

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
CIVIL**

**AVALIAÇÃO E DIAGNÓSTICO DE VIAS URBANAS
EXPRESSAS DE MANAUS: CONDIÇÕES ESTRUTURAIS E
FUNCIONAIS**

WASHINGTON LUIZ PINTO FILHO

MANAUS
2013

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
CIVIL**

WASHINGTON LUIZ PINTO FILHO

**AVALIAÇÃO E DIAGNÓSTICO DE VIAS URBANAS EXPRESSAS DE
MANAUS: CONDIÇÕES ESTRUTURAIS E FUNCIONAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós –
Graduação em Engenharia Civil, da Universidade
Federal do Amazonas, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área
de concentração em materiais.

Orientador: Prof. Dr. Nilton de Souza Campelo

MANAUS
2013

WASHINGTON LUIZ PINTO FILHO

**AVALIAÇÃO E DIAGNÓSTICO DE VIAS URBANAS EXPRESSAS DE
MANAUS: CONDIÇÕES ESTRUTURAIS E FUNCIONAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós –
Graduação em Engenharia Civil, da Universidade
Federal do Amazonas, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área
de concentração em materiais.

Aprovada em, 29/11/2013.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Nilton de Souza Campelo (Presidente)
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. José Tadeu Balbo (Membro Externo)
Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Júlio Augusto de Alencar Júnior (Membro Externo)
Universidade Federal do Pará

Prof^a. Dr^a. Liedi Legi Bariani Bernucci (Membro Externo)
Universidade de São Paulo

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por mostrar-me que Ele está no comando;

À minha família, por estar sempre ao meu lado;

Aos professores do mestrado, em especial ao professor Campelo, pela oportunidade, incentivo e apoio;

Ao professor Rubelmar, pela oportunidade de utilização do FWD, pelas orientações sobre o assunto, bem como pelo empréstimo das literaturas envolvidas com o assunto da pesquisa;

Ao meu amigo-irmão Eng^o Artur Figueiredo, Eng^o Samir pela grande ajuda nos ensaios do FWD e Pêndulo Britânico;

Ao meu amigo Zeca, Eng^o Reinaldo pela estimada atenção quando foram chamados a cooperar;

Aos colegas do DNIT, pelo incentivo;

Aos Eng^o Afonso Luiz Lins Júnior e José Fábio Porto Galvão, Superintendentes Regionais do DNIT/AM/RR nos anos de 2010 a 2013, pelo profissionalismo, em acreditar no meu trabalho;

A minha amiga Eng^a Arlene, pela ajuda e incentivo;

À MANAUSTRANS, pelo apoio nos períodos dos ensaios;

“Nunca fale a Deus que você tem um grande problema, mas pode falar ao problema que você tem um grande Deus”.

Obrigado Senhor.

RESUMO

A cidade de Manaus apresenta uma das maiores taxas de crescimento médio da frota de veículos, segundo dados do DENATRAN. Nos últimos 10 anos, a frota de automóveis aumentou de 124.840 (2003) para 297.473 automóveis (2013) e 3.179 ônibus (2003) para 7.398 ônibus (2013). Isto equivale a um aumento de 138 %. Ademais, ainda, segundo o DENATRAN, em 2003, Manaus tinha 220.816 veículos. Em 2013, Manaus já possui 551.455 veículos registrados na sua frota municipal, o que equivale a um aumento de quase 150 %.

Como consequência deste crescimento, as vias da cidade apresentam-se com sua capacidade de fluxo inoperante e, visualmente, com seus pavimentos totalmente deformados.

Neste sentido, procurou-se realizar, nesta pesquisa, uma avaliação estrutural dos pavimentos das principais vias da cidade (Av. Constantino Nery, Av. Djalma Batista, Av. Recife, Av. Paraíba e Av. Efigênio Sales), empregando a técnica FWD (Falling Weight Deflectometer) no diagnóstico das estruturas dos pavimentos das referidas vias. Os resultados obtidos mostraram que as estruturas daqueles pavimentos ainda apresentam a condição de suportar as solicitações de carga de tráfego a elas aplicadas, visto que sua qualidade estrutural, obtida pela técnica mencionada, apresentou-se em boas condições, em função dos pavimentos terem apresentado deflexões máximas inferiores às admissíveis, bem como raios de curvatura muito superiores a 100 m.

Como complemento à análise estrutural, realizou-se análise das condições funcionais do revestimento com relação à aderência pneu-pavimento, a qual apresentou valores para microtextura e macrotextura bem fora dos intervalos recomendados pelas normas.

Palavras-chave: Falling Weight Deflectometer, Raio de Curvatura, Deflexões admissíveis, Microtextura, Macrotextura.

ABSTRACT

The city of Manaus has the highest average growth rates of the fleet, according to the DENATRAN. Over the past 10 years, the fleet of cars rose from 124,840 (2003) to 297,473 cars (2013) and 3,179 buses (2003) to 7,398 buses (2013). This equates to a 138% increase. Moreover, although, according to DENATRAN in 2003, Manaus was 220,816 vehicles. In 2013, Manaus already has 551,455 registered vehicles in its municipal fleet, which equates to an increase of almost 150%.

As a result of this growth, the city roads are presented with its ability to flow and dead, visually, with their decks completely deformed.

In this sense, we tried to carry this research, a structural evaluation of pavements of the main streets of the town (Av. Constantino Nery, Avenida Djalma Batista, Recife Av, Av and Av Efigênio Sales Paraíba), employing the technique FWD (Falling Weight Deflectometer) in the diagnosis of the pavement structures of these pathways. The results showed that the structures of those decks still have the condition to withstand the demands of traffic load applied to them, since their structural quality obtained by the mentioned technique, presented in good condition, according to the floors they presented deflections smaller than the allowed maximum, and radii of curvature much greater than 100 m.

In addition, analysis was performed of the safety of the coating with respect to tire-pavement grip, which presented values for microtexture and macrotexture well outside the ranges recommended by the standards.

Keywords: Falling Weight Deflectometer, Bend Radius, allowable deflection, Microtexture, macrotexture.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Mapa indicativo de localização das avenidas pesquisadas (Google Earth)

FIGURA 2 – Escala de Serventia da ficha de avaliação do VSA (DNIT PRO 009/2003)

FIGURA 3 – Fases da vida de um pavimento (DNER PRO 011/79)

FIGURA 4 – Estrutura típica de um pavimento rodoviário (Picado – Santos et al., 2006b)

FIGURA 5 – Degradação nas várias camadas que constituem o pavimento (PTC, 2005)

FIGURA 6 – Esquema do equipamento FWD (DNIT, 2006)

FIGURA 7 – Esquema de funcionamento eletrônico do FWD (Rocha Filho, 1996)

FIGURA 8 – Representação esquemática do ensaio FWD (Simões e Cunha, 2006)

FIGURA 9 – Deflectômetro de impacto e zonas de tensão (Pavement interactive, abril, 2010)

FIGURA 10– Bacias deflectométricas para uma mesma deflexão máxima (Cavalcante, 2005)

FIGURA 11– Definição do Raio de curvatura

FIGURA 12 – Pêndulo Britânico (CONCEPA – LAPAVE, 2010)

FIGURA 13– Ensaio da Mancha de areia (Branco et al., 2006)

FIGURA 14- Modelo de IFI (Aps, 2006)

FIGURA 15- Significado das distintas Zonas de um diagrama de atrito x textura (Aps, 2006)

FIGURA 16- Av. Constantino Nery, em frente ao Olímpico Clube

FIGURA 17 – Av. Djalma Batista, em frente ao Amazonas Shopping

FIGURA 18 – Av. Recife, em frente ao Shopping Manauara

FIGURA 19 – Av. Paraíba, em frente ao supermercado DB

FIGURA 20 – Av. Efigênio Sales, em frente ao condomínio Monte Líbano

FIGURA 21 – deformação no pavimento

FIGURA 22 – pavimento trincado

FIGURA 23 – Av. Constantino Nery, Segmento 1 a) início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim

FIGURA 24 – Av. Constantino Nery, Segmento 2 a) início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim

FIGURA 25 – Av. Constantino Nery, Segmento 3 a) início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim

FIGURA 26 - Av. Constantino Nery, Segmento 4 a) início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim

FIGURA 27 - Av. Constantino Nery, Segmento 5 a) início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim

FIGURA 28 – Remendos e deformações observados no pavimento

FIGURA 29 - Av. Djalma Batista, Segmento 1 a) início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim

FIGURA 30 - Av. Djalma Batista, Segmento 2 a) início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim

FIGURA 31 - Av. Djalma Batista, Segmento 3 a) início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim

FIGURA 32- Av. Djalma Batista, Segmento 4 a) início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim

FIGURA 33- Defeitos a) remendo com AAUQ b) panela

FIGURA 34 - Av. Recife, Segmento 1 a) início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim

FIGURA 35 – Painéis e remendos

FIGURA 36 – Av. Paraíba, Segmento 2 a) início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim

FIGURA 37 – Av. Paraíba, Segmento 2 a) início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim

FIGURA 38 – Av. Paraíba, Segmento 1 a) início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim

FIGURA 39 – Av. Paraíba, Segmento 1 a) início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim

FIGURA 40 – presença de ondulações ao longo da avenida

FIGURA 41 – Av. Efigênio Sales, Segmento 1 a) início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim

FIGURA 42 – Av. Efigênio Sales, Segmento 2 a) início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim

FIGURA 43 – Procedimento do ensaio a) início com parada no ponto de impacto b) controle do ensaio por computador

FIGURA 44 – continuação do procedimento do ensaio FWD a) impacto no pavimento b) placa/sensor de captação do impacto principal c) 9 sensores de captação do impacto d) controle da temperatura do pavimento a cada hora de ensaio

FIGURA 45 – Gráfico característico de uma bacia deflectométrica

FIGURA 46 – gráfico de uma bacia deflectométrica com carga aplicada sobre fendilhamento na superfície do pavimento

FIGURA 47 – Pêndulo Britânico (ensaio na Av. Djalma Batista)

FIGURA 48 – Pêndulo Britânico (ensaio na Av. Efigênio Sales)

FIGURA 49 – Pêndulo Britânico (ensaio na Av. Paraíba)

FIGURA 50 – Pêndulo Britânico (ensaio na Av. Constantino Nery)

FIGURA 51 – Pêndulo Britânico (ensaio na Av. Recife)

FIGURA 52 – mancha de areia (ensaio na Av. Djalma Batista)

FIGURA 53 – mancha de areia (ensaio na Av. Recife)

FIGURA 54 – mancha de areia (ensaio na Av. Paraíba)

FIGURA 55 – avaliação das deflexões máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 56 – avaliação dos raios de curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 57 – avaliação das deflexões máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 58 – avaliação dos raios de curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 59 – avaliação das deflexões máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 60 – avaliação dos raios de curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 61 – avaliação das deflexões máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 62 – avaliação dos raios de curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 63 – avaliação das deflexões máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 64 – avaliação dos raios de curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 65 – avaliação das deflexões máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 66 – avaliação dos raios de curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 67 – avaliação das deflexões máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 68 – avaliação dos raios de curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 69 – avaliação das deflexões máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 70 – avaliação dos raios de curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 71 – avaliação das deflexões máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 72 – avaliação dos raios de curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 73 – avaliação das deflexões máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 74 – avaliação dos raios de curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 75 – avaliação das deflexões máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 76 – avaliação dos raios de curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 77 – avaliação das deflexões máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 78 – avaliação dos raios de curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 79 – avaliação das deflexões máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 80 – avaliação dos raios de curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 81 – avaliação das deflexões máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 82 – avaliação dos raios de curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

FIGURA 83 – classificação do segmento 1 quanto à microtextura

FIGURA 84 – classificação do segmento 2 quanto à microtextura

FIGURA 85 – classificação do segmento 3 quanto à microtextura

FIGURA 86 – classificação do segmento 4 quanto à microtextura

FIGURA 87 – classificação do segmento 5 quanto à microtextura

FIGURA 88 – classificação do segmento 1 quanto à microtextura

FIGURA 89 – classificação do segmento 2 quanto à microtextura

FIGURA 90 – classificação do segmento quanto à microtextura

FIGURA 91 – classificação do segmento quanto à microtextura

FIGURA 92 – classificação do segmento 1 quanto à microtextura

FIGURA 93 – classificação do segmento 2 quanto à microtextura

FIGURA 94 – macrotextura da Av. Djalma Batista (Sentido: Bairro-Centro)

FIGURA 95 – macrotextura da Av. Paraíba (Sentido: Centro-Bairro)

FIGURA 96 – macrotextura da Av. Recife (Sentido: Bairro-Centro)

FIGURA 97 – macrotextura da Av. Constantino Nery (Sentido: Centro-Bairro)

FIGURA 98 – macrotextura da Av. Efigênio Sales (Sentido: Oeste-Leste)

FIGURA 99 – IFI da Av. Djalma Batista (Sentido: Bairro-Centro)

FIGURA 100 – IFI da Av. Recife (Sentido: Bairro-Centro)

FIGURA 101 – IFI da Av. Paraíba (Sentido: Centro-Bairro)

FIGURA 102 – IFI da Av. Constantino Nery (Sentido: Centro-Bairro)

FIGURA 103 – IFI da Av. Efigênio Sales (Sentido: Oeste-Leste)

FIGURA 104- Tipo de intervenção recomendada (adaptada, Aps – 2006)

FIGURA 105- Tipo de intervenção recomendada (adaptada, Aps – 2006)

FIGURA 106- Tipo de intervenção recomendada (adaptada, Aps – 2006)

FIGURA 107- Tipo de intervenção recomendada (adaptada, Aps – 2006)

FIGURA 108- Tipo de intervenção recomendada (adaptada, Aps – 2006)

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Interpretação do conceito do VSA (CONCEPA – LAPAVE, 2010)

TABELA 2 – Classes da microtextura pelo método Pêndulo Britânico (DNIT, 2006)

TABELA 3 – Classes macrotextura pelo método da Mancha de Areia (DNIT, 2006)

TABELA 4 – valores de a e B para cálculo de S_p (Aps, 2006)

TABELA 5 – Relação dos equipamentos que foram calibrados para obtenção do F60 (aps, 2006)

TABELA 6 – Tipos de Eixos e cargas por eixos (CONTRAN, Resolução nº 210/2006)

LISTA DE QUADROS

- QUADRO 1 – Critérios para avaliação estrutural (DNIT PRO 011/79, PROC. B)
- QUADRO 2 – Condição estrutural associada aos parâmetros da bacia de deflexão (adaptado de Horak, E., 2008))
- QUADRO 3 – Correção do VRD para normatizar o ensaio para a temperatura de 20 °C
- QUADRO 4 – Faixas propostas na 4ª tentativa (Adaptado de Aps, 2006)
- QUADRO 5 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego(Adaptado de IP-02/04/SIURB)
- QUADRO 6 – Características físicas das vias selecionadas.
- QUADRO 7 – Av. Constantino Nery e seus segmentos
- QUADRO 8 – Referências de início e fim dos segmentos estudados da Av. Constantino Nery
- QUADRO 9 – Av. Djalma Batista e seus segmentos
- QUADRO 10 – Referências de início e fim dos segmentos estudados da Av. Djalma Batista
- QUADRO 11 – Av. Recife e seus segmentos
- QUADRO 12 – Referências de início e fim dos segmentos estudados da Av. Recife
- QUADRO 13 – Av. Paraíba e seus segmentos
- QUADRO 14 – Referências de início e fim dos segmentos estudados da Av. Paraíba
- QUADRO 15 – Av. Efigênio Sales e seus segmentos
- QUADRO 16 – Referências de início e fim dos segmentos estudados da Av. Efigênio Sales
- QUADRO 17 – VSA médio, abril de 2013 (C. Nery)
- QUADRO 18 – VSA médio, abril de 2013 (D. Batista)
- QUADRO 19 – VSA médio, abril de 2013 (Recife)
- QUADRO 20 – VSA médio, abril de 2013 (Paraíba)
- QUADRO 21 – VSA médio, abril de 2013 (Efigênio Sales)
- QUADRO 22 – Resumo de contagem volumétrica para os anos de 2013 (MANAUSTRANS)
- QUADRO 23 – valores das Dadm para cada avenida pesquisada

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAUQ – Areia-asfalto usinada a quente

ASTM – American Society for Testing and Materials

BPN – British Pendulum Number

CBUQ – Concreto betuminoso usinado a quente

CNT – Confederação Nacional de Transportes

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito

FHWA – Federal Highway Administration

IFI – International Friction Index

IMTRANS – Instituto Municipal de Trânsito

IP – Instruções de Projeto

PMSP – Prefeitura Municipal de São Paulo

SEINFRA – Secretaria de Infraestrutura

SIURB – Secretaria de Infraestrutura Urbana

USACE - United States Army Corps of Engineers

VDM – Volume Diário Médio

VRD – Valor de Resistência à Derrapagem

LISTA DE SÍMBOLOS

D_0 – Deflexão máxima obtida pelo FWD

e – Fator de Equivalência por classe de via

F_{60} – Atrito Harmonizado, convertido à velocidade de 60 km/h

HS – Altura de Areia

R_c – Raio de Curvatura

S_p – Constante da influência da velocidade de 60 km/h

V_0 – Volume de tráfego

SUMÁRIO

	página
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	19
CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	24
2.1 Avaliação de Pavimento Flexível.....	24
2.1.1 Avaliação funcional.....	25
2.1.1.1 Valor de serventia atual (VSA).....	26
2.1.2 Avaliação estrutural.....	29
2.1.2.1 Técnicas de avaliação estrutural.....	38
2.1.2.2. Técnica FWD.....	39
2.1.2.3 Levantamento deflectométrico.....	41
2.1.2.4 Raio de curvatura.....	43
2.1.3 Avaliação da aderência pneu-pavimento.....	45
2.1.3.1 Microtextura.....	45
2.1.3.1.1 Avaliação com pêndulo britânico.....	45
2.1.3.2 Macrotextura.....	48
2.1.3.2.1 Avaliação com mancha de areia.....	48
2.1.3.3 Índice internacional de atrito (IFI).....	50
2.1.4 Avaliação do Número “N”	56
CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	60
3.1 Vias Pesquisadas e suas Características.....	60
3.1.1 Vias pesquisadas.....	60
3.1.2 Características.....	63
3.2. Segmentos Escolhidos.....	64

3.2.1 Av. Constantino Nery.....	64
3.2.2 Av. Djalma Batista.....	71
3.2.3 Av. Recife.....	77
3.2.4 Av. Paraíba.....	79
3.2.5 Av. Efigênio Sales.....	82
3.3 Funcionalidade das Vias.....	86
3.3.1 Avaliação funcional das vias.....	86
3.4 Avaliação Estrutural das Vias.....	88
3.4.1 Aplicação da técnica FWD.....	88
3.4.2 Análise deflectométrica.....	91
3.5 Análise da Aderência Pneu-pavimento nas Vias	93
3.5.1 Pela microtextura do revestimento.....	93
3.5.2 Pela macrotextura do revestimento.....	97
3.5.3 Pela avaliação do IFI do revestimento.....	99
3.6 Determinação do Número “N”.....	99
3.6.1 Deflexão admissível.....	101

CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES.....103

4.1. Resultados da Aplicação da Técnica FWD.....	103
4.1.1 Av. Constantino Nery.....	104
4.1.2 Av. Djalma Batista.....	111
4.1.3 Av. Recife.....	115
4.1.4 Av. Paraíba.....	116
4.1.5 Av. Av. Efigênio Sales.....	118

4.2. Resultados da Condição de Segurança quanto à Microtextura do Pavimento.....	120
4.3. Resultados da Condição de Segurança quanto à Macrotextura do Pavimento.....	127
4.4. Resultados do IFI (Índice Internacional de Atrito).....	133
 CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES.....	 143
 CAPÍTULO 6 – SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS.....	 146
 REFERÊNCIAS.....	 147
 ANEXO 	 153

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

Os pavimentos rodoviários são estruturas complexas, pois apresentam variáveis que podem interferir diretamente na sua durabilidade. Tais variáveis (cargas do tráfego, tipo e qualidade dos materiais, situações ambientais, técnicas construtivas, práticas de manutenção e restauração) devem ser cuidadosamente estudadas, de forma a garantir a execução de um pavimento durável, econômico e com qualidade.

Segundo Gonçalves (1999), a avaliação de um pavimento rodoviário compreende um conjunto de atividades destinadas à obtenção de dados, informações e parâmetros que permitam diagnosticar os problemas e interpretar o desempenho de uma estrutura.

No Brasil, segundo a ABDER (2013), a malha rodoviária apresenta-se em péssima situação, tanto em qualidade quanto em quantidade. De acordo com a CNT (2012), o Brasil tem apenas 13 % de sua malha pavimentada. Dos 13 % pavimentados, 54,6 % estão desgastados e 18,1 % estão com trincas e afundamentos.

A cidade de Manaus, como toda cidade em desenvolvimento, apresenta uma malha viária urbana deficitária para atender ao grande número de veículos que trafegam nas vias da cidade. Grande parte de suas vias apresenta pavimentos deformados (ondulações) e remendos executados com materiais diferentes dos aplicados no revestimento original.

Manaus tem hoje, aproximadamente, 555 mil veículos, com uma média de crescimento anual de 9% e 10%, segundo o DENATRAN (2013). Ainda, segundo o DENATRAN (2013), na cidade de Manaus, o número de automóveis registrados cresceu 138 % e o número de ônibus cresceu 133 % (no período de 2003 a 2013).

É importante ressaltar, também, que durante o verão a maioria das vias da cidade recebe serviço de remendo e tapa buraco, e algumas vezes, recapeamento asfáltico, em função das degradações surgidas no período da estação chuvosa. Esses reparos vem sendo executados sem a devida análise técnica das estruturas de pavimento, ocasionando, dessa forma, reparos paliativos e sem critérios técnicos, com dispêndio de recursos econômicos de elevada monta.

Neste sentido, definiu-se por aplicar a técnica FWD (*Falling Weight Deflectometer*), que é um Ensaio Não Destrutivo, para diagnosticar as estruturas de pavimento das principais vias, com tráfego intenso, da cidade de Manaus, objetivando melhorias nas estruturas do pavimento da malha viária da cidade, visto que, geralmente, grande parte dessa malha apresenta deterioração, principalmente no período em que as chuvas ocorrem com maior intensidade, causando, dessa forma, inúmeras intervenções por parte dos setores de infraestrutura municipais, a fim de manter a trafegabilidade viária. É importante destacar que a escolha dessa técnica deu-se em função, também, da celeridade na obtenção dos resultados, sem que houvesse grande interrupção de vias, tendo em vista o grande fluxo de veículos trafegando em Manaus.

Ressalta-se, também, que os problemas apresentados nos pavimentos, tais como buracos (panelas), depressões e trilha de roda, contribuem para aumentar os gastos do governo municipal para recuperá-los, além de propiciarem transtornos aos usuários, pelo desconforto causado, quando do uso das vias deterioradas. Portanto, melhoramentos realizados, dentro das técnicas recomendadas, podem resultar em economias ao município de Manaus.

É importante destacar que a técnica FWD já foi aplicada em avaliações estruturais de malhas rodoviárias de outras capitais, como, por exemplo, nas cidades de Minas Gerais e São Paulo (Macêdo, 1996).

Desse modo, o objetivo geral deste trabalho consiste em avaliar as estruturas de pavimento das principais vias de Manaus (Av. Djalma Batista, Av. Constantino Nery, Av. Recife

(atual Mário Ypiranga), Av. Paraíba e Av. Efigênio Sales), identificadas e localizadas na Figura 1, através da técnica FWD, apresentando os resultados obtidos por levantamentos deflectométricos, de modo a servir de orientação técnica para tomada de decisões, visando melhoramentos na execução, manutenção e reabilitação das vias constantes da malha viária da cidade, almejando o melhor retorno possível para os recursos investidos.

Dessa forma, como objetivos específicos, elencam-se:

- a) Determinar, através da técnica FWD, as deflexões nas vias escolhidas, obtidas por simulação de carga controlada;
- b) Avaliar a funcionalidade do pavimento quanto à sua segurança viária, tendo por base a aderência do pneu-pavimento, quer seja com relação à microtextura (ensaio com Pêndulo Britânico) ou macrotextura (ensaio de Mancha de Areia);
- c) Analisar as estruturas do pavimento, de forma a verificar a capacidade de suporte dos pavimentos.

Por conseguinte, o trabalho foi dividido em seis capítulos; o primeiro trata da introdução, onde é apresentado de um modo geral o trabalho de pesquisa.

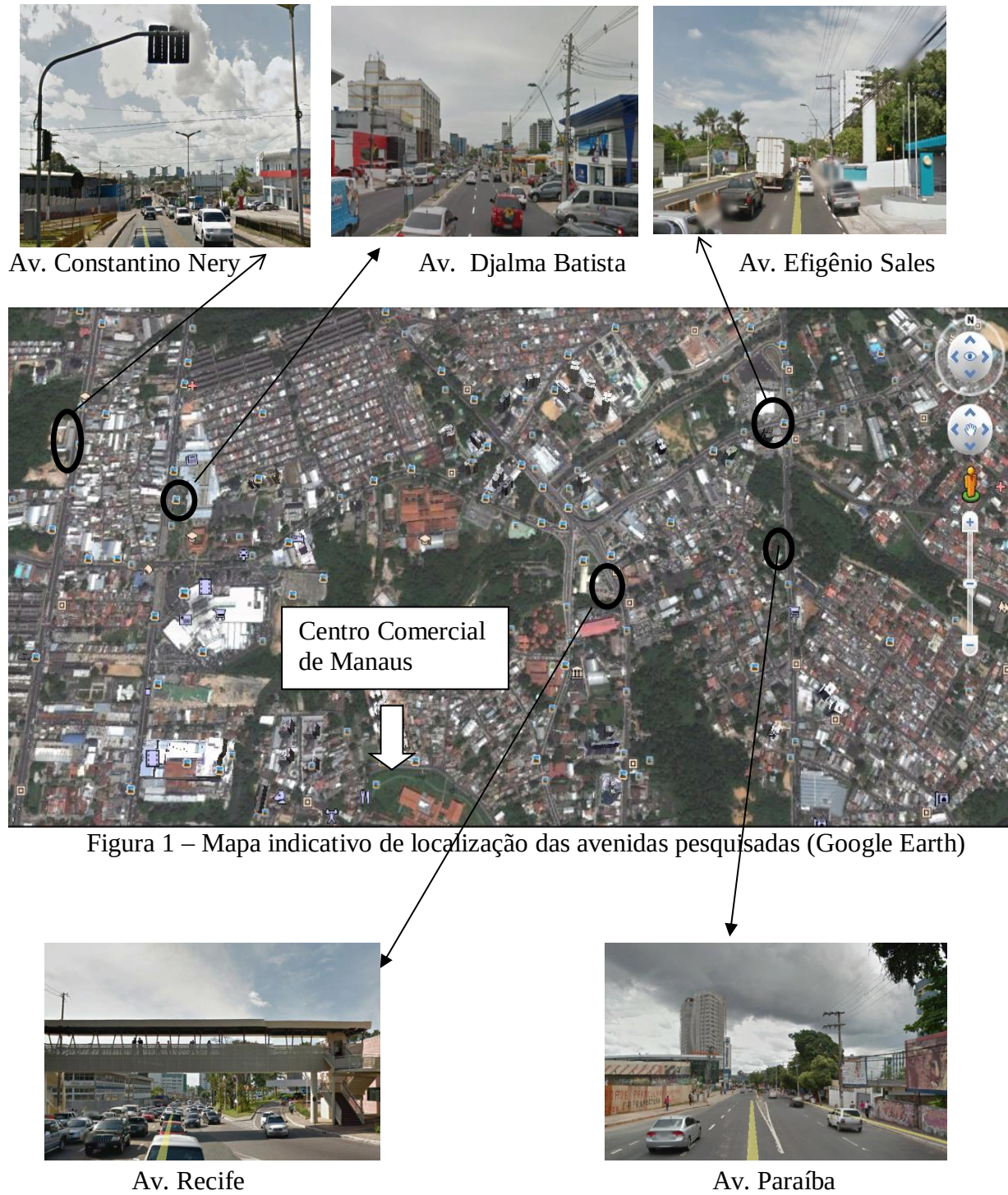
O segundo capítulo apresenta a revisão bibliográfica, onde são destacados os trabalhos e referências existentes e consagradas sobre avaliação estrutural de pavimento, especificamente no que se refere às técnicas de avaliação estrutural, destacando-se a aplicação do FWD, bem como, também, a análise das deflexões, dos levantamentos deflectométricos e as variáveis que podem influenciar nos resultados, além de apresentar, também, técnicas de avaliação da aderência pneu-pavimento.

O terceiro capítulo trata das análises dos resultados adquiridos com a aplicação da técnica FWD nas principais vias da cidade. Nesta fase, também, procurou-se analisar os resultados

obtidos dos ensaios realizados com o Pêndulo Britânico e Mancha de Areia, relativos à aderência do pneu-pavimento.

O quarto capítulo apresenta os resultados da pesquisa, juntamente com a análise e interpretação dos resultados.

O quinto capítulo trata das conclusões da pesquisa e o sexto e último capítulo apresenta as sugestões para outros trabalhos.



CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Avaliação de Pavimento Flexível

Sabe-se que a avaliação da condição do pavimento apresenta duas formas de procedimentos a serem tomados, no que tange à obtenção de observações sobre as características físicas da via ao longo do tempo. Segundo Branco, Pereira e Santos (2008), os objetivos principais de uma avaliação dos pavimentos são:

- Verificar a conformidade das características de um pavimento (construído ou reabilitado) com as especificações dos respectivos cadernos de encargos (projeto);
- Permitir a programação de ações de conservação;
- Fornecer dados para a melhoria das técnicas de construção e manutenção;
- Verificar e aperfeiçoar os métodos de dimensionamentos adotados;
- Fornecer dados para desenvolvimentos de novos modelos de previsão de comportamento dos pavimentos.

Segundo os citados autores, o processo de avaliação compreende duas fases:

- Observação do pavimento;
- Utilização dos dados.

Desse processo, resulta a avaliação da qualidade global dos pavimentos, que é dividida em avaliação estrutural e avaliação funcional.

A avaliação funcional tem por base verificar o conforto e segurança do usuário. A avaliação estrutural, parte principal deste trabalho, define o desempenho mecânico do pavimento, considerando o nível de tráfego e as condições climáticas da região.

Dessa forma, faz-se necessário apresentá-las, para conhecimento e orientação do assunto, tendo em vista sua ligação com a pesquisa em questão. A seguir, são apresentadas as duas formas de avaliação.

2.1.1 Avaliação funcional

É importante ressaltar que previamente à avaliação estrutural, faz-se necessária a realização de estudos do estado da superfície do pavimento. A informação sobre o estado em que se encontra a superfície constitui requisito essencial. Para a observação dos dados necessários à avaliação do pavimento, torna-se necessário definir uma metodologia de observação. Sabe-se que existem várias maneiras de avaliar subjetivamente a superfície de um pavimento.

Balbo (1997) explica que a avaliação da superfície de pavimentos pode ser feita através de vários métodos que se propõem a estabelecer um índice de qualidade para um determinado segmento, a partir da análise e estatísticas relacionadas aos diversos defeitos encontrados sobre a superfície do pavimento.

Utilizar-se-á neste trabalho uma avaliação que emprega o conceito de *Serventia*. Esta avaliação é apresentada como a que fornece o estado de deterioração do pavimento, tendo como base o conceito de Serventia. A *Serventia* é a utilização de um segmento de pavimento por elevado volume de automóveis e caminhões em altas velocidades. Paralelamente à *Serventia*, aparece o Desempenho, que é capacidade de servir satisfatoriamente ao tráfego durante um certo período. Dessa relação *Serventia x Período* (ou tráfego) pode ser determinada a vida útil de um pavimento. Segundo CAREY e IRICK (1960), nesta avaliação podem ser consideradas as seguintes hipóteses:

- o propósito principal de um pavimento é servir ao público que trafega sobre ele;

- as opiniões dos usuários são subjetivas, mas se relacionam com algumas características dos pavimentos possíveis de serem medidas objetivamente;
- a serventia de uma seção de rodovia pode ser expressa através de avaliações realizadas pelos usuários;
- o desempenho de um pavimento é o histórico de sua serventia ao longo do tempo.

2.1.1.1 Valor da serventia atual (VSA)

O DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), por meio da norma DNIT – PRO 009/2003, que trata da Avaliação Subjetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis, exige que sejam obedecidas algumas condições, as quais são discriminadas abaixo:

- O trecho a ser percorrido deve ser considerado, quanto à sua finalidade, como principal, durante 24 horas;
- a avaliação deve ser feita sob condições climáticas totalmente favoráveis (sem chuvas, nevoeiro, neblina etc.);
- devem ser ignorados os aspectos do projeto geométrico;
- devem ser considerados os buracos, saliências e irregularidades da superfície;
- devem ser desprezadas irregularidades causadas por recalques de bueiros;
- cada trecho deve ser avaliado independentemente;
- cada avaliador deve considerar o conforto, dirigindo por 8 h, ao longo de 800 km.

Definiu-se por adotar, nesta pesquisa, esse tipo de avaliação, tendo em vista a necessidade de se obter, somente, um grau de conforto e suavidade do rolamento proporcionado pelo pavimento, por conta de visíveis deformações observadas na capa asfáltica. Ressalva-se, também, que este método foi escolhido devido à sua simplicidade e praticidade com que é abordada a

pesquisa. Além disso, a avaliação funcional dará uma ideia de como o usuário da via conceitua um revestimento, tendo apenas informações visuais e sensação de conforto.

A Norma do DNIT fixa os procedimentos exigíveis para a avaliação subjetiva com base no seu Valor de Serventia Atual (VSA), indicando o grau de conforto e suavidade ao rolamento proporcionado pelo pavimento. A Norma define, também, o conceito de Serventia como sendo a capacidade de um trecho específico de pavimento de proporcionar, na opinião do usuário, rolamento suave e confortável em determinado momento, para quaisquer condições de tráfego. O processo orienta uma avaliação, por cinco membros, cientes do propósito da norma, que conceitua cada trecho ou segmento com valores que variam de 0,0 a 5,0, indicando conceitos de péssimo a ótimo. O avaliador deve preencher uma ficha (Figura 2) para cada trecho. Logo após cada avaliação experimental, deve ser dada a nota, marcando-a na escala vertical com as decimais. A velocidade do veículo deve ser próxima do limite permitido para a via. Para determinação do VSA, devem ser escolhidos trechos homogêneos com extensão máxima de 2 km, após rápida inspeção. Para cada trecho avaliado, os resultados devem ser relacionados separadamente, pela Equação 1.

$$VSA = \sum \frac{x}{n} \dots\dots\dots(1)$$

Onde:

VSA = Valor de Serventia Atual;

X = Valores de Serventia Atual individuais atribuídos por cada membro do grupo escolhido para avaliação;

n = nº de membros do grupo de avaliação.

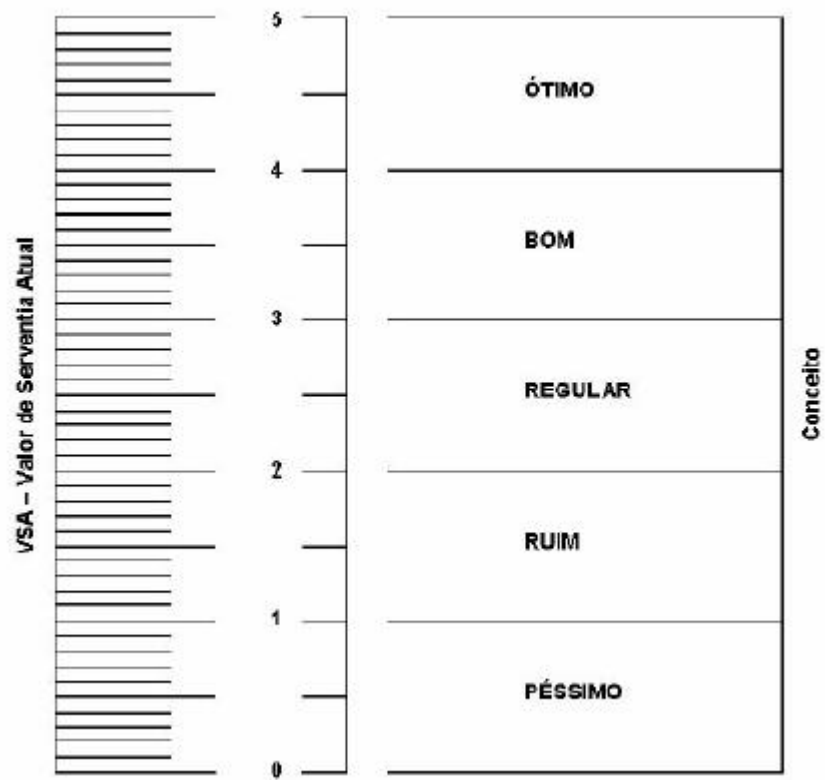


Figura 2 – Escala de Serventia da Ficha de Avaliação do VSA (DNIT PRO 009/2003)

Os resultados obtidos nas avaliações podem ser interpretados utilizando a Tabela 1. Dessa forma, a avaliação feita subjetivamente passa a ter um olhar mais concreto.

CONCEITO	DESCRIÇÃO	VSA
Ótimo	Necessita apenas de manutenção rotineira	$VSA > 4,0$
Bom	Desgaste superficial, trincas não muito severas em áreas não muito extensas (lama asfáltica)	$3,0 < VSA \leq 4,0$
Regular	Pavimento trincado, com panelas pouco freqüentes e com irregularidade longitudinal e/ou transversal (correção de pontos localizados ou recapeamento)	$2,0 < VSA \leq 3,0$
Ruim	Defeitos generalizados com correções prévias em áreas localizadas – remendos superficiais ou profundos (recapamento com correções prévias)	$1,0 < VSA \leq 2,0$
Péssimo	Defeitos localizados com correções prévias em toda a extensão. Deterioração do revestimento e das demais camadas – infiltração de água e descompactação da base (Reconstrução)	$VSA \leq 1,0$

A escala de notas e conceitos pode ser observada como segue:

Tabela 1 – Interpretação do conceito do VSA (CONCEPA – LAPAVE, 2010)

2.1.2 Avaliação estrutural

Esta avaliação compreende: **ensaios estruturais destrutivos e não destrutivos**.

Segundo Balbo (2007), a avaliação estrutural de pavimentos, em seu sentido mais amplo, abrange a caracterização completa de elementos e variáveis estruturais dos pavimentos que possibilitem uma descrição objetiva de seu modo de comportamento em face das cargas de tráfego, de modo a possibilitar a emissão de julgamento abalizado sobre a capacidade portante de um pavimento existente diante das futuras demandas de tráfego.

Os dois principais ensaios para avaliação estrutural destrutiva são: ensaio triaxial dinâmico e ensaio de compressão diametral dinâmico.

Os métodos Não Destrutivos, na sua maioria, se baseiam na determinação da deformação elástica, que é a resposta do pavimento sob efeito do carregamento dinâmico do tráfego. O baixo

custo, menor interrupção do tráfego e menores danos ao pavimento as tornam preferenciais em relação às destrutivas; contudo, tal fato não minimiza a importância dos métodos destrutivos, sendo em muitos casos completamente necessários.

Segundo Mâcedo (1996) e Witczak (1989), em relação a ensaios deflektométricos, são destacadas três fases, em níveis de exigência de projeto de engenharia. Essas fases são:

Fase 1 – Relação deflexão máxima x vida dos pavimentos - Nesta fase, mede-se se apenas a deflexão máxima sob condições de cargas conhecidas e através de um critério de ruptura empírico (usualmente deduzido a partir de observações de comportamento de pavimentos flexíveis convencionais), estimava-se a vida restante do mesmo.

Fase 2 – Curvas múltiplas de deflexão x vida dos pavimentos – Nesta fase, reconhece-se que, embora a deflexão máxima sob a ação de uma determinada carga represente as condições estruturais de um pavimento, em muitos casos este parâmetro não consegue explicar de “per si” o comportamento estrutural global. Tornou-se, portanto necessário definir outros parâmetros, que, em conjunto com a deflexão máxima, fornecessem informações relacionadas ao estado do pavimento. Como característica desta fase destacam-se:

a) o reconhecimento de que os pavimentos rompem-se por mais de um mecanismo de ruptura: a fadiga dos revestimentos asfálticos e deformações plásticas do subleitos;

b) uso da deflexão máxima (D_0) e do Raio de curvatura (R_c) como indicadores da capacidade estrutural dos pavimentos.

Fase 3 – Análise da bacia de deflexões – Esta é a fase atual, que se caracteriza não somente pela obtenção da bacia de deflexões de forma rápida e acurada, mas também pela utilização de teorias apropriadas que permitem a avaliação do comportamento mecânico dos materiais “in-situ”.

Esta pesquisa concentrar-se-á somente nos ensaios estruturais NDT, não destrutivos, onde são realizadas medidas de deflexões superficiais, causadas por um carregamento conhecido. Na avaliação estrutural não destrutiva têm sido utilizados os seguintes equipamentos: viga Benkelman, deflectômetros vibratórios e os deflectômetros de impacto (FWD).

Os ensaios NDT provocam menores interrupções no tráfego, fornecendo, assim, maior flexibilidade para a avaliação quantitativa da condição do pavimento em qualquer estágio de sua vida de serviço, possibilitando o retorno no mesmo ponto a cada avaliação, pela sua capacidade de georrefenciamento.

Segundo MACEDO, 1996, dentre as principais vantagens da utilização desses ensaios, podem-se citar:

- Determinação dos módulos das camadas do pavimento, que possibilitam realizar melhor julgamento acerca da integridade estrutural das camadas de um pavimento;
- Formação de uma base de dados para os métodos mecanísticos de projeto de reforço estrutural do pavimento;
- Formação de uma base de dados para a utilização em Sistemas de Gerência de Pavimentos;
- Resposta real e imediata do pavimento ao carregamento aplicado, sem submeter os materiais aos distúrbios causados pela retirada de amostras.

Nessa avaliação, faz-se necessário discriminar o possível comportamento estrutural do pavimento ao longo de sua vida, logo após a entrada em serviço ou durante seu ciclo de vida. Nesse sentido, existem referências bibliográficas que apresentam as fases, pelas quais o pavimento passa, e como ele se comporta frente às repetições de cargas impostas pelo tráfego. É o caso da Norma DNIT PRO 011/79 – Avaliação Estrutural dos Pavimentos Flexíveis,

Procedimento B. Segundo essa norma, o Brasil já possui um bom conhecimento dessa técnica, a qual está sendo utilizada para determinação de medidas de deflexões. Esse estudo considera um pavimento que, ao longo de sua vida, é solicitado por tráfego que o submete a esforços de compressão, cisalhamento e flexão, bem como o fator referente ao clima (pluviometria e temperatura). Esses fatores são os principais causadores da fadiga em toda a estrutura do pavimento. Dessa forma, as fases relativas à vida do pavimento distinguem-se conforme conceitos abaixo, mediante apresentação da Figura 3:

- FASE DE CONSOLIDAÇÃO: fase que sucede à construção, caracterizada por diminuição acentuada do valor da deflexão. O valor da deflexão tende a se estabilizar no fim desta fase.
- FASE ELÁSTICA: fase que sucede à de consolidação, onde a deflexão se mantém aproximadamente constante (apenas oscilações causadas por variações climáticas). Essa fase define a vida útil do pavimento.
- FASE DE FADIGA: fase que sucede a fase elástica, caracterizada por crescimento acelerado do valor da deflexão. Caso não sejam tomadas medidas de conservação, o pavimento começará a apresentar um processo acelerado de degradação.

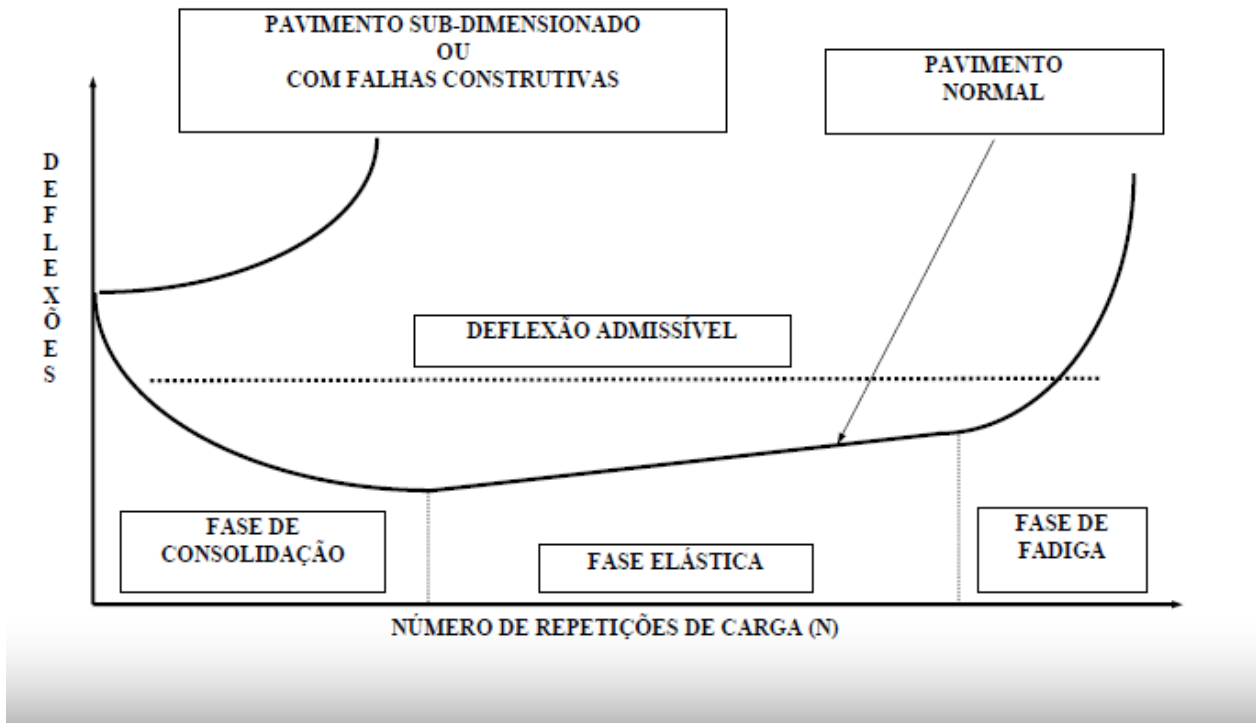


Figura 3 - Fases da vida de um pavimento (DNER – PRO 011/79).

Conforme a Norma DNER – PRO 011/79, um pavimento flexível bem projetado terá sua fase elástica mais prolongada, ocasionando, dessa forma, economia aos responsáveis pela sua manutenção. Além disso, é importante lembrar que o pavimento, mesmo sendo bem projetado, ainda poderá sofrer interferências que poderão afetar seu ciclo de vida. Tais interferências estão atreladas a fatores que causam deficiências no revestimento e na estrutura do pavimento, das quais podem ser destacadas:

- a) falhas da fundação do subleito ou do aterro;
- b) deficiências da drenagem;
- c) deficiências de projeto;
- d) falhas construtivas nas camadas do pavimento.

