicial	Final	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude							
249,170	249,213	-25,19044553	-50,83269324	-25,19042493	-50,83312767	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	43	ATR Dir.	22,58	
249,323	249,328	-25,19037262	-50,83416791	-25,19037074	-50,83420046	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	5	ATR Dir.	2,63	
249,401	249,411	-25,19033596	-50,83496976	-25,19033157	-50,83505571	J	Trincas Interligadas	FC-2	10	ATR Dir.	17,50	
249,410	249,415	-25,19033157	-50,83505571	-25,19032990	-50,83509395	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	5	Faixa	2,63	
249,414	249,419	-25,19032990	-50,83509395	-25,19032836	-50,83513216	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	5	ATR Dir.	2,63	
249,439	249,456	-25,19032116	-50,83533204	-25,19031170	-50,83548267	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	17	Faixa	8,93	
249,459	249,493	-25,19030960	-50,83552568	-25,19029348	-50,83585237	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	34	ATR Dir.	17,85	
249,492	249,501	-25,19029348	-50,83585237	-25,19028886	-50,83593461	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	Faixa	31,50	
249,500	249,510	-25,19028886	-50,83593461	-25,19028315	-50,83603440	J	Trincas Interligadas	FC-2	10	ATR Esq.	17,50	
249,517	249,535	-25,19027765	-50,83610802	-25,19026567	-50,83625211	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	18	ATR Esq.	9,45	
249,534	249,547	-25,19026567	-50,83625211	-25,19025985	-50,83638162	J	Trincas Interligadas	FC-2	13	Faixa	45,50	
249,546	249,563	-25,19025985	-50,83638162	-25,19025515	-50,83650558	J	Trincas Interligadas	FC-2	17	ATR Dir.	29,75	
249,562	249,572	-25,19025515	-50,83650558	-25,19025134	-50,83658962	J	Trincas Interligadas	FC-2	10	Faixa	35,00	
249,571	249,576	-25,19025134	-50,83658962	-25,19024904	-50,83663515	J	Trincas Interligadas	FC-2	5	ATR Dir.	8,75	
249,571	249,576	-25,19025134	-50,83658962	-25,19024904	-50,83663515	J	Trincas Interligadas	FC-3	5	ATR Esq.	8,75	
249,575	249,584	-25,19024904	-50,83663515	-25,19024498	-50,83671707	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	Faixa	31,50	
249,583	249,600	-25,19024498	-50,83671707	-25,19023686	-50,83687593	JE	Trincas Interligadas	FC-3	17	Faixa	59,50	
249,649	249,654	-25,19021671	-50,83734210	-25,19021550	-50,83737759	R	Remendos	-	5	ATR Dir.	8,75	
249,649	249,658	-25,19021671	-50,83734210	-25,19021429	-50,83741310	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	9	ATR Esq.	4,73	
249,666	249,675	-25,19021151	-50,83749363	-25,19020716	-50,83758611	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	Faixa	31,50	
249,802	249,807	-25,19014178	-50,83883252	-25,19013997	-50,83886894	J	Trincas Interligadas	FC-2	5	Faixa	17,50	
249,806	249,811	-25,19013997	-50,83886894	-25,19013798	-50,83890534	J	Trincas Interligadas	FC-2	5	ATR Dir.	8,75	
249,826	249,856	-25,19012882	-50,83905233	-25,19011098	-50,83937794	JE	Trincas Interligadas	FC-3	30	Faixa	105,00	
249,855	249,860	-25,19011098	-50,83937794	-25,19011198	-50,83937831	R	Remendos	-	5	ATR Esq.	8,75	
249,868	249,873	-25,19010772	-50,83945609	-25,19010536	-50,83948959	J	Trincas Interligadas	FC-2	5	ATR Esq.	8,75	
249,880	249,885	-25,19010103	-50,83955830	-25,19009868	-50,83959294	JE	Trincas Interligadas	FC-3	5	Faixa	17,50	
249,884	249,901	-25,19009868	-50,83959294	-25,19009187	-50,83973240	JE	Trincas Interligadas	FC-3	17	ATR Dir.	29,75	
249,913	249,918	-25,19008490	-50,83988957	-25,19008458	-50,83991810	JE	Trincas Interligadas	FC-3	5	ATR Esq.	8,75	
250,051	250,072	-25,19002288	-50,84125318	-25,19001294	-50,84148960	JE	Trincas Interligadas	FC-3	21	Faixa	73,50	
250,059	250,064	-25,19001848	-50,84136416	-25,19001655	-50,84140926	R	Remendos	-	5	ATR Dir.	8,75	
250,071	250,076	-25,19001294	-50,84148960	-25,19001165	-50,84150710	J	Trincas Interligadas	FC-2	5	ATR Esq.	8,75	
250,079	250,088	-25,19001000	-50,84154101	-25,19000672	-50,84161044	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	ATR Dir.	15,75	
250,079	250,088	-25,19001000	-50,84154101	-25,19000672	-50,84161044	R	Remendos	-	9	ATR Dir.	15,75	
251,142	251,152	-25,18950065	-50,85204985	-25,18949660	-50,85214509	JE	Trincas Interligadas	FC-3	10	ATR Esq.	17,50	
251,142	251,152	-25,18950065	-50,85204985	-25,18949660	-50,85214509	R	Remendos	-	10	ATR Esq.	17,50	
251,238	251,247	-25,18944281	-50,85294470	-25,18943656	-50,85302477	R	Remendos	-	9	ATR Esq.	15,75	
251,581	251,586	-25,18928053	-50,85624864	-25,18927940	-50,85627825	J	Trincas Interligadas	FC-2	5	ATR Dir.	8,75	
251,610	251,615	-25,18926660	-50,85653462	-25,18926336	-50,85659676	R	Remendos	-	5	ATR Dir.	8,75	
251,700	251,709	-25,18923010	-50,85742647	-25,18922845	-50,85749411	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	ATR Esq.	15,75	
251,729	251,743	-25,18922212	-50,85769719	-25,18921816	-50,85782305	J	Trincas Interligadas	FC-2	14	ATR Dir.	24,50	
251,762	251,771	-25,18920975	-50,85801791	-25,18920570	-50,85809464	JE	Trincas Interligadas	FC-3	9	ATR Esq.	15,75	
251,762	251,771	-25,18920975	-50,85801791	-25,18920570	-50,85809464	R	Remendos	-	9	ATR Esq.	15,75	
251,828	251,833	-25,18916902	-50,85869607	-25,18916699	-50,85873488	R	Remendos	-	5	ATR Esq.	8,75	
251,828	251,837	-25,18916902	-50,85869607	-25,18916496	-50,85877406	JE	Trincas Interligadas	FC-3	9	ATR Esq.	15,75	
251,848	251,853	-25,18915909	-50,85889750	-25,18915688	-50,85893492	JE	Trincas Interligadas	FC-3	5	ATR Esq.	8,75	
251,848	251,853	-25,18915909	-50,85889750	-25,18915688	-50,85893492	R	Remendos	-	5	ATR Esq.	8,75	
251,856	251,866	-25,18915454	-50,85897051	-25,18914833	-50,85903227	J	Trincas Interligadas	FC-2	10	ATR Esq.	17,50	
251,992	252,001	-25,18908830	-50,86029356	-25,18908585	-50,86037607	JE	Trincas Interligadas	FC-3	9	ATR Esq.	15,75	
251,996	252,001	-25,18908727	-50,86033497	-25,18908585	-50,86037607	R	Remendos	-	5	ATR Esq.	8,75	
252,012	252,017	-25,18908015	-50,86049497	-25,18907852	-50,86053105	R	Remendos	-	5	ATR Esq.	8,75	
252,016	252,030	-25,18907852	-50,86053105	-25,18907326	-50,86063927	JE	Trincas Interligadas	FC-3	14	ATR Esq.	24,50	