É importante, também, ressaltar como as cargas transmitidas pelas rodas dos veículos atuam sobre o pavimento. Essa ação provoca a ação de uma tensão de tração (σ_t), nas fibras inferiores do revestimento asfáltico, decorrente de uma deformação de tração (ε_t), cujo descontrole ocasiona o aparecimento de trincas por fadiga no revestimento, e na superfície do subleito, uma tensão (σ_z), decorrente de uma pressão “p”, que, agindo constantemente sobre as trilhas de rodas, localizadas no revestimento, poderá desencadear deformações permanentes.

Para que não surjam trincas, prematuramente, faz-se necessário que as deflexões pesquisadas (D_0) estejam abaixo da deflexão admissível (D_{adm}) e o raio de curvatura (R_c) do pavimento esteja acima de um valor mínimo (considerado como 100 m). Isto garante que o valor da tensão de tração (σ_t), correspondente à deformação ε_t , não ultrapasse um determinado valor, acima do qual o revestimento betuminoso romper-se-á por fadiga. Para uma melhor compreensão, são apresentadas as Figuras 4 e 5, onde é destacada a ação das cargas sobre um determinado pavimento flexível e suas prováveis consequências no pavimento.

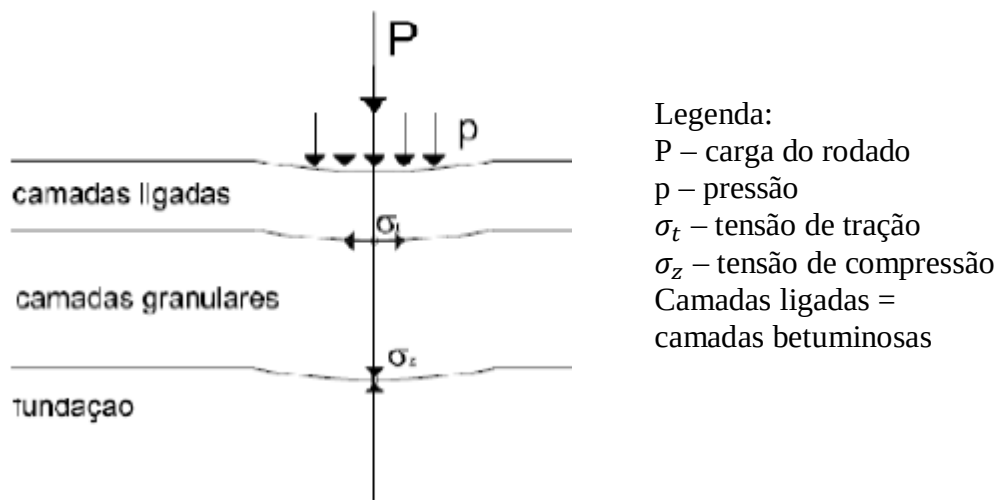


Figura 4 – Estrutura típica de um pavimento rodoviário (Picado-Santos et al., 2006b).



Figura 5 – Degradação nas várias camadas que constituem o pavimento (PTC 2005).

Em função disso, ressalta-se, também, a ação das cargas por eixo dos veículos pesados. Estas cargas podem ser diversas, pois dependem do tipo de veículo e do tipo de carga. A enorme variedade de cargas dos eixos dos veículos que transitam numa estrada determina o aparecimento de tensões e deformações, também, com enorme variedade.

A Norma DNIT PRO 011/79, Procedimento B, apresenta critérios que podem ser considerados como válidos, tendo por base a teoria da elasticidade aplicada aos levantamentos deflectométricos. Ademais, ainda não existem critérios universalmente aceitos que possibilitem uma fácil tomada de decisão com respeito à avaliação estrutural de pavimentos. Dessa forma, é razoável que os critérios baseados no modelo deflectométrico sejam aceitos quando as estruturas estiverem sendo analisadas dentro de um regime aproximadamente elástico.

Nesse sentido, a Norma DNIT PRO 011/79 fixa diretrizes a serem adotadas para efeito de análise da avaliação estrutural dos pavimentos. A Norma procurou formular cinco casos, de forma a enquadrá-los dentro de um segmento homogêneo. Para isso, foram considerados os seguintes parâmetros, segundo os critérios discriminados no Quadro 1.

Hipótese	Dados Deflectométricos Obtidos	Qualidade Estrutural	Necessidade de Estudos Complementares	Critério para Cálculo de Reforço	Medidas Corretivas
I	$D_m \leq D_{adm}$ $R \geq 100$	BOA	NÃO	-	Apenas correções de superfície
II	$D_m > D_{adm}$ $R \geq 100$	Se $D_m \leq 3D_{adm}$ REGULAR	NÃO	Deflectométrico	Reforço
		Se $D_m > 3D_{adm}$ MÁ	SIM	Deflectométrico e Resistência	Reforço ou Reconstrução
III	$D_m \leq D_{adm}$ $R < 100$	REGULAR PARA MÁ	SIM	Deflectométrico e Resistência	Reforço ou reconstrução
IV	$D_m > D_{adm}$ $R < 100$	MÁ	SIM	Resistência	Reforço ou Reconstrução
V	-	MÁ O pavimento apresenta deformações permanentes e rupturas plásticas generalizadas (IGG > 180)	SIM	Resistência	Reconstrução

Quadro 1 – Critérios para Avaliação Estrutural (Norma DNIT PRO 011/79, Proc. B).

Onde:

D_m : Deflexão de projeto (Deflexão média obtida pelo ensaio do FWD);

R_c : Raio de curvatura;

D_{adm} : Deflexão admissível;

IGG : Índice de Gravidade Global.

A Deflexão admissível é determinada pela Equação 2:

$$\text{Log (Dadm)} = 3,01 - 0,176 * \text{Log (N)} \quad (2)$$

Sendo:

N : número de solicitações do eixo padrão rodoviário de 80 kN.

O Raio de Curvatura é determinado pela Equação 3:

$$R_c = \frac{3125}{D_0 - D_{25}} \quad (3)$$

Onde:

D_{25} : Deflexão localizada a 25 cm do ponto de impacto.

D_0 : Deflexão localizada sob o ponto de impacto (deflexão máxima).

Sobre os critérios para o cálculo do reforço, segundo o Quadro 1, temos:

- a) Deflectométrico : cálculo do reforço baseado nas deflexões do pavimento.
- b) Resistência : cálculo do reforço baseado no valor do Índice de Suporte CBR.

Segundo Preussler e Pinto (2002), a medida da deflexão recuperável máxima é um parâmetro importante para a caracterização do comportamento estrutural do pavimento, pois o seu valor está intimamente relacionado com a deformabilidade elástica de todas as camadas que compõem a estrutura ensaiada. Quanto maior o seu valor, mais resiliente é a estrutura e, conseqüentemente, maior será o seu comprometimento estrutural. Porém, estruturas distintas podem apresentar a mesma deflexão recuperável máxima, por este fato, tornam-se

imprescindíveis medidas auxiliares a diferentes distâncias no sentido de se obter a linha de influência da bacia de deformação elástica.

2.1.2.1 Técnicas de avaliação estrutural

A viga Benkelman é um equipamento destinado a medir a deflexão de um pavimento, conseguida por intermédio da aplicação de uma carga estática de um par de pneu traseiro de caminhão toco. É constituída de uma base metálica rígida e uma viga. Trata-se de um ensaio pontual e lento.

As técnicas de medidas de deflexões em pavimentos com equipamentos deflectométricos são amplamente utilizadas para avaliação estrutural.

Segundo Macêdo (1996), três classes de equipamentos Não Destrutivos são utilizados frequentemente para a obtenção de dados deflectométricos: i) equipamentos de carregamento quase-estático, que medem a deflexão do pavimento, sob carregamento das rodas de veículos que se deslocam à velocidade muito baixa, para que não ocorra a influência de forças inerciais. (exemplos: ensaio de placa, viga Benkelman, curvímetro, deflectógrafo Lacroix e o deflectógrafo móvel da Califórnia, “Califórnia travelling deflectometer”); ii) equipamentos de carregamento dinâmico em regime permanente, que aplicam uma carga estática na superfície do pavimento e o carácter dinâmico do ensaio é obtido a partir da indução de uma vibração harmônica estável. (inclui-se aqui os equipamentos Dynaflect, o Road Rater e o vibrador WES-16 do Corpo de Engenheiros dos E.U.A); iii) equipamentos que medem a deflexão a partir de carregamentos por impulso (Falling Weight Deflectometer – FWD). Esses últimos equipamentos aplicam uma força transiente ao pavimento, pelo impacto causado por um peso alçado a uma certa altura num sistema guia e, a seguir, liberado. O peso, ao cair, choca-se com uma placa que transmite a força ao pavimento, força esta que pode ser variada pela alteração do conjunto de massas e/ou altura de

queda, através de um processo de tentativa e erro para a resposta conveniente da estrutura. Nessa classe de equipamentos estão incluídos: Dynatest FWD, Dynatest HWD, Phoenix FWD, Kuab FWD (versão sueca) e o Nagaoka Kuab FWD (versão japonesa).

2.1.2.2 Técnica FWD

É uma técnica em que se usa um equipamento destinado a avaliar a capacidade estrutural de um pavimento, através da medição da sua resposta a uma carga de impacto.

Segundo Pinto e Preussler (2002), todos os equipamentos que utilizam o modo de carregamento dinâmico de impacto (impulso) estão incluídos nesta classificação e são chamados de FWD – “Falling Weight Deflectometer” ou deflectômetros de impacto. Os equipamentos mais conhecidos no Brasil são o Dynatest FWD e o KUAB FWD.

O princípio de funcionamento dos equipamentos de carregamento por impulso é caracterizado pela queda de um conjunto de pesos sobre um sistema de borracha que amortece e transfere as cargas aplicadas a uma placa circular apoiada no pavimento (Figuras 6 e 7). As deflexões provocadas pela aplicação da carga são registradas por um conjunto de sensores dispostos longitudinalmente, a partir do ponto de aplicação da carga (Figura 8). Os deflectômetros de impacto tipo FWD estão sendo cada vez mais utilizados nas avaliações estruturais de pavimentos flexíveis e de concreto, de pistas de aeroportos e de rodovias (Medina et. al., 1994).

Segundo Rocha Filho, 1996 (apud Balbo, 2007), a deflexão obtida pela técnica FWD equivale a 87 % da deflexão obtida pela Viga Benkelman. O FWD é um equipamento concebido a partir de testes geofísicos. Sua função é simular, através do ensaio, o efeito causado pelas cargas de rodas em movimento.

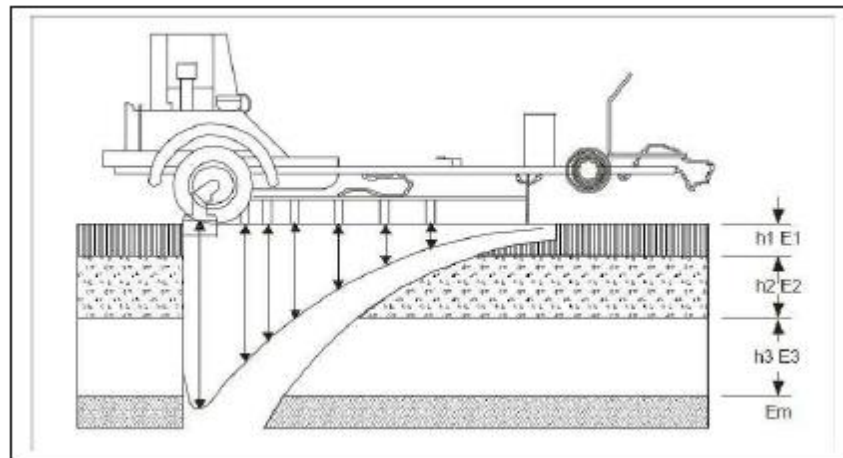


Figura 6 – Esquema do equipamento FWD (DNIT, 2006).

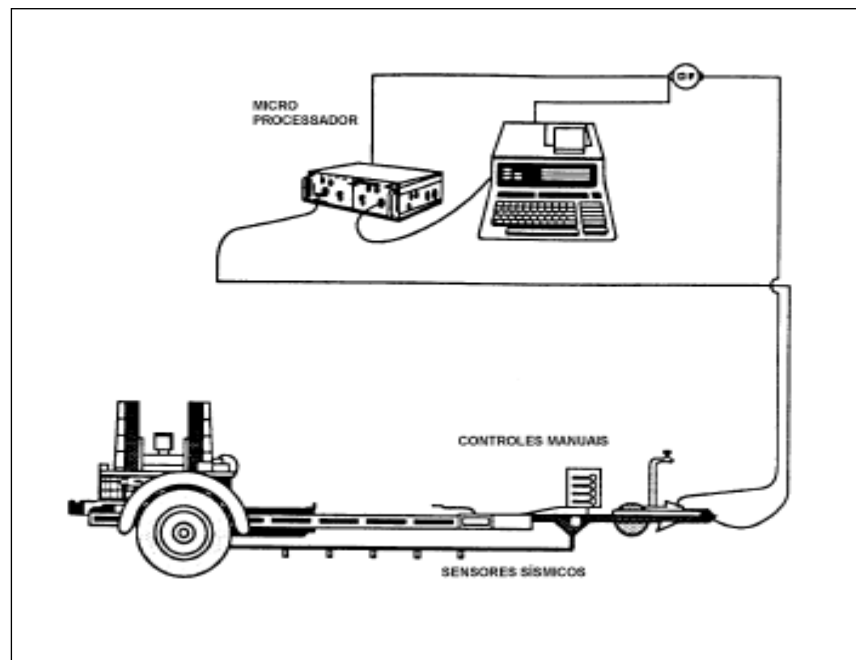


Figura 7 – Esquema de funcionamento eletrônico do FWD (Rocha Filho, 1996).

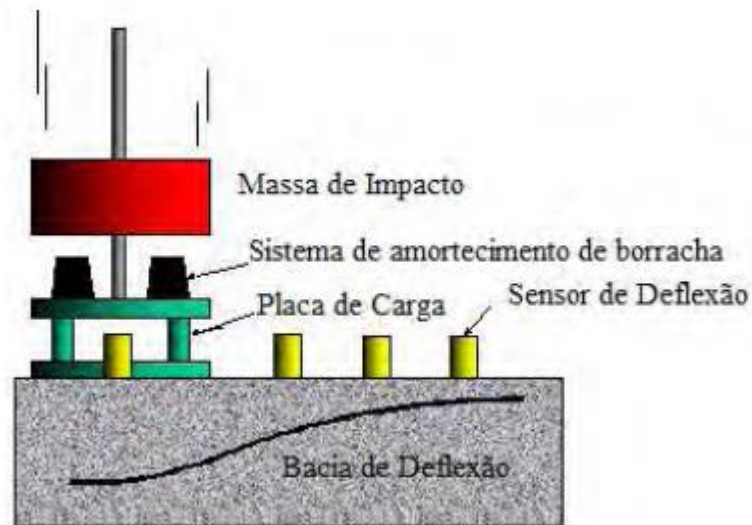


Figura 8 – Representação esquemática do ensaio do FWD (Simões e Cunha, 2006).

2.1.2.3 Levantamento Deflectométrico

De acordo com Branco, Pereira e Picado (2008), até o 3º sensor (Db), ainda há sinais do impacto no revestimento (Figura 9).

Na Figura 9, o sensor localizado em D_0 mede a deflexão reversível máxima do conjunto pavimento-solo de fundação, enquanto que o sensor localizado sobre D_c , ilustrado na figura, mede apenas a deformação reversível relativa ao solo de fundação.

A deflexão, isoladamente, não permite caracterizar adequadamente as estruturas dos pavimentos. O seu valor máximo é muitas vezes utilizado para avaliar o estado do pavimento. No entanto, a deflexão máxima atrelada ao raio de curvatura da bacia de deflexão, conjuntamente analisada com o estado superficial e estrutura do pavimento, pode determinar-se, de uma forma mais precisa, o estado estrutural do pavimento (Branco, Pereira e Picado, 2008).

Com relação à resposta estrutural do pavimento, ainda, segundo os autores, o Raio de curvatura é o melhor parâmetro a ser considerado, em comparação à deflexão máxima, visto que

a bacia de deflexão traduz mais realisticamente o comportamento estrutural dos pavimentos do que a magnitude da deflexão (Roque, 1998), conforme demonstração na Figura 10.

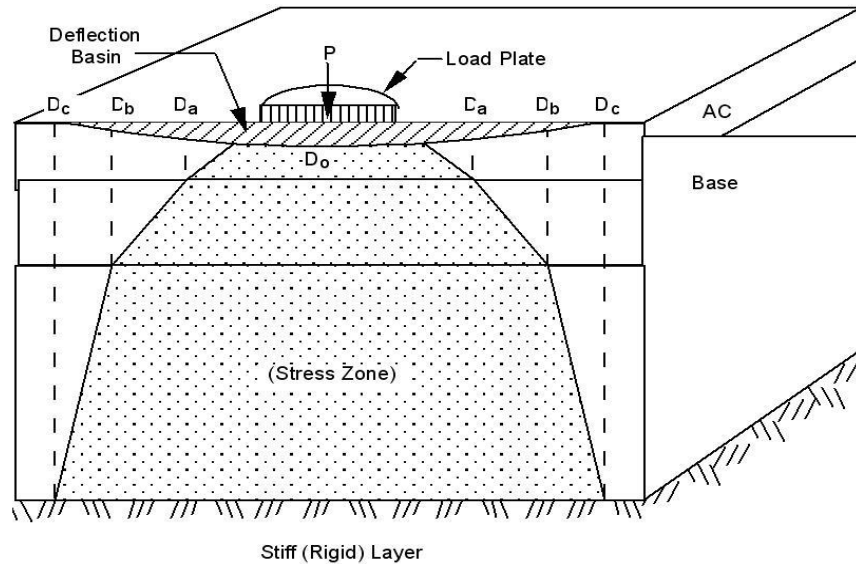


Figura 9 – FWD e zonas de tensão (fonte: *Pavement Interactive*, abril, 2010).

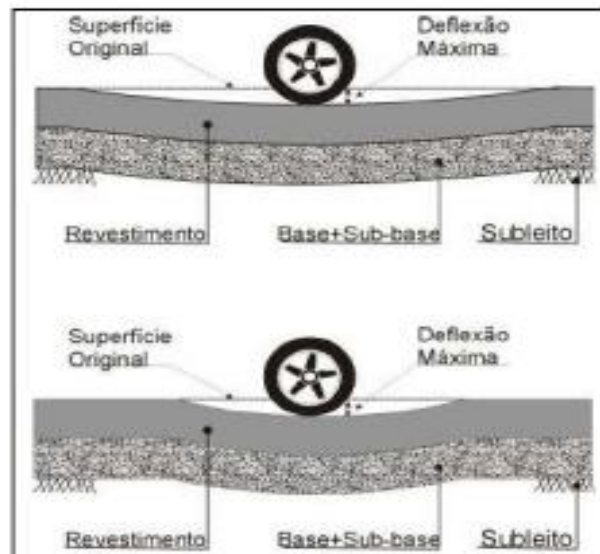


Figura 10 – Bacias deflectométricas para uma mesma Deflexão máxima (Cavalcante, 2005).

Com relação aos parâmetros, apresentados no Quadro 2, concomitantes aos apresentados no Quadro 1 (Critérios para avaliação estrutural, norma DNIT PRO 011/79, procedimento B), os pavimentos pesquisados deverão ser avaliados estruturalmente tendo por base as duas tabelas. Esses parâmetros de deflexão estão relacionados a uma avaliação da condição estrutural, de acordo com o tipo de camada de base, como descrito no Quadro 2. Esses dados foram extraídos a partir de Horak (2008).

Tipo de Base	Classificação da Condição Estrutural	Parâmetros da Bacia de Deflexão	
		D ₀ (x 0,01 mm)	R _c (m)
Base Granular	Sadia	< 50	> 100
	Alerta	50 a 75	50 a 100
	Severa	> 75	< 50
Base Cimentícia	Sadia	< 20	> 150
	Alerta	20 a 40	80 a 150
	Severa	> 40	< 80
Base Betuminosa	Sadia	< 40	> 250
	Alerta	40 a 60	10 a 250
	Severa	> 60	< 100

Quadro 2 - Condição estrutural associada com parâmetros da bacia de deflexão (adaptado de Horak, E. (2008).

2.1.2.4 Raio de curvatura

A determinação dos raios de curvatura para as bacias de deflexões possibilita a avaliação do comportamento estrutural de um pavimento. A literatura pertinente ao assunto especifica que

para pavimentos os quais as bacias de deflexões da camada de revestimento apresentem raios de curvatura inferiores a 100 m, é possível inferir a presença de problemas associados à sua estrutura. Ademais, a Figura 11, representa uma situação real relacionada ao R_c . Na representação, observa-se que quanto maior o R_c , melhor a qualidade estrutural do pavimento. Caso contrário, R_c pequeno, mostra uma situação ruim da estrutura do pavimento. Observa-se, também, que a análise leva em consideração a condição de mesma deflexão para os dois pavimentos.

O R_c baixo é indicativo de um arqueamento da deformada, denotando uma situação estrutural crítica (Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos, DNIT 2006).

Outro detalhe, de acordo com o Manual citado, o R_c é afetado pelas características elásticas das camadas do pavimento (Base e Revestimento). Por isso, baixos valores de R_c implicam baixos valores de Módulos de Elasticidade.

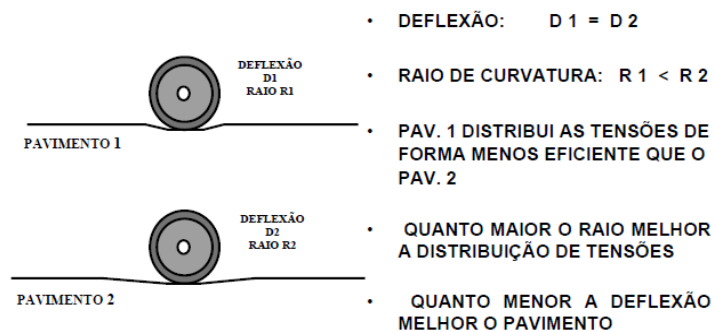


Figura 11 – Raios de curvatura em função de suas deflexões máximas (Glauco Tulio Pessa Fabbri – e-mail: glauco@sc.usp.br).

A partir das deflexões, são calculados para cada ponto de ensaio os respectivos raios de curvatura (R_c). O Raio de curvatura deverá ser calculado pela Equação 02, tendo-se uma distância entre o ponto de aplicação de carga (D_0) e o ponto de medida da deflexão, de 25 cm do ponto inicial da carga (D_0), utilizando-se os valores das deflexões medidas em centésimos de milímetros (0,01 mm). O raio curvatura (R_c) assim obtido apresentar-se-á na unidade de metros.

2.1.3 Avaliação da aderência pneu-pavimento

Segundo Aps (2009), com base na experiência prática e análises estatísticas, demonstrou-se a validade de uso de equipamentos portáteis para a determinação dos valores de IFI (*International Friction Index*) e estabeleceram-se critérios e faixas de classificação para a aderência em função do par de valores de IFI (S_p ; F_{60}). Essa classificação possibilita os órgãos viários a usarem o IFI (S_p ; F_{60}) como uma ferramenta de gerência de pavimentos, para avaliarem as condições de aderência em pista molhada de suas vias ou de locais específicos, objetivando, quando necessária, a realização de intervenções.

Entre esses padrões de exigências, o item Condições de Segurança desses documentos, como por exemplo, DNIT (2006), recomenda que as condições de aderência pneumático-pavimento sejam as melhores possíveis, não vindo a comprometer a segurança do usuário. A macrorugosidade verificada por meio da altura de areia (HS) deve estar no intervalo de 0,60 mm a 1,20 mm; e a condição de atrito obtida por meio do Pêndulo Britânico, expressa em valor de resistência à derrapagem (VRD), deve estar no intervalo compreendido entre 47 VRD a 75.VRD (DNIT, 2006).

2.1.3.1 Microtextura

2.1.3.1.1 Avaliação com Pêndulo Britânico

O Pêndulo Britânico é o equipamento mais difundido para determinação da microtextura. As suas vantagens são a rapidez e a facilidade de realizar o ensaio; a sua desvantagem é o baixo rendimento em nível de rede (determinação de fatores específicos a observar para uma análise mais completa).

O princípio de funcionamento do Pêndulo Britânico é a perda de energia de um pêndulo, com base emborrachada, ao deslizar sobre o pavimento. O ensaio determina a resistência à

derrapagem na superfície e o valor de atrito medido por este equipamento é expresso em BPN (*British Pendulum Number*) ou, em português, VRD (Valor de Resistência à Derrapagem).

A medição do valor de atrito representativo do local ensaiado é obtida realizando-se cinco lançamentos da sapata contra o pavimento, sendo a primeira medição descartada e com as demais se calcula o valor médio do VRD. A figura 12 mostra um Pêndulo Britânico, após o nivelamento com a superfície do pavimento.

Conforme especificado no Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (DNIT, 2006), a microtextura de uma superfície pode ser classificada em função do VRD obtido no ensaio com Pêndulo Britânico. As classes de microtextura podem ser verificadas na Tabela 2, abaixo. O Manual do DNIT (2006) recomenda valores de $VRD \geq 55$, ou seja, as superfícies devem apresentar características medianamente rugosa a rugosa.

Classificação	Limites de VRD
Perigosa	< 25
Muito Lisa	25 – 31
Lisa	32 – 39
Insuficientemente Rugosa	40 – 46
Medianamente Rugosa	47 – 54
Rugosa	55 – 75
Muito Rugosa	> 75

Tabela 2 - Classes de microtextura pelo método do Pêndulo Britânico (DNIT, 2006).

Ressalta-se, também, de acordo com a NORMA DNIT 032/2005 – ES - Pavimentos flexíveis – Areia-Asfalto a quente – Especificação de serviço, o revestimento de Areia-Asfalto a

quente acabado deve apresentar valores de Resistência à Derrapagem - VRD ≥ 45 , quando medido com o Pêndulo Britânico (ASTM-E 303/93).

A NORMA DNIT 031/2006 - ES - Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico - Especificação de serviço, para o revestimento de concreto asfáltico acabado deve apresentar Valores de Resistência à Derrapagem - VRD ≥ 45 quando medido com o Pêndulo Britânico (ASTM-E 303).

Para cada ensaio, é necessário fazer a normalização para a temperatura de 20° C. No caso de temperaturas superiores ou inferiores a 20° C, deve-se, respectivamente, aumentar ou diminuir o valor do coeficiente de atrito, conforme mostrado no Quadro 3.

Temperatura medida °C	Correcção do Coeficiente de atrito
40	+3
30	+2
20	0
15	-2
10	-3
5	-5

Quadro 3 - Correção a aplicar ao VRD para normalizar o ensaio para a temperatura de 20 °C.



Figura 12 – Pêndulo Britânico (fonte: CONCEPA – LAPAVE, 2010).

2.1.3.2 Macrotextura

2.1.3.2.1 Avaliação pela Mancha de Areia

O método de ensaio da Mancha de Areia consiste em espalhar um volume conhecido de material (areia limpa e seca ou microesferas de vidro) sobre a superfície do pavimento, de modo a preencher os vazios da superfície. Salienta-se que os movimentos para espalhar a areia são circulares e contam com o auxílio de um disco (Figura 13).

Quando os movimentos não espalham mais o material, mede-se então o diâmetro do círculo formado no pavimento, em quatro direções, e calcula-se o diâmetro médio da mancha. Dessa forma, é possível obter a altura média da mancha de areia, que representa a medida de macrotextura do pavimento, pela Equação 4:

$$HS = \frac{4 * V}{D_m^2 * \pi} \quad (4)$$

Onde:

HS = altura média da mancha (mm);

V = volume de areia (25.000 mm³);

D_m = diâmetro médio da mancha (mm).

A classificação da macrotextura de uma superfície também está especificada no Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (DNIT, 2006), sendo que os limites são definidos em função do HS. As classes de macrotextura podem ser verificadas na Tabela 3, abaixo.

De acordo com NORMA DNIT 032/2005 – ES - Pavimentos flexíveis – Areia-Asfalto a quente – Especificação de serviço, o revestimento de Areia-Asfalto a quente acabado deve apresentar valores de Altura de Areia (HS) na faixa de $0,6 \text{ mm} < HS < 1,2 \text{ mm}$.

A NORMA DNIT 031/2006 - ES - Pavimentos flexíveis - Concreto asfáltico - Especificação de serviço, para o revestimento de concreto asfáltico acabado deve apresentar Valores de Altura de Areia – $1,20 \text{ mm} \geq HS \geq 0,60 \text{ mm}$.

Classificação	Limites de HS
Muito Fina	< 0,20
Fina	0,21 – 0,40
Média	0,41 – 0,80
Grossa	0,81 – 1,20
Muito Grossa	> 1,20

Tabela 3 - Classes de macrotextura pelo método da Mancha de Areia (DNIT, 2006)

A faixa recomendada pelo Manual do DNIT (2006) para os valores da altura média da mancha de areia é $0,6 \text{ mm} < HS < 1,2 \text{ mm}$, ou seja, as superfícies devem apresentar textura média a grossa.

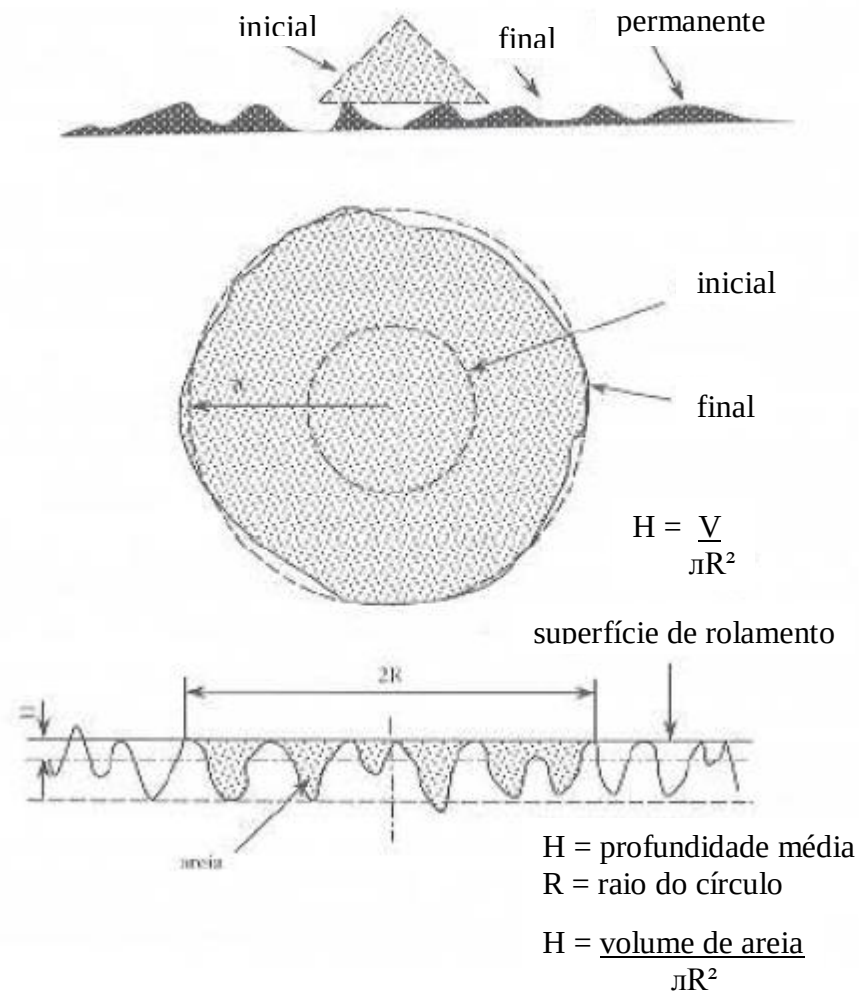


Figura 13 - Ensaio da mancha de areia (adaptado de Branco et al., 2006).

2.1.3.3 Índice internacional de atrito (IFI)

Segundo Aps (2009) com a conclusão da realização da 4ª tentativa de faixas classificatórias de superfícies asfálticas em relação à aderência pneu- pavimento, por meio do índice combinado IFI, órgãos viários podem vir a utilizá-lo, inclusive gestores e concessionárias, para fins de realização de intervenções que possam ser utilizadas em gerência de pavimentos.

Para o cálculo do valor numérico de IFI, é necessário que se obtenham duas informações sobre a superfície de rolamento do pavimento, uma sobre a textura (altura de areia) (T_x) em mm e outra sobre o atrito (FRS); esses valores podem ser obtidos por meio de quaisquer dos equipamentos contemplados na norma ASTM E- 1960 (2001). Com o valor obtido da textura, por meio de ensaio apropriado como a mancha de areia ou perfilômetro a laser, em mm, calcula-se (S_p) constante de velocidade. Durante a elaboração do modelo, e a partir dos dados do experimento, foi comprovado que a constante (S_p) da velocidade de referência, pode ser determinada mediante uma regressão linear, com uma medida de macrotextura (T_x), pela Equação 5, com auxílio da Tabela 4.

$$S_p = a + B \cdot T_x \quad (5)$$

Onde:

a – variável em função do método usado.

B – variável em função do método usado.

T_x – medida da macrotextura (HS).

S_p - constante da velocidade de referência.

Norma	Ensaio	a	B
ASTM E-1845	Perfilômetro Laser	14,2	89,7
ASTM-965	Mancha de Areia	- 11,6	113,6

Tabela 4 – valores de a e B para cálculo de S_p (Aps, 2006).

A seguir, com o valor obtido de atrito ($FRS = VRD$), por meio de um dos equipamentos contemplados na norma, procede-se ao cálculo de (FR_{60}), que é uma constante referente à velocidade de deslizamento de 60 km/h, e pode ser obtida pela Equação 6, do tipo exponencial.

$$FR_{60} = FRS^{(S - 60)/S_p} \quad (6)$$

Onde:

FRS – Medida de atrito (valor do VRD ou BPN)

S – Velocidade do equipamento utilizado para medir o atrito (Tabela 5)

S_p – Constante de influência da velocidade.

60 = velocidade de 60 km/h

Características	Equipamento		S	A	B	C
Pneus lisos						
Roda bloqueada	ASTM E-274 (USA)	65		0,045	0,925	0
	LCPC Skid Trailer (F)	60		0,002	1,008	0
Roda Parcialmente Bloqueada	OSCAR at 86% (N)	52		-0,03	0,864	0
	OSCAR at 20% (N)	12		0,119	0,643	0
	Komatsu Skis Trailer (J)	10		0,042	0,849	0
	DWW Trailer (NL)	43		0,019	0,868	0
	Griptesyer (UK)	9,4		0,082	0,91	0
Roda Obliqua	Stradograph (DK)	12,5		0,054	0,77	0
	Odoliograph Wallon (B)	12,9		0,113	0,729	0
	Odoliograph CRR (B)	20,5		0,113	0,746	0
	SCRIM Flemish (B)	20,5		0,049	0,967	0
	SCRIM CEDEX (E)	20,5		0,019	0,813	0
	SCRIM MOPT (E)	20,5		0,032	0,873	0
	SCRIM SRM (D)	20,5		0,017	0,85	0
	SCRIM GEOCISA (E)	20,5		0,021	0,928	0
	SCRIM (F)	20,5		-0,006	0,862	0
	SUMMS (I)	20,5		0,002	0,987	0
	SCRIMTEX (UK)	17,1		0,033	0,872	0
	Pneus com ranhuras					
Roda bloqueada	Stuttgarter Reibungsmesser (CH)		60	0,022	0,05	0,082
	Skiddometer (CH)	60		0,026	0,504	0,099
	Stuttgarter Reibungsmesser (A)	60		-0,072	0,767	0,086
	ASTM E-274 (USA)	65		-0,023	0,607	0,098
	Friction Tester (PL)	60		-0,025	0,807	0,068
Roda Parcialmente Bloqueada	Stuttgarter Reibungsmesser (CH)	12		0,141	0,323	0,074
	Skiddometer	12		0,03	0,918	-0,014
	BV-11 (S)	12		0,04	0,856	-0,016
	Stuttgarter Reibungsmesser (A)	12		0,02	0,867	-0,006
Equipamentos com sapatas						
Estáticos	DF Tester at 60 km/h (J)		60	-0,034	0,771	0
	DF Tester at 20 km/h (J)		20	0,081	0,732	0
	Pendulum Tester BPT (USA)		10	0,056	0,008	0
	Pendulum Tester SRT (CH)		10	0,044	0,01	0

Tabela 5 - Relação de equipamentos que foram calibrados para obtenção de F_{60} (Apud Aps, 2006).

Mede-se o atrito com um equipamento e velocidade determinada (FRS), depois, estima-se o atrito medido a 60 km/h (FR_{60}), e por último, estima-se o atrito harmonizado de referência (F_{60}), por meio da Equação 7, onde A, B e C foram determinados no Experimento Internacional para os diferentes equipamentos utilizados para medir o atrito.

$$F_{60} = A + B \cdot FR_{60} + C \cdot T_x \quad (7)$$

Onde:

F_{60} = Atrito Harmonizado de Referência

A – constante do equipamento calibrado

B - constante do equipamento calibrado

C - constante do equipamento calibrado

Por definição, os pares de valores (F_{60} , S_p) designam-se como sendo o IFI de um pavimento. Seu conhecimento permite traçar a curva de referência estimada de atrito versus velocidade de deslizamento conforme mostra a Figura 14.

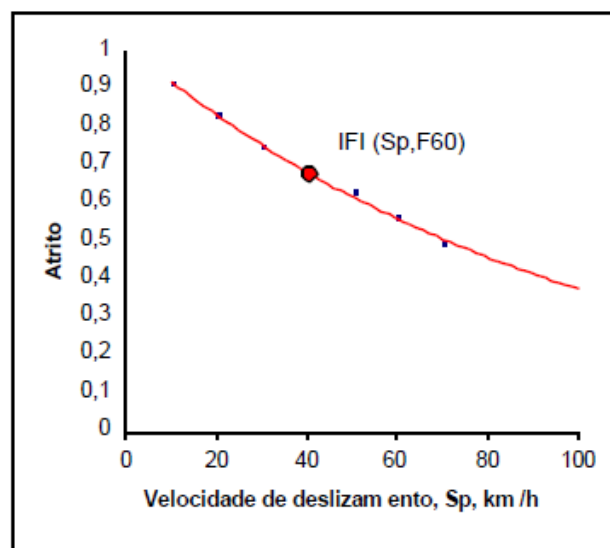


Figura 16 – modelo de IFI (Apud Aps, 2006).

Com os valores de IFI é possível também, estabelecer níveis de intervenções em função de F_{60} e S_p , determinando a estratégia de reabilitação mais adequada, conforme pode ser visto na Figura 15. Esses níveis podem ser estabelecidos pelos órgãos fiscalizadores e/ou administradores de rodovias em função da classe da via.

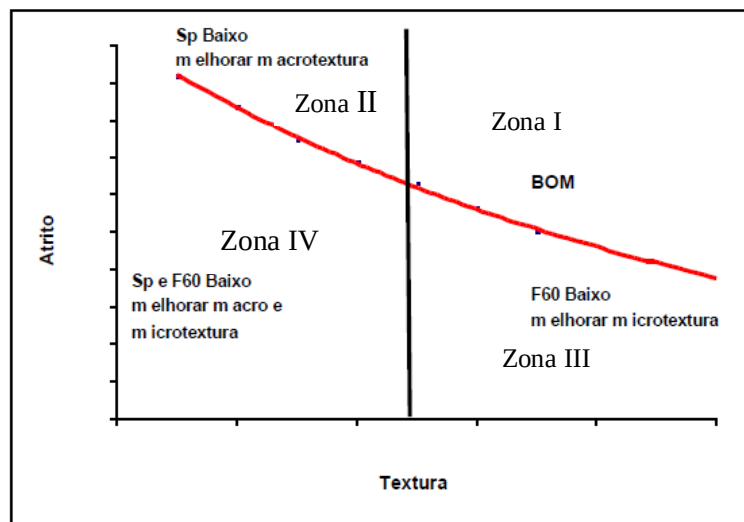


Figura 15 - Significado das distintas zonas de um diagrama de atrito – textura (Apud Aps, 2006).

Onde, para facilitar a escolha do tipo de intervenção, zonas são localizadas na Figura 15, conforme discriminação abaixo:

Zona I: BOM (não necessita de nenhuma intervenção na textura do pavimento).

Zona II: Valor de S_p Baixo (necessita de intervenção para melhorar a macrotextura do pavimento).

Zona III: Valor de F_{60} Baixo (necessita de intervenção para melhorar a microtextura do pavimento).

Zona IV: Valores de S_p e F_{60} Baixos (necessita de intervenção para melhorar a microtextura e a macrotextura do pavimento).

Segundo Ferreira (2002) e Amarante et al.(2005), com relação às melhorias para reabilitação da textura da superfície, para fins de melhorar as condições de aderência pneu-pavimento, destacam-se: aplicação de camada porosa de atrito (CPA), micorrevestimento asfáltico (MR), “grooving” (ranhuras), fresagem fina e jateamento com areia.

Limites IFI	
Péssimo	< 0,05
Muito Ruim	0,06 a 0,08
Ruim	0,09 a 0,11
Regular	0,12 a 0,14
Bom	0,15 a 0,21
Muito Bom	0,22 a 0,35
Ótimo	> 0,35

Quadro 4 - Faixas propostas na 4ª tentativa (adaptado de Aps, 2006).

2.2 Avaliação do Número “N”

De acordo com Cavalcante (2005), o efeito deletério do tráfego sobre os pavimentos é bastante complexo, constituindo-se numa das maiores dificuldades encontradas na tentativa de tornar racional a consideração deste componente no dimensionamento da estrutura do pavimento. Citam-se os seguintes fatores que concorrem para a complexidade do problema: heterogeneidade

das configurações dos eixos, variações nos valores das cargas por eixo e pressão de inflação dos pneumáticos ao longo da vida de projeto, variações na velocidade dos veículos devido à geometria da via e volume de tráfego, efeito do meio ambiente (temperatura e umidade), comportamento dos materiais das camadas do pavimento e do subleito.

O cálculo do número N (nº de repetições de carga do eixo padrão), que é efetuado de acordo com a Equação 8, leva em consideração os dados do Quadro 5, Classificação das vias e parâmetros de tráfego, da IP 02/2004, da SIURB/PMSP, cujos valores de V_0 sofrem majoração de 3,61 % por ano.

$$N_T = \left(\frac{V_0 + 1,5V_0}{2} \right) * e * 365 * P \quad (8)$$

Sendo:

N_T = número equivalente de solicitações do eixo padrão;

V_0 = volume diário de ônibus e caminhões;

e = equivalente por classe de via;

P = vida do projeto;

A Resolução Nº 210, do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN), de 13 de novembro de 2006, estabelece os limites de peso para veículos que transitem por vias terrestres. Dessa forma, Os limites máximos de peso bruto total e peso bruto transmitido por eixo de veículo são os indicados da Tabela 8. Além disso, existem as tolerâncias para o PBT (Peso Bruto Total) e para as cargas nos Eixos. As tolerâncias para o PBT limitam-se ao acréscimo de 5 % para sobrecarga, enquanto para a carga nos eixos é limitado em 7,5 %.

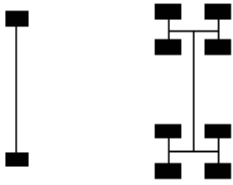
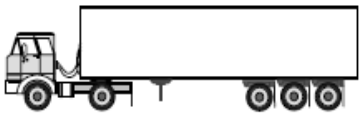
Tipo de eixo	Limite legal (por eixo)	Configuração
Simples – rodas simples Ex.: caminhões leves 	6,0 t	 6 t 6 t
Simples – rodas duplas Ex.: caminhões médios 	10,0 t	 6 t 10 t
Tandem duplo Ex.: caminhões pesados 	17,0 t	 6 t 17 t
Tandem triplo Ex.: semi-reboque 	25,5 t	 6 t 17 t 25,5 t
Outras combinações Ex.: reboques e semi-reboques		

Tabela 6 – Tipos de Eixos e Carga por eixos (CONTRAN, Resolução nº 210/2006)

Função	Tráfego Previsto	Vida de Projeto (P) (anos)	Volume Inicial (Vo)		Equivalente por veículo (e)	N
			Veículo Leve	Caminhão/Ônibus		
Via Local Residencial	Leve	10	100 a 400	4 a 200	1,5	2,7*10 ⁴ a 1,4*10 ⁵
Via Coletora Secundária	Médio	10	401 a 1.500	21 a 100	1,5	1,4*10 ⁵ a 6,8*10 ⁵
Via Coletora Principal	Meio Pesado	10	1.501 a 5.000	101 a 300	2,3	1,4*10 ⁶ a 3,1*10 ⁶
Via Arterial	Pesado	12	5.001 a 10.000	301 a 1.000	5,9	1,0*10 ⁷ a 3,3*10 ⁷
Via Arterial Expressa	Muito Pesado	12	> 10.000	1.001 a 2.000	5,9	3,3*10 ⁷ a 6,7*10 ⁷
Faixa exclusiva de ônibus	Volume médio	12	-	< 500	-	3*10 ⁶
-	Volume Pesado	12	-	> 500	-	5*10 ⁷

Quadro 5 – Classificação das vias e parâmetros de tráfego (Adaptado de IP-02/04/SIURB-PMSP)

De acordo com a contagem volumétrica, apresentada pela Manaustrans, e com a IP-02/2004/PMSP, a classificação do tráfego para as avenidas pesquisadas definiu-se como Leve a Meio Pesado. Ademais, o volume do tráfego deve ser majorado com a taxa de crescimento do país (adotada nesta pesquisa como sendo de 3,61 %).

CAPÍTULO 3

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Vias Pesquisadas e Suas Características

3.1.1 Vias pesquisadas

As avenidas Constantino Nery, Djalma Batista, Recife, Paraíba e Efigênio Sales foram as vias escolhidas para esta pesquisa. Todas as cinco vias possuem seu tráfego direcionado ao Centro de Manaus. As avenidas Constantino Nery e Djalma Batista cortam a cidade no sentido Norte-Sul. As avenidas Recife e Paraíba, com extensões menores, tem seus tráfegos direcionados paralelamente às avenidas Constantino Nery e Djalma Batista. A avenida Efigênio Sales é a única que se localiza em sentido perpendicular às outras avenidas pesquisadas.