(continua)

(continuação)

252,025	252,030	-25,18907451	-50,86060097	-25,18907326	-50,86063927	R	Remendos	-	5	ATR Esq.	8,75
252,078	252,083	-25,18905815	-50,86113118	-25,18905669	-50,86117275	R	Remendos	-	5	ATR Dir.	8,75
252,111	252,116	-25,18903905	-50,86145762	-25,18903602	-50,86150135	R	Remendos	-	5	ATR Dir.	8,75
252,135	252,141	-25,18902697	-50,86168873	-25,18902478	-50,86173456	JE	Trincas Interligadas	FC-3	6	ATR Dir.	10,50
252,140	252,141	-25,18902478	-50,86173456	-25,18902478	-50,86173456	P	Panela	-	1	ATR Dir.	0,44
252,172	252,177	-25,18900875	-50,86206683	-25,18900683	-50,86210978	R	Remendos	-	5	ATR Esq.	8,75
252,193	252,202	-25,18900054	-50,86223187	-25,18899663	-50,86230903	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	ATR Dir.	15,75
252,193	252,202	-25,18900054	-50,86223187	-25,18899663	-50,86230903	R	Remendos	-	9	ATR Dir.	15,75
252,209	252,214	-25,18899210	-50,86239931	-25,18898905	-50,86245839	R	Remendos	-	5	ATR Dir.	8,75
252,238	252,243	-25,18897831	-50,86270723	-25,18897704	-50,86274060	J	Trincas Interligadas	FC-2	5	ATR Esq.	8,75
252,250	252,255	-25,18897482	-50,86280218	-25,18897677	-50,86277398	J	Trincas Interligadas	FC-2	5	ATR Esq.	8,75
252,250	252,255	-25,18897482	-50,86280218	-25,18897677	-50,86277398	R	Remendos	-	5	ATR Dir.	8,75
252,271	252,276	-25,18896912	-50,86297118	-25,18896587	-50,86305035	J	Trincas Interligadas	FC-2	5	ATR Dir.	8,75
252,275	252,280	-25,18896587	-50,86305035	-25,18896337	-50,86310912	J	Trincas Interligadas	FC-2	5	ATR Esq.	8,75
252,275	252,280	-25,18896587	-50,86305035	-25,18896337	-50,86310912	R	Remendos	-	5	Faixa	17,50
252,299	252,305	-25,18895354	-50,86331157	-25,18895158	-50,86336279	R	Remendos	-	6	ATR Esq.	10,50
252,406	252,415	-25,18890788	-50,86430852	-25,18890356	-50,86439064	JE	Trincas Interligadas	FC-3	9	Faixa	31,50
252,406	252,415	-25,18890788	-50,86430852	-25,18890356	-50,86439064	R	Remendos	-	9	ATR Esq.	15,75
252,423	252,432	-25,18889661	-50,86452052	-25,18889159	-50,86461989	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	ATR Dir.	15,75
252,423	252,432	-25,18889661	-50,86452052	-25,18889159	-50,86461989	R	Remendos	-	9	ATR Dir.	15,75
252,596	252,605	-25,18882812	-50,86619159	-25,18882289	-50,86630579	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	ATR Esq.	15,75
252,596	252,605	-25,18882812	-50,86619159	-25,18882289	-50,86630579	R	Remendos	-	9	ATR Esq.	15,75
252,604	252,613	-25,18882289	-50,86630579	-25,18881831	-50,86640222	JE	Trincas Interligadas	FC-3	9	ATR Dir.	15,75
252,629	252,634	-25,18881148	-50,86650322	-25,18880987	-50,86653648	J	Trincas Interligadas	FC-2	5	ATR Esq.	8,75
252,641	252,646	-25,18880665	-50,86661373	-25,18880504	-50,86665772	JE	Trincas Interligadas	FC-3	5	Faixa	17,50
252,707	252,716	-25,18877761	-50,86729510	-25,18877373	-50,86737287	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	Faixa	31,50
252,727	252,737	-25,18876792	-50,86748592	-25,18876396	-50,86756469	R	Remendos	-	10	ATR Dir.	17,50
252,727	252,741	-25,18876792	-50,86748592	-25,18876161	-50,86760598	J	Trincas Interligadas	FC-2	14	ATR Esq.	24,50
252,740	252,749	-25,18876161	-50,86760598	-25,18875633	-50,86769447	R	Remendos	-	9	ATR Esq.	15,75
252,740	252,749	-25,18876161	-50,86760598	-25,18875633	-50,86769447	R	Remendos	-	9	ATR Dir.	15,75
252,740	252,762	-25,18876161	-50,86760598	-25,18874750	-50,86784218	JE	Trincas Interligadas	FC-3	22	ATR Dir.	38,50
252,748	252,749	-25,18875633	-50,86769447	-25,18875633	-50,86769447	P	Panela	-	1	ATR Dir.	0,44
252,761	252,766	-25,18874750	-50,86784218	-25,18874565	-50,86788019	JE	Trincas Interligadas	FC-3	5	ATR Esq.	8,75
252,761	252,766	-25,18874750	-50,86784218	-25,18874565	-50,86788019	R	Remendos	-	5	ATR Esq.	8,75
252,765	252,799	-25,18874565	-50,86788019	-25,18873491	-50,86816899	JE	Trincas Interligadas	FC-3	34	Faixa	119,00
252,798	252,803	-25,18873491	-50,86816899	-25,18873341	-50,86820970	JE	Trincas Interligadas	FC-3	5	ATR Esq.	8,75
252,802	252,807	-25,18873341	-50,86820970	-25,18873183	-50,86825195	JE	Trincas Interligadas	FC-3	5	ATR Dir.	8,75
252,806	252,815	-25,18873183	-50,86825195	-25,18872847	-50,86834174	R	Remendos	-	9	ATR Esq.	15,75
252,806	252,832	-25,18873183	-50,86825195	-25,18872177	-50,86848292	JE	Trincas Interligadas	FC-3	26	Faixa	91,00
252,831	252,836	-25,18872177	-50,86848292	-25,18871996	-50,86852077	J	Trincas Interligadas	FC-2	5	ATR Esq.	8,75
252,831	252,836	-25,18872177	-50,86848292	-25,18871996	-50,86852077	R	Remendos	-	5	Faixa	17,50
252,839	252,844	-25,18871807	-50,86856045	-25,18871610	-50,86860197	JE	Trincas Interligadas	FC-3	5	ATR Esq.	8,75
252,839	252,844	-25,18871807	-50,86856045	-25,18871610	-50,86860197	R	Remendos	-	5	Faixa	17,50
252,851	252,857	-25,18871188	-50,86869090	-25,18870904	-50,86874365	JE	Trincas Interligadas	FC-3	6	Faixa	21,00
252,851	252,857	-25,18871188	-50,86869090	-25,18870904	-50,86874365	R	Remendos	-	6	ATR Esq.	10,50
252,872	252,894	-25,18869982	-50,86890633	-25,18869310	-50,86907496	JE	Trincas Interligadas	FC-3	22	Faixa	77,00
252,889	252,894	-25,18869480	-50,86904241	-25,18869310	-50,86907496	R	Remendos	-	5	ATR Dir.	8,75
252,901	252,902	-25,18868953	-50,86912252	-25,18868953	-50,86912252	R	Remendos	-	1	ATR Dir.	1,75
252,934	252,947	-25,18867016	-50,86949728	-25,18866484	-50,86961867	JE	Trincas Interligadas	FC-3	13	Faixa	45,50
252,938	252,947	-25,18866829	-50,86953768	-25,18866484	-50,86961867	R	Remendos	-	9	Faixa	31,50

(continua)

(continuação)

252,946	252,951	-25,18866484	-50,86961867	-25,18866310	-50,86965931	R	Remendos	-	5	ATR Esq.	8,75
252,946	252,976	-25,18866484	-50,86961867	-25,18865718	-50,86990884	JE	Trincas Interligadas	FC-3	30	ATR Esq.	52,50
252,963	252,968	-25,18866013	-50,86979474	-25,18865925	-50,86983439	R	Remendos	-	5	ATR Esq.	8,75
252,971	252,976	-25,18865827	-50,86987243	-25,18865718	-50,86990884	R	Remendos	-	5	ATR Esq.	8,75
252,999	253,029	-25,18864805	-50,87011735	-25,18863516	-50,87037939	J	Trincas Interligadas	FC-2	30	Faixa	105,00
253,065	253,070	-25,18860965	-50,87076251	-25,18860764	-50,87080326	J	Trincas Interligadas	FC-2	5	Faixa	17,50
253,069	253,078	-25,18860764	-50,87080326	-25,18860355	-50,87089042	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	ATR Dir.	15,75
253,077	253,095	-25,18860355	-50,87089042	-25,18859494	-50,87106934	J	Trincas Interligadas	FC-2	18	Faixa	63,00
253,094	253,103	-25,18859494	-50,87106934	-25,18859057	-50,87114241	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	ATR Dir.	15,75
253,156	253,165	-25,18856026	-50,87168166	-25,18855657	-50,87176043	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	ATR Esq.	15,75
253,176	253,185	-25,18855273	-50,87185804	-25,18855014	-50,87192306	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	Faixa	31,50
253,332	253,342	-25,18848867	-50,87337253	-25,18848450	-50,87345779	JE	Trincas Interligadas	FC-3	10	ATR Dir.	17,50
253,332	253,342	-25,18848867	-50,87337253	-25,18848450	-50,87345779	R	Remendos	-	10	ATR Dir.	17,50
253,349	253,354	-25,18848029	-50,87354455	-25,18847826	-50,87358657	JE	Trincas Interligadas	FC-3	5	ATR Dir.	8,75
253,353	253,354	-25,18847826	-50,87358657	-25,18847826	-50,87358657	P	Panela	-	1	ATR Dir.	0,44
253,369	253,374	-25,18847014	-50,87375581	-25,18846762	-50,87379860	J	Trincas Interligadas	FC-2	5	ATR Dir.	8,75
253,427	253,432	-25,18843751	-50,87434461	-25,18843546	-50,87438299	R	Remendos	-	5	ATR Dir.	8,75
253,463	253,469	-25,18842016	-50,87467190	-25,18841772	-50,87471835	R	Remendos	-	6	ATR Esq.	10,50
253,558	253,559	-25,18837623	-50,87560512	-25,18837623	-50,87560512	P	Panela	-	1	ATR Dir.	0,44
253,570	253,575	-25,18837268	-50,87571107	-25,18837157	-50,87574448	R	Remendos	-	5	ATR Dir.	8,75
253,591	253,600	-25,18836608	-50,87589302	-25,18836050	-50,87600168	R	Remendos	-	9	ATR Esq.	15,75
253,693	253,703	-25,18831581	-50,87696956	-25,18831199	-50,87703316	JE	Trincas Interligadas	FC-3	10	ATR Dir.	17,50
253,734	253,735	-25,18829680	-50,87731089	-25,18829680	-50,87731089	P	Panela	-	1	ATR Esq.	0,44
253,743	253,752	-25,18828997	-50,87743372	-25,18828484	-50,87752970	R	Remendos	-	9	ATR Esq.	15,75
253,751	253,760	-25,18828484	-50,87752970	-25,18828065	-50,87761262	JE	Trincas Interligadas	FC-3	9	ATR Dir.	15,75
253,751	253,760	-25,18828484	-50,87752970	-25,18828065	-50,87761262	R	Remendos	-	9	ATR Dir.	15,75
253,911	253,925	-25,18821435	-50,87910604	-25,18820644	-50,87922676	JE	Trincas Interligadas	FC-3	14	ATR Esq.	24,50
254,014	254,024	-25,18815809	-50,88009229	-25,18815496	-50,88017710	R	Remendos	-	10	ATR Dir.	17,50
254,093	254,106	-25,18811942	-50,88082884	-25,18811332	-50,88097191	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	13	ATR Dir.	6,83
254,162	254,168	-25,18809192	-50,88154163	-25,18808923	-50,88159302	R	Remendos	-	6	ATR Dir.	10,50
254,183	254,188	-25,18808006	-50,88173555	-25,18807799	-50,88177209	R	Remendos	-	5	ATR Esq.	8,75
254,365	254,370	-25,18798666	-50,88348968	-25,18798509	-50,88352787	R	Remendos	-	5	ATR Dir.	8,75
254,393	254,399	-25,18797353	-50,88374686	-25,18797108	-50,88378456	J	Trincas Interligadas	FC-2	6	ATR Dir.	10,50
254,439	254,444	-25,18794306	-50,88420058	-25,18794005	-50,88424122	R	Remendos	-	5	ATR Dir.	8,75
254,710	254,715	-25,18781644	-50,88684820	-25,18781467	-50,88688840	JE	Trincas Interligadas	FC-3	5	ATR Dir.	8,75
254,861	254,874	-25,18774329	-50,88831586	-25,18773811	-50,88842271	J	Trincas Interligadas	FC-2	13	ATR Dir.	22,75
254,869	254,874	-25,18773978	-50,88838805	-25,18773811	-50,88842271	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	5	ATR Esq.	2,63
255,239	255,248	-25,18755170	-50,89204115	-25,18754645	-50,89212400	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	ATR Dir.	15,75
255,654	255,664	-25,18758824	-50,89609013	-25,18759136	-50,89615370	JE	Trincas Interligadas	FC-3	10	ATR Esq.	17,50
255,663	255,664	-25,18759136	-50,89615370	-25,18759136	-50,89615370	P	Panela	-	1	ATR Esq.	0,44
255,729	255,738	-25,18778088	-50,89678198	-25,18780520	-50,89684720	R	Remendos	-	9	ATR Esq.	15,75
255,778	255,787	-25,18795479	-50,89724613	-25,18798578	-50,89732508	JE	Trincas Interligadas	FC-3	9	ATR Esq.	15,75
255,840	255,873	-25,18818973	-50,89778513	-25,18831781	-50,89803267	JE	Trincas Interligadas	FC-3	33	ATR Esq.	57,75
255,872	255,882	-25,18831781	-50,89803267	-25,18837837	-50,89814203	J	Trincas Interligadas	FC-2	10	ATR Esq.	17,50
256,128	256,133	-25,18980636	-50,89994482	-25,18983200	-50,89997215	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	5	ATR Dir.	2,63
257,489	257,494	-25,19273719	-50,91208641	-25,19273662	-50,91211685	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	5	ATR Dir.	2,63
257,526	257,531	-25,19272155	-50,91246242	-25,19272104	-50,91248633	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	5	ATR Esq.	2,63
257,679	257,697	-25,19264347	-50,91388056	-25,19263465	-50,91407596	J	Trincas Interligadas	FC-2	18	ATR Dir.	31,50
257,700	257,709	-25,19263390	-50,91409898	-25,19263005	-50,91417573	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	ATR Esq.	15,75
257,811	257,820	-25,19256981	-50,91521065	-25,19256999	-50,91526802	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	9	ATR Dir.	4,73
258,906	258,916	-25,19572660	-50,92501129	-25,19580099	-50,92505550	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	10	ATR Esq.	5,25
259,548	259,558	-25,20066192	-50,92805379	-25,20069348	-50,92809212	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	10	ATR Dir.	5,25