As avenidas Constantino Nery (Figura 16), Djalma Batista (Figura 17), Recife (Figura 18), Paraíba (Figura 19) e Efigênio Sales (Figura 20) já sofreram várias reabilitações em seus revestimentos asfálticos, ao longo dos anos. É importante frisar que o revestimento original implantado é o CAUQ, constituído de seixo. Todavia, como Manaus não possui jazidas de materiais pétreos em grande quantidade, com exceção do seixo rolado, obtido dos rios, todas as reabilitações asfálticas são executadas com areia-asfalto, por conta da grande oferta de areia lavada localizadas próximas aos rios e jazidas em terras firmes (areais). Por isso, as avenidas pesquisadas apresentam grandes extensões remendadas com areia-asfalto. O revestimento em CAUQ apresenta-se, ainda, totalmente visível, na avenida Recife. Esta avenida é revestida com CAUQ, sendo seu agregado graúdo constituído de seixo rolado.

Ressalva-se que não foram obtidos dados de controle das manutenções asfálticas realizadas nas avenidas, visto que não há, por parte da SEINFRA (Secretaria de Infraestrutura) de

Manaus, registro de dados ou sistema de gerência de pavimentos, para fins de controle e manutenção de pavimentos.



Figura 16 - Av. Constantino Nery, em frente ao Olímpico Clube.



Figura 17 - Av. Djalma Batista, em frente ao Amazonas Shopping.



Figura 18 – Av. Recife, em frente ao Shopping Manauara.



Figura 19 - Av. Paraíba, próximo ao supermercado DB.



Figura 20 - Av. Efigênio Sales, em frente ao Condomínio Monte Líbano.

3.1.2 Características

No Quadro 6 são apresentadas algumas características das vias estudadas.

VIA	TIPO DE REVESTIMENTO	EXTENSÃO (Km)	LARGURA DA PISTA (m)	Nº DE FAIXAS
Constantino Nery	CAUQ	3,8	10,40	Duplicada (3 faixas por pista)
Djalma Batista	CAUQ	3,6	9,30	Duplicada (3 faixas por pista)
Recife	CAUQ	2,9	9,40	Simples (4 faixas)
Paraíba	CAUQ	2,6	7,50	Simples (4 faixas)
Efigênio Sales	CAUQ	3,7	7,50	Duplicada (2 faixas por pista)

Quadro 6 - Características físicas das vias selecionadas.

As avenidas pesquisadas possuem bases granulares revestidas com CAUQ. Durante a pesquisa, observou-se que alguns segmentos receberam recapeamentos com AAUQ. Seus tráfegos apresentam-se intensos, com aproximadamente 2500 veículos por hora, chegando a alcançar nos viadutos 9 mil veículos por hora (IMTRANS, Instituto Municipal de Tráfego, 2012). Em função disso, possuem diariamente congestionamentos no sentido ao centro da cidade. A avenida Recife possui dois viadutos. Um com extensão de 400 m e o outro com 300 m.

Ademais, as avenidas possuem seus fluxos em dois sentidos. Um sentido em direção ao centro da cidade e o outro em direção aos bairros. Exceção ocorre com a avenida Recife, que apresenta sentido viário ao centro de Manaus e a avenida Paraíba, onde é adotado o sentido em direção aos bairros da cidade.

3.2 Segmentos Escolhidos

Os segmentos foram definidos com base na Norma DNIT PRO 009/2003, onde procurou-se escolher segmentos com comprimentos entre 600 m e 2000 m. Frisa-se que os trabalhos de pesquisa ao longo das avenidas foram executados segmento a segmento, às vezes contíguos e às vezes não contíguos. A escolha baseou-se, também, na avaliação visual prévia dos pavimentos, onde foram observadas as suas condições aparentes de degradação. Optou-se, também, escolher segmentos que se apresentavam, aparentemente, sem deformações consideráveis.

3.2.1 Av. Constantino Nery

Na Constantino Nery, as extensões dos segmentos foram definidas com 600 m e 720 m, conforme Quadro 6. Foram pesquisados três segmentos no sentido Bairro-Centro e dois no sentido Centro-Bairro. Seus pavimentos apresentam deformações generalizadas ao longo de toda sua extensão (Figura 21), bem como sinais de fadiga (Figura 22).



Figura 21 - Deformações no pavimento.



Figura 22 - Pavimento trincado.

VIA PESQUISADA					
Via	Segmento	Sentido	Início	Fim	Extensão
Av. Constantino Nery	1	Bairro-Centro	A	B	600 m
	2	Bairro-Centro	C	D	600 m
	3	Centro-Bairro	E	F	720 m
	4	Centro-Bairro	G	H	720 m
	5	Centro-Bairro	I	J	600 m

Quadro 7 - Av. Constantino Nery e seus segmentos estudados.

Segmentos	Início	Fim
1	Arena da Amazônia	Posto BR (próximo ao colégio Literatus)
2	Concessionária Peugeot (em frente à Av. João Valério)	Igreja Universal (próximo ao viaduto da Av. Boulevard)
3	Igreja Universal	Av. João Valério
4	Clínica Fisiocenter (adjacente à Av. João Valério)	Condomínio Cidade Jardim (em frente ao Shopping Millenium)
5	HEMOAM (ao lado da Arena da Amazônia)	DNIT AM/RR (em frente ao Ginásio Amadeu Teixeira)

Quadro 8 - Referências de início fim dos segmentos da Av. Constantino Nery

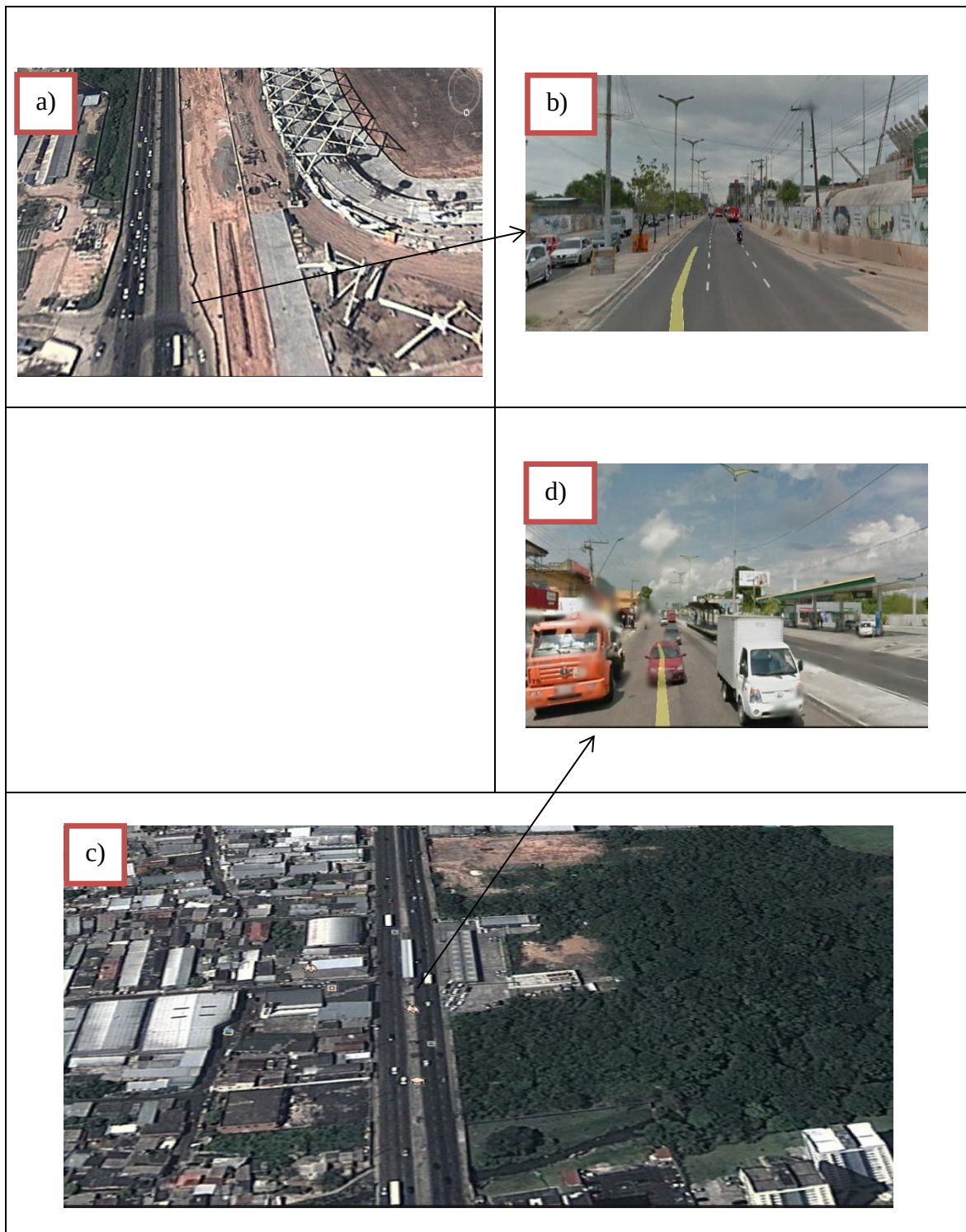


Figura 23 - Av. Constantino Nery, Segmento 1 a) Início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim.

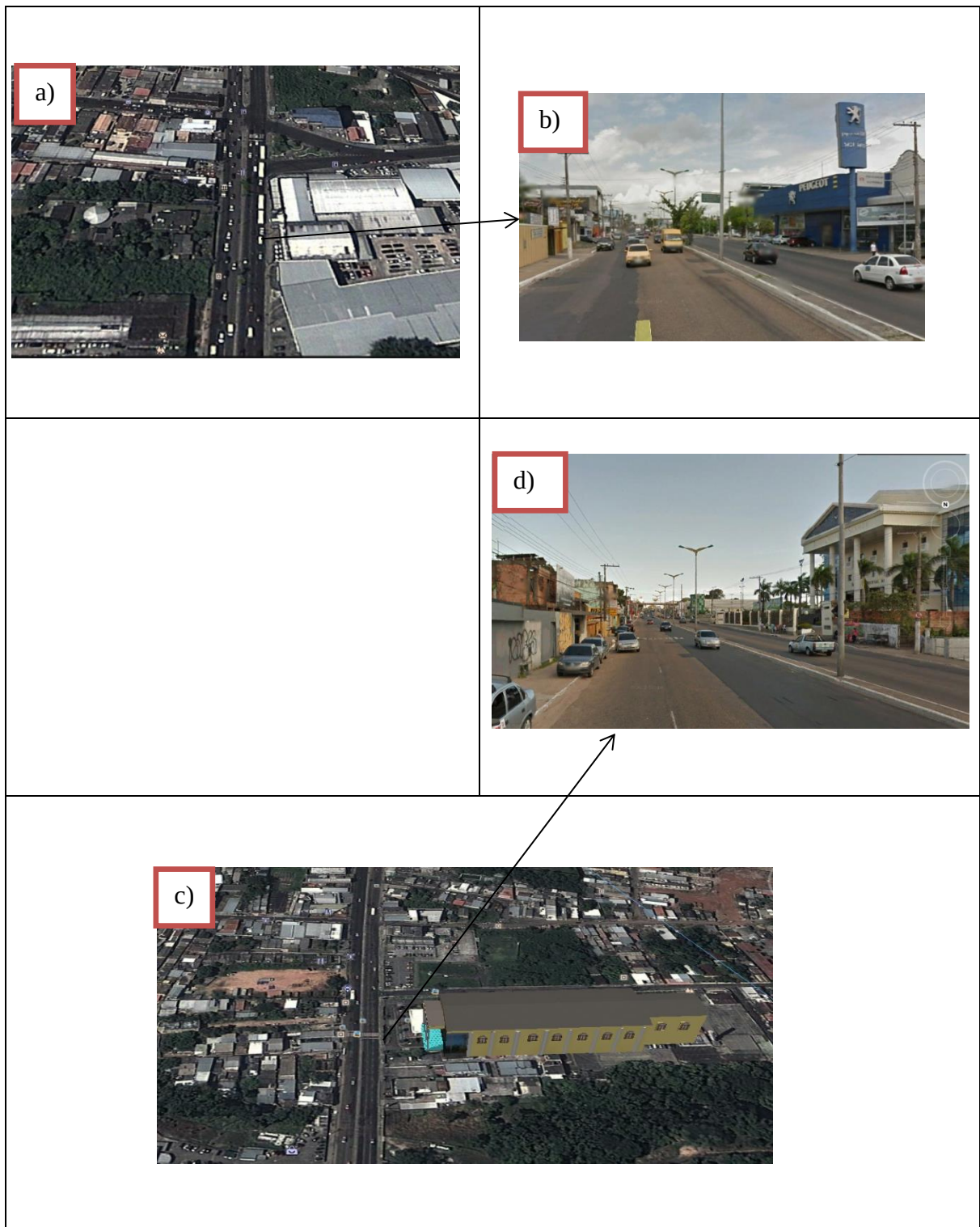


Figura 24 - Av. Constantino Nery, Segment 2 a) Início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim.

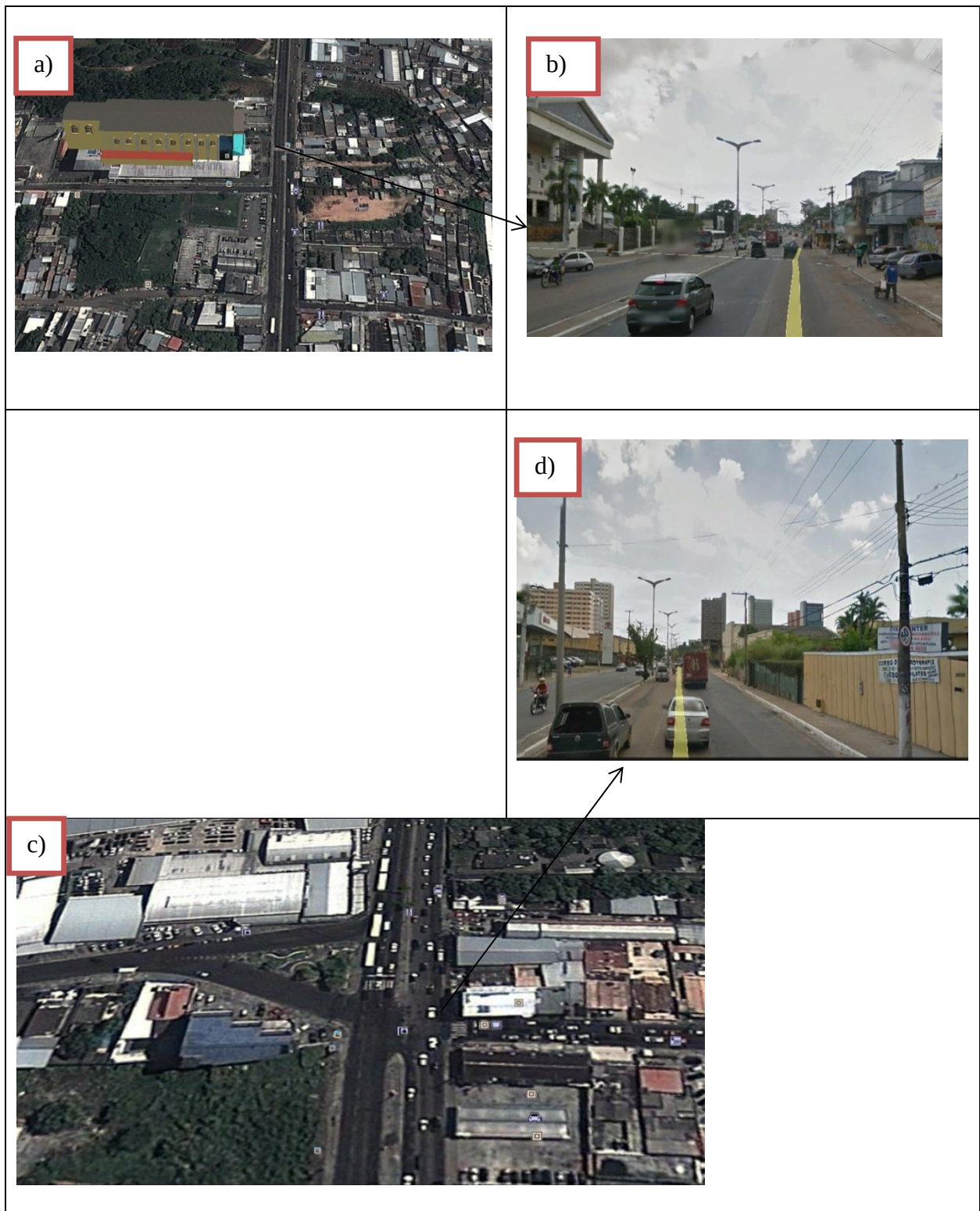


Figura 25 - Av. Constantino Nery - Segment 3 a) Início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim

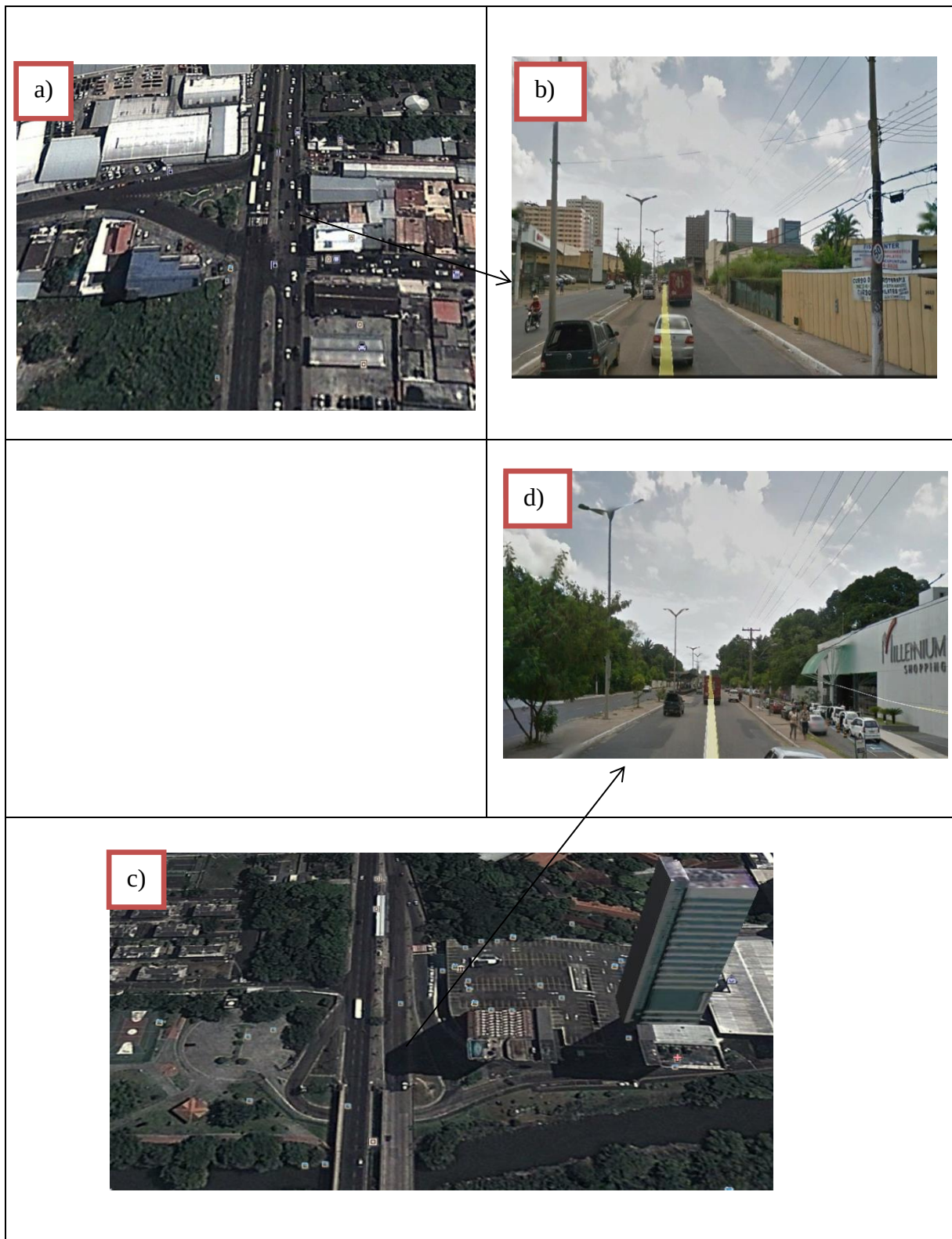


Figura 26 - Av. Constantino Nery - Segment 4 a) Início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim

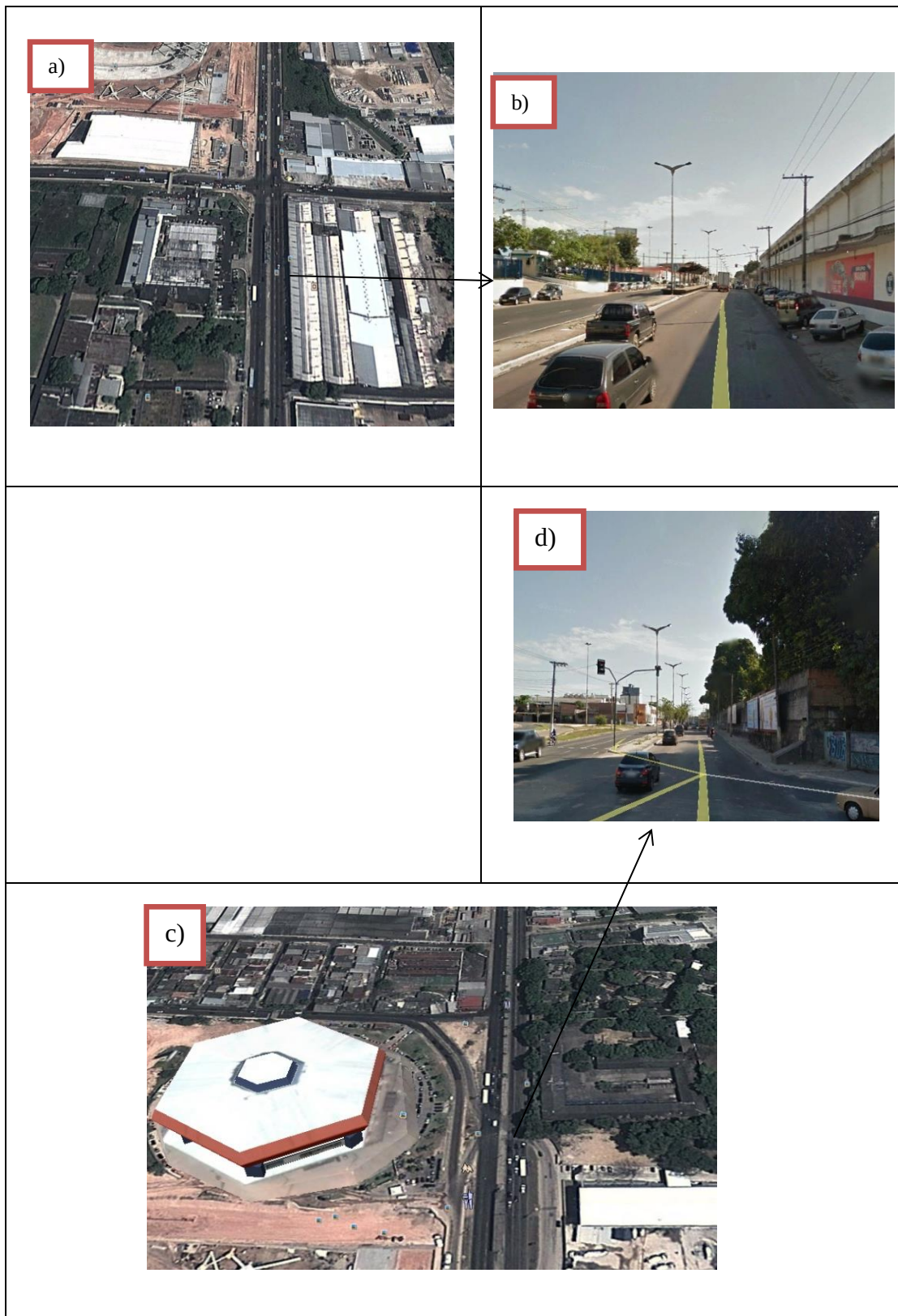


Figura 27 - Av. Constantino Nery - Segment 5 a) Início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim.

3.2.2 Av. Djalma Batista

Seus segmentos foram definidos em quatro, com extensões de 600 m (sentido Bairro-Centro) e 2150 m (sentido Bairro-Centro). No sentido Bairro-Centro foram pesquisados 3 (três). Enquanto que no sentido Centro-Bairro foi pesquisado um segmento com extensão de 2150 m. Procurou-se trabalhar em segmentos intercalados e não sequenciais, no sentido Bairro-Centro. No sentido Centro-Bairro, pelo contrário, procurou-se trabalhar de modo direto ou corrido, ou seja, em um único segmento. Observou-se, também, muitos remendos e presença de deformações ao longo de seu pavimento, conforme Figura 28. A seguir, nas Figuras 29, 30, 31 e 32, são apresentadas as localizações de cada segmento pesquisado nesta avenida.



Figura 28 - Remendos e deformações, observados no pavimento.

VIA PESQUISADA					
Via	Segmento	Sentido	Início	Fim	Extensão
Av. Djalma Batista	1	Bairro-Centro	A	B	600 m
	2	Bairro-Centro	C	D	600 m
	3	Bairro-Centro	E	F	2150 m
	4	Centro-Bairro	G	H	2150 m

Quadro 9 - Av. Djalma Batista e seus segmentos estudados.

Segmentos	Início	Fim
1	Edif. Amazonas Flat (adjacente à concessionária Braga veículos)	Shopping do Carro (adjacente à UEA)
2	Operadora VIVO (próximo ao Plaza Shopping)	Escolas IDAAM (próximo ao Shopping Millenium)
3	Escolas IDAAM	Estação de energia da Eletronorte (próximo ao viaduto da Av. Boulevard))
4	Mercado Durval Porto (próximo ao Banco do Brasil)	Edif. Amazonas Flat (adjacente à concessionária Braga veículos)

Quadro 10 - Referências de início e fim dos segmentos da Av. Djalma Batista.



Figura 29 - Av. Djalma Batista, Segmento 1 a) Início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim.



Figura 30 - Av. Djalma Batista, Segmento 2 a) Início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim.

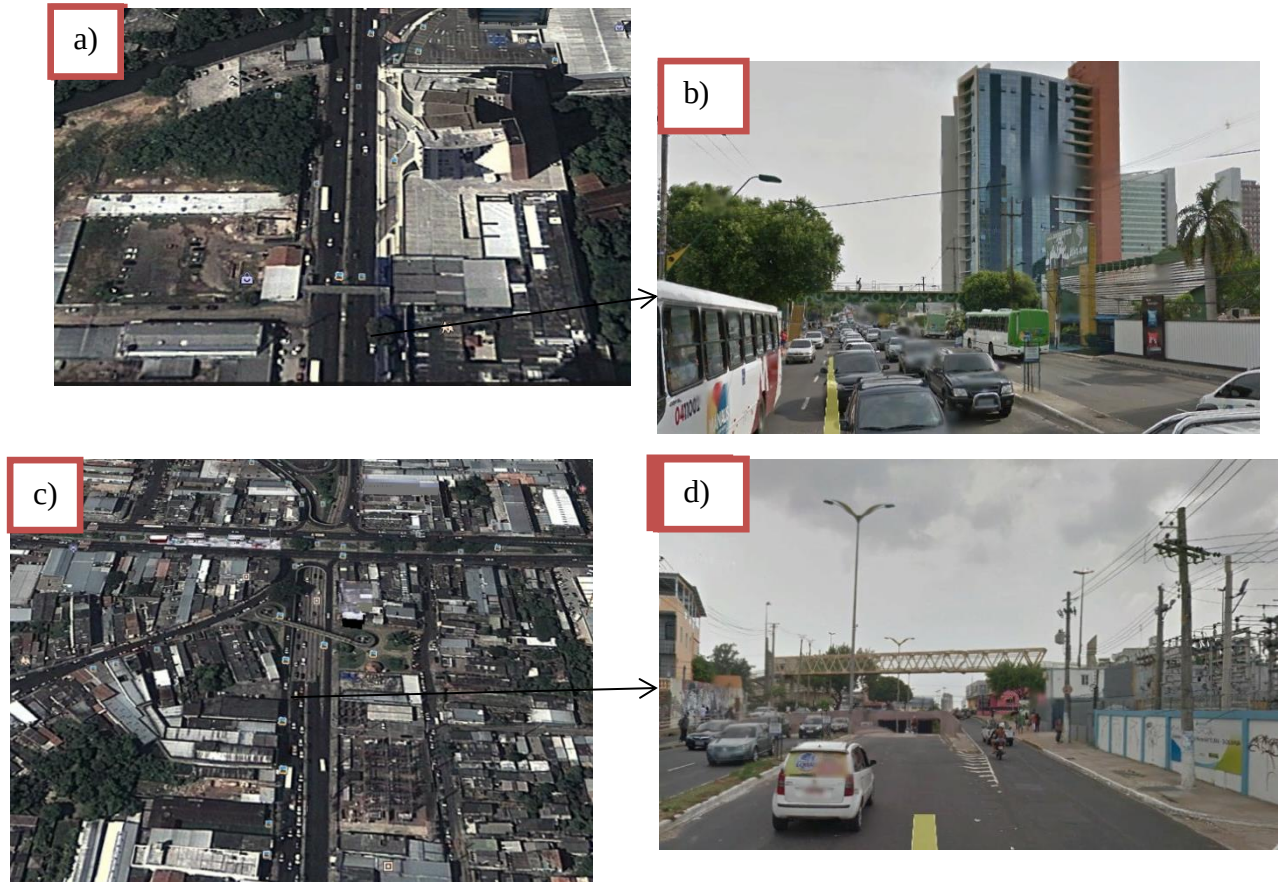


Figura 31 - Av. Djalma Batista, Segmento 3 a) Início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim.



Figura 32 - Av. Djalma Batista, Segmento 4 a) Início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim.

3.2.3 Av. Recife

Nesta via, definiu-se por trabalhar com um segmento. É o único segmento que apresenta, ainda, poucos remendos com AAUQ. Seu revestimento é constituído CAUQ com seixo rolado. A Figura 33 mostra alguns defeitos observados na via. A seguir, na Figura 34, é localizado o segmento trabalhado.

VIA PESQUISADA					
Via	Segmento	Sentido	Início	Fim	Extensão
Av. Recife	1	Bairro-Centro	A	B	1640 m

Quadro 11 - Av. Recife e seu segmento estudado.

Segmento	Início	Fim
1	Prédio da Maçonaria (próximo ao DETRAN AM)	Faculdade Martha Falcão (próximo ao Colégio Ângelo Ramazotti)

Quadro 12 -: Referências de início e fim do segmento da Av. Recife.

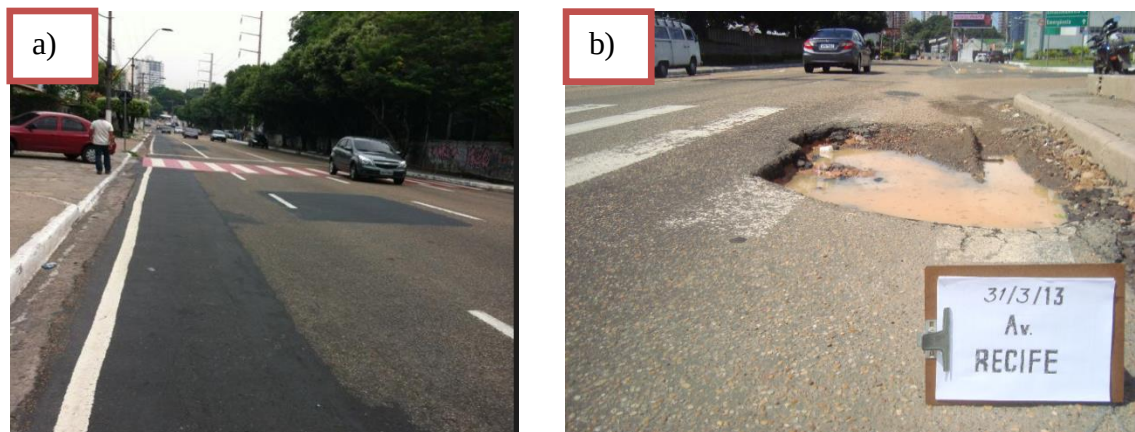


Figura 33 – defeitos a) Remendo com AAUQ b) Panela.

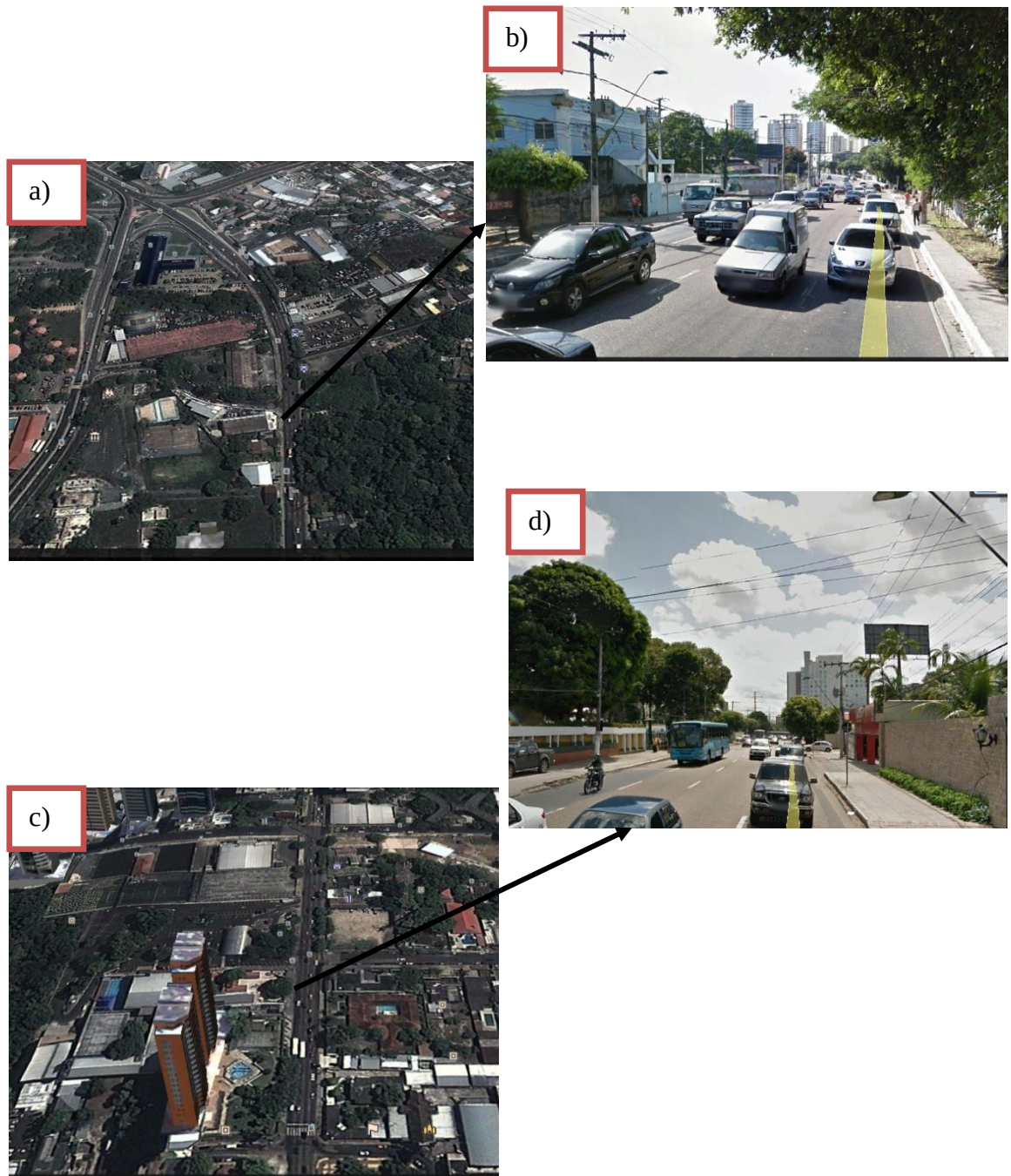


Figura 34 - Av. Recife, Segmento 1 a) Início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim.

3.2.4 Av. Paraíba

Os trabalhos foram desenvolvidos em dois segmentos. Os levantamentos ocorreram do lado direito e do lado esquerdo da via (880 m de duplicação). Ao longo do restante da via, sua pista torna-se simples. Observou-se presença de remendos e panelas ao longo da via (Figura 35). A seguir, nas Figuras 36, 37, 38 e 39, são localizados os segmentos pesquisados.



Figura 35 – Panelas e Remendos.

VIA PESQUISADA					
Via	Segmento	Sentido	Início	Fim	Extensão
Av. Paraíba - Faixa do Lado Direito	1	Centro-Bairro	A	B	1120 m
Av. Paraíba - Faixa do Lado Esquerdo	2	Centro-Bairro	C	D	880 m

Quadro 13 -: Av. Paraíba e seus segmentos estudados.

Segmentos	Início	Fim
1	Supermercado Carrefour (adjacente ao Manauara Shopping)	Entrada do Condomínio Ica Paraíba (próximo ao viaduto da Av. Efigênio Sales)
2	Supermercado Carrefour (adjacente ao Manauara Shopping)	Final do Canteiro Central

Quadro 14 - Referências de início e fim dos segmentos da Av. Paraíba.



Figura 36 - Av. Paraíba, Segmento 2 a) Início b) detalhe do início .

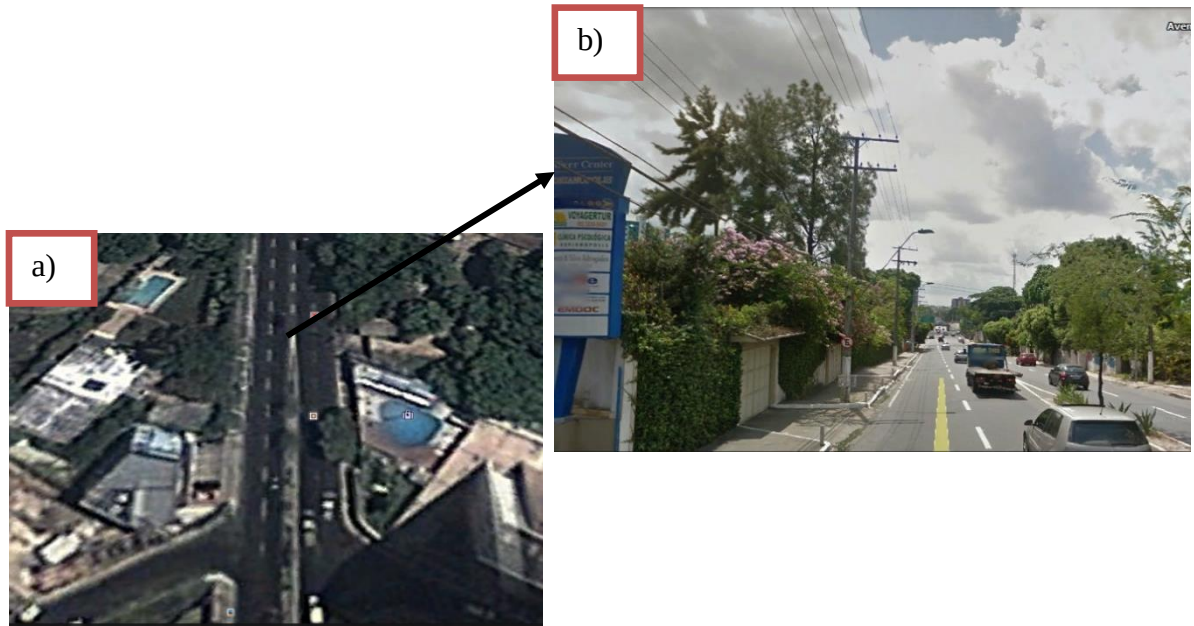


Figura 37 - Av. Paraíba - Segmento 2 a) Fim b) detalhe do Fim.

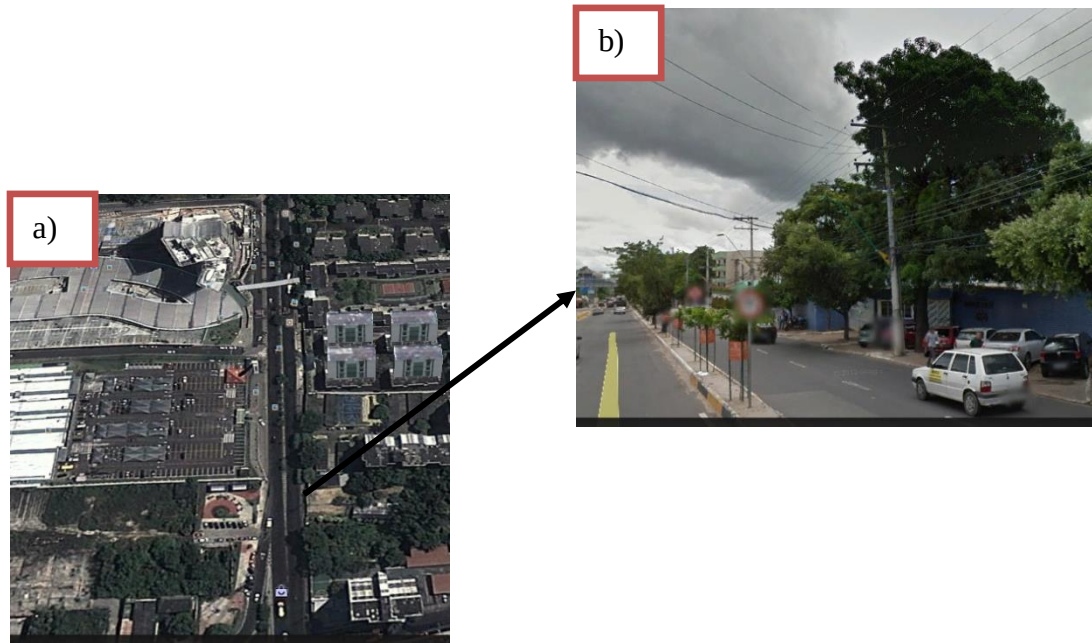


Figura 38 - Av. Paraíba, Segmento 1 a) Início b) detalhe do Início.

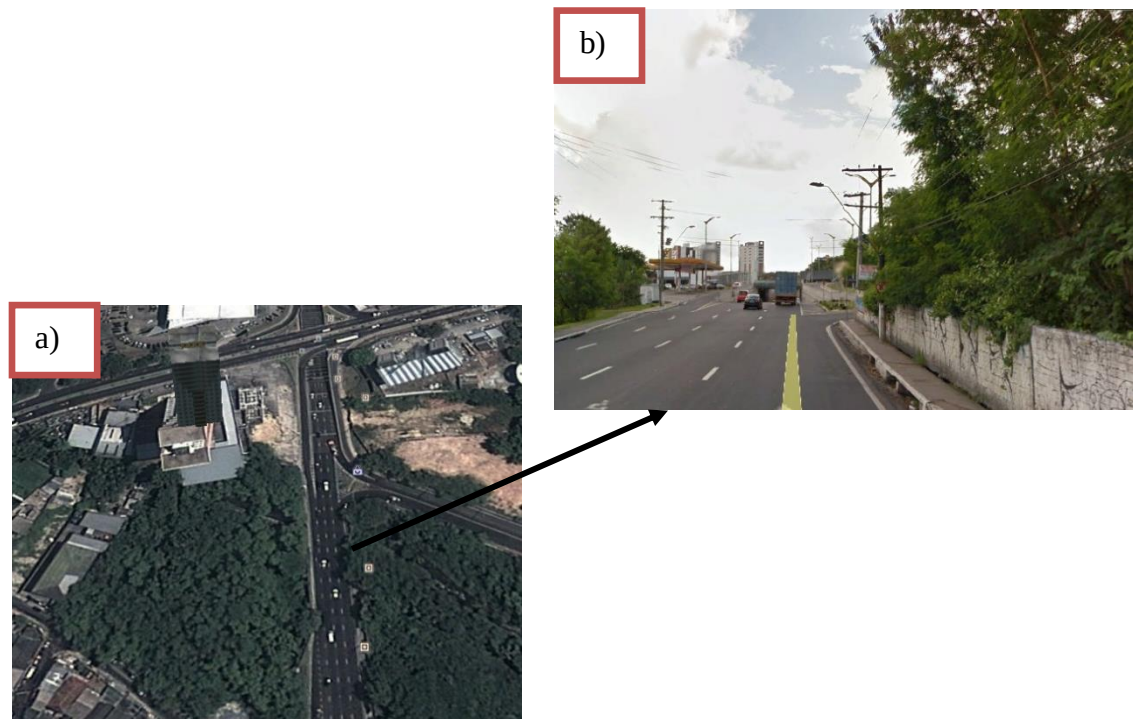


Figura 39 - Av. Paraíba, Segmento 1 a) Fim b) detalhe do Fim.

3.2.5 Av. Efigênio Sales

Os segmentos desta via foram pesquisados de forma contínua, ou seja, sem interrupção. Por isso, seus segmentos tornaram-se maior que o estimado para início dos trabalhos (600 m). Dessa forma, procurou-se trabalhar sem que houvesse intervalos. Como ocorreu em todas as outras avenidas, os levantamentos localizaram-se nas posições de passagens das rodas externas dos veículos (trilha de roda), por considerá-las as mais solicitadas pelos eixos dos veículos, conforme orientação da literatura técnica, bem como normativos consagrados. A Figura 40 mostra presença de ondulações e as Figuras 41 e 42, as localizações dos segmentos da via.

VIA PESQUISADA					
Via	Segmento	Sentido	Início	Fim	Extensão
Av. Efigênio Sales	1	Oeste-Leste	A	B	2320 m
	2	Leste-Oeste	C	D	2320 m

Quadro 15 - Av. Efigênio Sales e seus segmentos estudados.

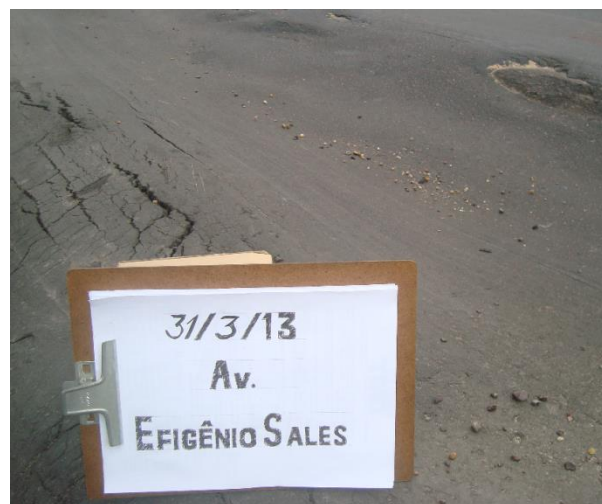


Figura 40 - Presença de ondulações ao longo da avenida.

Segmentos	Início	Fim
1	Concessionária Shizen (próximo ao viaduto da Av. Paraíba)	Associação do INPA (próximo ao viaduto do Coroado)
2	Condomínio Efigênio Sales (próximo ao viaduto do Coroado)	Viaduto da Av. Paraíba (próximo à operadora OI)

Quadro 16 - Referências de início e fim dos segmentos da Av. Efigênio Sales

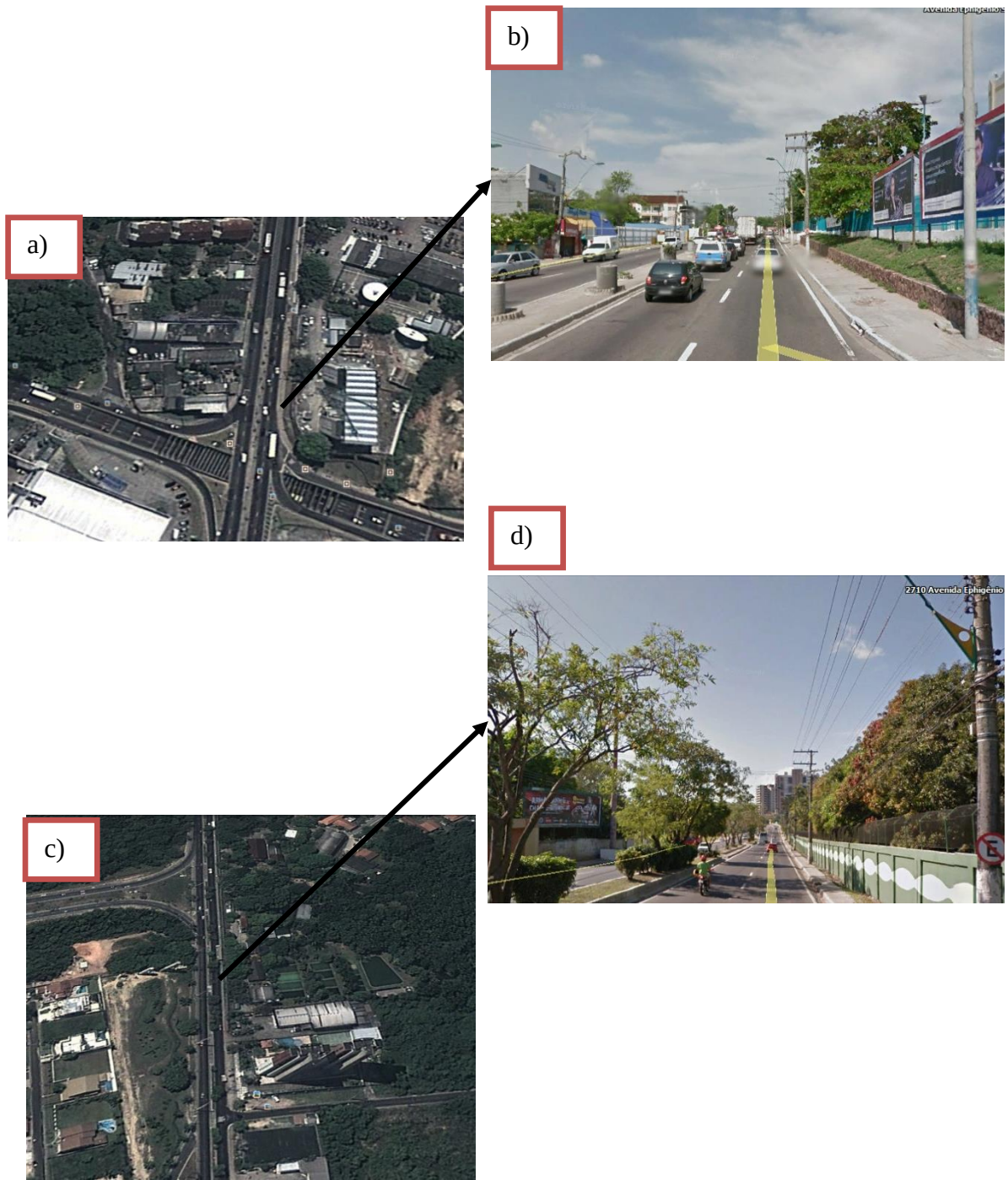


Figura 41 - Av. Efigênio Sales, Segmento 1 a) Início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim.

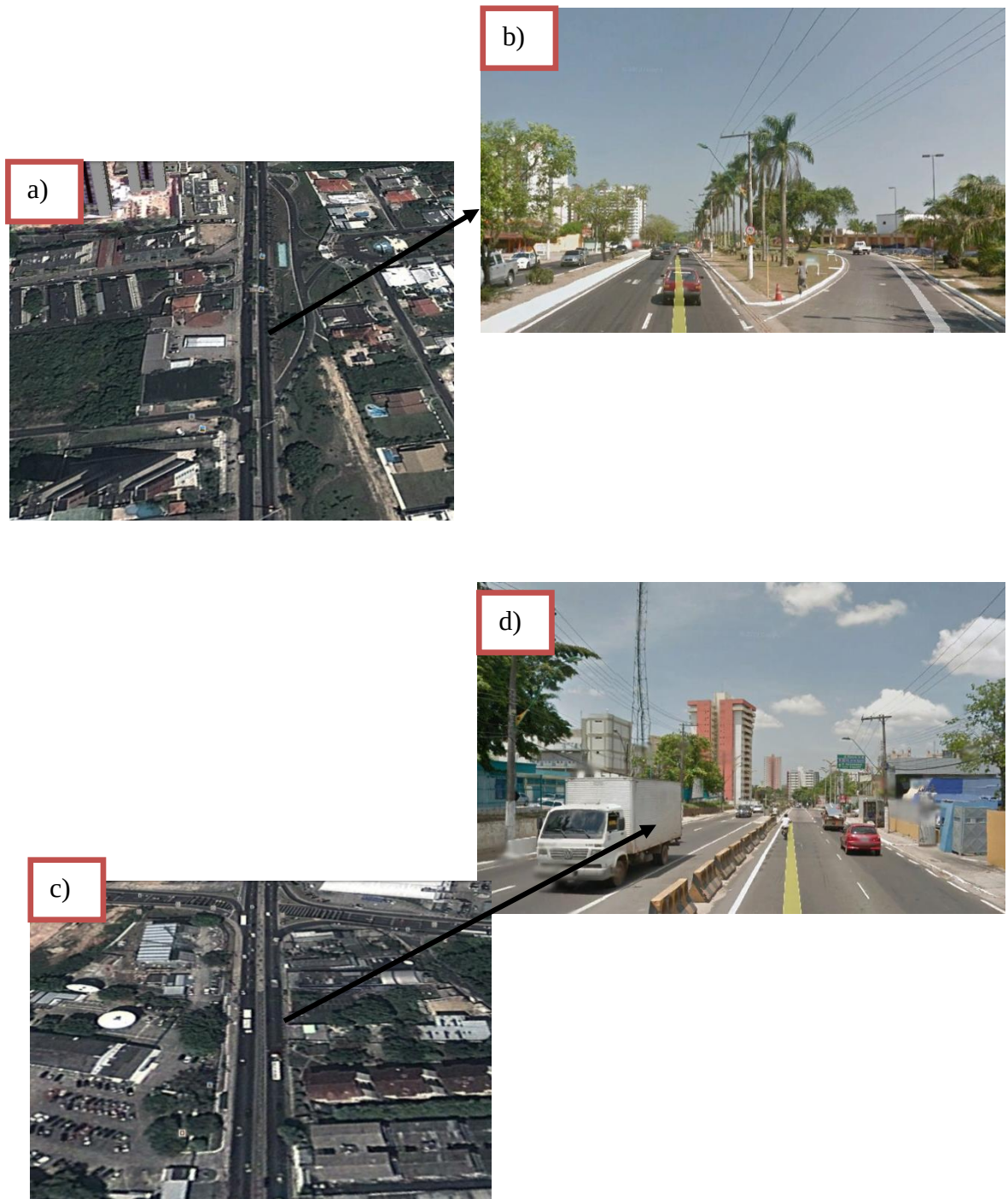


Figura 42 - Av. Efigênio Sales, Segmento 2 a) Início b) detalhe do início c) Fim d) detalhe do fim.

3.3 Funcionalidade das Vias

3.3.1 Avaliação funcional das vias

As vias foram avaliadas segundo as recomendações da Norma DNIT PRO 009/2003. Tomou-se como referências o grau de conforto do pavimento de cada avenida e sua possível suavidade apresentada, quando fossem percorridas com um veículo pequeno, semi-novo, para sentimento e observações das diversas patologias encontradas ao longo das vias.

Cinco avaliadores foram escolhidos e divididos em dois grupos. Dessa forma, cada grupo percorreu todos os segmentos, a fim de sentir a suavidade do rolamento e o conforto proporcionado pelas vias. Assim, os avaliadores puderam opinar a respeito de cada segmento observado, sobretudo, a respeito das condições da superfície. Na ocasião, foi ressaltado a cada avaliador que ignorasse os ressaltos apresentados pelas pontes e viadutos, bem como e depressões causadas por bueiros. Cada avaliador considerou somente atenção para presença de buracos, remendos, ondulações e afundamentos.

Desse modo, após cada avaliação individual, foi atribuída nota (de 0,0 a 5,0) para cada segmento, de maneira que refletisse a Serventia Atual do pavimento. De posse de cada conceito dado, obteve-se o valor da Serventia Atual para cada Segmento escolhido. Deve-se destacar que o valor de VSA foi obtido pela média aritmética das cinco notas atribuídas, por segmento, por cada avaliador. É importante frisar que, antes da realização desta avaliação, o trecho foi percorrido anteriormente, para fins de inspeção prévia. Vale salientar, também, que a velocidade adotada nas avaliações foi a de 60 km/h, em obediência à velocidade máxima permitida na via.

Portanto, seguem, abaixo, os resultados obtidos a partir da avaliação superficial subjetiva, de acordo com as recomendações da Norma DNIT PRO 009/2003.

Via	Segmento	Avaliadores					VSA médio	Conceito
		1º	2º	3º	4º	5º		
Constantino Nery	1	2,00	1,60	2,80	2,60	2,50	2,30	Regular
	2	2,50	1,60	2,30	2,80	2,00	2,24	Regular
	3	1,50	1,60	2,00	2,50	1,70	1,86	Ruim
	4	1,20	1,40	2,00	1,90	1,10	1,52	Ruim
	5	1,70	1,50	2,60	2,40	2,30	2,10	Regular

Quadro 17 – VSA médio, avaliada em abril de 2013.

Via	Segmento	Avaliadores					VSA médio	Conceito
		1º	2º	3º	4º	5º		
Djalma Batista	1	2,10	1,80	2,00	2,50	2,00	2,08	Regular
	2	1,40	1,50	2,00	2,20	1,70	1,76	Ruim
	3	1,50	1,60	1,40	2,20	1,70	1,68	Ruim
	4	2,30	1,80	2,50	2,50	1,80	2,18	Regular

Quadro 18 – VSA médio, avaliada em abril de 2013.

Via	Segmento	Avaliadores					VSA médio	Conceito
		1º	2º	3º	4º	5º		
Recife	1	2,90	2,80	3,00	2,80	3,50	3,00	Regular

Quadro 19 – VSA médio, avaliada em abril de 2013.

Via	Segmento	Avaliadores					VSA médio	Conceito
		1º	2º	3º	4º	5º		
Paraíba	1	1,80	1,70	1,80	3,10	2,10	2,10	Regular
	2	1,60	1,60	1,90	2,40	1,60	1,82	Ruim

Quadro 20 – VSA médio, avaliada em abril de 2013.

Via	Segmento	Avaliadores					VSA médio	Conceito
		1º	2º	3º	4º	5º		
Efigênio	1	1,60	1,50	1,60	2,40	2,50	1,92	Ruim
Sales	2	1,50	1,50	1,60	2,20	2,00	1,76	Ruim

Quadro 21 – VSA médio, avaliada em abril de 2013.

3.4 Avaliação Estrutural das Vias

3.4.1 Aplicação da técnica FWD

O equipamento FWD realizou ensaios a cada 40 m, com exceção de alguns pontos que necessitaram de uma distância maior ou menor que 40 m, devido a fatores como: buracos, ondulações, cruzamentos de vias (semáforos) e viadutos. Deste modo, foram obtidas as deflexões máximas para cada ensaio (identificadas como D_0). O equipamento FWD aplicou cargas com valor 40 kN nos pavimentos das vias pesquisadas. O diâmetro da placa de absorção do impacto foi o de 30 cm, específico para pavimentos flexíveis. Sob esta placa circular foi obtida a deflexão máxima para cada ensaio.

O veículo rebocador, tipo VAN, utilizado na pesquisa, desenvolveu uma velocidade de 10 km/h a 15 km/h. A extensão total percorrida na pesquisa, considerando todas as cinco avenidas,

atingiu 17,02 km. Na avenida Constantino Nery, a extensão pesquisada foi de 3,24 km. Na avenida Djalma Batista, 5,50 km. Na avenida Recife, 1,64 km. Na avenida Paraíba, 2,00 km e na avenida Efigênio Sales, pesquisou-se 4,64 km. De acordo com a DYNATEST, empresa que desenvolveu a técnica FWD, a produção de um equipamento pode chegar a 60 ensaios por hora. Nesta pesquisa, a produção atingida alcançou uma média de 30 ensaios por hora. Com relação à extensão trabalhada, obteve-se uma média de 1,6 km por hora trabalhada. Deve-se ressaltar a grande dificuldade encontrada quando da realização do levantamento deflectométrico, executado pelo FWD, no que tange à grande quantidade de veículos trafegando nestas vias. Em função disso, houve a necessidade de realizá-los aos domingos e feriados. Todo o levantamento foi executado sobre a faixa mais utilizada (trilha de roda). A cada intervalo de uma hora, era conferida a temperatura do pavimento. Essa conferência era realizada com a introdução de um conector metálico na superfície do pavimento, o qual, através de um cabo metálico, transmitia ao computador a temperatura detectada. Destaca-se, também, a obtenção da temperatura do ar pelo equipamento FWD, conseguida por sensor acoplado internamente.

O FWD utilizado nesta pesquisa foi o PRIMEX 1500, da empresa GRONTMIJ. É um equipamento dinamarquês que apresenta as seguintes características: nove geofones (sensores), distantes entre si 30 cm, fixados a uma régua metálica, devidamente marcada com uma escala de 0 cm a 210 cm. Os três primeiros sensores, tomados a partir do impacto, refletem características de todas as camadas do pavimento. A partir do quarto sensor até o nono, são refletidas apenas características da fundação do pavimento (subleito). Segundo Branco, Pereira e Picado (2008), a velocidade de aplicação da força do ensaio é tal que simula a passagem de um veículo com velocidade entre 60 km/h e 80 km/h. Além disso, através de quatro alturas de queda diferentes, desde que variando o valor da massa, podem obter-se forças de impacto entre 30 kN e 240 kN.

A seguir, nas Figuras 43 e 44, são apresentadas as sequências de realização do ensaio da técnica FWD. Dessa forma, informa-se que o equipamento foi rebocado por um veículo, tipo VAN, que o posicionou em cada ponto a ser ensaiado, neste caso, a cada 40 m, em partes georreferenciadas pelo próprio programa computacional. Em seguida, o FWD, através de sua carga previamente definida, iniciou cada procedimento de impacto sobre o pavimento, após o posicionamento dos sensores em contato com a superfície. O equipamento executa dois ensaios por ponto (ou impacto), de maneira que seja obtida a média de cada resultado. Durante a execução do impacto, o computador recebe todas as informações do ensaio, inclusive, alerta sobre algum erro ocorrido nos sensores. Quando o FWD se posiciona no ponto do ensaio, todos os sensores devem estar em contato com a superfície do pavimento. Caso contrário, ocorrerá erro.

É importante ressaltar o controle da temperatura, que foi conferida a cada uma hora. O próprio equipamento já procede à correção. A deflexão máxima (D_0) foi obtida para cada ensaio deflectométrico, a partir do impacto no ponto principal, logo abaixo da placa de suporte do impacto, onde se localiza o sensor principal de leitura. As outras deflexões foram obtidas a partir de cada sensor, distantes entre si de 30 cm, tomados a partir do ponto inicial (D_0).



Figura 43 – Procedimento do ensaio a) início com parada no ponto de impacto b) controle do ensaio por computador.

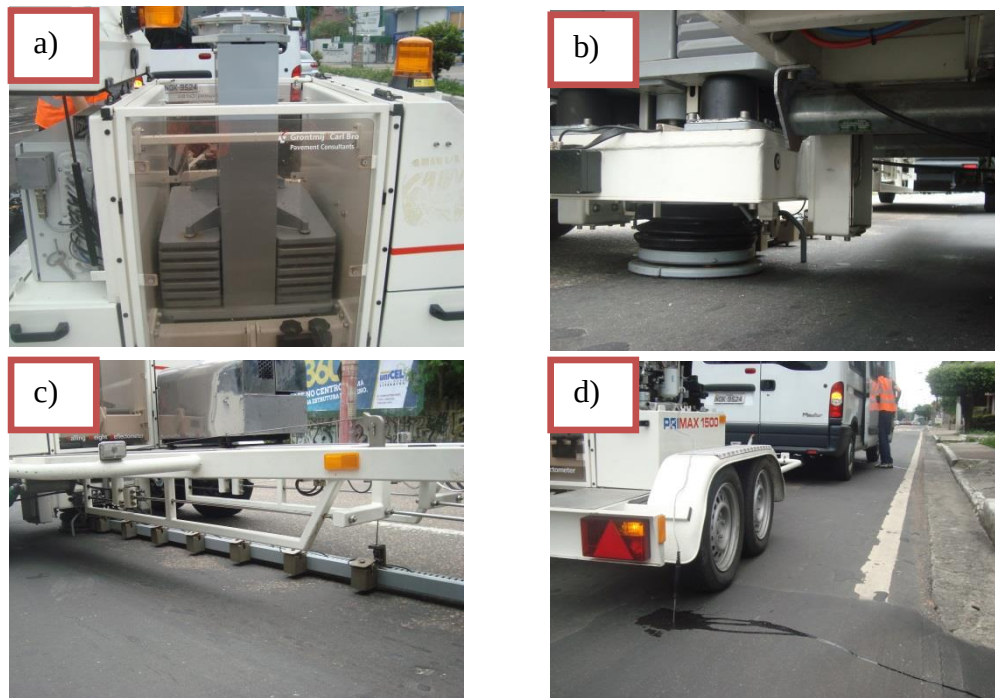


Figura 44 – continuação do procedimento do ensaio FWD a) impacto no pavimento b) placa/sensor de captação do impacto principal c) nove sensores de captação do impacto d) controle da temperatura do pavimento a cada hora de ensaio.

3.4.2 Análise Deflectométrica

A análise teve como base o procedimento B, recomendado pela Norma DNIT PRO 011/79. Toda bacia de deflexão, obtida em seu respectivo ensaio para cada segmento, forneceu sua deflexão máxima e seu raio de curvatura. As deflexões informadas pelo FWD apresentaram-se na unidade de micrômetro. Esta unidade foi transformada para centésimo de milímetro, tendo em vista que o Brasil adota as medidas das deflexões em centésimos de milímetros. É importante frisar que o ensaio FWD, além de fornecer valores deflectométricos, também, informa o módulo de deformabilidade, em kN, do conjunto pavimento-subleito, que pode ser aplicável na técnica da retroanálise, objetivando com isso um redimensionamento das estruturas do pavimento.

O raio de curvatura foi calculado tendo por base a deflexão máxima e a deflexão calculada a 25 cm da máxima, de forma que refletisse a condição de rigidez do pavimento. A unidade

adotada do raio de curvatura foi o metro. Todas as bacias deflectométricas foram calculadas pela planilha eletrônica Excel, da Microsoft. A partir de cada bacia, obteve-se a D_0 (máx) e o R_c . De posse destes dados, efetuou-se comparações com a deflexão admissível de cada avenida, calculada a partir do número N.

O gráfico correspondente às bacias deflectométricas é elaborado em função da relação Distância entre sensores (em cm) “versus” Deflexão (em 0,01 mm), tomados na horizontal e vertical, respectivamente, conforme Figura 45. As distâncias entre sensores apresentam-se em centímetros (cm) e as deflexões do FWD em centésimos de milímetros (0,01 mm).

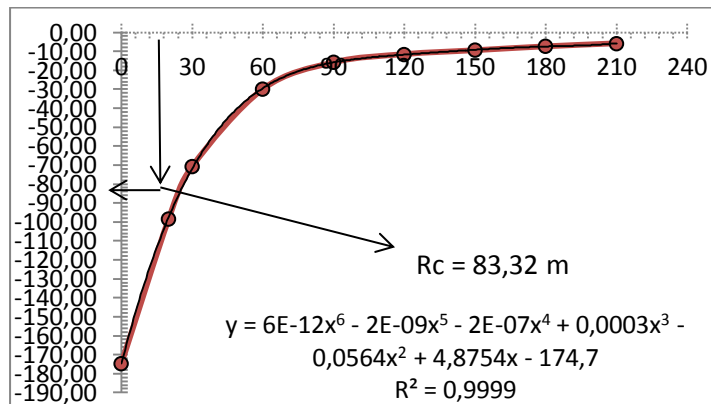


Figura 45 - Gráfico característico de uma bacia deflectométrica.

É importante destacar o gráfico de algumas bacias, conforme Figura 46, onde o seu formato apresenta um aumento do valor da deflexão nos sensores localizados entre 60 cm e 90 cm. De acordo com Santos, Pereira e Branco (2008), tal situação ocorre devido aos sensores ficarem localizados sobre alguma área trincada (fendilhamento), o que ocasiona descontinuidade. Por isso, a área formada da bacia deflectométrica diminui, consequentemente, a tensão aplicada aumenta e, por conseguinte, a deformação do pavimento, obtida no ensaio, aumenta.

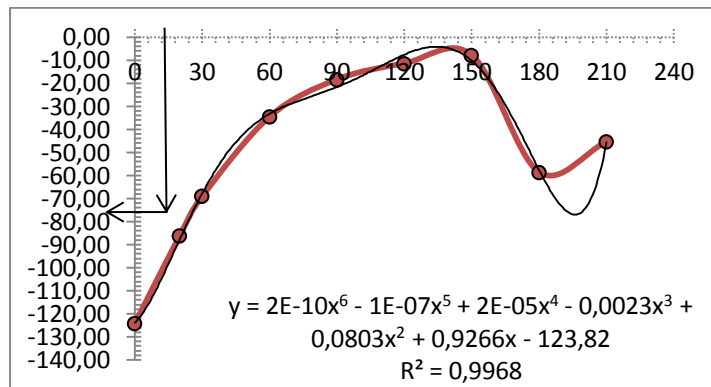


Figura 46 – Gráfico de uma bacia de deflexão, com carga aplicada sobre fendilhamento na superfície do pavimento.

Outro detalhe observado tem a ver com as equações obtidas para a determinação das curvas das bacias deflectométricas. Estas curvas apresentaram equações com potências 5 e 6. A partir dessas equações, foram obtidas todas as bacias, inclusive os raios de curvatura de cada uma. Ademais, seu coeficiente de correlação, R^2 , ficou sempre próximo do valor 1,00, que é o recomendado.

3.5 Análise da Aderência Pneu-pavimento nas vias

3.5.1 Pela microtextura do revestimento

Foi utilizado o método do Pêndulo Britânico, com leituras a cada 40,00 m ou mais, ou menos, dependendo da situação do ponto a ser ensaiado para a análise da microtextura do revestimento. A classificação dos valores lidos teve como base a Norma do DNIT. Ressalva-se que o revestimento das vias pesquisadas é composto de CAUQ. Porém, em alguns pontos das vias, houve recapeamento com AAUQ sobre CAUQ.

Para cada ensaio foram realizadas várias leituras, dentre as quais, três leituras deveriam apresentar o mesmo valor, que seria o valor do VRD. Ademais, os valores obtidos ainda sofreram correções, por conta da temperatura ambiente, conforme orientação já prevista. A seguir, nas

Figuras 47 a 49, são mostrados alguns ensaios realizados nas avenidas pesquisadas. É importante destacar que houve a necessidade de realização de ensaios durante à noite, devido ao grande fluxo de veículos apresentado durante o dia, principalmente nas avenidas Constantino Nery e Djalma Batista. Todo ensaio realizado teve o apoio da Manaustrans (órgão municipal de controle de trânsito da cidade) onde houve a necessidade de desvio do fluxo de veículos.



Figura 47 – Pêndulo Britânico (ensaio na Av. Djalma Batista).



Figura 48 – Pêndulo Britânico (ensaio na Av. Efigênio Sales).



Figura 49 – Pêndulo Britânico (ensaio na Av. Paraíba).



Figura 50 – Pêndulo Britânico (ensaio na Av. Constantino Nery).



Figura 51 – Pêndulo Britânico (ensaio na Av. Recife).

3.5.2 Pela macrotextura do revestimento

Pelo método da Mancha de Areia, com leituras a cada 80,00 m, ou mais ou menos de 80,00 m, em função da situação do local apresentado no ato do ensaio, determinou-se todo o levantamento da textura da superfície dos pavimentos das avenidas pesquisadas. Cada ensaio durou, aproximadamente, três minutos. Em cada ponto, realizaram-se três ensaios, distanciados entre si de um metro, os quais foram posicionados linearmente ao longo da avenida. A areia peneirada, seca, fina, com volume padronizado de 25 ml (25.000 mm^3), foi depositada sobre a superfície do pavimento, de modo a aproximar-se de um formato de um cone, para ser espalhada em movimentos circulares, até a obtenção de um círculo máximo. Também, para estes ensaios, houve a necessidade de realizá-los durante à noite.



Figura 52 – Mancha de Areia (ensaio na Av. Djalma Batista).



Figura 53 – Mancha de Areia (ensaio na Av. Recife).



Figura 54 – Mancha de Areia (ensaio na Av. Paraíba)

3.5.3 Pela avaliação do IFI do revestimento

Em relação ao valor do IFI, este foi avaliado de acordo com os valores de S_p e F_{60} , para cada ponto ensaiado, tendo por base os valores da micro (VRD) e macro textura (HS). Dessa forma, através de gráficos, obtem-se resultados que informaram acerca de Zonas de intervenção, onde devem receber melhoramento das texturas. Limites foram adotados para $S_p = 35$ (devido ao valor da macrotextura média mínima do HS igual a 0,41 mm) e $F_{60} = 0,15$ (por conta do conceito mínimo a obter-se como Bom, com IFI = 0,15).

3.6 Determinação do Número “N”

O número “N” foi determinado para cada avenida, com a função de obter-se a Deflexão admissível (D_{adm}), para fins de comparação com a Deflexão máxima (D_0), obtida pelo levantamento deflectométrico do FWD. A definição do valor do número N depende de vários fatores, e um destes fatores relaciona-se com a contagem volumétrica do número de veículos de cargas e de passageiros, que contribuem para a ação contínua e direta do carregamento sobre a superfície do pavimento, e o tipo de via (que fornece os fatores de equivalências). O valor do VMD (Volume Médio Diário), o qual foi obtido através de dados levantados pela MANAUSTRANS, foi definido como V_o (Volume Diário), o qual foi obtido com os dados representativos dos horários de pico, para cada avenida. Deste modo, utilizando os dados da Diretoria e de Engenharia e Educação para o Trânsito, através da MANAUSTRANS, obteve-se a contagem volumétrica de tráfego nas Vias escolhidas para pesquisa, onde foram seguidas as orientações do Boletim Técnico CET, 31, de 1982, Intitulado Pesquisas e Levantamentos de Engenharia de Tráfego, de São Paulo. Nesse sentido, as contagens de tráfego para a Av. Constantino Nery ocorreram nas seguintes datas, pela manhã (6:30 h às 8:30 h) e pela tarde (17:00 h às 19:00 h), considerados como horários de pico: 31/01/2012, 05/02/2012, 14/02/2012,

26/02/2012 e 27/02/2012. Para a Av. Djalma Batista: pela manhã (6:30 h às 8:30 h) e pela tarde (17:00 h às 19:00 h): 31/01/2012, 05/02/2012, 14/02/2012, 26/02/2012 e 27/02/2012. Para a Av. Recife: pela manhã (6:30 h às 8:30 h) e pela tarde (17:00 h às 19:00 h): 19/03/2013, 20/03/2013 e 21/03/2013. Para a Av. Paraíba: pela manhã (6:30 h às 8:30 h) e pela tarde (17:00 h às 19:00 h): 11/04/2013, 18/04/2013 e 23/04/2013. Para a Av. Efigênio Sales: pela manhã (6:30 h às 8:30 h) e pela tarde (17:00 h às 19:00 h): 11/04/2013, 18/04/2013 e 23/04/2013. Cada via pesquisada teve seu número N calculado para o ano de 2013. Ressalva-se que foi adotado um período de projeto de 10 anos e taxa de crescimento econômico de 3,61 %.

A composição do tráfego para dimensionamento de um pavimento é baseada no volume diário médio (VDM) de veículos, no ano médio do período de projeto, adicionando-se uma taxa de crescimento de tráfego, baseada no crescimento socioeconômico do país ou região em estudo. Nesta pesquisa, adotou-se a taxa informada pelo Banco Central do Brasil.

Desse modo, a taxa de crescimento da frota, “t”, foi obtida a partir de dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e FGV (Fundação Getúlio Vargas). Geralmente, a taxa adotada para cálculos do número N, quando não se dispõe de dados confiáveis, recomenda-se o uso de uma taxa com valor de 3 % (conforme orientação do DNIT).

Porém, para fins desta pesquisa, procurou-se fundamentar tal adoção, de forma que obtivesse resultados mais confiáveis e representativos no cálculo do número do N. Por isso, após pesquisa, de acordo com a orientação do DNIT, que prevê nos casos de falta de dados, utilizou-se a taxa média de crescimento econômico do país, fornecida pela FGV (3,61 %), conforme já mostrada na revisão bibliográfica.

Outro detalhe diz respeito à determinação do Vo. O valor do Vo utilizado nesta pesquisa leva em consideração os dados da contagem de tráfego da MANAUSTRANS, para ônibus e caminhões. Todavia, é importante ressaltar que o ideal seria realizar a contagem do tráfego

dentro de um período de 24 horas. Por outro lado, os dados da MANAUSTRANS não deixam de ser representativos, tendo em vista a dificuldade de realizar contagem durante 24 horas, por conta de fatores econômicos e de pessoal, levando-se em conta a pesquisa acadêmica. Ademais, os valores de N levam em consideração o tráfego Leve a Meio Pesado. A seguir, para cada avenida, obteve-se uma contagem volumétrica, tendo em vista a disponibilidade dos dados (Quadro 22), seguindo as orientações da IP-02/2004, da SIURB/PMSP.

QUANTIDADE MENOR E MAIOR DO Volume diário Vo (PARA ÔNIBUS E CAMINHÃO)					
Via	ônibus simples	ônibus articulado	caminhão	carreta	Vo menor
					Vo maior
Constantino Nery	93	21	24	-	138
	112	20	34	-	166
Djalma Batista	130	6	19	-	155
	158	9	24	-	191
Recife	63	4	14	-	81
	73	5	55	-	133
Paraíba	95	4	38	-	137
	100	1	40	-	141
Efigênio Sales	95	12	75	-	182
	49	9	46	-	104

Quadro 22 – Resumo da contagem volumétrica para o ano de 2013 (MANAUSTRANS).

3.6.1 Deflexão admissível

A Deflexão admissível foi determinada em função do número de solicitações de eixo padrão, nº N, tendo por base a Equação 01. Dessa forma, seguem abaixo, no Quadro 23, as deflexões admissíveis obtidas de acordo com a Equação já referida. A metodologia adotada seguiu a norma DNIT PRO 011/79 - B. Sua unidade é estabelecida em centésimos de milímetros (x 0,01 mm). Os valores obtidos da deflexão admissível para cada avenida serviram para

comparação com os valores obtidos pelos ensaios do FWD, que forneceram as deflexões máximas de cada ponto ensaiado sobre a superfície do pavimento. É importante destacar que os valores das deflexões admissíveis utilizadas nas comparações para definição da condição estrutural do pavimento foram as deflexões obtidas para o ano de 2013, visto que foram as que mais retrataram a real situação das condições viárias pesquisadas. Além disso, os valores das deflexões obtidas pela projeção para 10 anos, tomadas a partir de 2004, não refletiram resultados confiáveis. Dessa forma, todas as comparações entre as deflexões máximas e admissíveis tiveram como base a contagem volumétrica de tráfego, realizada em 2013 (Quadro 23).

DEFLEXÕES ADMISSÍVEIS (Dadm)								
Via	Volume de tráfego diário (leve a meio pesado) Obs: majorado de 3,61 % a.a		Fator de Equivalência (e)	Vida do projeto P (anos)	Número de solicitações do eixo simples padrão (80 kN) N _T		Deflexões Admissíveis Dadm(x0,01 mm)	
	Menor	Maior			Menor	Maior	Menor	Maior
C. NERY	143	172	2,30	10	1,50E+06	1,80E+06	666,88	550,09
D. BATISTA	161	198	2,30	10	1,69E+06	2,08E+06	587,97	472,20
RECIFE	84	138	2,30	10	8,81E+05	1,45E+06	150,81	691,19
PARAÍBA	142	146	2,30	10	1,49E+06	1,53E+06	671,61	653,08
E. SALES	108	189	2,30	10	1,13E+06	1,98E+06	899,39	497,42

Quadro 23 – Valores de Dadm para cada avenida pesquisada (conforme IP-04/04-PMSP).

CAPÍTULO 4

4 Resultados e Discussões

Todos os ensaios do FWD foram realizados no período de término da estação chuvosa, março a abril, para início da estação seca, mês de maio. Deve-se destacar que o período mais recomendado para execução dos ensaios é o intervalo entre o final do inverno e o início do verão, onde os resultados podem ser mais representativos, em função de uma situação mais crítica de aumento da umidade da base e sub-base granulares. Destaca-se que, normalmente, o período da estação chuvosa na cidade Manaus inicia-se no mês de outubro e termina no mês de março (seis meses de duração). As temperaturas de trabalho foram obtidas no próprio equipamento (FWD). Temperaturas foram corrigidas de acordo com as orientações já descritas na revisão bibliográfica. Os equipamentos utilizados na pesquisa, para execução dos ensaios, foram os seguintes: i) para a técnica FWD – equipamento FWD PRIMEX 1500/GRONT MIJ (informou as deflexões dos pavimentos); ii) Pêndulo Britânico (foi utilizado para obter resultados da microtextura). Para resultados da macrotextura, pelo ensaio da Mancha de Areia, foram utilizados: caixa de madeira, vazada; areia peneirada, retida na # 100 (0,15 mm) e passada na # 50 (0,30 mm); trena; peça adaptada de madeira para espalhamento da areia em círculo. Para a avaliação funcional da superfície dos pavimentos das avenidas, foi utilizado um veículo de passeio, cinco lugares, conforme orientação da norma.

4.1 Resultados da Aplicação da Técnica FWD

As deflexões obtidas nos levantamento deflectométricos informaram, após cálculos da Deflexão Admissível e do Raio de Curvatura, de acordo com a Norma DNIT 011/79, que os pavimentos das cinco vias pesquisadas ainda apresentam condições de suporte de tráfego, visto

que apresentaram Deflexões Máximas, obtidas pela técnica FWD, inferiores às Deflexões Admissíveis, obtidas com a aplicação do número N. Ademais, ressalta-se que os Raios de Curvatura, obtidos nas Bacias Deflectométricas, apresentaram valores muito superiores ao recomendado pela norma, ou seja, maiores que 100 m. Além disso, procurou-se, também, comparar os resultados do ensaio FWD com os parâmetros adotados por Horak (2008).

4.1.1 Av. Constantino Nery

4.1.1.1 Segmento 1

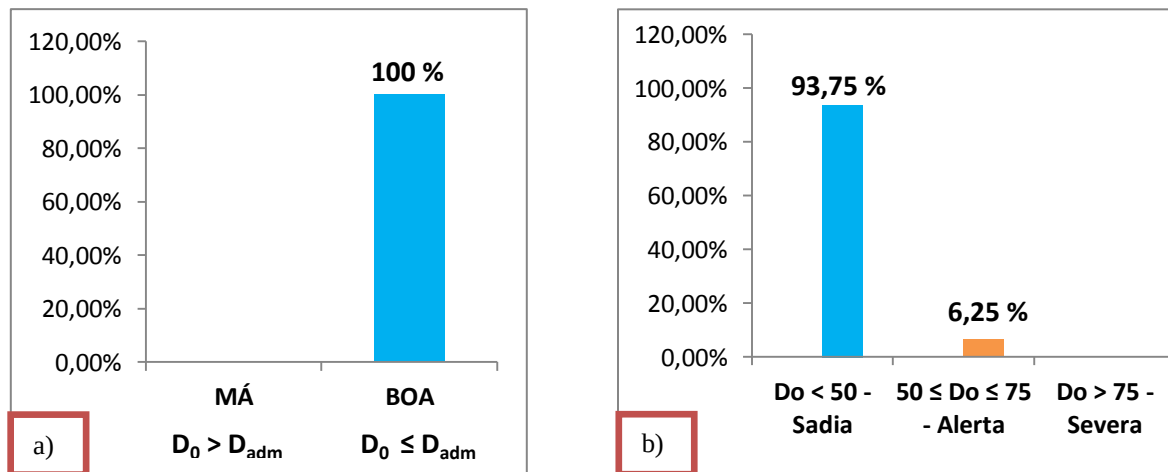


Figura 55 – Avaliação das Deflexões Máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

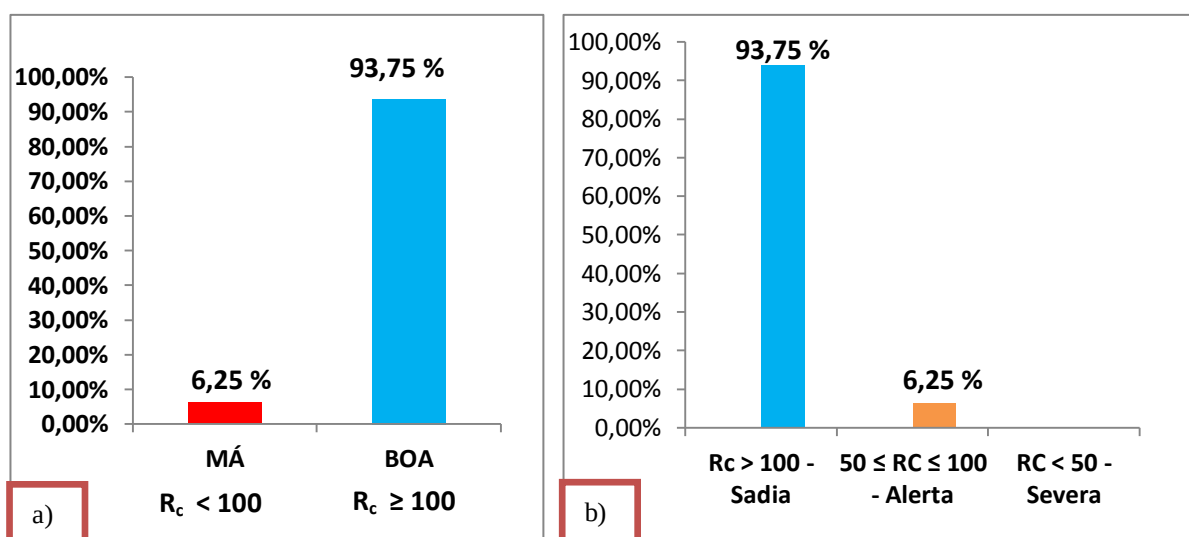


Figura 56 – Avaliação dos Raios de Curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

De acordo com as Figuras 55 e 56, os resultados obtidos neste segmento 1, de um modo geral, apresentam uma condição estrutural do pavimento bastante boa. De acordo com a Norma DNIT PRO 011/79-Proc. B, a Av. Constantino Nery apresenta uma Deflexão Admissível igual a 550 (x 0,01) mm. Essa deflexão foi calculada em função do nº N, o qual foi obtido a partir da contagem volumétrica do tráfego de veículos (de passageiros e cargas) neste segmento, no ano de 2013, pela MANAUSTRANS. O levantamento deflectométrico apresentou 100 % das deflexões máximas inferiores à Admissível, bem como valores de R_c, 93,75 % superiores a 100 m. Deste modo, ao analisar-se os resultados de acordo com a PRO 011/79, constatou-se que sua condição estrutural apresenta-se com Boa Qualidade, e, por conseguinte, a não necessidade de reforço estrutural ou reconstrução do pavimento. Com relação aos parâmetros de Horak (2008), o pavimento deste segmento apresenta uma condição estrutural Sadia, com cerca de 93,75 %, em relação às deflexões máximas obtidas pelos ensaios FWD. Em relação aos Raios de Curvatura, de um modo geral, a condição do pavimento encontra-se, também, numa condição Sadia. Observa-se que 6,25 % do segmento apresenta-se uma situação de Alerta.

Observou-se que os parâmetros de Horak (2008) proporcionaram maiores opções de análise, em relação à norma DNIT PRO 011/79. Outra observação diz respeito à comparação com a deflexão admissível. A Norma PRO 011/79 compara as deflexões máximas, obtidas nos ensaios do FWD, com a deflexão admissível, obtida com o número N, enquanto que os parâmetros encontrados por Horak (2008) não necessitam da deflexão admissível para comparar, tão somente comparam-se as deflexões da bacia deflectométrica com as deflexões limites obtidas em sua pesquisa, ou seja, compreendidas entre os intervalos de comparação. Da mesma forma, é feito para o raio de curvatura. Ou seja, a contagem volumétrica de tráfego não interfere nos cálculos.

É importante destacar que o raio de curvatura é o principal parâmetro a ser observado numa análise deflectométrica, visto que seu valor obtido informa sobre o formato da bacia de deflexão. Por isso, quanto mais suave for o formato da curva da bacia de deflexão, mais rígido o pavimento pesquisado e, conseqüentemente, melhor será a qualidade estrutural do pavimento. Ademais, somente a deflexão máxima não determina a condição estrutural do pavimento, porquanto dois pavimentos com as mesmas características podem fornecer a mesma deflexão máxima, porém, podem não fornecer o mesmo raio de curvatura.

4.1.1.2 Segmento 2

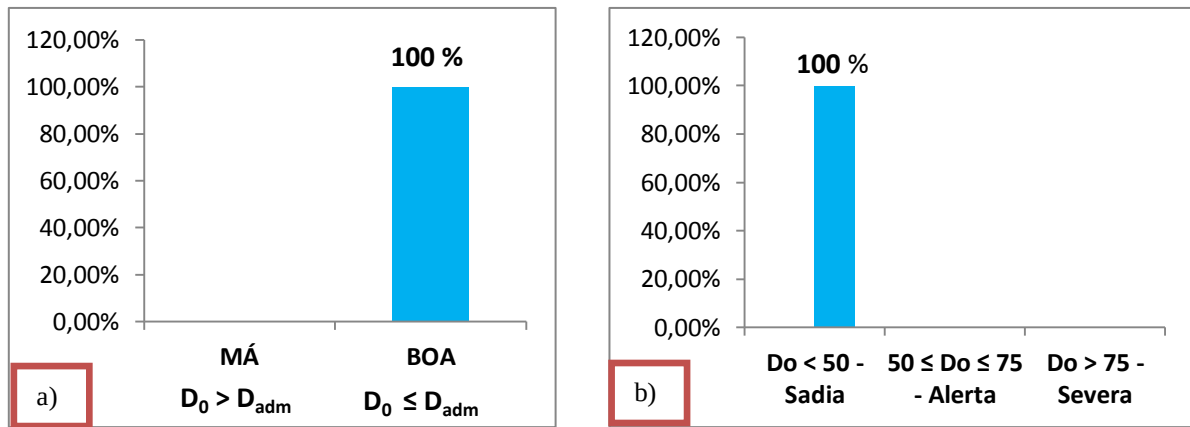


Figura 57 – Avaliação das Deflexões Máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

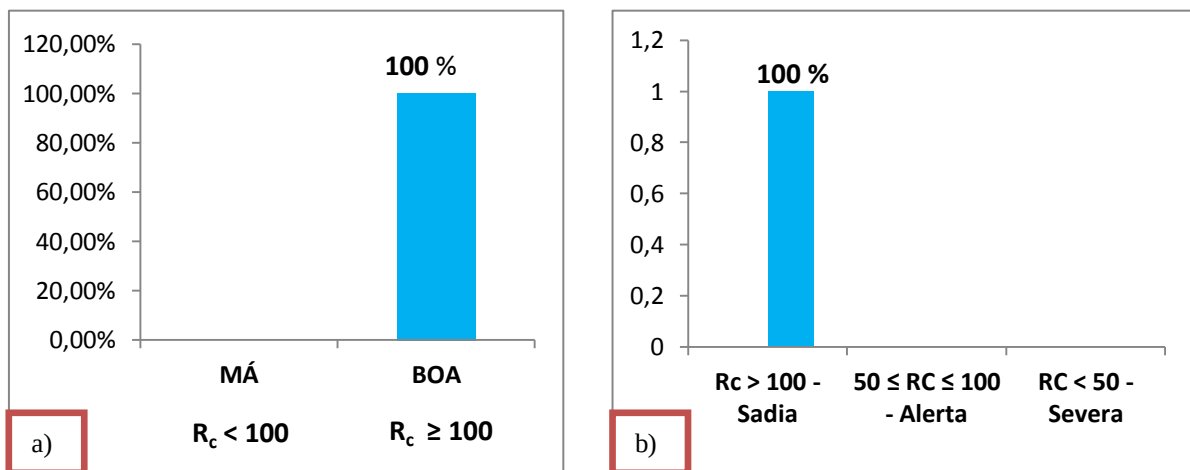


Figura 58 – Avaliação dos Raios de Curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

De acordo com os resultados obtidos, e as Figuras 57 e 58, tendo por base as deflexões máximas, o pavimento do segmento 2 apresenta sua estrutura totalmente Sadia. Apresenta 100 % com Boa Qualidade Estrutural. Destes 600,00 m de extensão pesquisados; 600,00 m estão com sua estrutura Sadia.

Com relação à análise dos raios de curvatura obtidos, 100,00 % apresentaram-se acima de 100,00 m. Portanto, nos 15 ensaios realizados, todos os raios de curvatura apresentaram-se

maiores que 100,00 m, confirmando, dessa forma, que o pavimento pesquisado encontra-se numa condição estrutural totalmente Sadia.