(continua)

(continuação)

LISTA DE DEFEITOS DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO (LVD-Vídeo)											
Rodovia: BR-373			Pista: Oeste			Largura Faixa (m): 3,5					
Faixa: 2			Trecho: km 249+000 ao km 259+000			Data: junho/17					
Localização (km)		Georref (Início)		Georref (Final)		Sigla	Descrição	Severidade	Compr. (m)	Localização	Área (m²)
Inicial	Final	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude						
249,068	249,085	-25,19052800	-50,83000410	-25,19051804	-50,83016269	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	17	ATR Esq.	8,93
249,203	249,212	-25,19045939	-50,83131305	-25,19045484	-50,83140003	JE	Trincas Interligadas	FC-3	9	Faixa	31,50
249,227	249,236	-25,19044673	-50,83162012	-25,19044313	-50,83170756	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	9	ATR Dir.	4,73
249,235	249,244	-25,19044313	-50,83170756	-25,19044016	-50,83176527	JE	Trincas Interligadas	FC-3	9	ATR Dir.	15,75
249,382	249,400	-25,19037678	-50,83312247	-25,19037010	-50,83326401	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	18	ATR Esq.	9,45
249,558	249,563	-25,19029836	-50,83487327	-25,19029673	-50,83490851	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	5	ATR Dir.	2,63
249,628	249,633	-25,19026398	-50,83548954	-25,19026201	-50,83552999	J	Trincas Interligadas	FC-2	5	ATR Dir.	8,75
249,664	249,678	-25,19024848	-50,83584474	-25,19024313	-50,83596797	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	14	ATR Dir.	7,35
249,697	249,698	-25,19023497	-50,83620407	-25,19023497	-50,83620407	P	Panela	-	1	ATR Dir.	0,44
249,701	249,706	-25,19023316	-50,83624683	-25,19023127	-50,83628751	J	Trincas Interligadas	FC-2	5	ATR Dir.	8,75
249,705	249,710	-25,19023127	-50,83628751	-25,19022889	-50,83631979	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	5	ATR Esq.	2,63
249,713	249,718	-25,19022699	-50,83635822	-25,19022516	-50,83639657	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	5	ATR Esq.	2,63
249,726	249,739	-25,19022128	-50,83648256	-25,19021660	-50,83659656	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	13	ATR Esq.	6,83
249,742	249,747	-25,19021497	-50,83663449	-25,19021334	-50,83667236	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	5	ATR Dir.	2,63
249,746	249,759	-25,19021334	-50,83667236	-25,19020846	-50,83678564	JE	Trincas Interligadas	FC-3	13	ATR Dir.	22,75
249,771	249,784	-25,19020171	-50,83690901	-25,19019664	-50,83702239	JE	Trincas Interligadas	FC-3	13	ATR Dir.	22,75
249,775	249,776	-25,19019989	-50,83694685	-25,19019989	-50,83694685	P	Panela	-	1	ATR Dir.	0,44
249,844	249,845	-25,19017368	-50,83763021	-25,19017368	-50,83763021	P	Panela	-	1	ATR Dir.	0,88
249,857	249,866	-25,19016816	-50,83775411	-25,19016488	-50,83783002	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	ATR Dir.	15,75
249,947	249,952	-25,19012263	-50,83865568	-25,19012042	-50,83869489	J	Trincas Interligadas	FC-2	5	ATR Dir.	8,75
249,951	249,960	-25,19012042	-50,83869489	-25,19011620	-50,83877391	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	Faixa	31,50
249,959	249,968	-25,19011620	-50,83877391	-25,19011240	-50,83885825	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	ATR Dir.	15,75
250,029	250,038	-25,19008024	-50,83946188	-25,19007494	-50,83955608	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	9	ATR Dir.	4,73
250,090	250,099	-25,19004984	-50,84005334	-25,19004717	-50,84010379	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	9	ATR Dir.	4,73
250,107	250,116	-25,19004313	-50,84019993	-25,19003875	-50,84031601	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	9	ATR Dir.	4,73
250,164	250,194	-25,19002125	-50,84077598	-25,19000983	-50,84107907	J	Trincas Interligadas	FC-2	30	ATR Dir.	52,50
250,185	250,194	-25,19001308	-50,84099695	-25,19000983	-50,84107907	R	Remendos	-	9	ATR Dir.	15,75
250,439	250,448	-25,18989000	-50,84348856	-25,18988456	-50,84356709	JE	Trincas Interligadas	FC-3	9	ATR Dir.	15,75
250,439	250,448	-25,18989000	-50,84348856	-25,18988456	-50,84356709	R	Remendos	-	9	ATR Dir.	15,75
250,455	250,456	-25,18988004	-50,84364599	-25,18988004	-50,84364599	R	Remendos	-	1	ATR Dir.	1,75
250,693	250,717	-25,18976146	-50,84598447	-25,18974598	-50,84624223	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	24	Faixa	12,60
251,302	251,311	-25,18947494	-50,85195947	-25,18947140	-50,85203750	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	9	ATR Esq.	4,73
251,588	251,597	-25,18933768	-50,85474525	-25,18933258	-50,85482967	R	Remendos	-	9	ATR Dir.	15,75
251,613	251,622	-25,18932264	-50,85500143	-25,18931827	-50,85508117	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	9	ATR Dir.	4,73
251,691	251,700	-25,18928565	-50,85577437	-25,18927776	-50,85585328	R	Remendos	-	9	ATR Dir.	15,75
251,777	251,786	-25,18923710	-50,85662625	-25,18923320	-50,85670433	R	Remendos	-	9	ATR Dir.	15,75
251,908	251,925	-25,18917317	-50,85791388	-25,18916828	-50,85807416	J	Trincas Interligadas	FC-2	17	ATR Dir.	29,75
251,969	251,970	-25,18914663	-50,85851750	-25,18914663	-50,85851750	R	Remendos	-	1	ATR Dir.	1,75
252,079	252,080	-25,18909861	-50,85959249	-25,18909861	-50,85959249	P	Panela	-	1	ATR Dir.	0,44
252,079	252,084	-25,18909861	-50,85959249	-25,18909767	-50,85962731	R	Remendos	-	5	ATR Dir.	8,75
252,141	252,150	-25,18906791	-50,86021347	-25,18906384	-50,86028055	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	ATR Dir.	15,75
252,153	252,158	-25,18906162	-50,86031579	-25,18905927	-50,86035217	R	Remendos	-	5	ATR Dir.	8,75
252,210	252,219	-25,18902264	-50,86087194	-25,18901777	-50,86095038	R	Remendos	-	9	ATR Dir.	15,75
252,231	252,232	-25,18900894	-50,86107683	-25,18900894	-50,86107683	J	Trincas Interligadas	FC-2	1	ATR Dir.	1,75
252,239	252,240	-25,18900439	-50,86115537	-25,18900439	-50,86115537	R	Remendos	-	1	ATR Dir.	1,75
252,530	252,539	-25,18887322	-50,86405541	-25,18886867	-50,86414065	R	Remendos	-	9	ATR Dir.	15,75
252,563	252,564	-25,18885750	-50,86435965	-25,18885750	-50,86435965	R	Remendos	-	1	ATR Dir.	1,75
252,575	252,584	-25,18885169	-50,86449121	-25,18884819	-50,86456844	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	ATR Esq.	15,75
252,591	252,592	-25,18884548	-50,86463719	-25,18884548	-50,86463719	R	Remendos	-	1	ATR Dir.	1,75
252,599	252,609	-25,18884187	-50,86470949	-25,18883740	-50,86479031	R	Remendos	-	10	ATR Dir.	17,50

(continua)

(continuação)