4.1.1.3 Segmento 3

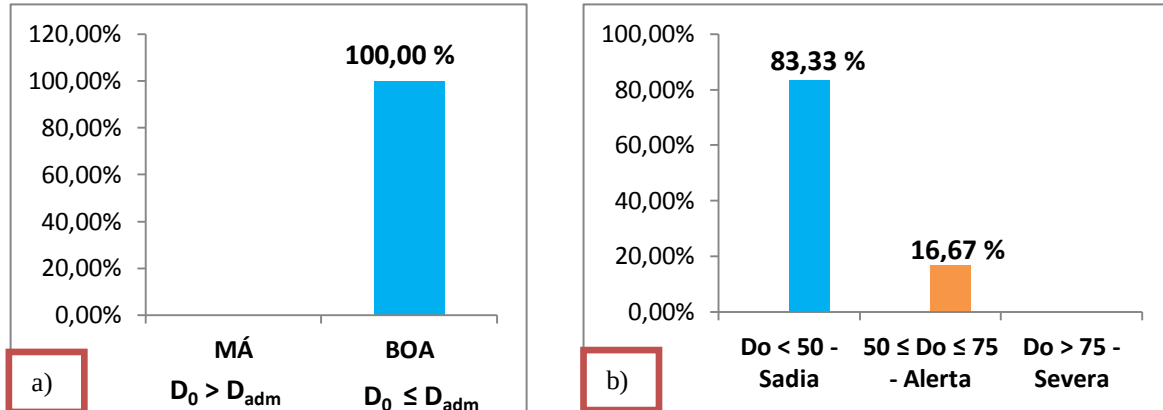


Figura 59 – Avaliação das Deflexões Máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

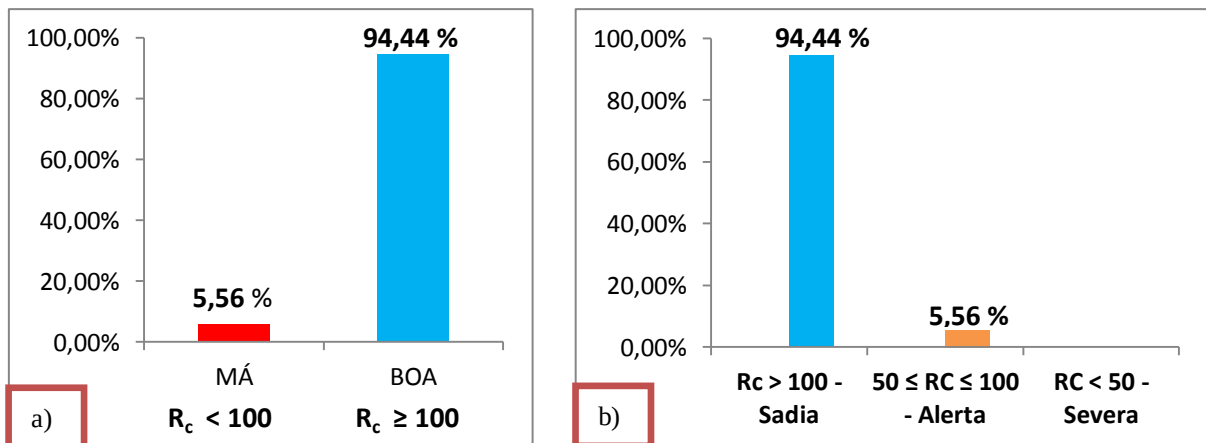


Figura 60 – Avaliação dos Raios de Curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

Com relação às deflexões máximas, Figura 59, o pavimento do segmento 3 apresenta sua estrutura Sadia, com 100 % de Boa Qualidade Estrutural analisada pela PRO 011/79. Com relação aos parâmetros de Horak, aparece uma situação de Alerta (16,67 %). Portanto, nos 720,00 m de extensão pesquisados; 120,00 m apresentam estrutura com situação de Alerta. Com relação

à análise dos raios de curvatura obtidos, Figura 60; 94,44 % apresentaram-se acima de 100,00 m.

Portanto, o pavimento pesquisado encontra-se numa condição estrutural praticamente Sadia.

4.1.1.4 Segmento 4

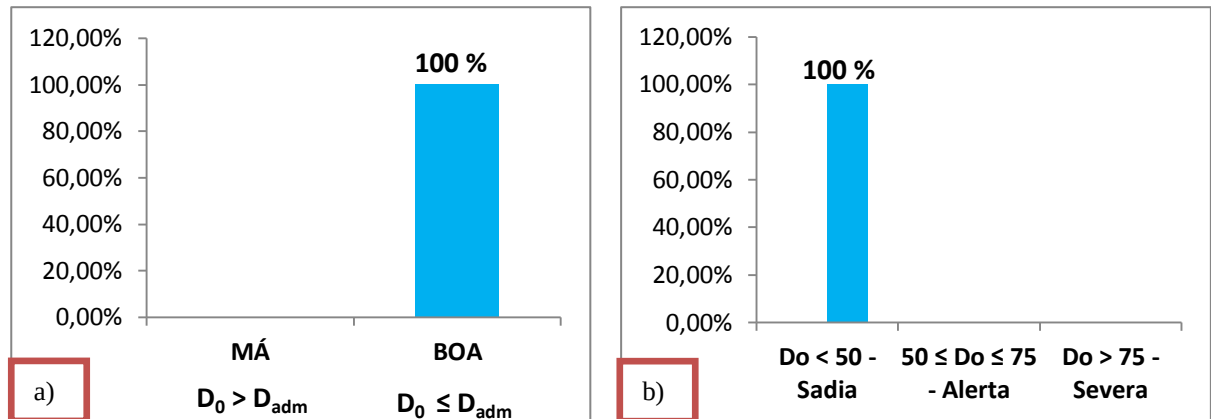


Figura 61: Avaliação das Deflexões Máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

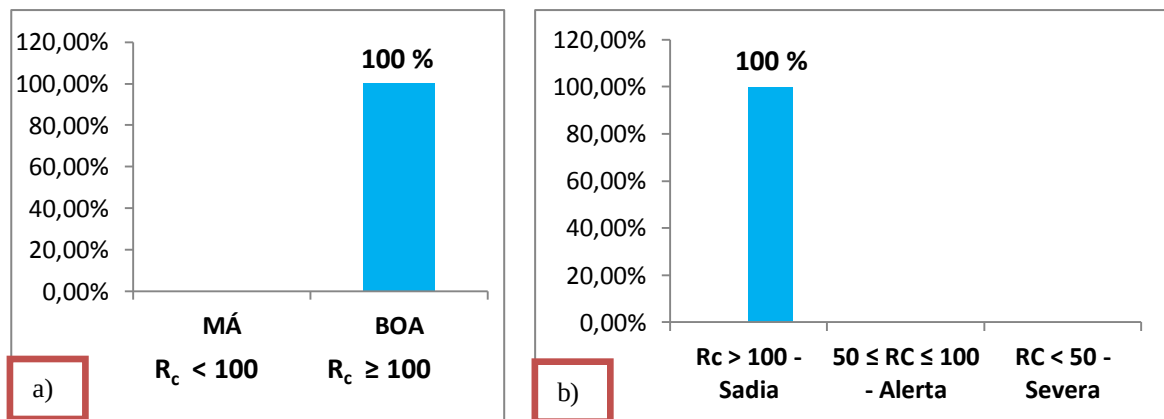


Figura 62 - Avaliação dos Raios de Curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

Analisando-se somente o valor da deflexão máxima, o pavimento do segmento 4 apresenta sua estrutura totalmente Sadia, com 100 % de Boa Qualidade Estrutural. Analisando-se os raios de curvatura ao longo dos 720,00 m de extensão pesquisados, observou-se que 89,47 % dos ensaios, ou seja, 17 ensaios, num total de 19, apresentaram-se com valores acima de 200,00

m. Portanto, esse segmento foi o único que apresentou um valor percentual de 100,00 %, tanto nas deflexões máximas quanto nos raios de curvatura. Vale salientar que este segmento, quando da inspeção prévia para determinação da avaliação funcional da superfície do pavimento, mostrou-se visualmente como sendo o segmento que apresentava muitas ondulações e remendos. Dessa forma, pode concluir-se que somente a má aparência da superfície do pavimento não caracteriza sua má qualidade estrutural, e que para isso faz-se necessário realizar pesquisas, objetivando maior conhecimento a cerca das condições mecânicas dos materiais constituintes que suportam a ação das cargas aplicadas, oriundas do tráfego.

4.1.1.5 Segmento 5

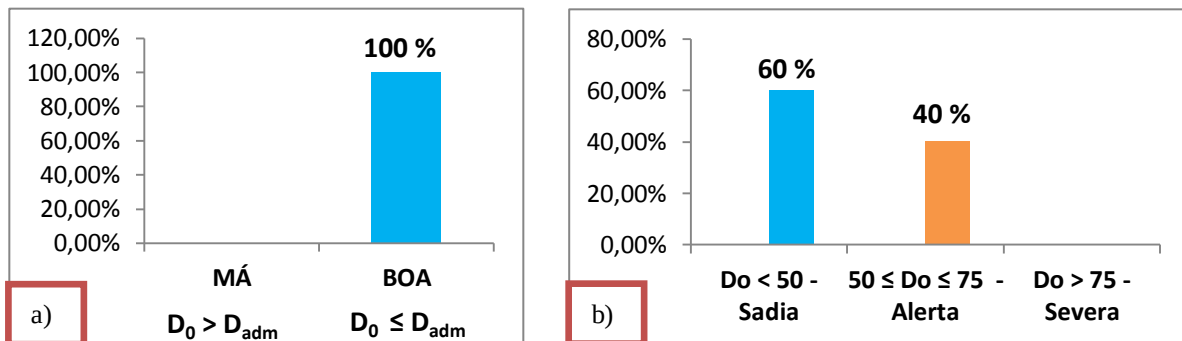


Figura 63- Avaliação das Deflexões Máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

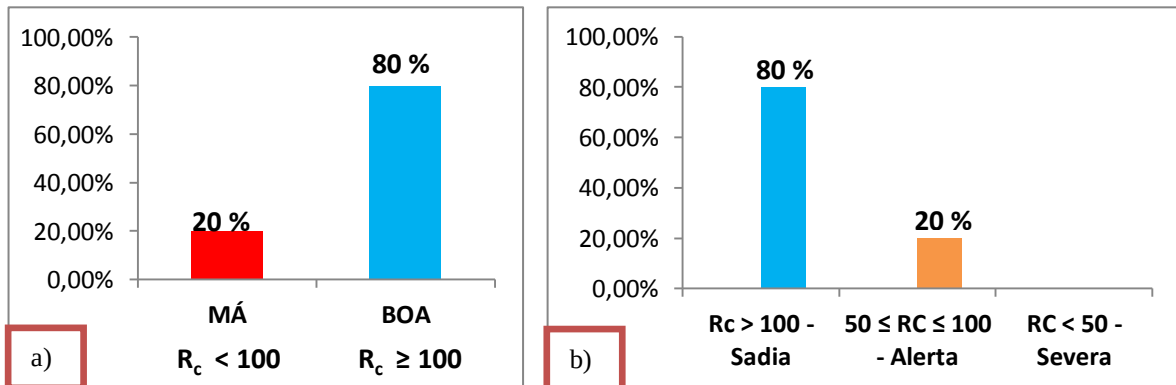


Figura 64 - Avaliação dos Raios de Curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

Com relação às deflexões máximas este segmento apresentou, tendo por base os parâmetros de Horak, 40 % de sua extensão, ou seja, 240 m, em situação de Alerta. Os resultados para os raios de curvatura demonstram cuidados, pois 20 % (120 m) já apresentam uma condição de Alerta. Apesar disso, o segmento encontra-se Bom nos 480 m restantes.

4.1.2 Av. Djalma Batista

4.1.2.1 Segmento 1

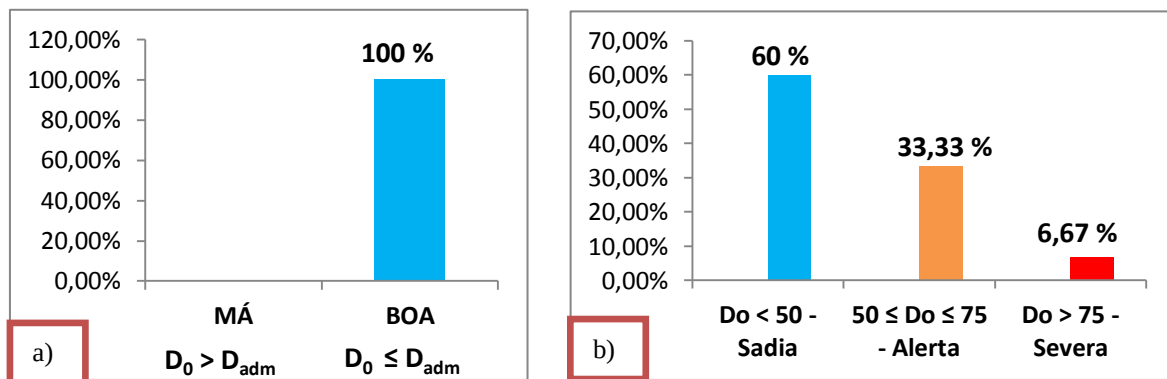


Figura 65- Avaliação das Deflexões Máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

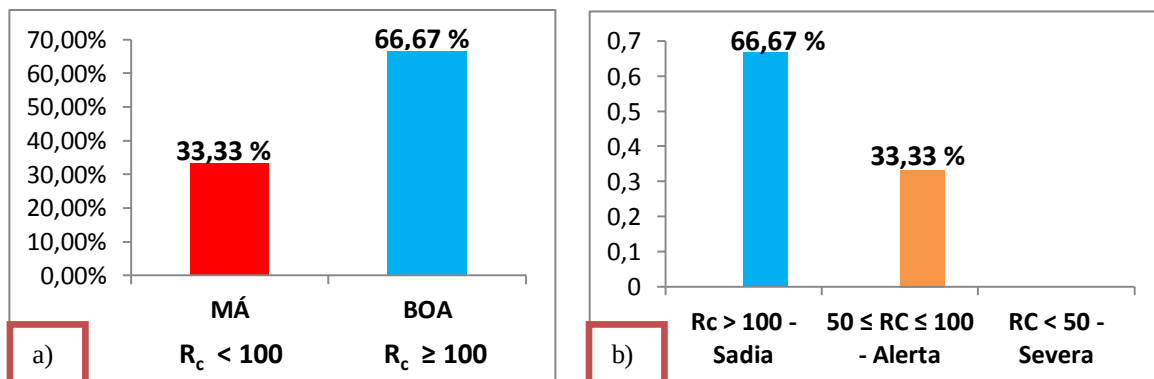


Figura 66 - Avaliação dos Raios de Curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

As deflexões máximas e os raios de curvatura, deste segmento, obtidas pelos levantamentos deflectométricos, apresentaram resultados que alertam, de um modo geral, quanto a sua Qualidade Estrutural. Dos 600,00 m de extensão pesquisada, estão em situação de Alerta cerca de 200 m. (33,33 %). Com relação aos parâmetros de Horak, nos 15 ensaios realizados, 33,33 % (aproximadamente 5 ensaios) forneceram resultados para Deflexões Máximas maiores que 50 (x0,01 mm). Da mesma forma, 33,33 % (aproximadamente 5 ensaios) apresentaram raios de curvatura menores que 100 m.

4.1.2.2 Segmento 2

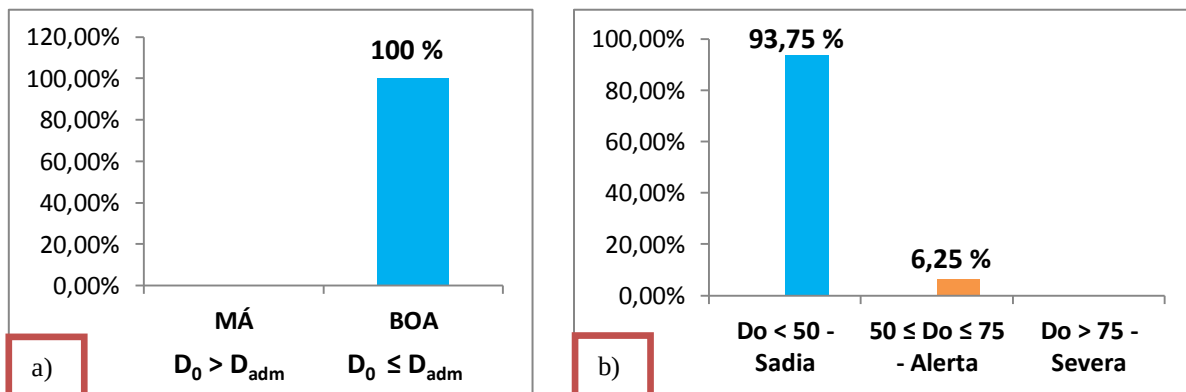


Figura 67- Avaliação das Deflexões Máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

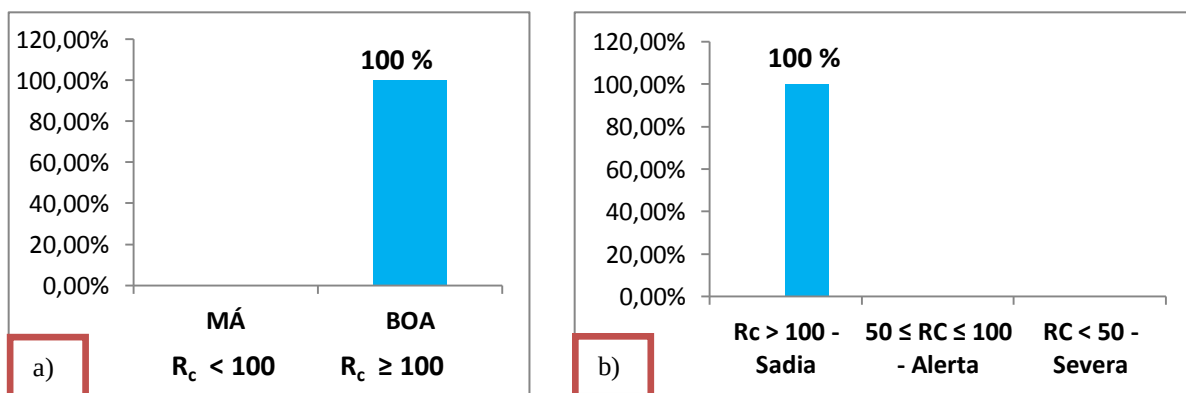


Figura 68 - Avaliação dos Raios de Curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

De acordo com as deflexões máximas, o pavimento apresenta sua estrutura com 100 % de Boa Qualidade Estrutural ou condição estrutural Sadia. Todos os 600,00 m de extensão pesquisados estão com sua estrutura Sadia. Com relação à análise da Deflexão máxima obtida, 93,75 % (equivalente a 15 ensaios) apresentaram-se inferiores a 50 (x 0,01 mm) e 6,25 % (1 ensaio) apresentou Deflexão entre 50 (x 0,01 mm) e 75 (x 0,01 mm). Portanto, este segmento não deverá sofrer nenhum tipo de reforço estrutural, mediante restauração.

4.1.2.3 Segmento 3

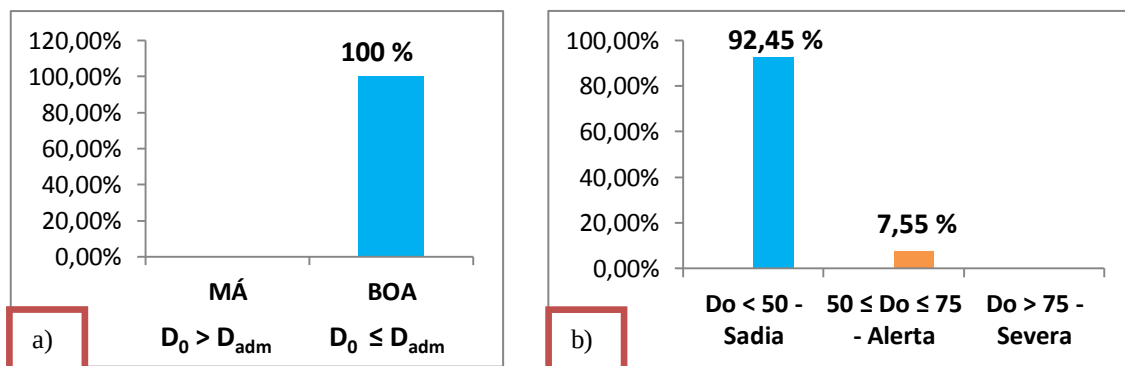


Figura 69 - Avaliação das Deflexões Máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

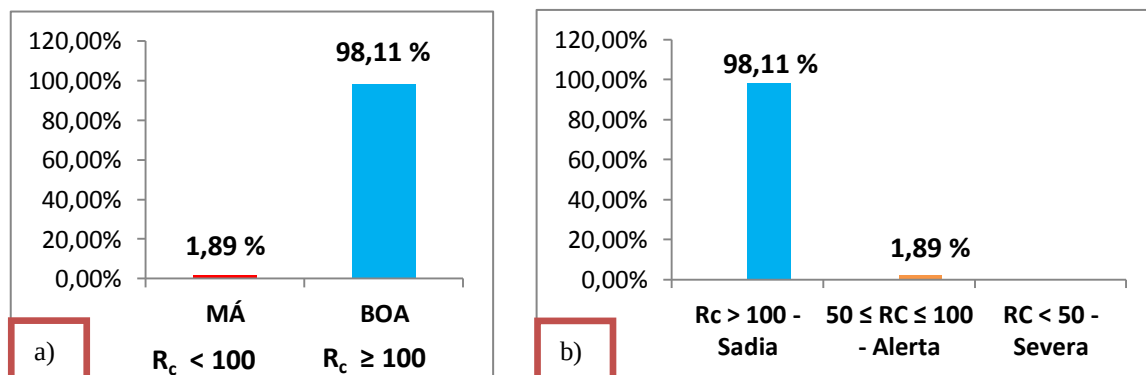


Figura 70 -: Avaliação dos Raios de Curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008)

Observou-se que os valores das deflexões máximas e dos raios de curvatura, obtidos pelas bacias de deflexão, apresentaram resultados que indicam um pavimento com situação praticamente Boa, onde sua Qualidade Estrutural foi refletida através dos ensaios das deflexões máximas. Ainda, com relação às deflexões, observou-se 1.980,00 m de extensão pesquisados com presença de estrutura Sadia. E somente 162 m em situação de Alerta. Com relação aos R_c , nos 53 ensaios realizados, praticamente, todos os ensaios forneceram resultados satisfatórios (acima de 100 m), confirmando, neste caso, uma situação Sadia.

4.1.2.4 Segmento 4

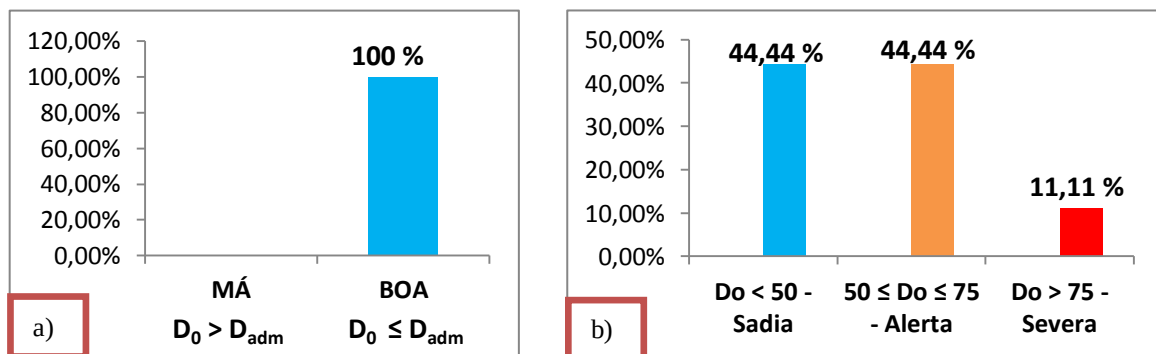


Figura 71 - Avaliação das Deflexões Máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

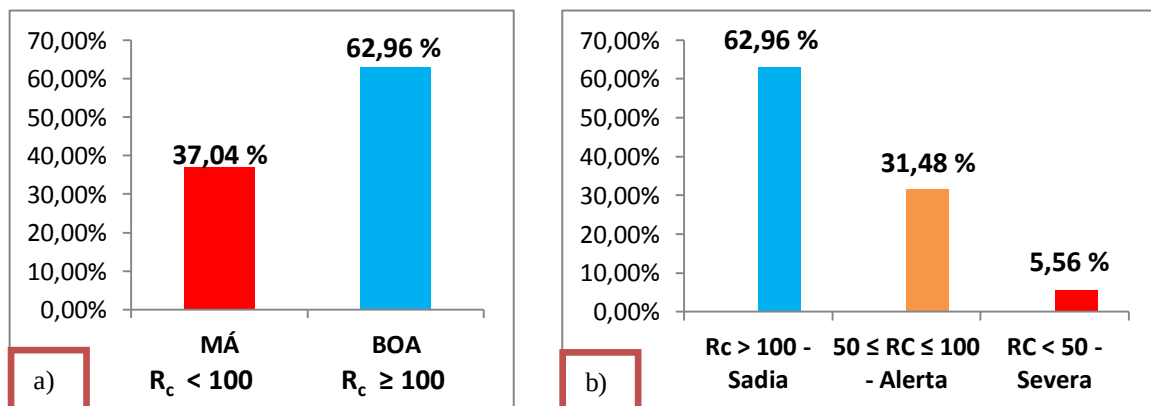


Figura 72 - Avaliação dos Raios de Curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

Os resultados acima refletem a situação de Alerta que há neste segmento. Os resultados obtidos para a deflexão máxima foram inferiores a deflexão admissível. Porém, quando se analisa por meio dos parâmetros de Horak; 55,55 % dos resultados demonstram aviso de Alerta, onde o pavimento encaminha-se para uma situação de colapso. Com relação aos raios de curvatura, 37 % do pavimento apresentam-se em situação de Alerta. Vale ressaltar que este foi o segmento com maiores valores de deflexões, bem como, menores valores para os raios de curvatura. Portanto, o segmento mais prejudicado estruturalmente.

4.1.3 Av. Recife

4.1.3.1 Segmento único

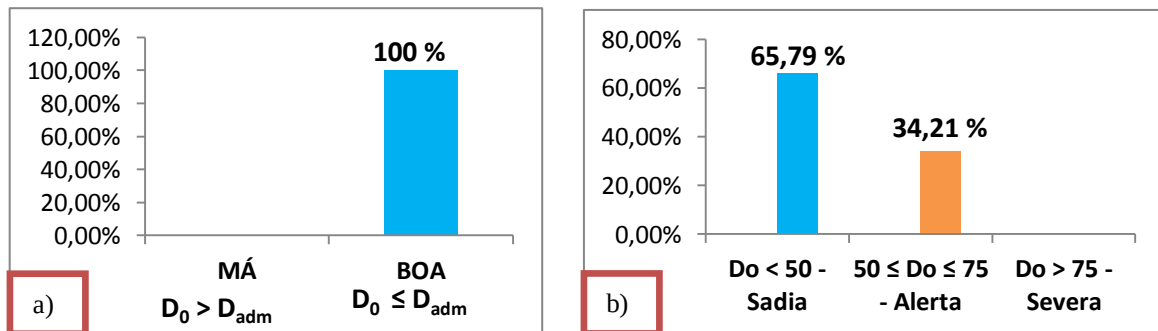


Figura 73 - Avaliação das Deflexões Máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

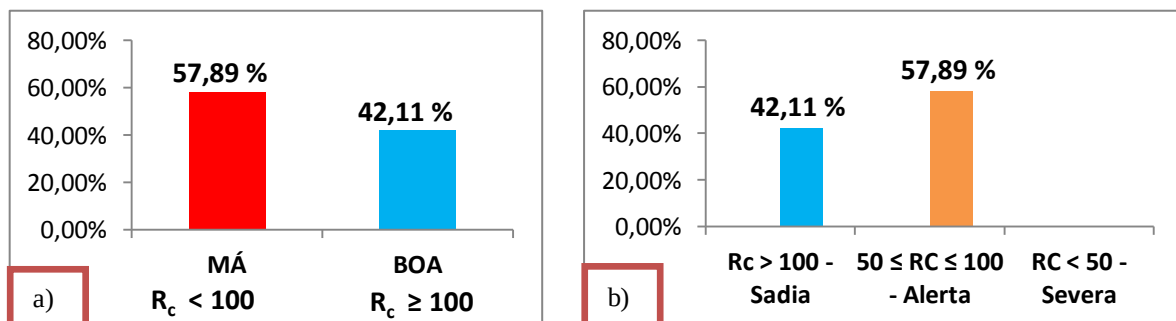


Figura 74 - Avaliação dos Raios de Curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

Com relação às Deflexões máximas, o pavimento apresenta uma situação de Alerta, apesar de, pela PRO 011/79, apresentar 100 % do pavimento como Bom. Quanto aos raios de curvatura obtidos, a condição Má do pavimento pode ser desmembrada numa situação de Alerta. Portanto, dos 1.640,00 m de extensão pesquisados, 1.389 m apresentam situação que merecem cuidados. De acordo com os resultados obtidos, este segmento apresenta condição estrutural com tendência a perder sua capacidade portante, caso não haja manutenção adequada para sua recuperação.

4.1.4 Av. Paraíba

4.1.4.1 Lado direito

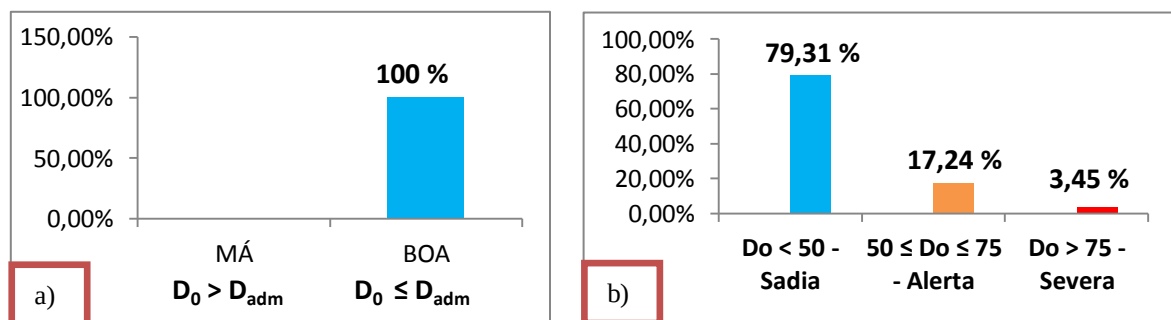


Figura 75 - Avaliação das Deflexões Máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

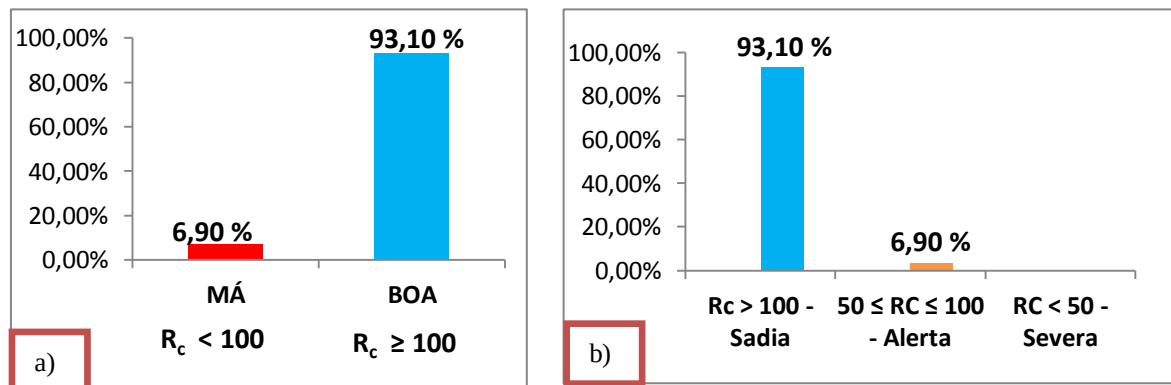


Figura 76 - Avaliação dos Raios de Curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

Analisando os valores das deflexões máximas, conforme os parâmetros de Horak, observa-se que 20,29 % da extensão pesquisada, cerca de 227 m, apresentou-se dentro de uma condição de Alerta a Severa. Porém, levando em conta a Norma PRO 011/79, todas as deflexões máximas apresentaram-se inferiores à deflexão admissível. Em toda a pesquisa, vem-se adotando, para análise comparativa das deflexões e raio de curvatura, a norma DNIT PRO 011/79 e parâmetros das bacias de deflexão, obtidos por Horak (2008). Desse modo, os resultados mostram que o pavimento deste segmento encontra-se estruturalmente Bom.

4.1.4.2 Lado esquerdo

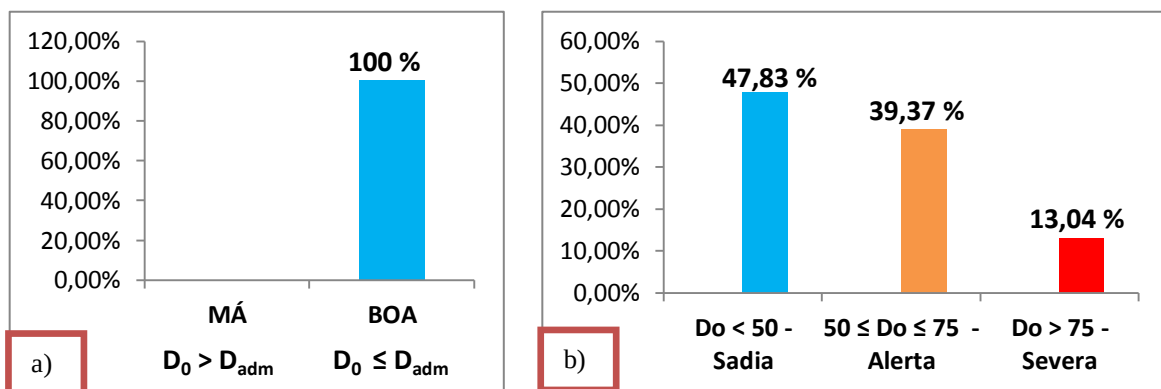


Figura 77 - Avaliação das Deflexões Máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

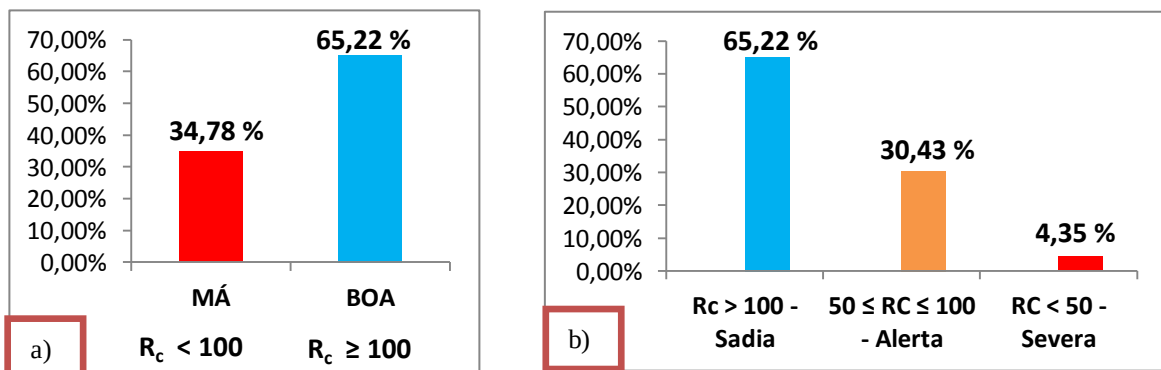


Figura 78 - Avaliação dos Raios de Curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

Observa-se que os resultados estão indicando uma condição estrutural Má no segmento estudado. Nos 880,00 m pesquisados, mais de 50 % (440 m) apresentou deflexões máximas superiores a 50 ($\times 0,01$ mm). Ademais, com relação aos raios de curvatura; 34,78 % (306 m) estão dentro de uma situação de Alerta a Severa.

4.1.5 Av. Efigênio Sales

4.1.5.1 Segmento 1

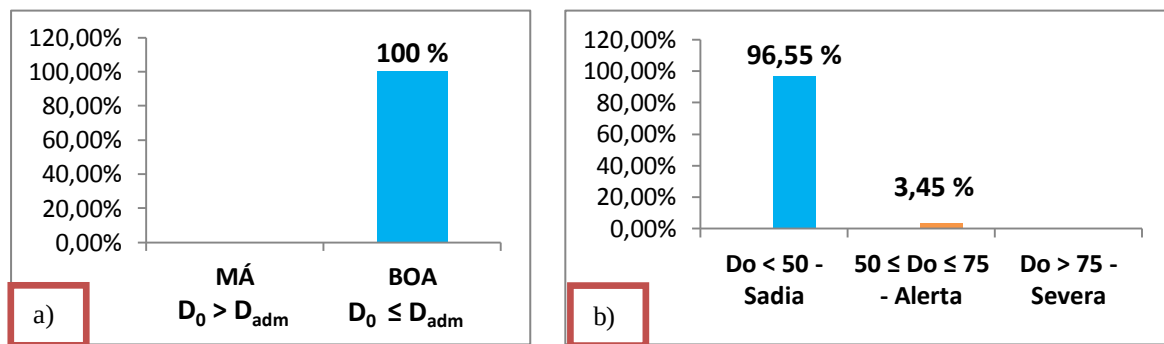


Figura 79 - Avaliação das Deflexões Máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

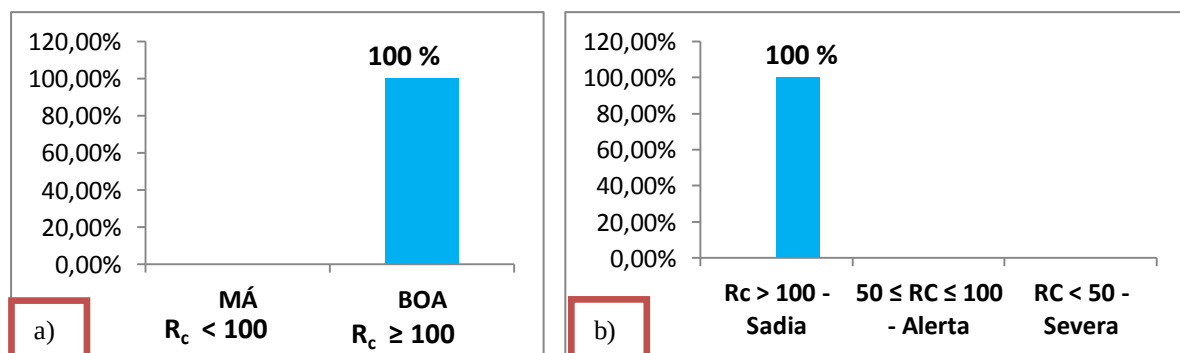


Figura 80 -Avaliação dos Raios de Curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

Cabe destacar, neste segmento, tendo por base os Parâmetros de Horak (2008) e a Norma PRO 011/79, os ensaios apresentaram resultados que indicam condição Saudável do pavimento. Todos os raios de curvatura apresentaram resultados superiores a 100 m.

4.1.5.2 Segmento 2

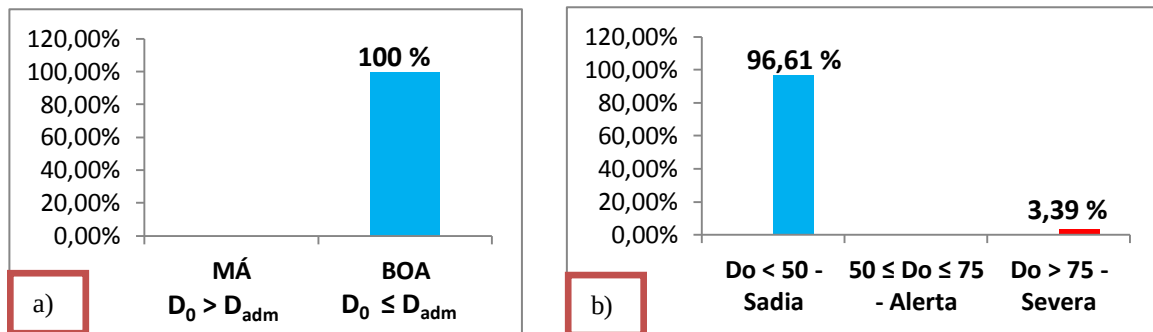


Figura 81 - Avaliação das Deflexões Máximas a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

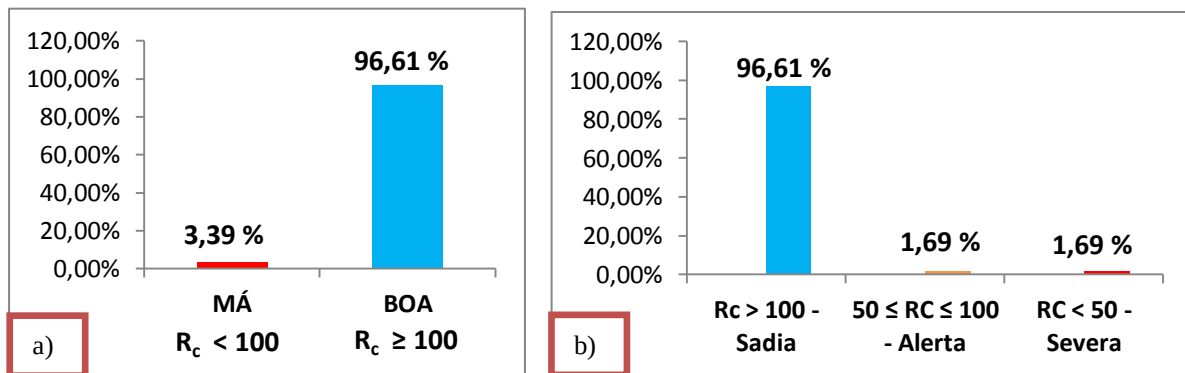


Figura 82 - Avaliação dos Raios de Curvatura a) DNIT PRO 011/79 b) Horak (2008).

Neste segmento, a análise, tendo por base os Parâmetros de Horak (2008), informou uma pequena condição Severa. Entretanto, a condição Sadia do pavimento prevalece em quase sua

totalidade (mais de 90 %). Observa-se, também, que toda má qualidade do pavimento, desdobra-se em uma condição de Alerta a Severa.

4.2 Resultados da Condição de Segurança quanto à Microtextura do Pavimento

Os resultados obtidos mostraram uma condição da microtextura entre Mediamente Rugosa a Rugosa, com exceção da Av. Recife, que apresentou uma microtextura como Insuficientemente Rugosa e Lisa. É importante destacar que as avenidas Constantino Nery, Djalma Batista, Paraíba e Efigênio Sales apresentam suas superfícies de pavimento quase que totalmente remendada ou recapeada com AAUQ. Somente a avenida Recife permanece com seu revestimento original, ainda, totalmente com CAUQ. Nesse contexto, analisaremos, a seguir, cada avenida pesquisada. Todos os valores obtidos nos ensaios encontram-se no Anexo desta pesquisa.

4.2.1 Av. Constantino Nery

A seguir são apresentados os gráficos demonstrativos da Microtextura, realizada pelo Pêndulo Britânico, para cada avenida pesquisada. O DNIT recomenda valores de VRD ≥ 55 , ou seja, as superfícies devem apresentar características Mediamente Rugosas a Rugosa.

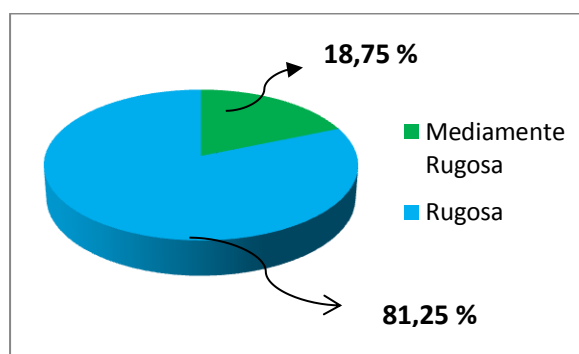


Figura 83 – Classificação do segmento 1 quanto à microtextura (sentido: Bairro-Centro).

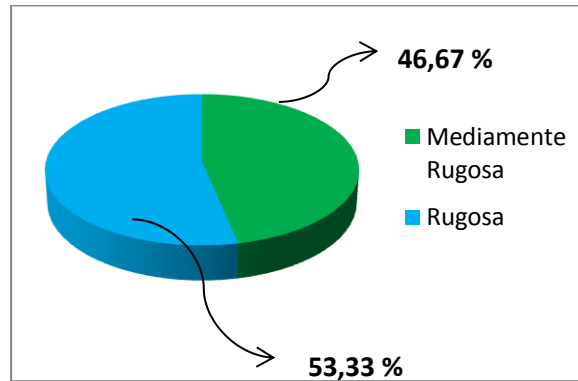


Figura 84 – Classificação do segmento 2 quanto à microtextura (sentido: Bairro-Centro).

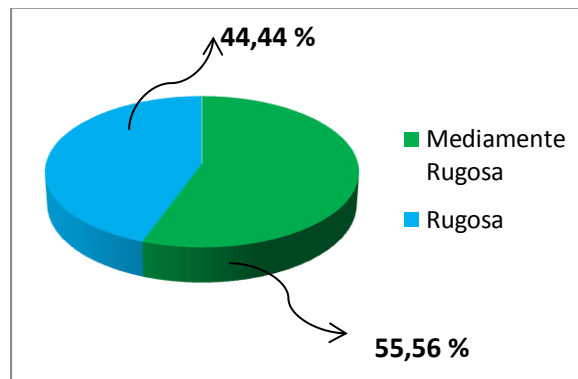


Figura 85 – Classificação do segmento 3 quanto à microtextura (sentido: Centro-Bairro).

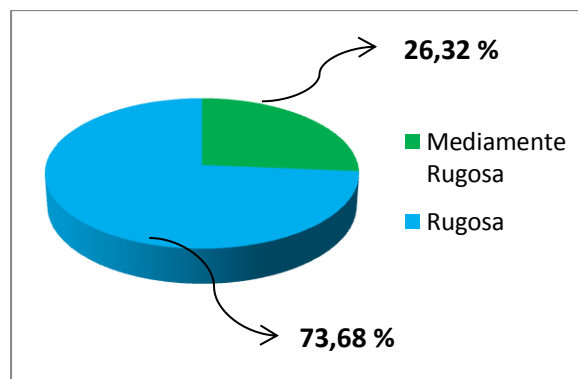


Figura 86 – Classificação do segmento 4 quanto à microtextura (sentido: Centro-Bairro).

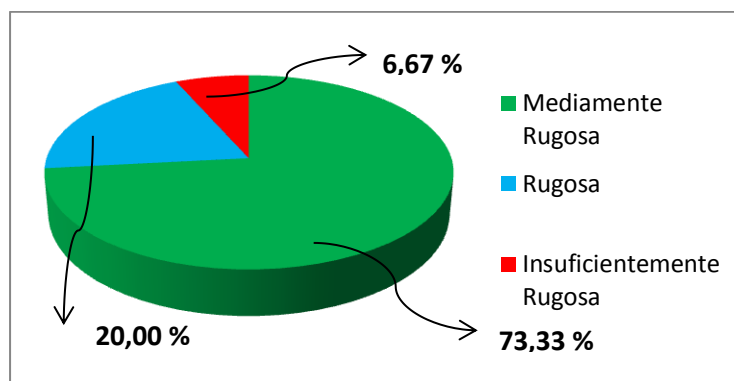


Figura 87 – Classificação do segmento 5 quanto à microtextura (sentido: Centro-Bairro).