252,661	252,670	-25,18881235	-50,86529808	-25,18880838	-50,86538711	R	Remendos	-	9	ATR Esq.	15,75
252,677	252,678	-25,18880519	-50,86547586	-25,18880519	-50,86547586	R	Remendos	-	1	ATR Esq.	1,75
252,685	252,686	-25,18880318	-50,86557145	-25,18880318	-50,86557145	R	Remendos	-	1	ATR Esq.	1,75
252,685	252,699	-25,18880318	-50,86557145	-25,18879923	-50,86568615	J	Trincas Interligadas	FC-2	14	ATR Esq.	24,50
252,690	252,691	-25,18880163	-50,86561931	-25,18880163	-50,86561931	R	Remendos	-	1	ATR Esq.	1,75
252,714	252,724	-25,18881381	-50,86531358	-25,18880538	-50,86549570	R	Remendos	-	10	ATR Dir.	17,50
252,732	252,737	-25,18878991	-50,86583868	-25,18878062	-50,86604615	R	Remendos	-	5	ATR Esq.	8,75
252,747	252,756	-25,18877363	-50,86619841	-25,18876998	-50,86628720	R	Remendos	-	9	ATR Esq.	15,75
252,768	252,779	-25,18876611	-50,86640446	-25,18876727	-50,86643925	R	Remendos	-	11	ATR Dir.	19,25
252,808	252,817	-25,18875678	-50,86673584	-25,18875291	-50,86681243	R	Remendos	-	9	ATR Esq.	15,75
252,825	252,834	-25,18874782	-50,86687550	-25,18874327	-50,86696304	R	Remendos	-	9	ATR Dir.	15,75
252,833	252,842	-25,18874327	-50,86696304	-25,18873849	-50,86706481	R	Remendos	-	9	ATR Esq.	15,75
252,866	252,875	-25,18872503	-50,86733694	-25,18872160	-50,86740971	R	Remendos	-	9	ATR Dir.	15,75
252,891	252,892	-25,18871566	-50,86756485	-25,18871566	-50,86756485	P	Panela	-	1	ATR Dir.	0,88
252,891	252,899	-25,18871566	-50,86756485	-25,18871344	-50,86762849	JE	Trincas Interligadas	FC-3	8	ATR Esq.	14,00
252,891	252,899	-25,18871566	-50,86756485	-25,18871344	-50,86762849	R	Remendos	-	8	Faixa	28,00
252,947	252,957	-25,18869082	-50,86815836	-25,18868812	-50,86822095	J	Trincas Interligadas	FC-2	10	ATR Dir.	17,50
252,972	252,973	-25,18868162	-50,86838021	-25,18868162	-50,86838021	R	Remendos	-	1	ATR Dir.	1,75
252,972	252,985	-25,18868162	-50,86838021	-25,18867677	-50,86851218	JE	Trincas Interligadas	FC-3	13	ATR Dir.	22,75
252,984	252,994	-25,18867677	-50,86851218	-25,18867350	-50,86859830	J	Trincas Interligadas	FC-2	10	ATR Esq.	17,50
252,993	253,001	-25,18867350	-50,86859830	-25,18867115	-50,86865956	R	Remendos	-	8	ATR Dir.	14,00
253,034	253,039	-25,18866128	-50,86891853	-25,18865990	-50,86895418	J	Trincas Interligadas	FC-2	5	ATR Dir.	8,75
253,038	253,043	-25,18865990	-50,86895418	-25,18865846	-50,86899158	R	Remendos	-	5	ATR Dir.	8,75
253,124	253,128	-25,18861414	-50,86985612	-25,18861273	-50,86988333	J	Trincas Interligadas	FC-2	4	ATR Dir.	7,00
253,124	253,128	-25,18861414	-50,86985612	-25,18861273	-50,86988333	R	Remendos	-	4	ATR Dir.	7,00
253,148	253,153	-25,18860441	-50,87006404	-25,18860223	-50,87010394	J	Trincas Interligadas	FC-2	5	Faixa	17,50
253,148	253,153	-25,18860441	-50,87006404	-25,18860223	-50,87010394	R	Remendos	-	5	ATR Esq.	8,75
253,160	253,169	-25,18859700	-50,87018981	-25,18859308	-50,87027121	R	Remendos	-	9	Faixa	31,50
253,237	253,247	-25,18856064	-50,87096094	-25,18855645	-50,87104978	JE	Trincas Interligadas	FC-3	10	ATR Dir.	17,50
253,237	253,247	-25,18856064	-50,87096094	-25,18855645	-50,87104978	R	Remendos	-	10	ATR Dir.	17,50
253,385	253,390	-25,18848993	-50,87241882	-25,18848817	-50,87245859	J	Trincas Interligadas	FC-2	5	ATR Dir.	8,75
253,389	253,398	-25,18848817	-50,87245859	-25,18848446	-50,87253826	JE	Trincas Interligadas	FC-3	9	ATR Dir.	15,75