Observou-se que os resultados obtidos pelos ensaios do Pêndulo Britânico, dados em VRD (Valor de Resistência à Derrapagem), para esta avenida, concentraram-se praticamente no intervalo compreendido entre 47 e 75. Isto demonstra que os pavimentos pesquisados da Av. Constantino Nery apresentam superfícies com microtexturas Medianamente Rugosa a Rugosa. Desse modo, os pavimentos pesquisados da Avenida Constantino Nery encontram-se dentro dos parâmetros recomendados pelo DNIT. Observou-se, também, uma faixa pequena de microtextura, classificada como Insuficientemente Rugosa, ou seja, 6,67 % (equivalente a 40,00 m de extensão, dos 600,00 m pesquisados). Deve-se ressaltar, também, a microtextura Rugosa, que se sobressaiu às demais microtexturas, devido à grande parte da superfície do revestimento apresentar-se com recapeamento ainda novo (entre um e dois anos de aplicação). Por outro lado, o último segmento, nº 5, apresentou quase que 75 % de microtextura Mediamente Rugosa, devido ao desgaste da superfície do pavimento e quase 7 % da superfície como Insuficientemente Rugosa.

4.2.2 Av. Djalma Batista

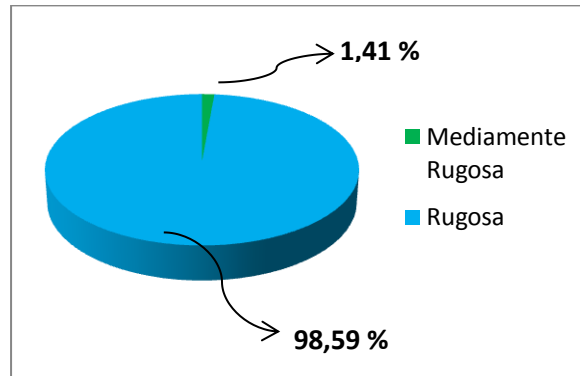


Figura 88 – Classificação do segmento 1 quanto à microtextura (sentido: Bairro-Centro).

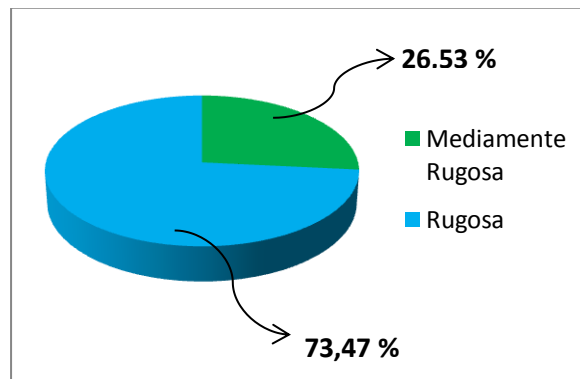


Figura 89 – Classificação do segmento 2 quanto à microtextura (sentido: Centro-Bairro).

A microtextura da Avenida Djalma Batista apresentou valores de VRD compreendidos dentro dos intervalos recomendados pela norma (Manual de Restauração de Pavimentos flexíveis, 2006). Observa-se que as superfícies dos pavimentos pesquisados tiveram suas microtexturas classificadas como Mediamente Rugosa a Rugosa. O recomendável é a predominância da classificação Rugosa. Desta forma, os segmentos pesquisados desta avenida apresentam-se dentro dos requisitos necessários a uma boa aderência pneu-pavimento. É importante destacar, também, as extensões da avenida com estas características, ou seja, no sentido Bairro-Centro obteve-se

98,59 % Rugosa (equivalente a 3,3 km, dos 3,35 km pesquisados) e no sentido Centro-Bairro obteve-se 73,47 % Mediamente Rugosa (equivalente a 1,58 km, dos 2,15 km pesquisados).

4.2.3 Av. Recife

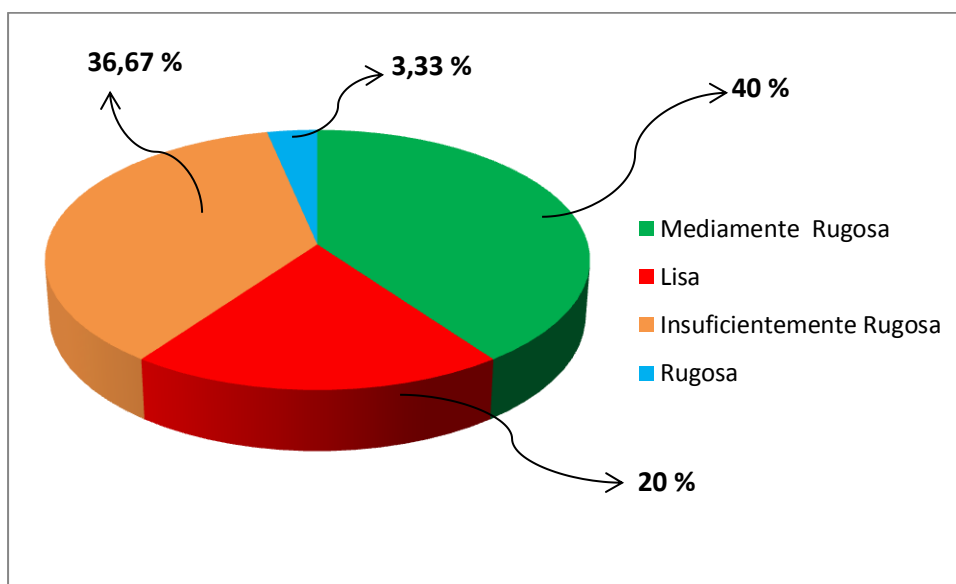


Figura 90 – Classificação do segmento quanto à microtextura (sentido único: Bairro-Centro).

Analisando a distribuição das microtexturas, observa-se que a textura Rugosa apresenta-se somente com 54,61 m (equivalente a 3,33 % da extensão total do segmento, que é de 1.640,00 m). Enquanto que a Mediamente Rugosa apresenta 656,00 m (40,00 % da extensão), ou seja, menos de 50,00 % (820,00 m) estão obedecendo às recomendações de segurança, apesar de estarem se aproximando do intervalo insuficientemente rugoso. O que se pode concluir que 56,67 % (929,39 m) da avenida Recife apresenta grande risco de acidente, levando-se em consideração a falta de rugosidade ideal. Deve-se destacar que nesta avenida a superfície do revestimento é constituída de CAUQ, contendo em sua composição o seixo rolado. Sabe-se que este material

pétreo tem a característica de apresentar superfície muito lisa. Ademais, observa-se que o revestimento já apresenta sinais visíveis de desgaste, contribuindo, dessa maneira, para uma diminuição de sua rugosidade.

4.2.4 Av. Paraíba

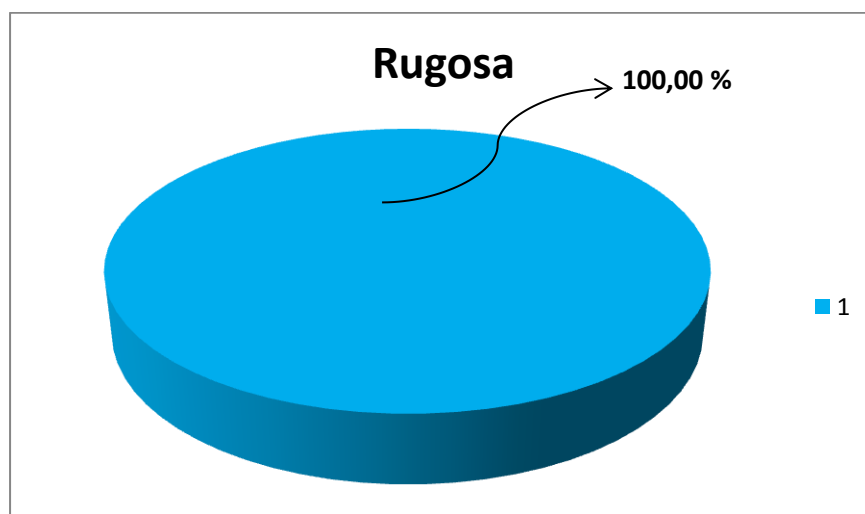


Figura 91 – Classificação do segmento quanto à microtextura (sentido único: Centro-Bairro).

A Avenida Paraíba apresentou resultados 100 % dentro do intervalo recomendado. Dos 2.000,00 m pesquisados, 100 % apresentaram-se microtextura Rugosa. Portanto, este segmento não apresenta nenhum perigo de derrapagem, levando-se em consideração sua microtextura. Tal resultado deve-se ao fato de sua superfície apresentar-se em bom estado, provavelmente, por conta de um recente recapeamento.

4.2.5 Av. Efigênio Sales

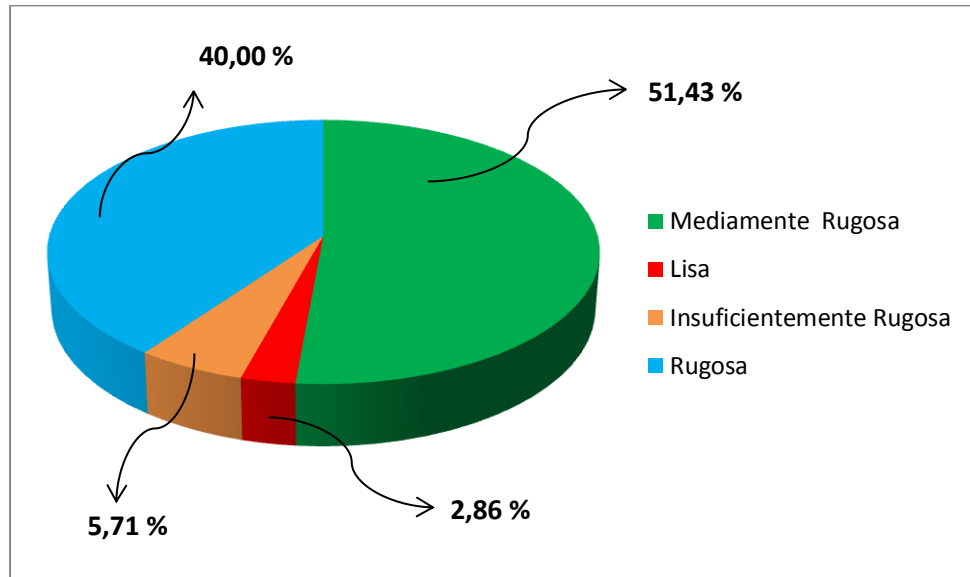


Figura 92 – Classificação do segmento 1 quanto à microtextura (sentido: Oeste-Leste).

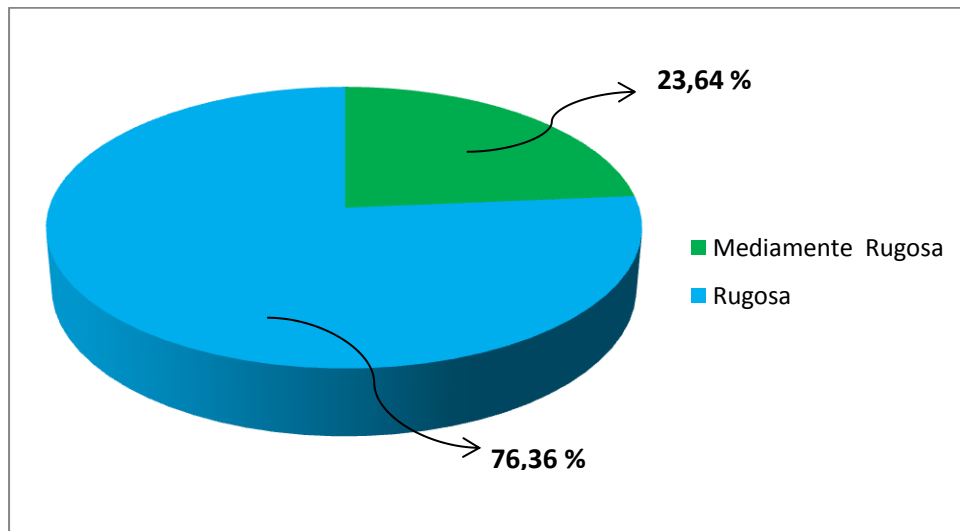


Figura 93 – Classificação do segmento 2 quanto à microtextura (sentido: Leste-Oeste).

Os resultados obtidos na Avenida Efigênio Sales demonstram uma boa condição de sua microtextura. No sentido Oeste-Leste, segmento 1, mais da metade da extensão total do segmento, ou seja, 51,43 % (1.193,18 m) apresentaram-se com sua microtextura Mediamente

Rugosa, enquanto que 40,00 % (928,00 m) apresentam-se como Rugosa. Esta situação é caracterizada por conta do intenso desgaste da superfície do pavimento, levando a textura Rugosa a se aproximar de uma textura mediantemente rugosa e, conseqüentemente, à aproximação de uma lisa. De qualquer forma, este segmento encontra-se dentro do intervalo recomendado pelo DNIT.

Com relação ao segmento Leste-Oeste, pelo contrário, observa-se uma boa classificação da microtextura, onde se obteve 76,36 % (equivalente a 1.771,55 m) de sua superfície como microtextura Rugosa, caracterizando uma excelente resposta ao perigo de derrapagem.

4.3 Resultados da Condição de Segurança quanto à Macrotextura do Pavimento

Os resultados obtidos mostraram uma condição de Macrotextura Fina, com exceção da Av. Recife, que apresentou sua Macrotextura como Média, Grossa e Muito Grossa.

Os resultados foram classificados segundo as especificações do Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (DNIT, 2006), que recomenda valores entre 0,6 mm e 1,2 mm, ou seja, textura Média a Grossa. Nos gráficos a seguir são apresentados os resultados da classificação dos pontos pesquisados. Vale destacar que todos os levantamentos efetuados, onde foram obtidos os valores de altura média da mancha de areia (HS), expressos em mm, estão disponíveis no Anexo desta pesquisa.

4.3.1 Av. Djalma Batista.

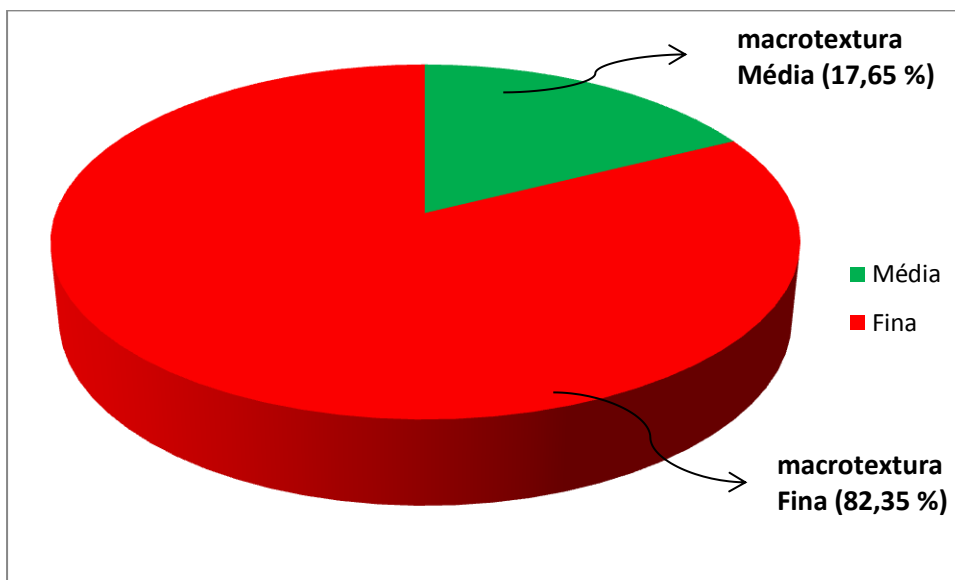


Figura 94 – Macrotextura da Av. Djalma Batista (sentido: Bairro-Centro).

Analisando-se a Figura 94, observa-se que todos os pontos foram classificados como sendo a superfície do revestimento do tipo textura Fina a textura Média. Logo, esse segmento apresenta-se em desacordo com a recomendação do DNIT. Da extensão total (3.350,00 m), 82,35 % deste segmento (equivalente a 2.758,72 m) estão classificados como macrotextura Fina. Esta situação deve-se ao grande desgaste do revestimento, o qual foi detectado quando da realização dos ensaios na pista. Outro detalhe importante se refere ao perigo existente neste trecho, tendo em vista a grande quantidade de veículos circulando nas vias urbanas da cidade de Manaus.

4.3.2 Av. Paraíba.

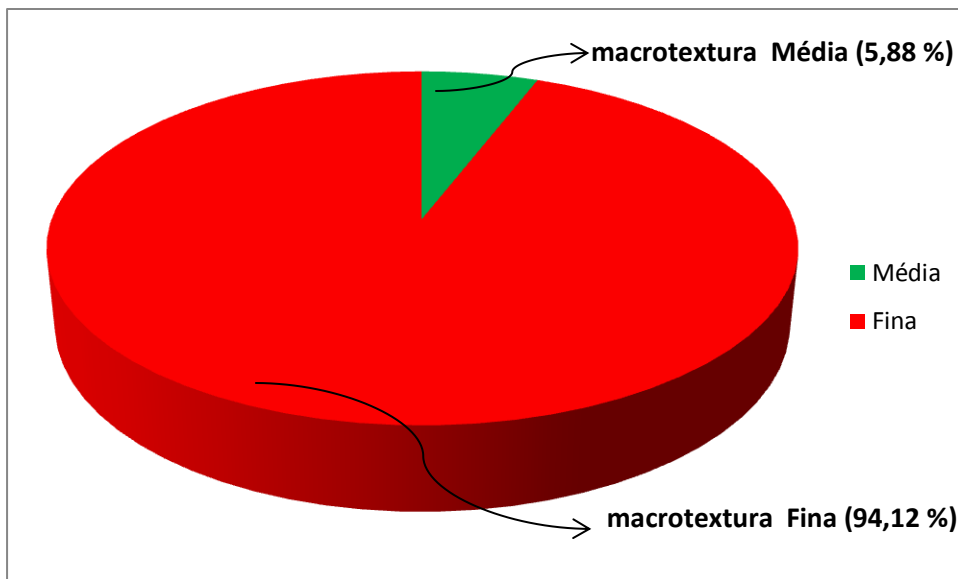


Figura 95 – Macrotextura da Av. Paraíba (sentido: Centro-Bairro).

Analisando-se a Figura 95, observa-se situação idêntica à da avenida Djalma Batista. Sua superfície apresenta-se com elevado percentual de leituras de altura de mancha de areia abaixo de 0,6 mm, portanto, fora do recomendado. Neste trecho, 1.054,14 m de extensão da via apresentam sua superfície classificada como Fina. Configura-se, dessa forma, perigo iminente ao surgimento de acidentes entre veículos que desenvolvem altas velocidades, principalmente em período chuvoso. Esta textura Fina é decorrente do alto desgaste da superfície ao longo dos anos.

4.3.3 Av. Recife.

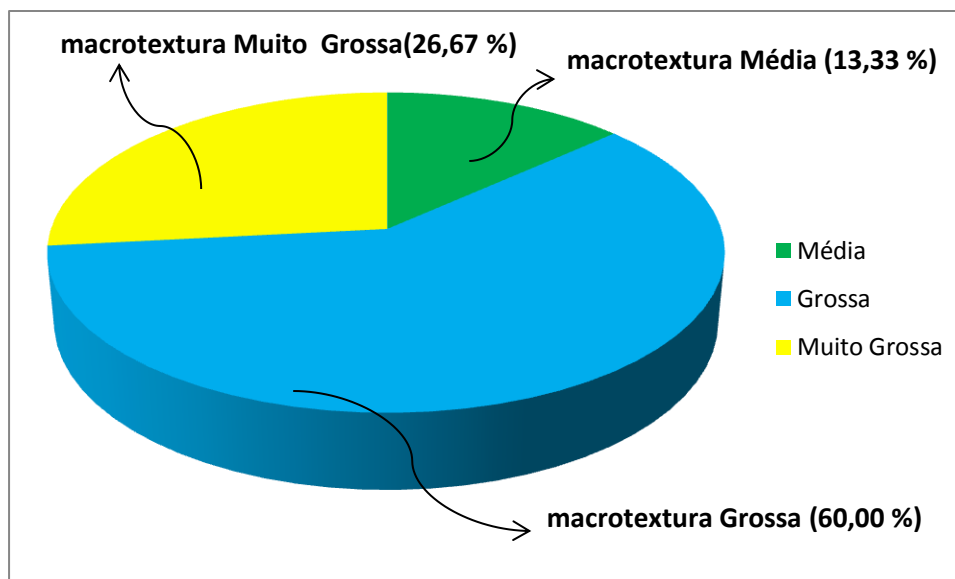


Figura 96 – Macrotextura da Av. Recife (sentido: Bairro-Centro).

Analisando os valores obtidos para as alturas médias das manchas de areia, observou-se que 73,33 % do segmento se enquadraram na norma do DNIT, o que representa 1.202,61 m, de uma extensão total de 1.640,00 m. Ademais, nota-se que 26,67 % (437,38 m) da superfície apresentaram textura Muito Grossa. Com relação a esta classificação, entende-se que se trata de uma superfície muito desgastada e bastante desagregada, de forma que fiquem à amostra somente os agregados graúdos.

4.3.4 Av. Constantino Nery.

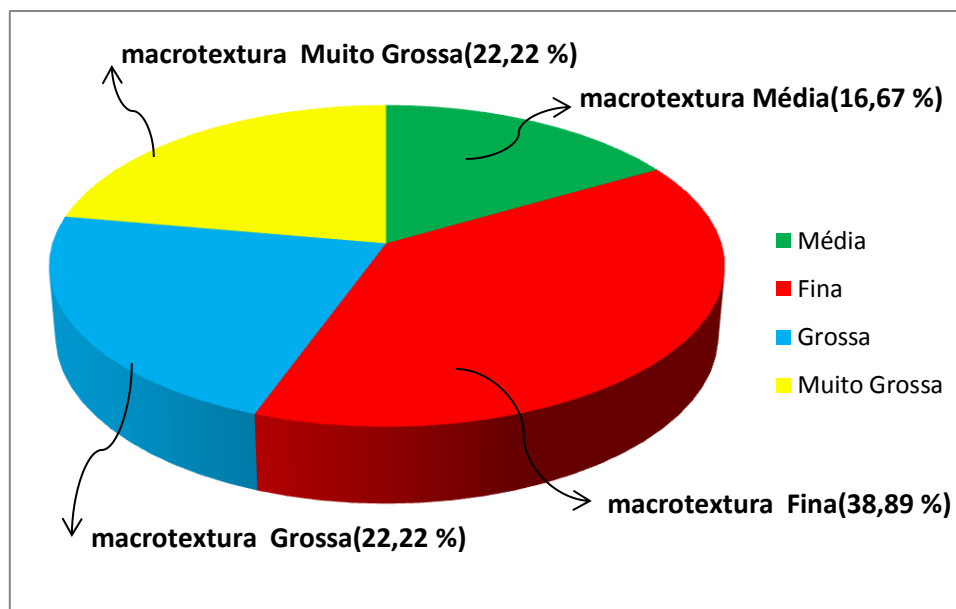


Figura 97 – Macrotextura da Av. Constantino Nery (sentido: Centro-Bairro).

Analisando-se a Figura 97, observa-se que as texturas Fina e Muito Grossa representam 61,11 % do segmento (CENTRO-BAIRRO) da avenida, ou seja, 1.246,64 m de 2.040,00 m pesquisados. Por outro lado, 38,89 % (793,36 m) apresentam-se de acordo com a recomendação do DNIT, ou seja, HS entre 0,6 mm e 1,2 mm (textura Média a Grossa). Dessa forma, tal situação subsiste devido ao grande desgaste do revestimento e aos inúmeros remendos para recomposição do revestimento (onde a superfície é renovada).

4.3.5 Av. Efigênio Sales.

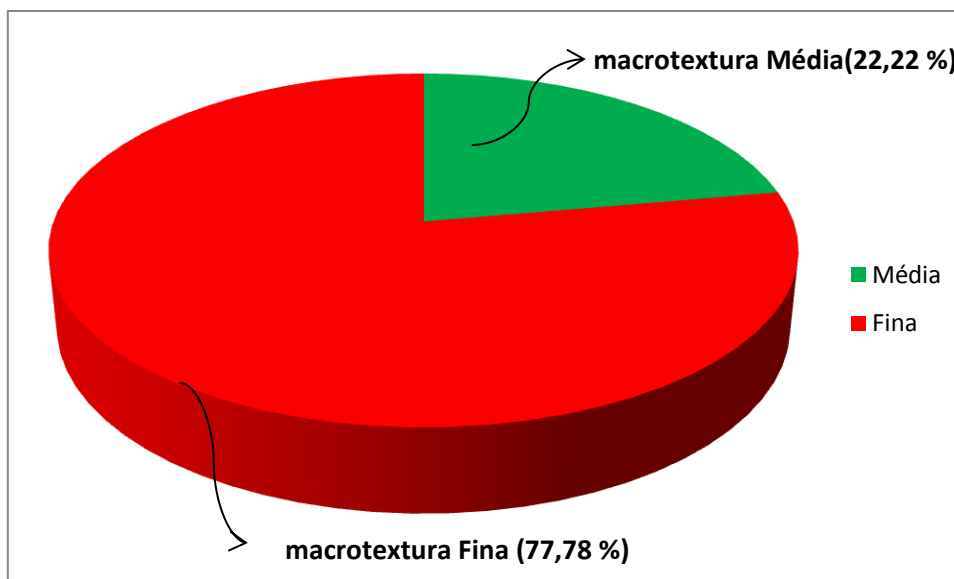


Figura 98 – Macrotextura da Av. Efigênio Sales (sentido: Oeste-Leste).

Estes resultados ficaram bem próximos dos resultados da avenida Djalma Batista. Sua macrotextura não se enquadrava no intervalo recomendado pela norma (0,6 mm a 1,2 mm). Dos 2.320,00 m pesquisados, 1.804,49 m estão com textura Fina. Isto significa uma situação propensa a acidentes. Por outro lado, apenas 515,50 m estão em situação adequada. Como todo segmento pesquisado, a situação precária apresentada do revestimento favorece à macrotextura inadequada da superfície do pavimento.

4.4 Resultados do IFI (Índice Internacional de Atrito).

Os resultados obtidos mostraram uma condição de Atrito Muito Ruim, com exceção da Av. Recife, que se apresentou Bom a Regular, conforme gráficos a seguir.

De acordo com Aps (2006), em sua 4ª tentativa, foi possível desenvolver faixas para os valores de IFI. Deste modo, recomenda-se uma condição de $IFI \geq 0,15$ (pavimentos restaurados) e $IFI \geq 0,22$ (obras rodoviárias novas). Todos os valores de IFI encontram-se no Anexo 2 desta pesquisa. Além disso, através dos resultados apresentados, pode-se escolher a melhor forma de intervenção para melhoramento das texturas prejudicadas.

4.4.1 Condições

4.4.1.1 Av. Djalma Batista.

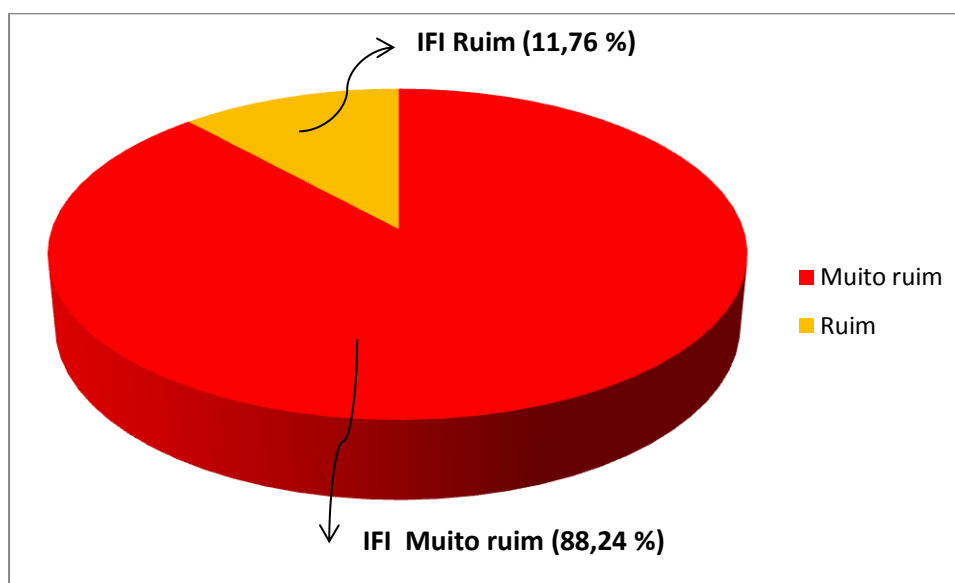


Figura 99 – IFI da Av. Djalma Batista (sentido: Bairro-Centro).

Analisando-se a Figura 99, observa-se que a condição da superfície do pavimento deste segmento encontra-se totalmente prejudicada, visto que seus valores apresentam-se muito

inferiores a 0,15. Seu IFI, de um modo geral, apresentou-se Muito Ruim. Deste modo, é grande o perigo de derrapagem, tendo em vista sua aderência e velocidade de derrapagem apresentarem condição crítica.

4.4.1.2 Av. Recife.

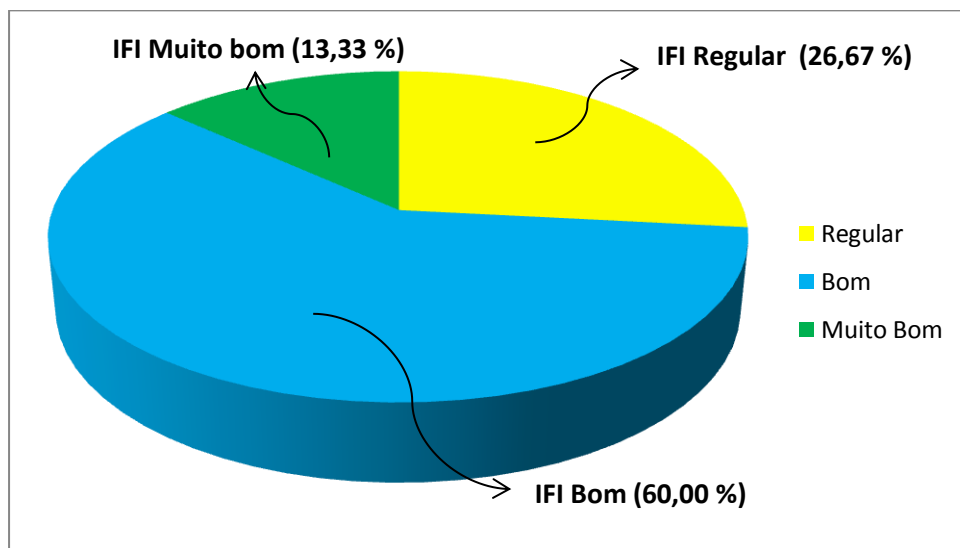


Figura 100 – IFI da Av. Recife (sentido: Bairro-Centro).

Nesta avenida, obteve-se os melhores resultados de IFI, visto que seu revestimento em CAUQ apresentou boa macrotextura. Deste modo, considera-se este segmento como de boa aderência, quando ocorre a combinação das características de micro e macrotextura.

4.4.1.3 Av. Paraíba.

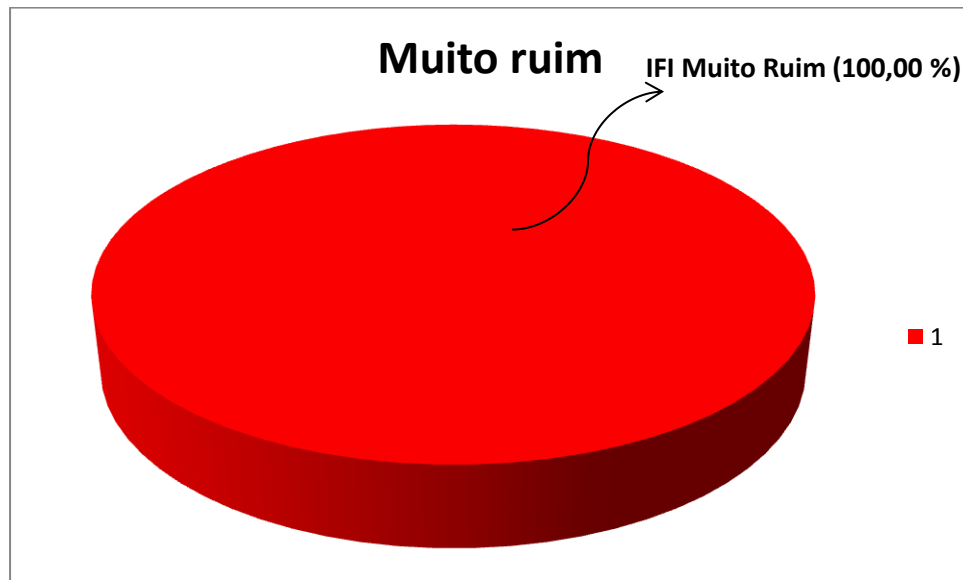


Figura 101 – IFI da Av. Paraíba (sentido: Centro-Bairro).

Foi o segmento que apresentou a situação mais crítica. Seu IFI foi muito Ruim, apesar de apresentar microtextura Rugosa (representada pelas leituras do Pêndulo Brtânico). Porém, sua macrotextura apresentada foi Fina (representada pelos ensaios da Mancha de Areia). Combinando as duas texturas, obteve-se maior influência da característica Fina. Tal fato deve-se aos grandes valores obtidos nos diâmetros das manchas de areias, o que proporcionou valores de HS (altura da mancha) muito baixos.

4.4.1.4 Av. Constantino Nery.

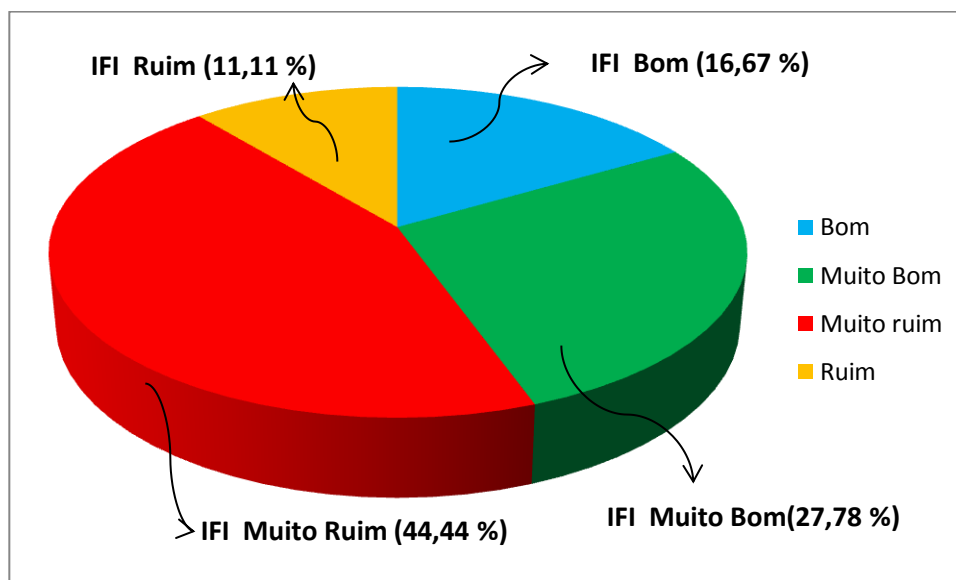


Figura 102 – IFI da Av. Constantino Nery (sentido: Centro-Bairro).

Na avenida Constantino Nery, praticamente, metade do segmento apresentou-se de Ruim a Muito Ruim, enquanto que a outra metade apresentou valor de IFI Bom a Muito Bom. Observou-se que, nos trechos que se apresentavam remendados com AAUQ, sua macrotextura era deficiente. Porém, nos trechos que apresentavam revestimento original constituído de CAUQ, sua macrotextura era boa. Dessa forma, como o IFI é uma representação harmônica das texturas, o gráfico confirmou a real situação, na qual se encontra o segmento pesquisado. Outro detalhe observado: os valores obtidos para a macrotextura influenciam bastante no resultado final do IFI.

4.4.1.5 Av. Efigênio Sales.

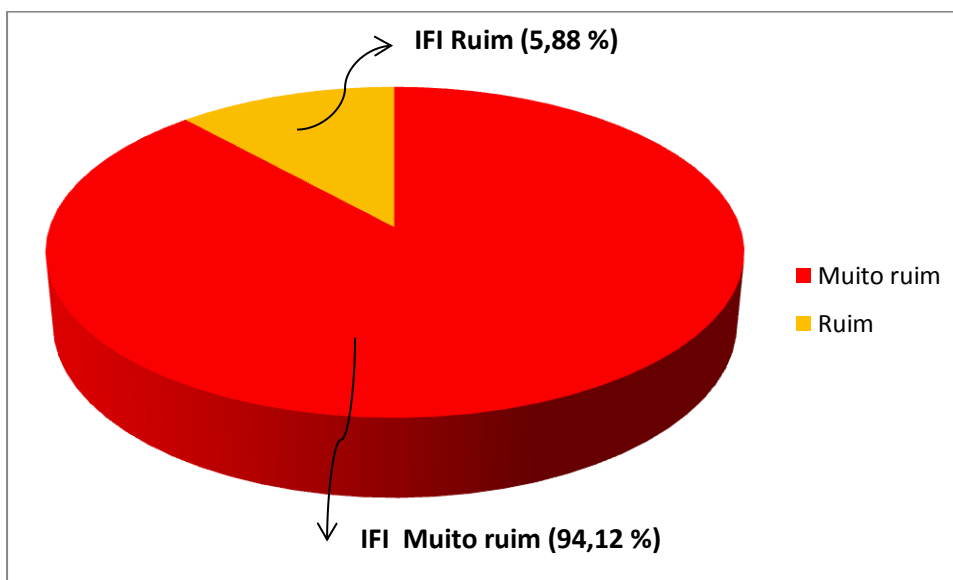


Figura 103 – IFI da Av. Efigênio Sales (sentido: Oeste-Leste).

Semelhantemente ao segmento da Avenida Paraíba, a Avenida Efigênio Sales apresentou resultados obtidos da micro e macrotextura abaixo dos valores recomendados. Ou seja, para a microtextura, o valor médio obtido ficou abaixo de 55 (deveria apresentar-se ≥ 55). Do mesmo modo, para a macrotextura, o valor médio, também, não foi o ideal, pois, apresentou-se muito abaixo do limite mínimo, que é de 0,6 mm.

Desta forma, os valores do IFI, que dependem da harmonização dos valores obtidos da microtextura e macrotextura, refletiram a situação atual da via. Certamente, tal situação deve-se ao grande desgaste do revestimento, deixando-o com superfície sem a devida rugosidade.

4.4.2 Intervenções

Dos ensaios realizados para obtenção da microtextura e macrotextura, é obtido o IFI e a partir deste, pode-se avaliar as estratégias de intervenção a serem adotadas em cada segmento pesquisado. Dessa forma, em função da harmonização do F_{60} com o S_p , são plotados pontos que podem facilitar a escolha do nível de intervenção necessária, conforme figuras a seguir apresentadas.

4.4.2.1 Av. Djalma Batista.

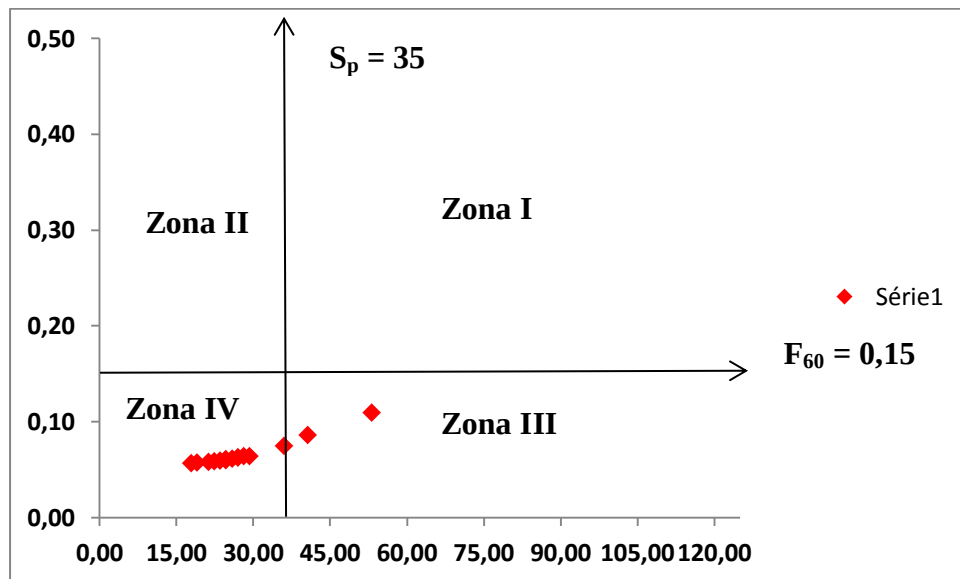


Figura 104 – Tipo de intervenção recomendada (adaptado de Aps, 2006).

Analisando-se a Figura 104, observa-se que os pontos estão localizados nas zonas II e IV. Isto significa que este segmento da avenida Djalma Batista, sentido Bairro-Centro, necessita de

intervenções na sua microtextura e macrotextura. Ademais, a maioria dos pontos situam-se na zona IV, o que confirma esta intervenção.

4.4.2.2 Av. Recife.

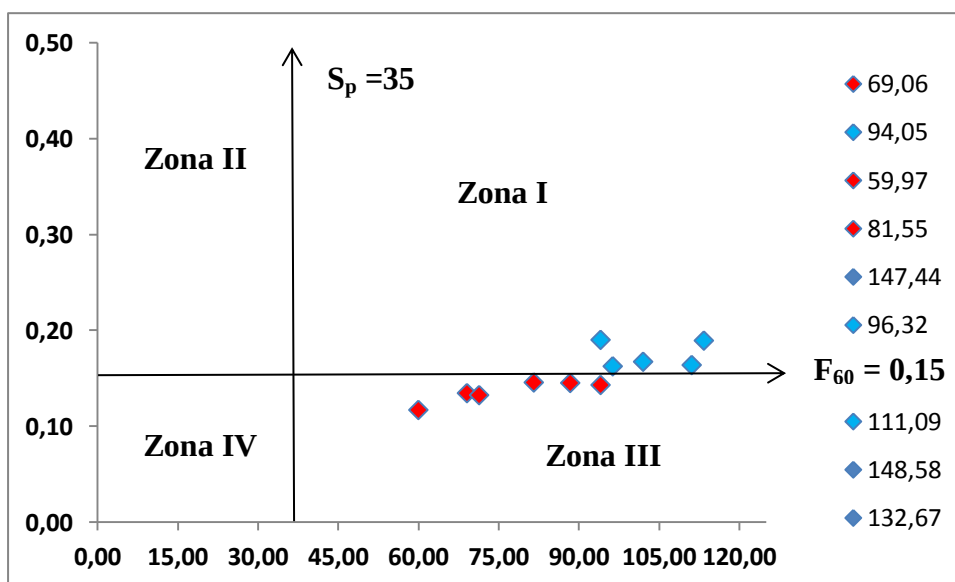


Figura 105 – Tipo de intervenção recomendada (adaptado de Aps, 2006).

Neste segmento, os valores obtidos para o IFI posicionaram-se nas Zonas I e III. Deste modo, Valores localizados na Zona I não implicam em escolha de intervenção, pois apresentam-se com textura dentro do recomendado. No entanto, os valores situados na Zona III implicam na superfície a escolha de uma estratégia de intervenção a ser adotada. Neste caso, recomenda-se melhorar a microtextura do segmento, tendo em vista que a maioria dos pontos se posicionaram na Zona III.

4.4.2.3 Av. Paraíba

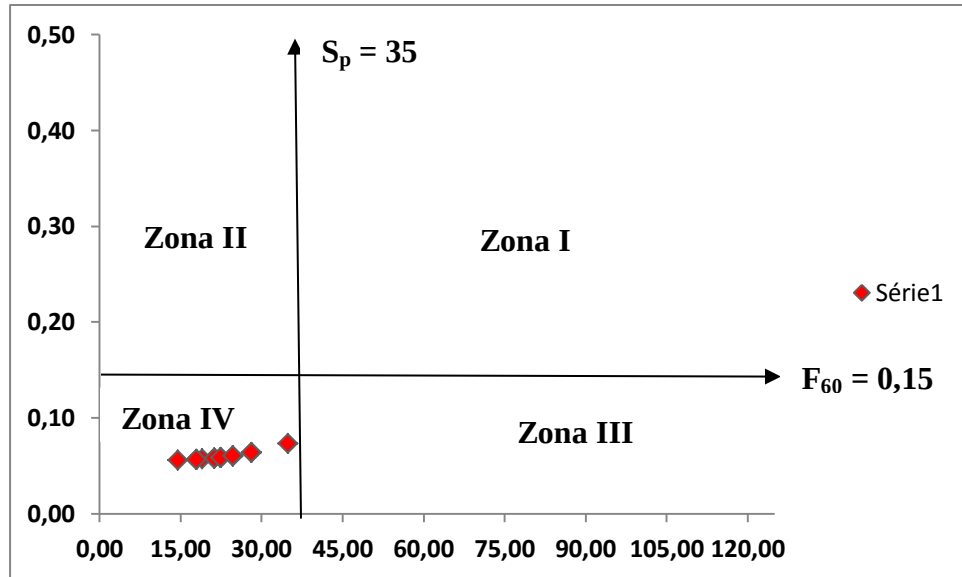


Figura 106 – Tipo de intervenção recomendada (adaptado de Aps, 2006).

Neste segmento, os pontos se localizaram na Zona IV, o que significa a necessidade de aplicação de uma intervenção que corrija a micro e a macrotextura da avenida. Normalmente, recomenda-se a aplicação de microrrevestimento, bem como aplicação do jato de areia. Além disso, verifica-se nos valores obtidos para o IFI que o segmento apresentou 100 % de sua textura classificada como Muito ruim.