253,389	253,398	-25,18848817	-50,87245859	-25,18848446	-50,87253826	R	Remendos	-	9	ATR Dir.	15,75
254,559	254,560	-25,18794136	-50,88392388	-25,18794136	-50,88392388	P	Panela	-	1	ATR Dir.	0,44
254,620	254,625	-25,18791892	-50,88432533	-25,18791627	-50,88437454	R	Remendos	-	5	ATR Esq.	8,75
254,657	254,662	-25,18789017	-50,88489536	-25,18788833	-50,88493513	R	Remendos	-	5	ATR Dir.	8,75
254,665	254,670	-25,18788655	-50,88497479	-25,18788485	-50,88501433	R	Remendos	-	5	ATR Esq.	8,75
254,759	254,764	-25,18785058	-50,88590718	-25,18784849	-50,88594699	J	Trincas Interligadas	FC-2	5	ATR Esq.	8,75
254,759	254,764	-25,18785058	-50,88590718	-25,18784849	-50,88594699	R	Remendos	-	5	Faixa	17,50
254,849	254,859	-25,18780010	-50,88679689	-25,18779834	-50,88685311	J	Trincas Interligadas	FC-2	10	ATR Esq.	17,50
254,858	254,863	-25,18779834	-50,88685311	-25,18779686	-50,88688870	R	Remendos	-	5	ATR Esq.	8,75
254,862	254,871	-25,18779686	-50,88688870	-25,18779325	-50,88697007	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	ATR Esq.	15,75
254,870	254,879	-25,18779325	-50,88697007	-25,18778880	-50,88706499	R	Remendos	-	9	ATR Esq.	15,75
254,878	254,887	-25,18778880	-50,88706499	-25,18778345	-50,88717422	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	ATR Dir.	15,75
254,886	254,900	-25,18778345	-50,88717422	-25,18777831	-50,88728278	R	Remendos	-	14	Faixa	49,00
254,886	254,904	-25,18778345	-50,88717422	-25,18777667	-50,88731758	J	Trincas Interligadas	FC-2	18	ATR Esq.	31,50
254,923	254,934	-25,18776855	-50,88750077	-25,18776328	-50,88760272	R	Remendos	-	11	ATR Esq.	19,25
254,944	254,953	-25,18775509	-50,88773319	-25,18774995	-50,88781918	R	Remendos	-	9	ATR Esq.	15,75
255,856	255,865	-25,18769812	-50,89663807	-25,18772190	-50,89672937	J	Trincas Interligadas	FC-2	9	ATR Dir.	15,75
258,132	258,141	-25,19271866	-50,91709793	-25,19273052	-50,91717571	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	9	ATR Dir.	4,73
258,377	258,391	-25,19314410	-50,91942013	-25,19316749	-50,91955998	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	14	ATR Dir.	7,35
258,414	258,440	-25,19320445	-50,91976720	-25,19325098	-50,92002266	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	26	ATR Dir.	13,65
258,504	258,514	-25,19336540	-50,92066063	-25,19338008	-50,92073831	R	Remendos	-	10	ATR Dir.	17,50
258,693	258,710	-25,19373415	-50,92247067	-25,19377509	-50,92259443	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	17	ATR Dir.	8,93
258,721	258,743	-25,19381538	-50,92270887	-25,19388787	-50,92289522	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	22	ATR Dir.	11,55
258,742	258,763	-25,19388787	-50,92289522	-25,19397999	-50,92311830	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	21	Faixa	11,03
258,803	258,824	-25,19413328	-50,92343102	-25,19422695	-50,92359003	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	21	ATR Dir.	11,03
258,950	259,033	-25,19499445	-50,92454772	-25,19556860	-50,92501569	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	83	ATR Dir.	43,58
259,048	259,053	-25,19570017	-50,92510129	-25,19574328	-50,92512768	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	5	Bordo Dir.	2,63
259,351	259,360	-25,19817096	-50,92636548	-25,19824383	-50,92640174	TL	Trincas Isoladas	FC-2/3	9	ATR Dir.	4,73