4.4.2.4 Av. Constantino Nery

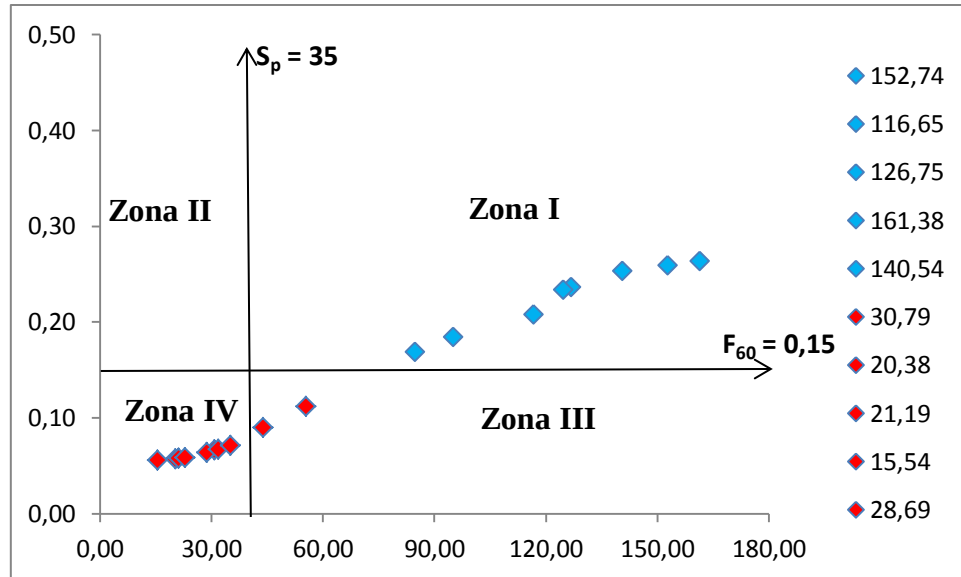


Figura 107 – Tipo de intervenção recomendada (adaptado de Aps, 2006).

Analisando-se a Figura 107, observa-se que os valores obtidos para o IFI concentram-se nas Zonas I, III e IV. Na Zona III, estão localizados somente dois pontos. A maior concentração dos valores está nas Zonas I e IV, o que pode concluir-se para adoção de intervenções somente na Zona IV, a fim de reabilitar a macro e a microtextura deste segmento (sentido Centro-Bairro), visto que os outros pontos concentraram-se na Zona I, a qual não necessita de intervenção. Ressalva-se que tais intervenções são necessárias, devido ao grande desgaste da superfície do pavimento pesquisado. É importante destacar, também, que os valores do IFI apresentaram uma característica mediana, ou seja, seus intervalos posicionaram-se entre Muito Ruim a Ruim (mais ou menos 50%) e Bom a Muito Bom (mais ou menos 50 %).

4.4.2.5 Av. Efigênio Sales

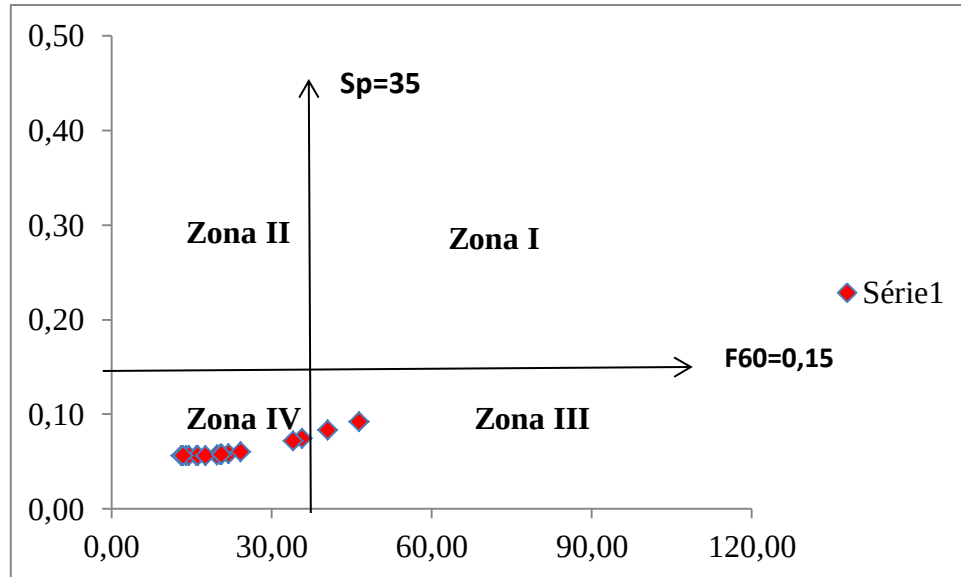


Figura 108 – Tipo de intervenção recomendada (adaptado de Aps, 2006).

Neste segmento (sentido Oeste-Leste), os valores obtidos para o IFI concentraram-se, praticamente, na Zona IV. Para esta Zona recomenda-se intervir na macro e microtextura. Como intervenções conhecidas e recomendadas temos a aplicação de um microrrevestimento ou uma aplicação de jato de areia sobre a superfície desgastada. Ademais, os valores do IFI apresentaram-se como Muito Ruins a Ruins (praticamente 100%).

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES

Diante do que foi proposto nesta pesquisa, ou seja, a aplicação da técnica FWD no diagnóstico de estruturas de pavimento flexível de vias urbanas da cidade de Manaus, complementada por análise da funcionalidade dos respectivos pavimentos, são apresentadas abaixo, as principais conclusões a que se chegou, focadas nos objetivos inicialmente propostos:

- a) As vias urbanas pesquisadas, de um modo geral, apresentam suas qualidades estruturais em boas condições. As deflexões máximas obtidas pela técnica FWD apresentaram-se com valores muito menores que os valores obtidos pelas deflexões admissíveis. A apresentação dessa boa qualidade estrutural proporciona a não necessidade de intervenções do tipo Reconstrução do pavimento ou Reforço com melhoramento de Base e Sub-base. Com relação aos parâmetros de Horak, tem-se que o segmento 4 da avenida Djalma Batista, segmento 2 da avenida Recife e segmento 2 da avenida Paraíba apresentam algumas deflexões máximas superiores a 500 μm . Neste caso, estes segmentos podem ser considerados como em estado de alerta.
- b) As condições de segurança dos pavimentos, quanto à microtextura, executada pelo Pêndulo Britânico, apresentaram-se, no geral, como Boas, dentro do recomendado pelo DNIT, ou seja, características mediamente rugosa a rugosa. A exceção ocorreu na Av. Recife, onde sua microtextura apresentou-se Insuficiente rugosa e um pouco lisa. Interessante notar que a situação da microtextura apresentar-se Boa, deve-se ao grande número de remendos, realizados todo ano sobre a superfície dos revestimentos. Desse modo, praticamente, grande parte da extensão viária da cidade deve apresentar uma microtextura em condições boas.

- c) As condições de segurança dos pavimentos, quanto à macrotextura, executada pelo ensaio de mancha de Areia, apresentaram-se, no geral, como Ruim, em desacordo com o recomendado pelo DNIT, ou seja, características de textura média a grossa. Exceção a esta conclusão ocorreu na Av. Recife que apresentou características média, grossa a muita grossa. Entretanto, com relação a este resultado obtido sobre a macrotextura, pode-se concluir que sua condição Ruim deve-se ao fato de que o material asfáltico (AAUQ), utilizado nos remendos dos revestimentos, está ocasionando o aparecimento de texturas muito finas. Concomitante a isso, ainda não há, também, uma aplicação adequada de um sistema de manutenção de pavimento, voltada para a prevenção. Outro detalhe, observado nesta pesquisa, tem a ver com os diversos tipos de revestimentos encontrados nas avenidas. Na Avenida Constantino Nery, por exemplo, observou-se o uso de AAUQ (com areia grossa e média) e CAUQ (com pedras do tipo seixo e granítica), todos próximos um do outro, sem qualquer critério. Como consequência dessas discrepâncias, as intervenções, que levam em consideração os valores das micro e macrotextura, sempre serão necessárias em curto espaço de tempo.
- d) Com relação ao IFI, obteve-se resultados interessantes que definem o modo de intervenção no melhoramento da micro ou macrotextura. Na Av. Djalma Batista, os valores de F_{60} e S_p concentram-se nas Zonas III e IV, ou seja, necessitará de intervenções para melhorar sua micro e macrotextura. Na Av. Recife, os valores de F_{60} e S_p concentram-se nas Zonas I e III, ou seja, necessitará de intervenções para melhorar somente sua microtextura. Vale ressaltar que esta via é totalmente revestida com CAUQ, enquanto que as outras vias pesquisadas possuem recapeamentos de AAUQ sobre CAUQ. Na Av. Paraíba, todos os valores se concentraram na Zona IV, ou seja, necessitará de intervenções para melhorar sua micro e macrotextura. Na

avenida Constantino Nery, observa-se a necessidade de intervenção na micro e macrotextura. Na avenida Efigênio Sales, sua superfície necessitará de intervenção, também, na micro e macrotextura. As possíveis intervenções seguem a característica de restaurar a superfície desgastada do pavimento, tornando-a mediamente rugosa a rugosa, executando, dessa forma serviços de microrrevestimento ou aplicação de jato de areia.

CAPÍTULO 6 - SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

A título de contribuição, estão elencadas algumas propostas para futuras pesquisas:

- Pesquisar os parâmetros das bacias deflectométricas nos mesmos locais e avenidas desta pesquisa, tendo por base ensaios deflectométricos executados no período de verão, para fins de comparação com os obtidos nesta pesquisa.
- Coletar amostras indeformadas das camadas dos pavimentos, realizando sobre elas ensaios para obtenção do módulo de resiliência, fadiga do material, deformação permanente etc, e, com isso, fazer retroanálise por programas mecanísticos e avaliar o ciclo de vida dos pavimentos desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

APS, Márcia. Classificação da aderência pneu-pavimento pelo índice combinado ifi – international friction index combinado IFI – INTERNATIONAL FRICTION INDEX PARA REVESTIMENTOS ASFÁLTICOS”, ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, São Paulo 2006.

ASTM, American Society for Testing and Materials (1993) – “Standard Test Method for Measuring Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester”. ASTM E303-93. United States of America.

ABNT NBR 15.570/2008, Primeira edição 21.04.2008, Transporte - Especificações técnicas para fabricação de veículos de características urbanas para transporte coletivo de passageiros.

ALBANO, João Fortini. Efeitos dos excessos de cargas sobre a durabilidade dos pavimentos, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia), UFRGS, Porto Alegre, RS.

ANA PAULA SANTOS FRANCISCO, *Comportamento Estrutural* de Pavimentos Rodoviários Flexíveis , Escola Superior de Tecnologia e de Gestão, Instituto Politécnico de Bragança, Outubro de 2012.

BALBO, José Tadeu. Pavimentação Asfáltica – materiais, projeto e restauração. Oficina de Textos. São Paulo, 2007.

BALBO, José Tadeu. Pavimentos Asfálticos – Patologia e Manutenção. Editora Plêiade. São Paulo, 1997.

BATISTA, Lorena Cristina Martins. Determinação de parâmetros de deformabilidade de camadas de um pavimento a partir de ensaios de campo, 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia), UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, BRASÍLIA/DF.

CLARISSA BEATRIZ SANDOVAL BORGES. Estudo comparativo entre medidas de deflexão com viga Benkelman e FWD em pavimentos da malha rodoviária estadual de Santa Catarina, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Florianópolis, dezembro de 2001.

CONGRESSO DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. 4º, 2010, São Paulo, Avaliação das condições de aderência pneu-pavimento na rodovia BR-290/RS.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. Estabelece os limites de peso e dimensões para veículos que transitem por vias terrestres e dá outras providências. resolução nº 210 de 13 de novembro de 2006.

COUTINHO, João Camilo Penna. Dimensionamento de Pavimento Asfáltico: comparação do método do DNER com um método mecanístico – Empírico aplicada a um trecho, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Escola de Minas – UFOP, Ouro Preto, MG.

CROVETTI, James. Development of rational overlay design procedures for flexible pavements. Department of Civil & Environmental Engineering, Milwaukee, september 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, Manual de Pavimentação, Publicação IPR-719, RJ, Brasil, 2006

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Pavimentos flexíveis – concreto asfáltico: DNIT-ES 031/2006. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES, Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos, Publicação IPR-720, RJ, Brasil, 2006

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Areia-Asfalto a Quente, DNIT 032/2005-ES. Rio de Janeiro, 2005

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Avaliação estrutural de pavimentos Flexíveis, DNER PRO 011/1979 - Procedimento B, Rio de Janeiro, 1979.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos, DNIT 009/2003-PRO. Rio de Janeiro, 2003

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos, DNIT 005/2003-TER. Rio de Janeiro, 2006

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Determinação de deflexões utilizando deflectômetro de impacto tipo “Falling Weight Deflectometer (FWD)”, DNER 273/96-PRO. Rio de Janeiro, 1996.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. *Manual de estudos de tráfego*. Publicação IPR 723. Rio de Janeiro, 2006

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. *Manual de Gerência de Pavimentos*. Publicação IPR-745, RJ, Brasil, 2011

ELEMAR JORGE TAFTE JÚNIOR, “ESTUDO DA APLICABILIDADE DE PROCEDIMENTOS PARA PROJETO DE RESTAURAÇÃO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS RODOVIÁRIOS”. Dissertação (Mestrado em engenharia) apresentada à Divisão de Pós-Graduação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica, SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, SP, BRASIL 2003

ELISABETE F. FREITAS, PAULO A. A. PEREIRA, “Estudo da Evolução do Desempenho dos Pavimentos Rodoviários Flexíveis Universidade do Minho”, Departamento de Engenharia Civil Azurém, P – 4800-058 Guimarães, Portugal, Número 11, 2001.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION , US DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. Simplified Techniques for evaluation and interpretation of Pavement Deflections for Network-Level Analysis, FHWA-HRT-12-023, 2012.

FONSECA, Luiz Felipe da Silva. Análise das soluções de pavimentação do programa crema 2ª etapa do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade Federal do Rio de Janeiro/COPPE, Rio de Janeiro.

FREITAS, Elizabete F.; PEREIRA, Paulo A.A . Estudo da Evolução do desempenho dos pavimentos Flexíveis rodoviários, 2001. Universidade do Minho, Azurém, Guimarães, Portugal.

FRITZEN, Marcos Antonio. Avaliação do comportamento de dois trechos experimentais, sob ação de tráfego real na Rodovia BR 040 - Trecho da Concessionária CONGER. VI Workshop Desenvolvimento Tecnológico nas Concessões Rodoviárias, 2011, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil.

GOMES, Luiz Henrique Costa. Equivalência operacional entre equipamentos deflectométricos – estudo de caso em rodovia localizada em Ouro Branco, 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola de Minas – Universidade de Ouro Preto, Minas Gerais.

GUIDO PAULO SIMM JÚNIOR. Estudo do comportamento de estruturas de pavimentos com materiais alternativos visando a redução dos custos de pavimentação no Estado de Santa Catarina. Departamento de Engenharia. 2007. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

HORAK, E. 2008. Avaliação da condição estrutural de pavimentos flexíveis com parâmetros da bacia de deflexão. *Jornal do Instituto Sul-Africano de Engenharia Civil*, vol. 50, n.º 2, junho, pp 2-9.

LAPAVE - Laboratório de Pavimentação, “Estudo de Desempenho de Pavimento Experimental com objetivo de validar método racional de dimensionamento de Pavimentos flexíveis, UFRGS, Porto Alegre, 2011 (projeto de pesquisa)

LERCH, Rafael Lucca. Previsão de irregularidade pós-recapê em rodovias do RS; ajuste do modelo HDM-4, 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia), UFRGS, Porto Alegre.

LOPES, Flaviane Melo. Pavimentos flexíveis com revestimento asfáltico – avaliação estrutural a partir dos parâmetros de curvatura da bacia de deformação, 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BATISTA, LORENA CRISTINA MARTINS, “DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS DE DEFORMABILIDADE DE CAMADAS DE UM PAVIMENTO A PARTIR DE ENSAIOS DE CAMPO”, UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, DISSERTAÇÃO COM PUBLICAÇÃO: G.DM-159/07, BRASÍLIA, 2007.

MACEDO, Fabrício Nascimento de. Retroanálise de Bacias de Deflexões Reais e Teóricas, obtidas por métodos estatísticos e dinâmico, 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Universidade de Brasília, Brasília.

MACEDO, José Afonso Gonçalves de. Interpretação de ensaios deflectométricos para avaliação estrutural de pavimentos flexíveis, 1996. Tese (Doutorado em Engenharia), UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro.

MARCOS GREYSON ALVES COELHO. AVALIAÇÃO FUNCIONAL E ESTRUTURAL DE PAVIMENTO FLEXÍVEL ESTUDO DE CASO POVOADO DE VOLTA DAS PEDRAS”, Departamento de Tecnologia, Graduação em Engenharia Civil, RODOVIA BA 160 – NO SUB-TRECHO: IBOTIRAMA, 2009

MARCOS GREYSON ALVES COELHO. avaliação funcional e estrutural de pavimento flexível estudo de caso povoado de volta das pedras Departamento de Tecnologia. 2009. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.

MÁRIO JORGE LEDO DOS SANTOS, “Dimensionamento de camadas de reforço de pavimentos rodoviários flexíveis”, Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro, 2009.

MEDINA, J. MOTTA, L.M.G. *Mecânica dos pavimentos*. Rio de Janeiro, 2005 - COPPE/UFRJ.

MIGUEL VAZ PRETO DE MENEZES, “ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DE SUPERFÍCIE DE PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS PARA ANÁLISE DA SEGURANÇA DO TRÁFEGO”, Setembro de 2008, Universidade Técnica de Lisboa .

MOTA, Marcus Vinícius Fagundes; GUIMARÃES, Antônio Carlos Rodrigues; MOTTA, Laura Maria Goretti. A Mecânica Dos Pavimentos Aplicada à Avaliação de um Trecho de Rodovia de Baixo Volume de Tráfego, Revista Pavimentação Ano VII – Nº 24, 2012.

NBR-15570, especificações técnicas para fabricação de veículos de características urbanas para transporte coletivo de passageiros, 2008.

Ndodana Consulting Engineers (Pty) Ltd, Centurion, South Africa, Abstracts of the 31st Southern African Transport Conference (SATC 2012) 9-12 July 2012 Proceedings ISBN Number: 978-1-920017-53-8 Pretoria, DOCUMENT TRANSFORMATION TECHNOLOGIES CC CONFERENCE ORGANISED BY: CONFERENCE PLANNERS.

NOURELDIN, A. Samy; ZHU, Karen; LI, Ph.D, Shuo; HARRIS, Dwayne. Network pavement evaluation using falling weight deflectometer and ground penetrating radar. Prepared for Presentation at the 2003 TRB ANNUAL MEETING AND PUBLICATION AS A PART OF TRR SERIES, 2003.

Pavement Interactive. Deflection based nondestructive pavement analyses publish, 2010.

PEREIRA, Deivid da Silva. Estudo de Gradientes Térmicos e deformações em whitetopping ultradelgado, 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Escola Politécnica da USP, São Paulo.

PICADO-SANTOS, L., PEREIRA, P., AND BRANCO, F. (2006b). "Pavimentos Rodoviários." Edições Almedina, Coimbra.

PICADO-SANTOS, L., PEREIRA, P., E BRANCO, F. (2008). "Pavimentos Rodoviários." Edições Almedina, Coimbra.

PINTO, S.; PREUSSLER, E. Pavimentação rodoviária: conceitos fundamentais sobre pavimentos flexíveis. ED. COPIARTE. Rio de Janeiro, 2002.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. Projeto de reforço para restauração de pavimentos flexíveis, IP-09/2004. São Paulo, 2004.

PREUSLLER, Leonardo Appel. Contribuição ao estudo da deformabilidade de camadas de pavimento, 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia), Escola Politécnica da USP, São Paulo.

RICARDO LIMA RODRIGUES, *Avaliação estrutural de segmento da Av. Floriano Peixoto na zona urbana de Campina Grande-PB*, UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, Paraíba, Julho/2007

ROCHA FILHO, Nelson Rodrigues. Estudo de técnicas para avaliação estrutural de pavimentos por meio de levantamentos deflectométricos, 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia), ITA, São José dos Campos.

SANTOS, Djavan Aragão Pereira dos. , *Avaliação da superfície de pavimentos flexíveis através do levantamento visual contínuo - procedimento DNIT 008/2003 PRO: Estudo de caso da BR-324 no trecho entre Amélia Rodrigues e Feira de Santana – BA*, 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia), UFBA, Salvador.

SCARANTO, Marcelo; GONÇALVES, Fernando Pugliero. Manutenção de pavimentos urbanos com revestimentos asfálticos, Universidade de Passo Fundo – UPF, Passo Fundo, RS, Teoria e Prática na Engenharia Civil, n.12, p.69-80, 2008.

SIMÕES, J., AND CUNHA, M. (2006). "Avaliação das Condições Estruturais de Pavimentos através do Deflectómetro de Impacto." Tradução do Couteúdos da Dynatest, Aveiro.

ANEXO

Av. Constantino Nery		
Do (x 0,01 mm)	D25 (x 0,01mm)	RC (m)
20,10	9,54	295,83
22,91	11,21	267,19
18,52	9,99	366,26
24,26	13,50	290,45
19,21	11,81	422,43
19,62	9,35	304,27
24,00	13,08	286,30
20,06	12,66	422,37
18,11	9,89	380,21
23,74	15,37	373,41
26,88	14,15	245,52
22,91	11,98	285,90
62,20	25,60	85,39
38,95	26,35	247,95
43,94	22,87	148,29
41,44	19,78	144,27

Quadro 1 – Deflexões máximas e Raios de Curvatura do Segmento 1.

Av. Constantino Nery		
Do (x 0,01 mm)	D25 (x 0,01mm)	RC (m)
34,77	23,90	287,53
27,85	16,06	265,04
38,54	21,65	184,98
13,21	7,14	515,17
24,17	15,12	345,42
26,53	14,15	252,46
32,45	20,16	254,35
33,78	17,23	188,79
30,58	15,20	203,22
27,53	14,56	240,95
28,18	15,97	255,87
27,45	18,44	347,00
29,11	18,65	298,80
31,00	17,87	237,98
34,62	20,16	216,15

Quadro 2 – Deflexões máximas e Raios de Curvatura do Segmento 2.

Av. Constantino Nery		
D0 (x0,01 mm)	D25 (x0,01 mm)	RC (m)
26,81	15,39	273,74
17,09	10,28	458,89
48,59	24,29	128,60
44,99	25,67	161,74
48,79	29,92	165,64
27,19	18,42	356,35
27,64	17,78	316,80
46,04	26,19	157,45
42,75	24,81	174,16
48,13	23,90	128,95
50,24	28,29	142,37
66,31	34,28	97,55
62,05	31,69	102,92
39,71	22,75	184,25
35,01	16,82	171,84
41,37	25,97	202,96
34,4	19,08	204,03
46,31	26,89	160,96

Quadro 3 – Deflexões máximas e Raios de Curvatura do Segmento 3.

Av. Constantino Nery		
Do (x 0,01 mm)	D25 (x0,01 mm)	RC (m)
22,06	12,85	339,25
24,86	15,61	337,81
26	13,17	243,64
24,7	13,11	269,56
20,70	12,48	379,95
18,99	10,71	377,50
10,88	6,69	746,18
28,13	15,53	248,10
16,88	10,09	460,01
19,16	8,71	299,16
21,06	10,97	309,79
16,95	10,91	516,97
23,42	15,68	403,56
19,8	14,29	567,60
26,75	17,79	348,68
38,1	20,92	181,87
22,18	14,96	432,98
17,45	11,84	556,55
35,05	18,19	185,39

Quadro 4 – Deflexões máximas e Raios de Curvatura do Segmento 4.

Av. Constantino Nery		
Do (x 0,01 mm)	D25 (x0,01 mm)	RC (m)
34,73	18,21	189,16
55,5	27,06	109,87
33,39	17,46	196,12
24,77	14,20	295,58
46,35	23,87	139,00
35,27	22,15	238,25
41,22	25,03	193,03
62,27	27,94	91,02
32,5	13,83	167,35
20,9	10,23	292,88
59,34	28,66	101,85
64,07	28,90	88,85
62,12	28,79	93,76
60,77	28,45	96,68
48,5	23,24	123,70

Quadro 5 – Deflexões máximas e Raios de Curvatura do Segmento 5.

Av. Djalma Batista		
Do (x 0,01 mm)	D25 (x 0,01 mm)	RC (m)
32,28	12,67	159,38
35,24	13,60	144,43
52,27	21,02	100,01
64,88	17,57	66,05
90,17	28,52	50,69
27,84	16,31	270,92
36,27	15,42	149,85
26,83	12,35	215,77
26,78	13,11	228,64
62,29	22,62	78,78
43,66	13,99	105,33
53,68	18,30	88,33
47,03	15,85	100,22
45,73	22,79	136,25
57,80	20,86	84,60

Quadro 6 – Deflexões máximas e Raios de Curvatura do Segmento 1.

Av. Djalma Batista		
Do (x 0,01 mm)	D25 (x0,01 mm)	Rc (m)
23,09	11,65	273,18
27,94	17,45	297,85
29,94	16,83	238,42
29,71	18,04	267,85
40,35	22,69	176,96
39,89	23,04	185,51
34,49	17,08	179,51
28,42	12,65	198,10
26,54	14,14	252,03
23,17	11,20	261,11
27,05	14,52	249,42
24,52	13,61	286,33
32,09	21,05	282,94
18,03	11,35	468,04
50,22	22,82	114,07
27,58	13,69	224,91

Quadro 7 – Deflexões máximas e Raios de Curvatura do Segmento 2.

Av. Djalma Batista		
Do (x 0,01 mm)	D25 (x 0,01 mm)	RC (m)
32,92	18,12	211,09
31,83	13,86	173,87
25,84	10,38	202,18
41,52	15,78	121,42
40,88	17,95	136,31
40,92	16,40	127,47
54,57	23,94	102,03
45,87	19,97	120,65
63,50	32,63	101,25
45,26	26,56	167,14
34,04	21,08	241,19
29,11	15,18	224,35
34,39	16,82	177,82
27,75	14,55	236,73
30,81	15,62	205,73
28,34	14,65	228,33
52,76	29,00	131,53
28,74	15,79	241,39
29,21	16,52	246,26
27,71	15,60	258,01
21,99	10,11	262,99
27,02	16,55	298,51
30,05	17,52	249,47
31,26	16,38	209,99
42,39	23,71	167,27
42,75	24,17	168,15
34,50	22,84	268,11
32,64	21,09	270,64
23,93	16,61	426,68
25,86	17,44	371,00
29,15	19,46	322,49
42,45	20,48	142,26
44,25	20,65	132,41

Quadro 8 – Deflexões máximas e Raios de Curvatura do Segmento 3.

Av. Djalma Batista		
Do (x 0,01 mm)	D25 (x 0,01 mm)	RC (m)
29,06	15,78	235,25
29,51	20,53	347,89
20,36	13,42	450,24
37,32	23,54	226,71
32,11	19,56	249,10
36,37	21,58	211,36
35,52	19,99	201,27
34,23	16,26	173,89
27,09	15,47	269,02
36,03	19,35	187,36
30,73	16,24	215,69
27,95	15,70	255,14
28,67	18,99	322,98
35,50	19,58	196,25
58,89	25,48	93,55
35,81	14,35	145,63
41,16	19,35	143,30
37,49	14,76	137,49

Quadro 9 – Deflexões máximas e Raios de Curvatura da continuação do Segmento 3.

Av. Djalma Batista		
Do (x 0,01 mm)	D25 (x 0,01 mm)	RC (m)
63,56	26,75	84,90
57,53	19,77	82,77
43,12	14,29	108,41
53,21	15,99	83,96
62,68	18,35	70,50
49,26	18,31	100,97
32,16	14,98	181,92
49,15	20,79	110,18
67,37	25,98	75,50
164,73	58,10	29,31
102,87	37,61	47,88
138,26	41,56	32,31
55,85	31,55	128,60
53,70	24,98	108,82
61,56	33,96	113,23
54,10	27,94	119,45
8,83	6,83	1562,12
32,28	17,74	214,90
46,88	21,62	123,72
19,26	10,69	364,80
24,90	13,75	280,25
32,90	16,57	191,36
47,96	21,11	116,38
60,23	25,79	90,73
39,09	15,12	130,40
38,33	15,27	135,54
29,45	13,36	194,27
40,90	21,13	158,04
36,83	22,52	218,36

Quadro 10 – Deflexões máximas e Raios de Curvatura do Segmento 4.

Av. Djalma Batista		
Do (x 0,01 mm)	D25 (x 0,01 mm)	RC (m)
56,46	28,35	111,17
35,32	22,69	247,41
27,45	15,54	262,46
19,18	10,26	350,35
35,29	13,71	144,78
51,84	20,87	100,90
45,80	19,36	118,21
51,04	21,30	105,09
51,13	20,17	100,94
64,86	20,15	69,89
50,12	20,62	105,94
48,59	16,84	98,42
52,04	21,01	100,72
52,28	24,01	110,54
46,63	21,39	123,80
77,46	31,47	67,95
66,26	32,79	93,37
80,55	33,06	65,80
53,89	19,20	90,08
44,04	18,40	121,86
86,26	25,44	51,38
66,64	28,84	82,67
97,49	33,26	48,65
59,07	26,82	96,91
66,19	29,15	84,37

Quadro 11 – Deflexões máximas e Raios de Curvatura da continuação do Segmento 4.

Av. Recife		
Do (x 0,01 mm)	D25 (x 0,01 mm)	RC (m)
29,97	14,96	208,22
26,33	14,01	253,63
24,64	13,26	274,51
26,60	13,74	242,96
22,70	12,18	297,00
21,58	12,11	330,13
24,14	12,41	266,47
29,29	15,85	232,53
23,55	12,24	276,22
21,79	8,70	238,69
25,70	10,96	212,05
21,00	8,60	251,97
20,44	8,71	266,33
19,16	7,41	265,88
22,97	5,90	183,08
54,48	10,56	71,15
40,31	5,70	90,30
45,17	9,98	88,81
47,89	8,21	78,76

Quadro 12 – Deflexões máximas e Raios de Curvatura do segmento 1.

Av. Recife		
Do (x 0,01 mm)	D25 (x 0,01 mm)	RC (m)
60,59	11,63	63,83
54,93	12,81	74,19
43,55	11,14	96,43
59,42	13,42	67,94
50,77	8,05	73,16
45,93	10,63	88,52
55,88	10,22	68,44
52,97	9,76	72,32
53,03	11,16	74,64
53,23	12,90	77,48
54,58	14,78	78,51
49,76	10,97	80,56
52,04	9,89	74,14
57,35	14,87	73,57
51,54	9,32	74,02
39,22	8,16	100,60
44,84	9,04	87,29
41,41	9,30	97,33
45,99	10,76	88,70

Quadro 13 – Deflexões máximas e Raios de Curvatura da continuação do Segmento 1.

Av. Paraíba		
Do (x 0,01 mm)	D25 (x 0,01 mm)	RC (m)
24,93	16,01	350,44
48,80	22,46	118,63
16,49	8,22	377,71
24,53	12,64	262,92
37,71	17,78	156,78
30,38	15,19	205,78
30,77	13,71	183,22
28,28	13,40	210,03
32,28	13,94	170,36
39,06	17,54	145,20
41,32	14,36	115,92
30,81	13,22	177,62
24,03	11,21	243,70
22,30	8,32	223,50
30,30	10,59	158,55
21,14	8,43	245,86
36,61	15,16	145,67
38,35	15,56	137,11
26,44	18,63	400,02
43,25	31,54	266,95
38,39	24,78	229,58
67,81	36,65	100,29
93,58	39,10	57,36
67,87	42,14	121,46
74,56	37,84	85,10
65,13	37,16	111,74
55,24	34,67	151,91
46,55	24,30	140,42
38,62	19,33	162,04

Quadro 14 – Deflexões máximas e Raios de Curvatura do segmento 1.

Av. Paraíba		
Do (x 0,01 mm)	D25 (x 0,01 mm)	RC (m)
48,48	23,22	123,72
72,26	17,61	57,18
60,41	16,80	71,66
81,87	27,39	57,37
45,02	21,13	130,82
47,88	20,64	114,74
67,34	22,59	69,83
75,58	28,12	65,84
62,00	26,14	87,15
50,52	22,16	110,17
56,35	25,23	100,43
99,45	28,20	43,86
62,23	24,24	82,27
58,34	30,75	113,28
57,60	28,61	107,79
48,30	24,21	129,70
43,46	16,32	115,14
32,02	12,96	164,00
14,15	11,07	1013,18
45,37	19,83	122,35
42,24	18,19	129,94
35,21	14,40	150,16
40,37	13,77	117,47

Quadro 15 – Deflexões máximas e Raios de Curvatura do segmento 2.

Av. Efigênio Sales		
Do (x 0,01 mm)	D25 (x 0,01 mm)	RC (m)
29,09	12,61	189,59
29,41	19,87	327,43
31,15	19,71	273,20
28,88	19,50	333,06
35,62	24,51	281,19
24,33	16,75	412,07
22,70	16,12	474,96
28,91	15,80	238,46
19,56	13,08	482,33
19,58	10,83	357,34
19,58	11,81	402,39
29,91	21,54	373,32
23,77	15,44	375,19
23,87	15,05	354,26
19,23	10,99	379,19
27,20	16,69	297,32
38,77	21,85	184,70
39,26	27,23	259,81
35,52	20,77	211,89
33,70	22,76	285,69
29,21	18,97	305,22
16,90	11,67	598,06
13,98	9,91	767,38
31,48	18,44	239,66
14,40	5,60	355,02
31,19	17,96	236,19
38,38	25,07	234,70
27,52	17,23	303,68
9,88	6,04	813,36
23,64	14,24	332,50
21,52	13,24	377,48
21,65	13,32	375,28
31,96	14,45	178,46
27,37	12,49	210,05
37,86	17,25	151,61
38,21	18,50	158,57

Quadro 16 – Deflexões máximas e Raios de Curvatura do segmento 1.

Av. Efigênio Sales		
Do (x 0,01 mm)	D25 (x 0,01 mm)	RC (m)
43,86	19,37	127,58
37,46	16,08	146,14
41,15	16,01	124,31
34,01	13,19	150,11
29,30	12,65	187,64
27,21	10,77	190,05
38,21	13,99	129,03
43,72	14,01	105,19
42,38	17,53	125,77
48,41	22,84	122,23
50,27	22,61	112,99
45,44	22,76	137,81
68,98	38,84	103,69
34,00	18,12	196,80
24,52	14,74	319,39
23,82	13,55	304,14
18,18	9,56	362,51
30,08	15,53	214,79
19,02	10,96	387,61
22,98	12,50	298,26
28,06	15,51	248,94
24,24	12,51	266,39

Quadro 17 – Deflexões máximas e Raios de Curvatura da continuação do Segmento 1.

Av. Efigênio Sales		
Do (x 0,01 mm)	D25 (x 0,01 mm)	RC (m)
26,12	16,67	330,72
29,24	17,36	263,10
21,44	13,74	405,60
20,69	13,48	433,38
25,77	16,08	322,36
25,04	16,13	350,82
33,38	20,02	233,93
33,92	21,29	247,49
23,80	15,30	367,71
26,48	18,04	370,13
29,37	18,03	275,68
24,33	16,64	406,33
29,77	19,58	306,64
29,58	19,40	306,98
34,18	22,69	271,87
33,16	20,83	253,38
28,14	18,75	332,93
34,61	22,17	251,11
43,50	28,05	202,29
30,33	19,48	288,00
42,96	26,22	186,65
30,84	20,29	296,09
31,34	18,90	251,24
22,37	14,61	402,82
22,04	14,09	393,25
26,65	16,73	314,99
34,54	22,42	257,78
28,96	19,02	314,39
30,48	19,49	284,45
34,14	21,64	249,92
28,24	15,85	252,23
24,93	14,82	309,06
38,02	16,42	144,66
35,26	18,30	184,22
29,78	15,24	214,98

Quadro 18 – Deflexões máximas e Raios de Curvatura do Segmento 2.

Av. Efigênio Sales		
Do (x 0,01 mm)	D25 (x 0,01 mm)	RC (m)
29,98	14,46	201,36
34,93	19,73	205,57
22,21	11,29	286,20
25,17	17,08	386,44
30,77	17,96	243,99
27,76	16,37	274,47
21,47	14,71	462,21
26,14	14,97	279,69
24,62	11,02	229,79
27,90	13,31	214,20
28,54	15,14	233,18
26,94	12,44	215,56
27,07	16,73	302,31
43,98	13,75	103,38
88,67	28,80	52,20
121,44	28,03	33,45
20,85	9,31	270,79
17,80	9,63	382,49
30,61	14,68	196,11
28,83	15,00	226,03
30,55	15,17	203,22
31,24	16,90	217,96
24,88	13,89	284,24
25,41	12,96	251,09

Quadro 19 – Deflexões máximas e Raios de Curvatura da continuação do Segmento 2.

Local : Av. Constantino Nery

Segmento 1		Temperatura do ar: 22° C Horário: 21 h às 23 h Data: 11/07/13		
Ponto (m)	Tipo de Revestimento	VRD lido	VRD lido Corrigido	Classificação
0	Concreto Asfáltico	60	61	Rugosa
40	Concreto Asfáltico	57	58	Rugosa
80	Concreto Asfáltico	50	51	Med. Rugosa
120	Concreto Asfáltico	55	56	Rugosa
160	Concreto Asfáltico	57	58	Rugosa
200	Concreto Asfáltico	55	56	Rugosa
240	Areia Asfalto	60	61	Rugosa
280	Concreto Asfáltico	52	53	Med. Rugosa
330	Areia Asfalto	56	57	Rugosa
370	Areia Asfalto	60	61	Rugosa
400	Concreto Asfáltico	58	59	Rugosa
440	Areia Asfalto	55	56	Rugosa
480	Concreto Asfáltico	58	59	Rugosa
520	Concreto Asfáltico	56	57	Rugosa
560	Concreto Asfáltico	53	54	Med. Rugosa
600	Concreto Asfáltico	56	57	Rugosa

Quadro 20 – Leituras das microtexturas.

Segmento 2		Temperatura do ar: 22° C Horário: 21 h às 23 h Data: 11/07/13		
Ponto (m)	Tipo de Revestimento	VRD lido	VRD lido Corrigido	Classificação
0	Concreto Asfáltico	58	59	Rugosa
40	Concreto Asfáltico	55	56	Rugosa
80	Concreto Asfáltico	52	53	Mediam. Rugosa
120	Concreto Asfáltico	55	56	Rugosa
160	Concreto Asfáltico	52	53	Mediam. Rugosa
200	Concreto Asfáltico	56	57	Rugosa
240	Concreto Asfáltico	59	60	Rugosa
310	Concreto Asfáltico	60	61	Rugosa
360	Areia Asfalto	60	61	Rugosa
400	Concreto Asfáltico	55	56	Rugosa
440	Concreto Asfáltico	49	50	Mediam. Rugosa
480	Concreto Asfáltico	50	51	Mediam. Rugosa
520	Concreto Asfáltico	50	51	Mediam. Rugosa
540	Concreto Asfáltico	52	53	Mediam. Rugosa
600	Concreto Asfáltico	53	54	Mediam. Rugosa

Quadro 21– Leituras das microtexturas.

Segmento 3		Temperatura média do ar: 25° C Horário: 9:30 h às 14:00 h Data: 28/07/13		
Ponto (m)	Tipo de Revestimento	VRD lido	VRD lido Corrigido	Classificação
0	Concreto Asfáltico	53	54	Mediam. Rugosa
50	Concreto Asfáltico	53	54	Mediam. Rugosa
90	Concreto Asfáltico	53	54	Mediam. Rugosa
120	Concreto Asfáltico	50	51	Mediam. Rugosa
160	Concreto Asfáltico	47	48	Mediam. Rugosa
200	Concreto Asfáltico	51	52	Mediam. Rugosa
260	Concreto Asfáltico	55	56	Rugosa
320	Concreto Asfáltico	53	54	Mediam. Rugosa
360	Areia Asfalto	50	51	Mediam. Rugosa
400	Concreto Asfáltico	52	53	Mediam. Rugosa
440	Concreto Asfáltico	53	54	Mediam. Rugosa
480	Concreto Asfáltico	54	55	Rugosa
520	Concreto Asfáltico	55	56	Rugosa
560	Concreto Asfáltico	54	55	Rugosa
600	Concreto Asfáltico	56	56	Rugosa
640	Concreto Asfáltico	55	56	Rugosa
680	Concreto Asfáltico	54	55	Rugosa
720	Areia Asfalto	57	58	Rugosa

Quadro 22– Leituras das microtexturas.

Segmento 4		Temperatura média do ar: 25° C		
		Horário: 9:30 h às 14:00 h		
		Data: 28/07/13		
Ponto (m)	Tipo de Revestimento	VRD lido	VRD lido Corrigido	Classificação
0	Concreto Asfáltico	54	55	Rugosa
40	Concreto Asfáltico	56	56	Rugosa
80	Concreto Asfáltico	55	56	Rugosa
120	Concreto Asfáltico	53	54	Mediam. Rugosa
160	Concreto Asfáltico	55	56	Rugosa
200	Concreto Asfáltico	57	58	Rugosa
250	Concreto Asfáltico	54	55	Rugosa
280	Concreto Asfáltico	56	57	Rugosa
320	Areia Asfáltica	57	58	Rugosa
360	Concreto Asfáltico	53	54	Mediam. Rugosa
400	Concreto Asfáltico	54	55	Rugosa
450	Concreto Asfáltico	56	57	Rugosa
490	Concreto Asfáltico	55	56	Rugosa
520	Concreto Asfáltico	55	56	Rugosa
560	Concreto Asfáltico	51	52	Mediam. Rugosa
600	Concreto Asfáltico	53	54	Mediam. Rugosa
640	Concreto Asfáltico	51	52	Mediam. Rugosa
680	Concreto Asfáltico	54	55	Rugosa
720	Concreto Asfáltico	57	58	Rugosa

Quadro 23– Leituras das microtexturas.

Segmento 5		Temperatura média do ar: 25° C Horário: 9:30 h às 14:00 h Data: 28/07/13		
Ponto (m)	Tipo de Revestimento	VRD lido	VRD lido Corrigido	Classificação
0	Concreto Asfáltico	43	44	Insuficientemente Rugosa
40	Concreto Asfáltico	50	51	Mediam. Rugosa
80	Concreto Asfáltico	55	56	Rugosa
120	Concreto Asfáltico	54	55	Rugosa
160	Concreto Asfáltico	53	54	Mediam. Rugosa
200	Concreto Asfáltico	54	55	Rugosa
240	Concreto Asfáltico	53	54	Mediam. Rugosa
280	Concreto Asfáltico	53	54	Mediam. Rugosa
320	Areia Asfalto	53	54	Mediam. Rugosa
350	Concreto Asfáltico	49	50	Mediam. Rugosa
450	Concreto Asfáltico	51	52	Mediam. Rugosa
480	Concreto Asfáltico	50	51	Mediam. Rugosa
520	Concreto Asfáltico	48	49	Mediam. Rugosa
560	Concreto Asfáltico	49	50	Mediam. Rugosa
600	Concreto Asfáltico	50	51	Mediam. Rugosa

Quadro 24 – Leituras das microtexturas.

Local : Av. Djalma Batista

Segmento 1 (Bairro – Centro) (Amazonas Flat – Eletronorte) De 40 m em 40 m		Temperatura média do ar: 27° C Horário: 21 h às 23 h Data: 25/07/13		
Ponto (m)	Tipo de Revestimento	VRD lido	VRD lido Corrigido	Classificação
0	Areia Asfalto	57	59	Rugosa
40	Areia Asfalto	57	59	Rugosa
80	Areia Asfalto	57	59	Rugosa
120	Areia Asfalto	56	58	Rugosa
160	Areia Asfalto	55	57	Rugosa
200	Areia Asfalto	55	57	Rugosa
240	Areia Asfalto	55	57	Rugosa
280	Areia Asfalto	56	58	Rugosa
320	Areia Asfalto	57	59	Rugosa
360	Areia Asfalto	57	59	Rugosa
400	Areia Asfalto	57	59	Rugosa
440	Areia Asfalto	57	59	Rugosa
480	Areia Asfalto	57	59	Rugosa
520	Areia Asfalto	58	60	Rugosa
560	Areia Asfalto	57	59	Rugosa

Quadro 25 – Leituras das microtexturas.

Continuação do Segmento 1 da Djalma Batista				
600	Concreto Asfáltico	56	58	Rugosa
640	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
680	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
720	Concreto Asfáltico	56	58	Rugosa
760	Concreto Asfáltico	56	58	Rugosa
800	Concreto Asfáltico	56	58	Rugosa
840	Areia Asfalto	56	58	Rugosa
880	Areia Asfalto	56	58	Rugosa
920	Areia Asfalto	56	58	Rugosa
960	Areia Asfalto	56	58	Rugosa
1000	Areia Asfalto	57	59	Rugosa
1040	Areia Asfalto	56	58	Rugosa
1080	Areia Asfalto	57	59	Rugosa
1120	Areia Asfalto	57	59	Rugosa
1160	Areia Asfalto	54	56	Rugosa
1200	Concreto Asfáltico	50	52	Mediam. Rugosa
1240	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
1280	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
1320	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
1360	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
1400	Concreto Asfáltico	60	62	Rugosa

Quadro 26 - Leituras das microtexturas.

Continuação do Segmento 1 da Djalma Batista				
1440	Concreto Asfáltico	61	63	Rugosa
1480	Concreto Asfáltico	61	63	Rugosa
1520	Concreto Asfáltico	61	63	Rugosa
1560	Concreto Asfáltico	61	63	Rugosa
1600	Concreto Asfáltico	62	64	Rugosa
1640	Concreto Asfáltico	62	64	Rugosa
1680	Concreto Asfáltico	62	64	Rugosa
1720	Concreto Asfáltico	62	64	Rugosa
1760	Areia Asfalto	63	65	Rugosa
1800	Areia Asfalto	59	61	Rugosa
1840	Areia Asfalto	59	61	Rugosa
1880	Areia Asfalto	59	61	Rugosa
1920	Areia Asfalto	59	61	Rugosa
1960	Areia Asfalto	60	62	Rugosa
2000	Areia Asfalto	60	62	Rugosa
2040	Areia Asfalto	60	62	Rugosa
2080	Areia Asfalto	60	62	Rugosa
2120	Areia Asfalto	56	58	Rugosa
2160	Areia Asfalto	58	60	Rugosa
2200	Areia Asfalto	58	60	Rugosa
2240	Areia Asfalto	58	60	Rugosa

Quadro 27 – Leituras das microtexturas.

Continuação do Segmento 1 da Djalma Batista				
2280	Concreto Asfáltico	58	60	Rugosa
2320	Concreto Asfáltico	57	59	Rugosa
2360	Concreto Asfáltico	57	59	Rugosa
2400	Concreto Asfáltico	57	59	Rugosa
2440	Concreto Asfáltico	57	59	Rugosa
2480	Concreto Asfáltico	60	62	Rugosa
2520	Areia Asfalto	59	61	Rugosa
2560	Areia Asfalto	59	61	Rugosa
2600	Areia Asfalto	59	61	Rugosa
2640	Areia Asfalto	59	61	Rugosa
2680	Areia Asfalto	56	58	Rugosa
2720	Areia Asfalto	56	58	Rugosa
2760	Areia Asfalto	56	58	Rugosa
2800	Areia Asfalto	56	58	Rugosa
2840	Concreto Asfáltico	58	58	Rugosa

Quadro 28 – Leituras das microtexturas.