(conclusão)

4- LEVANTAMENTOS DO IRI

RELATÓRIO DE IRI							
Rodovia	BR-373/PR						
Código:	373BPR0380						
Trecho:	ACESSO GUAMIRANGA / ENTR PR-160 (PRUDENTÓPOLIS)						
Segmento:	km 249,000 ao km 259,000						
Extensão	10,000 km						
Data	ago/18						
Início (km)	Fim (km)	IRI MÉDIO				OBSERVAÇÃO	Intervenção
		Direita	Esquerda	3ª D	3ª E		
249,00	249,20	2,02	1,75				
249,20	249,40	1,35	1,42				
249,40	249,60	1,33	1,67				
249,60	249,80	1,80	2,03				
249,80	250,00	2,14	2,12				
250,00	250,20	1,62	1,69				
250,20	250,40	1,38	1,74				
250,40	250,60	1,40	1,63				
250,60	250,80	1,73	1,76				
250,80	251,00	1,54	1,85				
251,00	251,20	1,55	1,49				
251,20	251,40	1,98	2,26				
251,40	251,60	1,52	1,42				
251,60	251,80	1,77	1,70				
251,80	252,00	1,96	1,65				
252,00	252,20	1,73	1,71				
252,20	252,40	1,43	2,08				
252,40	252,60	1,75	1,69				
252,60	252,80	2,54	1,82				
252,80	253,00	2,37	2,40				
253,00	253,20	2,54	2,57				
253,20	253,40	1,60	1,56				
253,40	253,60	1,27	1,89				
253,60	253,80	1,61	1,62				
253,80	254,00	1,39	1,61				
254,00	254,20	1,46	1,39				
254,20	254,40	1,51	1,67				
254,40	254,60	1,58	1,67				
254,60	254,80	1,73	1,55				
254,80	255,00	1,82	1,35				
255,00	255,20	1,80	1,53				
255,20	255,40	1,53	1,65				
255,40	255,60	1,51	1,50				
255,60	255,80	1,63	1,49				
255,80	256,00	1,99	1,95				
256,00	256,20	1,65	1,62				
256,20	256,40	1,24	1,27				
256,40	256,60	1,72	1,35				
256,60	256,80	1,43	1,19				
256,80	257,00	1,45	1,31				
257,00	257,20	1,45	1,51				
257,20	257,40	1,39	1,43				
257,40	257,60	1,27	1,39				
257,60	257,80	1,31	1,23				
257,80	258,00	1,32	1,63				
258,00	258,20	1,36	1,19				
258,20	258,40	1,41	1,32				
258,40	258,60	1,70	1,69				
258,60	258,80	1,71	1,73				
258,80	259,00	1,44	1,46				
259,00	259,20	1,34	1,56				