Segmento 2 (Centro - Bairro) (Banco do Brasil – Amazonas Flat) De 40 m em 40 m		Temperatura média do ar: 27° C Horário: 7 h às 10 h Data: 14/07/13		
Ponto (m)	Tipo de Revestimento	VRD lido	VRD lido Corrigido	Classificação
0	Areia Asfalto	56	58	Rugosa
40	Areia Asfalto	55	57	Rugosa
80	Areia Asfalto	53	55	Rugosa
120	Areia Asfalto	53	55	Rugosa
160	Areia Asfalto	54	56	Rugosa
200	Areia Asfalto	56	58	Rugosa
240	Areia Asfalto	54	56	Rugosa
280	Areia Asfalto	52	54	Mediam. Rugosa
320	Areia Asfalto	51	53	Mediam. Rugosa
360	Areia Asfalto	50	52	Mediam. Rugosa
400	Areia Asfalto	51	53	Mediam. Rugosa
440	Areia Asfalto	53	55	Rugosa
480	Areia Asfalto	53	55	Rugosa
520	Areia Asfalto	53	55	Rugosa
560	Areia Asfalto	54	56	Rugosa

Quadro 29– Leituras das microtexturas.

Continuação do Segmento 2 da Djalma Batista				
600	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
640	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
680	Concreto Asfáltico	56	58	Rugosa
720	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
760	Concreto Asfáltico	54	56	Rugosa
800	Concreto Asfáltico	56	58	Rugosa
840	Areia Asfalto	57	59	Rugosa
880	Areia Asfalto	55	57	Rugosa
920	Areia Asfalto	53	55	Rugosa
960	Areia Asfalto	53	55	Rugosa
1000	Areia Asfalto	53	55	Rugosa
1040	Areia Asfalto	53	55	Rugosa
1080	Areia Asfalto	53	55	Rugosa
1120	Areia Asfalto	54	56	Rugosa
1160	Areia Asfalto	54	56	Rugosa
1200	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
1240	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
1280	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
1320	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
1360	Concreto Asfáltico	56	58	Rugosa

Quadro 30 – Leituras das microtexturas.

Continuação do Segmento 2 da Djalma Batista				
(810 m)	Travessias e viaduto em frente ao Amazonas Shopping			
1400		46	48	Mediam. Rugosa
1440	Concreto Asfáltico	50	52	Mediam. Rugosa
1480	Concreto Asfáltico	52	54	Mediam. Rugosa
1520	Concreto Asfáltico	56	58	Rugosa
1560	Concreto Asfáltico	52	54	Mediam. Rugosa
1600	Concreto Asfáltico	53	55	Rugosa
1640	Areia Asfalto	52	54	Mediam. Rugosa
1680	Areia Asfalto	49	51	Mediam. Rugosa
1720	Areia Asfalto	50	52	Mediam. Rugosa
1760	Areia Asfalto	51	53	Mediam. Rugosa
1800	Areia Asfalto	50	52	Mediam. Rugosa
1840	Areia Asfalto	53	55	Rugosa
1880	Areia Asfalto	54	56	Rugosa
1920	Areia Asfalto	55	57	Rugosa

Quadro 31 – Leituras das microtexturas.

Local : Av. Recife

Segmento 1 (Bairro – Centro) (Maçonaria – Praça Chile) De 40 m em 40 m		Temperatura média do ar: 28° C Horário: 7 h às 10 h Data: 30/06/13		
Ponto (m)	Tipo de Revestimento	VRD lido	VRD lido Corrigido	Classificação
0	Concreto Asfáltico	50	52	Mediam. Rugosa
40	Concreto Asfáltico	45	47	Mediam. Rugosa
80	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
120	Concreto Asfáltico	45	47	Mediam. Rugosa
160	Concreto Asfáltico	50	52	Mediam. Rugosa
200	Concreto Asfáltico	50	52	Mediam. Rugosa
240	Concreto Asfáltico	44	46	Insufic. Rugosa
280	Concreto Asfáltico	52	54	Mediam. Rugosa
320	Concreto Asfáltico	43	45	Insufic. Rugosa
360	Concreto Asfáltico	40	42	Insufic. Rugosa
400	Concreto Asfáltico	42	44	Insufic. Rugosa
440	Concreto Asfáltico	41	43	Insufic. Rugosa
480	Concreto Asfáltico	44	46	Insufic. Rugosa
520	Concreto Asfáltico	46	48	Mediam. Rugosa
560	Concreto Asfáltico	36	38	Lisa

Quadro 32 – Leituras das microtexturas.

Continuação do Segmento 1 da Recife				
600	Concreto Asfáltico	47	49	Mediam. Rugosa
640	Concreto Asfáltico	45	47	Mediam. Rugosa
680	Concreto Asfáltico	37	39	Lisa
720	Concreto Asfáltico	42	44	Insufic. Rugosa
760	Concreto Asfáltico	44	46	Insufic. Rugosa
800	Concreto Asfáltico	42	44	Insufic. Rugosa
840	Concreto Asfáltico	47	49	Mediam. Rugosa
880	Concreto Asfáltico	46	48	Mediam. Rugosa
920	Concreto Asfáltico	45	47	Mediam. Rugosa
960	Concreto Asfáltico	39	41	Insufic. Rugosa
1000	Concreto Asfáltico	33	35	Lisa
1040	Concreto Asfáltico	35	37	Lisa
1080	Concreto Asfáltico	36	38	Lisa
1120	Concreto Asfáltico	41	43	Insufic. Rugosa
1160	Concreto Asfáltico	34	36	Lisa

Quadro 33 – Leituras das microtexturas.

Local : Av. Paraíba

Segmento 1 (Centro - Bairro) (Lado Direito) (Carrefour – Ica Paraíba) De 40 m em 40 m		Temperatura média do ar: 24° C Horário: 7 h às 10 h Data: 28/07/13		
Ponto (m)	Tipo de Revestimento	VRD lido	VRD lido Corrigido	Classificação
0	Areia Asfalto	58	59	Rugosa
40	Areia Asfalto	59	60	Rugosa
80	Areia Asfalto	59	60	Rugosa
120	Areia Asfalto	56	57	Rugosa
160	Areia Asfalto	59	60	Rugosa
200	Areia Asfalto	60	61	Rugosa
240	Areia Asfalto	60	61	Rugosa
280	Areia Asfalto	60	61	Rugosa
320	Areia Asfalto	58	59	Rugosa
360	Areia Asfalto	58	59	Rugosa
400	Areia Asfalto	59	60	Rugosa
440	Areia Asfalto	59	60	Rugosa
480	Areia Asfalto	56	57	Rugosa
520	Areia Asfalto	56	57	Rugosa
560	Areia Asfalto	57	58	Rugosa

Quadro 34 – Leituras das microtexturas.

Continuação do Segmento 1 da Paraíba				
600	Areia Asfalto	56	57	Rugosa
640	Areia Asfalto	59	60	Rugosa
680	Areia Asfalto	57	58	Rugosa
720	Areia Asfalto	57	58	Rugosa
760	Areia Asfalto	57	58	Rugosa
800	Areia Asfalto	57	58	Rugosa
840	Areia Asfalto	56	57	Rugosa
880	Areia Asfalto	56	57	Rugosa
920	Areia Asfalto	56	57	Rugosa
960	Areia Asfalto	56	57	Rugosa
1000	Areia Asfalto	58	59	Rugosa
1040	Areia Asfalto	59	60	Rugosa
1080	Areia Asfalto	59	60	Rugosa
1120	Areia Asfalto	59	60	Rugosa
1160	Areia Asfalto	59	60	Rugosa
1200	Areia Asfalto	58	59	Rugosa
1240	Areia Asfalto	58	59	Rugosa
1280	Areia Asfalto	58	59	Rugosa
1320	Areia Asfalto	58	59	Rugosa
1360	Areia Asfalto	61	62	Rugosa
1400		59	60	Rugosa

Quadro 35 – Leituras das microtexturas.

Local : Av. Efigênio Sales

Segmento 1 (Oeste- Leste) (Operadora Oi – Cond. Efg. Sales) De 40 m em 40 m		Temperatura média do ar: 36° C Horário: 9 h às 12 h Data: 23/06/13		
Ponto (m)	Tipo de Revestimento	VRD lido	VRD lido Corrigido	Classificação
0	Areia Asfalto	49	52	Mediam. Rugosa
40	Areia Asfalto	54	57	Rugosa
80	Areia Asfalto	51	54	Mediam. Rugosa
120	Areia Asfalto	52	55	Rugosa
160	Areia Asfalto	52	55	Rugosa
200	Areia Asfalto	57	60	Rugosa
240	Areia Asfalto	53	58	Rugosa
280	Areia Asfalto	54	57	Rugosa
320	Areia Asfalto	55	58	Rugosa
360	Areia Asfalto	55	58	Rugosa
400	Areia Asfalto	54	57	Rugosa
440	Areia Asfalto	55	58	Rugosa
480	Areia Asfalto	57	60	Rugosa
520	Concreto Asfáltico	36	39	Lisa
560	Areia Asfalto	53	56	Rugosa

Quadro 36 – Leituras das microtexturas.

Continuação do Segmento 1 da Efigênio Sales				
600	Areia Asfalto	51	54	Mediam. Rugosa
640	Areia Asfalto	47	50	Mediam. Rugosa
680	Areia Asfalto	54	57	Rugosa
720	Areia Asfalto	50	53	Mediam. Rugosa
760	Areia Asfalto	48	51	Mediam. Rugosa
800	Areia Asfalto	47	50	Mediam. Rugosa
840	Areia Asfalto	50	53	Mediam. Rugosa
880	Areia Asfalto	47	50	Mediam. Rugosa
920	Areia Asfalto	47	50	Mediam. Rugosa
960	Areia Asfalto	44	47	Mediam. Rugosa
1000	Areia Asfalto	50	53	Mediam. Rugosa
1040	Areia Asfalto	43	46	Insufic. Rugosa
1080	Areia Asfalto	49	52	Mediam. Rugosa
1120	Areia Asfalto	50	53	Mediam. Rugosa
1160	Areia Asfalto	46	49	Mediam. Rugosa
1200	Areia Asfalto	49	52	Mediam. Rugosa
1240	Areia Asfalto	42	45	Insufic. Rugosa
1280	Areia Asfalto	52	55	Rugosa
1320	Areia Asfalto	45	48	Mediam. Rugosa
1360	Areia Asfalto	51	54	Mediam. Rugosa

Quadro 37 – Leituras das microtexturas.

Local : Av. Efigênio Sales

Segmento 2 (Leste - Oeste) (Cond. Efig. Sales – Operadora Oi) De 40 m em 40 m		Temperatura média do ar: 26° C Horário: 21 h às 23 h Data: 17/07/13		
Ponto (m)	Tipo de Revestimento	VRD lido	VRD lido Corrigido	Classificação
0	Concreto Asfáltico	50	52	Mediam. Rugosa
40	Concreto Asfáltico	52	54	Mediam. Rugosa
80	Concreto Asfáltico	49	51	Mediam. Rugosa
120	Concreto Asfáltico	48	50	Mediam. Rugosa
160	Areia Asfalto	47	49	Mediam. Rugosa
200	Areia Asfalto	50	52	Mediam. Rugosa
240	Areia Asfalto	54	56	Rugosa
280	Areia Asfalto	55	57	Rugosa
320	Areia Asfalto	56	58	Rugosa
360	Areia Asfalto	54	56	Rugosa
400	Concreto Asfáltico	53	55	Rugosa
440	Concreto Asfáltico	53	55	Rugosa
480	Concreto Asfáltico	54	56	Rugosa
520	Concreto Asfáltico	53	55	Rugosa
560	Areia Asfalto	53	55	Rugosa

Quadro 37 – Leituras das microtexturas.

Continuação do Segmento 2 da Efigênio Sales				
600	Areia Asfalto	53	55	Rugosa
640	Areia Asfalto	53	55	Rugosa
680	Areia Asfalto	55	57	Rugosa
720	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
760	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
800	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
840	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
880	Areia Asfalto	55	57	Rugosa
920	Areia Asfalto	56	58	Rugosa
960	Areia Asfalto	57	59	Rugosa
1000	Areia Asfalto	55	57	Rugosa
1040	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
1080	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
1120	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
1160	Concreto Asfáltico	46	48	Mediam. Rugosa
1200	Areia Asfalto	52	54	Mediam. Rugosa
1240	Areia Asfalto	52	54	Mediam. Rugosa
1280	Areia Asfalto	53	55	Rugosa
1320	Areia Asfalto	53	55	Rugosa
1360	Concreto Asfáltico	60	62	Rugosa

Quadro 38 – Leituras das microtexturas.

Continuação do Segmento 2 da Efigênio Sales				
1400	Concreto Asfáltico	60	62	Rugosa
1440	Concreto Asfáltico	60	62	Rugosa
1480	Concreto Asfáltico	61	63	Rugosa
1520	Areia Asfalto	61	63	Rugosa
1560	Areia Asfalto	57	59	Rugosa
1600	Areia Asfalto	57	59	Rugosa
1640	Areia Asfalto	58	60	Rugosa
1680	Concreto Asfáltico	58	60	Rugosa
1720	Concreto Asfáltico	52	54	Mediam. Rugosa
1760	Concreto Asfáltico	52	54	Mediam. Rugosa
1800	Concreto Asfáltico	53	55	Rugosa
1840	Areia Asfalto	53	55	Rugosa
1880	Areia Asfalto	52	54	Mediam. Rugosa
1920	Areia Asfalto	52	54	Mediam. Rugosa
1940	Areia Asfalto	53	55	Rugosa
1980	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
2020	Concreto Asfáltico	55	57	Rugosa
2040	Concreto Asfáltico	56	58	Rugosa
2080	Concreto Asfáltico	56	58	Rugosa
2120	Concreto Asfáltico	56	58	Rugosa

Quadro 39 – Leituras das microtexturas.

MANCHA DE AREIA								
Av. Djalma Batista								
Data:	07/08/2013	Horário:		21 h - 23 h		Segmento:	Bairro-Centro	
Ponto(m)	Ensaio	Diâmetros				Dm (cm)	Dmédio (cm)	Revest.
0	1	34,5	30	35	33	33,13	32,92	AAUQ
	2	33	34	33,5	31	32,88		
	3	33	32	33	33	32,75		
80	1	29	27	27	27	27,50	27,46	AAUQ
	2	18	16	30	30	23,50		
	3	29	32,5	32	32	31,38		
160	1	33	36	34	34	34,25	32,75	AAUQ
	2	32,5	33	32	30	31,88		
	3	31,5	32	34	31	32,13		
240	1	29	33	30	29	30,25	31,42	AAUQ
	2	30	30	33	31	31,00		
	3	33	33	33	33	33,00		
320	1	33	34	35	34	34,00	34,21	AAUQ
	2	33	35	35	34	34,25		
	3	33	36,5	35	33	34,38		
400	1	30	32	33	30	31,25	31,71	AAUQ
	2	31	33	33	30	31,75		
	3	31	31,5	34	32	32,13		
480	1	33	32	34	33	33,00	34,83	AAUQ
	2	37	35	36	35	35,75		
	3	36	36	36	35	35,75		
560	1	33	31,5	33	32	32,38	32,04	AAUQ
	2	31	32	33	29	31,25		
	3	32	33	33	32	32,50		
640	1	21,5	25	21,5	22	22,50	23,67	AAUQ
	2	24	25	25	24	24,50		
	3	23	25	25	23	24,00		
720	1	29	30	31	29	29,75	30,33	AAUQ
	2	30	32	31	32	31,25		
	3	29	32	31	28	30,00		

Quadro 40 – Leituras das Manchas de Areia.

MANCHA DE AREIA								
Av. Djalma Batista - continuação								
Data:	07/08/2013		Horário:	21 h - 23 h		Segmento:	Bairro-Centro	
Ponto (m)	Ensaio	Diâmetros				Dm (cm)	Dmédio (cm)	Revest.
800	1	29	30	29	29	29,25	29,92	AAUQ
	2	30	31	31	30	30,50		
	3	29	31	31	29	30,00		
880	1	31	31	31	31	31,00	31,38	AAUQ
	2	33	32,5	31	31	31,88		
	3	31	32	31	31	31,25		
960	1	29	32,5	28	29	29,63	30,46	AAUQ
	2	31	30	32	31	31,00		
	3	31	31	31	30	30,75		
1040	1	31	32	33	30	31,50	31,50	AAUQ
	2	32	34	32	33	32,75		
	3	30	31	30	30	30,25		
1080	1	27,5	24	27,5	27	26,50	26,17	AAUQ
	2	26	28	27	27	27,00		
	3	25	24	24	27	25,00		
1180	1	32	30	32	32	31,5	31,25	AAUQ
	2	31	30	31	30	30,5		
	3	32	32	33	30	31,75		
1240	1	29	29	30	30	29,5	30,42	AAUQ
	2	30	31	32	29	30,5		
	3	30	33	32	30	31,25		

Quadro 41– Leituras das Manchas de Areia.

MANCHA DE AREIA		
Av. Djalma Batista		
segmento : Bairro-Centro		
Dmédio (mm)	Hs (mm)	Classificação da macrotextura
329,2	0,29	Fina
274,6	0,42	Média
327,5	0,30	Fina
314,2	0,32	Fina
342,1	0,27	Fina
317,1	0,32	Fina
348,3	0,26	Fina
320,4	0,31	Fina
236,7	0,57	Média
303,3	0,35	Fina
299,2	0,36	Fina
313,8	0,32	Fina
304,6	0,34	Fina
315	0,32	Fina
261,7	0,46	Média
312,5	0,33	Fina
304,2	0,34	Fina

Quadro 42 – Alturas das Manchas de Areia.

MANCHA DE AREIA								
Av. Paraíba								
Data:	04/08/2013	Horário:	7 h - 10 h	Segmento:	Centro-Bairro			
Ponto(m)	Ensaio	Diâmetros				Dm (cm)	Dmédio (cm)	Revest.
0	1	27	28,5	30	28,5	28,50	27,83	AAUQ
	2	26	27	28,5	28,5	27,50		
	3	28	27	29	26	27,50		
80	1	31,5	34,5	34	32	33,00	33,00	AAUQ
	2	33	35	34	32	33,50		
	3	32,5	33	32,5	32	32,50		
160	1	33,5	38	34	37,5	35,75	34,21	AAUQ
	2	33	35	34	33	33,75		
	3	32	32	34,5	34	33,13		
240	1	32,5	31,5	33	34	32,75	32,50	AAUQ
	2	35	30	32	31,5	32,13		
	3	32,5	32,5	33	32,5	32,63		
320	1	34	30,5	31,5	30,5	31,63	30,13	AAUQ
	2	27,5	26,5	30	29	28,25		
	3	30	29	32	31	30,50		
400	1	32	33	35,5	33,5	33,50	32,63	AAUQ
	2	30,5	31,5	30,5	34,5	31,75		
	3	38	30	30	32,5	32,63		
480	1	33	34,5	31	34,5	33,25	33,21	AAUQ
	2	31	33,5	34	34	33,13		
	3	34,5	31	33	34,5	33,25		
560	1	32,5	38	34	35	26,75	31,54	AAUQ
	2	32,5	34,5	35	35,5	34,38		
	3	33	34	33	34	33,50		
640	1	33	33	34,5	37	34,38	32,88	AAUQ
	2	30,5	30,5	32,5	30,5	31,00		
	3	34	32	33,5	33,5	33,25		
720	1	29,5	35,5	36,5	35,5	34,25	34,88	AAUQ
	2	35	34	33,5	33	33,88		
	3	36,5	37	35	37,5	36,50		

Quadro 43 – Leituras das Manchas de Areia.

MANCHA DE AREIA								
Av. Paraíba - continuação								
Data:	04/08/2013		Horário:	7 h - 10 h		Segmento:	Centro-Bairro	
Ponto(m)	Ensaio	Diâmetros				Dm (cm)	Dmédio (cm)	Revest.
800	1	32	37,5	33	36	34,63	32,88	AAUQ
	2	32	31	30	31,5	31,13		
	3	34	30,5	34	33	32,88		
880	1	33	32,5	33	33,5	33,00	35,21	AAUQ
	2	38	35,5	38	37	37,13		
	3	34,5	35,5	37,5	34,5	35,50		
960	1	36,5	37	36	36	36,38	37,50	AAUQ
	2	36,5	41,5	39,5	36,5	38,50		
	3	40,5	36	36	38	37,63		
1040	1	33,5	30	33	30,5	31,75	32,83	AAUQ
	2	33,5	30,5	33,5	33,5	32,75		
	3	34,5	34	34	33,5	34,00		
1080	1	34,5	34,5	37	36,5	35,63	34,79	AAUQ
	2	33	35,5	36	34	34,63		
	3	34	34,5	35	33	34,13		
1180	1	29,5	28,5	29,5	30	29,375	30,29	AAUQ
	2	32,5	31	30,5	30	31		
	3	31	30	31	30	30,5		
1240	1	32	31,5	31,5	33	32	31,67	AAUQ
	2	33	32	31	32	32		
	3	31	30	31,5	31,5	31		

Quadro 44 – Leituras das Manchas de Areia.

MANCHA DE AREIA		
Av. Paraíba		
segmento : Centro-Bairro		
Dmédio (mm)	Hs (mm)	Classificação da macrotextura
278,3333	0,41	Média
330	0,29	Fina
342,0833	0,27	Fina
325	0,30	Fina
301,25	0,35	Fina
326,25	0,30	Fina
332,0833	0,29	Fina
315,4167	0,32	Fina
328,75	0,29	Fina
348,75	0,26	Fina
328,75	0,29	Fina
352,0833	0,26	Fina
375	0,23	Fina
328,3333	0,30	Fina
347,9167	0,26	Fina
302,9167	0,35	Fina
316,6667	0,32	Fina

Quadro 45 – Alturas das Manchas de Areia.

MANCHA DE AREIA								
Av. Recife								
Data:	06/08/2013	Horário:	21 h - 23 h	Segmento:	Bairro-Centro			
Ponto(m)	Ensaio	Diâmetros				Dm (cm)	Dmédio (cm)	Revest.
0	1	20	22	20	22,5	21,13	21,17	CBUQ
	2	20	23,5	21	19	20,88		
	3	20	23,5	19	23,5	21,50		
80	1	20	17,5	14	18	17,38	18,54	CBUQ
	2	20	20	18	20	19,50		
	3	18	20	18	19	18,75		
160	1	23	21	22,5	20	21,63	22,54	CBUQ
	2	24,5	19,5	23,5	22,5	22,50		
	3	26	20	23	25	23,50		
240	1	21	23	20	23,5	21,88	19,67	CBUQ
	2	18	19,5	18,5	19	18,75		
	3	19	17	20	17,5	18,38		
320	1	14	15	14,5	13	14,13	15,08	CBUQ
	2	17	16,5	17	17	16,88		
	3	1,5	18,5	19,5	17,5	14,25		
400	1	17	18	19	16,5	17,63	18,29	CBUQ
	2	18	20	19	19	19,00		
	3	17	21	18	17	18,25		
480	1	17,5	19	17	18	17,88	17,00	CBUQ
	2	17	13	16,5	15,5	15,50		
	3	17,5	19	15,5	18,5	17,63		
560	1	15	18	15	15	15,75	17,17	CBUQ
	2	19	17	18	18	18,00		
	3	18	18,5	15,5	19	17,75		
640	1	16	17,5	16	15	16,13	15,00	CBUQ
	2	13,5	15	14	12,5	13,75		
	3	16	14,5	15,5	14,5	15,13		
720	1	12,5	17,5	14,5	15	14,88	15,83	CBUQ
	2	15	17	15,5	15	15,63		
	3	17,5	17	17,5	16	17,00		

Quadro 46 – Leituras das Manchas de Areia.

Av. Recife (continuação da macrotextura)								
800	1	12,5	15	15	14	14,13	15,79	CBUQ
	2	15	15,5	15,5	15	15,25		
	3	17	19	18	18	18,00		
880	1	23	23	21,5	23,5	22,75	20,83	CBUQ
	2	20	20	18	20	19,50		
	3	19,5	20	22	19,5	20,25		
960	1	18,5	22	19	20	19,88	19,04	CBUQ
	2	18,5	18,5	18	19	18,50		
	3	18	19	20	18	18,75		
1040	1	20	20	18	20,5	19,63	18,54	CBUQ
	2	18	20	18,5	18	18,63		
	3	16	19	17	17,5	17,38		
1080	1	18	18	18	18	18,00	17,88	CBUQ
	2	20	18	18	20	19,00		
	3	16,5	17	16	17	16,63		

Quadro 47 – Leituras das Manchas de Areia.

MANCHA DE AREIA		
Av. Recife		
segmento : Bairro-Centro		
Dmédio (mm)	Hs (mm)	Classificação da macrotextura
211,6667	0,71	Grossa
185,4167	0,93	Grossa
225,4167	0,63	Média
196,6667	0,82	Grossa
150,8333	1,40	Muito Grossa
182,9167	0,95	Grossa
170	1,10	Grossa
171,6667	1,08	Grossa
150	1,41	Muito Grossa
158,3333	1,27	Muito Grossa
157,9167	1,28	Muito Grossa
208,3333	0,73	Média
190,4167	0,88	Grossa
185,4167	0,93	Grossa
178,75	1,00	Grossa

Quadro 48 – Alturas das Manchas de Areia.

MANCHA DE AREIA										
Av. Constantino Nery										
Data:	05/09/2013		Horário:		21 h - 23 h		Segmento:		Centro-Bairro	
Ponto(m)	Ensaio	Diâmetros				Dm (cm)	Dmédio (cm)	Revest.		
0	1	16	16	14	14,5	15,13	14,83	CBUQ		
	2	16	14,5	15,5	16,5	15,63				
	3	14	14	13,5	13,5	13,75				
80	1	16,5	17	17	16,5	16,75	16,79	CBUQ		
	2	16,5	16,5	16,5	16,5	16,50				
	3	16,5	18,5	15	18,5	17,13				
160	1	17	17	17	17	17,00	16,17	CBUQ		
	2	16	16	15,5	15,5	15,75				
	3	15	16	16	16	15,75				
240	1	14	13	13	13	13,25	14,46	CBUQ		
	2	15	16	14,5	14	14,88				
	3	15	15	15,5	15,5	15,25				
320	1	15	15	13,5	14,5	14,50	15,42	CBUQ		
	2	18	18,5	18,5	17,5	18,13				
	3	13,5	14	13,5	13,5	13,63				
400	1	26	27	31	25	27,25	29,21	AAUQ		
	2	28	30	31,5	29,5	29,75				
	3	29	30	32	31,5	30,63				
480	1	36	35	36	35	35,50	33,63	AAUQ		
	2	32	34,5	32	36	33,63				
	3	32	31	29,5	34,5	31,75				
560	1	32	35	33	32,5	33,13	33,21	AAUQ		
	2	31,5	33,5	32	34,5	32,88				
	3	32	33	34,5	35	33,63				
640	1	41	40,5	42,5	40	41,00	36,50	AAUQ		
	2	36,5	36,5	38,5	35	36,63				
	3	33	30,5	31	33	31,88				

Quadro 49 – Leituras das Manchas de Areia.

720	1	30	29,5	30	28,5	29,50	29,96	CBUQ
	2	31	32,5	32	31	31,63		
	3	27	29	27,5	31,5	28,75		
800	1	25	24	23,5	25	24,38	23,21	CBUQ
	2	24	25,5	21,5	24,5	23,88		
	3	21	21	22,5	21	21,38		
880	1	19	18	17,5	18	18,13	18,42	CBUQ
	2	20	18,5	17	20,5	19,00		
	3	17	19,5	16,5	19,5	18,13		
960	1	28	27	25	26,5	26,63	25,50	CBUQ
	2	27	28	25,5	26	26,63		
	3	24	21	24	24	23,25		
1040	1	15	16	16	17	16,00	16,29	CBUQ
	2	17	15,5	15	18	16,38		
	3	17	15	16	18	16,50		
1120	1	19	19,5	19	17,5	18,75	19,38	AAUQ
	2	20	20	19,5	21,5	20,25		
	3	19,5	17,5	21	18,5	19,125		
1200	1	33	30	32	32	31,75	28,83	CBUQ
	2	23	26,5	23	24	24,125		
	3	28	31	31	32,5	30,625		
1280	1	28,5	27,5	29	31	29,00	27,83	CBUQ
	2	28,5	27	28	30,5	28,50		
	3	26,5	25,5	26	26	26,00		
1320	1	27	34	29	29,5	29,88	32,33	CBUQ
	2	29	28,5	28,5	31	29,25		
	3	39	36,5	36,5	39,5	37,88		

Quadro 50 – Leituras das Manchas de Areia.

MANCHA DE AREIA		
Av. Constantino Nery		
segmento : Centro-Bairro		
Dmédio (mm)	Hs (mm)	Classificação da macrotextura
148,33	1,45	Muito Grossa
167,92	1,13	Grossa
161,67	1,22	Muito Grossa
144,58	1,52	Muito Grossa
154,17	1,34	Muito Grossa
292,08	0,37	Fina
336,25	0,28	Fina
332,08	0,29	Fina
365,00	0,24	Fina
299,58	0,35	Fina
232,08	0,59	Média
184,17	0,94	Grossa
255,00	0,49	Média
162,92	1,20	Grossa
193,75	0,85	Grossa
288,33	0,38	Fina
278,33	0,41	Média
323,33	0,30	Fina

Quadro 51 – Alturas das Manchas de Areia.

MANCHA DE AREIA								
Av. Efigênio Sales								
Data:	08/09/2013	Horário:	7 h - 12 h	Segmento:	Oeste-Leste			
Ponto(m)	Ensaio	Diâmetros				Dm (cm)	Dmédio (cm)	Revest.
0	1	32	30,5	32,5	32,5	31,88	32,79	AAUQ
	2	31	32,5	31,5	31,5	31,63		
	3	36	33,5	36	34	34,88		
80	1	36	37	44,5	34,5	38,00	37,54	AAUQ
	2	34	36,5	37,5	33	35,25		
	3	41,5	38,5	37,5	40	39,38		
160	1	32	34,5	34,5	34	33,75	33,63	AAUQ
	2	31	35	35,5	34	33,88		
	3	33	31,5	32,5	36	33,25		
240	1	27,5	25	27	27	26,63	27,63	AAUQ
	2	29,5	29	29	29,5	29,25		
	3	26	27	28	27	27,00		
320	1	25,5	26	26,5	27	26,25	26,33	AAUQ
	2	25,5	26	27,5	26	26,25		
	3	26	26,5	26,5	27	26,50		
400	1	31	27	27	27	28,00	28,13	AAUQ
	2	28	28	28,5	28	28,13		
	3	28	28	28,5	28,5	28,25		
480	1	34	32	32	33	32,75	31,75	AAUQ
	2	30	31	31	30	30,50		
	3	36	29	31,5	31,5	32,00		
560	1	35	35	35,5	36	35,38	33,92	CBUQ
	2	30	33	32,5	31	31,63		
	3	34	33,5	33,5	38	34,75		

Quadro 52 – Leituras das Manchas de Areia.

640	1	32	34	35,5	34,5	34,00	33,50	AAUQ
	2	32	33	32,5	31	32,13		
	3	36	34	33,5	34	34,38		
720	1	35	36	36,5	35	35,63	36,17	CBUQ
	2	39	35,5	37	39,5	37,75		
	3	35,5	35	35	35	35,13		
800	1	38	37	38,5	37,5	37,75	38,21	CBUQ
	2	38	37	38	38,5	37,88		
	3	39,5	39	38,5	39	39,00		
880	1	36	39,5	35,5	39	37,50	37,21	CBUQ
	2	37,5	37,5	36,5	38,5	37,50		
	3	36,5	36	36,5	37,5	36,63		
960	1	37	35,5	36	37	36,38	36,04	CBUQ
	2	37	36	35,5	37	36,38		
	3	36	34,5	36	35	35,38		
1040	1	37	38	36,5	38	37,38	38,00	CBUQ
	2	37	36	37	38	37,00		
	3	40	40	39	39,5	39,63		
1120	1	32,5	32	34	32,5	32,75	33,46	CBUQ
	2	34,5	32	34	32,5	33,25		
	3	34	34	36	33,5	34,38		
1200	1	33	32	32	33	32,5	35,17	CBUQ
	2	38	36	37,5	38,5	37,5		
	3	34	36,5	36	35,5	35,5		
1280	1	33,5	34,5	35	31,5	33,625	33,50	CBUQ
	2	32,5	32	33	33	32,625		
	3	35,5	32,5	35	34	34,25		
1360	1	25	24	24	26	24,75	24,96	CBUQ
	2	27	23,5	27	24,5	25,5		
	3	24	25,5	24	25	24,625		

Quadro 53 – Leituras das Manchas de Areia.

MANCHA DE AREIA		
Av. Efigênio Sales		
segmento : Oeste-Leste		
Dmédio (mm)	Hs (mm)	Classificação da macrotextura
327,917	0,30	Fina
375,417	0,23	Média
336,25	0,28	Fina
276,25	0,42	Média
263,333	0,46	Média
281,25	0,40	Fina
317,5	0,32	Fina
339,167	0,28	Fina
335	0,28	Fina
361,667	0,24	Fina
382,083	0,22	Fina
372,083	0,23	Fina
360,417	0,25	Fina
380	0,22	Fina
334,583	0,28	Fina
351,667	0,26	Fina
335	0,28	Fina
249,583	0,51	Média

Quadro 54 – Alturas das Manchas de Areia.

AV. DJALMA BATISTA			SEGMENTO: BAIRRO-CENTRO		
IFI - ÍNDICE INTERNACIONAL DE ATRITO					
Hs	VRD	Sp	FR60	F60/IFI	Classificação
0,29	59	21,34	0,268085	0,06	Muito ruim
0,42	58	36,11	2,392471	0,08	Muito ruim
0,3	57	22,48	0,340154	0,06	Muito ruim
0,32	59	24,75	0,563395	0,06	Muito ruim
0,27	59	19,07	0,140996	0,06	Muito ruim
0,32	58	24,75	0,553846	0,06	Muito ruim
0,26	58	17,94	0,094567	0,06	Muito ruim
0,31	58	23,62	0,442812	0,06	Muito ruim
0,57	58	53,15	6,648591	0,11	Ruim
0,35	59	28,16	0,989199	0,06	Muito ruim
0,36	52	29,30	1,021611	0,06	Muito ruim
0,32	57	24,75	0,544297	0,06	Muito ruim
0,34	63	27,02	0,889474	0,06	Muito ruim
0,32	63	24,75	0,601592	0,06	Muito ruim
0,46	64	40,66	3,770068	0,09	Ruim
0,33	61	25,89	0,714386	0,06	Muito ruim
0,34	61	27,02	0,861237	0,06	Muito ruim

Quadro 55 – classificação quanto ao IFI.

AV. RECIFE			SEGMENTO: BAIRRO-CENTRO		
IFI - ÍNDICE INTERNACIONAL DE ATRITO					
Hs	VRD	Sp	FR60	F60/IFI	Classificação
0,71	52	69,06	9,816424	0,13	Regular
0,93	57	94,05	16,75836	0,19	Bom
0,63	52	59,97	7,624745	0,12	Regular
0,82	46	81,55	11,2112	0,15	Bom
1,4	45	147,44	20,61064	0,22	Muito Bom
0,95	44	96,32	13,31526	0,16	Bom
1,1	46	113,36	16,66039	0,19	Bom
1,08	38	111,09	13,48	0,16	Bom
1,41	47	148,58	21,65558	0,23	Muito Bom
1,27	44	132,67	18,47496	0,20	Bom
1,28	44	133,81	18,61157	0,20	Bom
0,73	48	71,33	9,555518	0,13	Regular
0,88	41	88,37	11,14213	0,15	Bom
0,93	37	94,05	10,87823	0,14	Regular
1	43	102,00	13,90825	0,17	Bom

Quadro 56 – classificação quanto ao IFI.

AV. Paraíba			SEGMENTO: Centro-Bairro		
IFI - ÍNDICE INTERNACIONAL DE ATRITO					
Hs	VRD	Sp	FR60	F60/IFI	Classificação
0,41	59	34,98	2,194322	0,07	Muito ruim
0,29	60	21,34	0,272629	0,06	Muito ruim
0,27	60	19,07	0,143386	0,06	Muito ruim
0,3	61	22,48	0,364024	0,06	Muito ruim
0,35	59	28,16	0,989199	0,06	Muito ruim
0,3	60	22,48	0,358057	0,06	Muito ruim
0,29	57	21,34	0,258998	0,06	Muito ruim
0,32	58	24,75	0,553846	0,06	Muito ruim
0,29	60	21,34	0,272629	0,06	Muito ruim
0,26	58	17,94	0,094567	0,06	Muito ruim
0,29	58	21,34	0,263542	0,06	Muito ruim
0,26	57	17,94	0,092936	0,06	Muito ruim
0,23	57	14,53	0,020618	0,06	Muito ruim
0,3	60	22,48	0,358057	0,06	Muito ruim
0,26	60	17,94	0,097828	0,06	Muito ruim
0,35	59	28,16	0,989199	0,06	Muito ruim
0,32	59	24,75	0,563395	0,06	Muito ruim

Quadro 57– classificação quanto ao IFI.

AV. Constantino Nery			SEGMENTO: CENTRO-BAIRRO		
IFI - ÍNDICE INTERNACIONAL DE ATRITO					
Hs	VRD	Sp	FR60	F60/IFI	Classificação
1,45	54	152,74	25,41244	0,26	Muito Bom
1,13	51	116,65	19,00727	0,21	Bom
1,22	56	126,75	22,57975	0,24	Muito Bom
1,52	53	161,38	25,9684	0,26	Muito Bom
1,34	56	140,54	24,68432	0,25	Muito Bom
0,37	56	30,79	1,330561	0,07	Muito ruim
0,28	55	20,38	0,193733	0,06	Muito ruim
0,29	54	21,19	0,235902	0,06	Muito ruim
0,24	55	15,54	0,033365	0,06	Muito ruim
0,35	54	28,69	0,976346	0,06	Muito ruim
0,59	56	55,53	7,044237	0,11	Ruim
0,94	54	95,01	16,07478	0,18	Bom
0,49	58	44,01	4,239425	0,09	Ruim
1,20	56	124,64	22,23441	0,23	Muito Bom
0,85	55	84,73	14,13278	0,17	Bom
0,38	54	31,89	1,461327	0,07	Muito ruim
0,41	51	35,08	1,914757	0,07	Muito ruim
0,30	53	22,99	0,354196	0,06	Muito ruim

Quadro 58 – classificação quanto ao IFI.

AV. Efigênio Sales			SEGMENTO: OESTE-LESTE		
IFI - ÍNDICE INTERNACIONAL DE ATRITO					
Hs	VRD	Sp	FR60	F60/IFI	Classificação
0,30	52	22,03	0,279363	0,06	Muito ruim
0,23	54	14,06	0,014975	0,06	Muito ruim
0,28	55	20,38	0,193733	0,06	Muito ruim
0,42	58	35,78	2,323392	0,07	Muito ruim
0,46	58	40,55	3,390359	0,08	Muito ruim
0,40	57	34,11	1,95063	0,07	Muito ruim
0,32	60	24,27	0,522472	0,06	Muito ruim
0,28	56	19,83	0,168767	0,06	Muito ruim
0,28	50	20,62	0,188043	0,06	Muito ruim
0,24	53	16,04	0,040549	0,06	Muito ruim
0,22	50	13,17	0,007984	0,06	Muito ruim
0,23	50	14,52	0,017992	0,06	Muito ruim
0,25	47	16,24	0,039144	0,06	Muito ruim
0,22	46	13,44	0,008769	0,06	Muito ruim
0,28	53	20,70	0,203689	0,06	Muito ruim
0,26	52	17,64	0,076105	0,06	Muito ruim
0,28	55	20,62	0,206847	0,06	Muito ruim
0,51	54	46,45	4,528481	0,09	Ruim

Quadro 59 – classificação quanto ao IFI.

Segmento 1- Av. Constantino Nery

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	201,04	Latitude: 3°5'17.5260"S
		Longitude: 60°1'35.5320"W
40	229,14	Latitude: 3°5'16.2780"S
		Longitude: 60°1'35.5440"W
40	185,24	Latitude: 3°5'15.0120"S
		Longitude: 60°1'35.5020"W
40	242,65	Latitude: 3°5'14.0400"S
		Longitude: 60°1'35.5440"W
40	192,14	Latitude: 3°5'12.8160"S
		Longitude: 60°1'35.5680"W
40	196,23	Latitude: 3°5'11.9400"S
		Longitude: 60°1'35.5320"W
40	240,00	Latitude: 3°5'10.9020"S
		Longitude: 60°1'35.5200"W
40	200,60	Latitude: 3°5'9.8220"S
		Longitude: 60°1'35.5080"W
40	181,10	Latitude: 3°5'8.4960"S
		Longitude: 60°1'35.5500"W
40	237,43	Latitude: 3°5'7.3200"S
		Longitude: 60°1'35.5440"W
40	268,83	Latitude: 3°5'6.6360"S
		Longitude: 60°1'35.4840"W
40	229,08	Latitude: 3°5'5.5500"S
		Longitude: 60°1'35.4360"W
40	622,03	Latitude: 3°5'4.4580"S
		Longitude: 60°1'35.4660"W
40	389,52	Latitude: 3°5'3.3900"S
		Longitude: 60°1'35.5020"W
40	439,39	Latitude: 3°5'2.2920"S
		Longitude: 60°1'35.4780"W
40	414,41	Latitude: 3°5'1.1940"S
		Longitude: 60°1'35.4540"W

Quadro 60 – Deflexões máximas.

Segmento 2- Av. Constantino Nery

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	347,74	Latitude: 3°4'58.2960"S
		Longitude: 60°1'36.2640"W
40	278,53	Latitude: 3°5'0.2100"S
		Longitude: 60°1'36.0840"W
40	385,38	Latitude: 3°5'1.3440"S
		Longitude: 60°1'36.0480"W
40	132,16	Latitude: 3°5'2.6280"S
		Longitude: 60°1'36.0300"W
40	241,67	Latitude: 3°5'3.8760"S
		Longitude: 60°1'35.9820"W
40	265,29	Latitude: 3°5'5.1480"S
		Longitude: 60°1'36.0480"W
40	324,49	Latitude: 3°5'6.5580"S
		Longitude: 60°1'36.0060"W
40	337,85	Latitude: 3°5'8.5800"S
		Longitude: 60°1'36.0480"W
40	305,85	Latitude: 3°5'10.0620"S
		Longitude: 60°1'36.0420"W
40	275,33	Latitude: 3°5'11.1660"S
		Longitude: 60°1'36.0300"W
40	281,78	Latitude: 3°5'12.4140"S
		Longitude: 60°1'36.0420"W
40	274,53	Latitude: 3°5'13.6620"S
		Longitude: 60°1'36.0360"W
40	291,13	Latitude: 3°5'14.9760"S
		Longitude: 60°1'36.0660"W
40	309,99	Latitude: 3°5'16.6260"S
		Longitude: 60°1'36.0180"W
40	346,18	Latitude: 3°5'18.4680"S
		Longitude: 60°1'36.0420"W

Quadro 61 – Deflexões máximas.

Segmento 3- Av. Constantino Nery

Carga Aplicada (KN)	Do (µm)	Coordenadas
40	268,08	Latitude: 3°6'20.2380"S
		Longitude: 60°1'36.0120"W
40	170,86	Latitude: 3°6'21.8880"S
		Longitude: 60°1'36.0420"W
40	485,90	Latitude: 3°6'23.0160"S
		Longitude: 60°1'36.1080"W
40	449,88	Latitude: 3°6'23.8980"S
		Longitude: 60°1'36.2100"W
40	487,89	Latitude: 3°6'25.2600"S
		Longitude: 60°1'36.2160"W
40	271,95	Latitude: 3°6'26.3940"S
		Longitude: 60°1'36.2040"W
40	276,44	Latitude: 3°6'28.1340"S
		Longitude: 60°1'36.2340"W
40	460,45	Latitude: 3°6'29.7660"S
		Longitude: 60°1'36.2940"W
40	427,56	Latitude: 3°6'30.9660"S
		Longitude: 60°1'36.3000"W
40	481,28	Latitude: 3°6'32.2740"S
		Longitude: 60°1'36.1980"W
40	502,41	Latitude: 3°6'33.4860"S
		Longitude: 60°1'36.1860"W
40	663,06	Latitude: 3°6'34.6680"S
		Longitude: 60°1'36.2040"W
40	620,46	Latitude: 3°6'35.9040"S
		Longitude: 60°1'36.2340"W
40	397,08	Latitude: 3°6'36.9360"S
		Longitude: 60°1'36.2040"W
40	350,15	Latitude: 3°6'38.1960"S
		Longitude: 60°1'36.2100"W
40	413,72	Latitude: 3°6'39.4740"S
		Longitude: 60°1'36.1860"W
40	344,03	Latitude: 3°6'40.6140"S
		Longitude: 60°1'36.1320"W
40	463,11	Latitude: 3°6'41.8260"S
		Longitude: 60°1'36.1440"W

Quadro 62 – Deflexões máximas.

Segmento 4- Av. Constantino Nery

40	220,63	Latitude: 3°6'41.6940"S
		Longitude: 60°1'35.6640"W
40	248,63	Latitude: 3°6'40.5120"S
		Longitude: 60°1'35.6580"W
40	260,02	Latitude: 3°6'39.4620"S
		Longitude: 60°1'35.6520"W
40	247,03	Latitude: 3°6'38.2620"S
		Longitude: 60°1'35.6340"W
40	207,00	Latitude: 3°6'37.1700"S
		Longitude: 60°1'35.5200"W
40	189,96	Latitude: 3°6'35.8500"S
		Longitude: 60°1'35.5740"W
40	108,78	Latitude: 3°6'34.2540"S
		Longitude: 60°1'35.6280"W
40	281,32	Latitude: 3°6'33.4140"S
		Longitude: 60°1'35.5920"W
40	168,79	Latitude: 3°6'32.2980"S
		Longitude: 60°1'35.5860"W
40	191,59	Latitude: 3°6'31.0500"S
		Longitude: 60°1'35.5380"W
40	210,57	Latitude: 3°6'29.7060"S
		Longitude: 60°1'35.5080"W
40	169,53	Latitude: 3°6'28.1640"S
		Longitude: 60°1'35.5560"W
40	234,25	Latitude: 3°6'27.1200"S
		Longitude: 60°1'35.5680"W
40	197,97	Latitude: 3°6'26.1300"S
		Longitude: 60°1'35.5440"W
40	267,47	Latitude: 3°6'25.0080"S
		Longitude: 60°1'35.5320"W
40	381,04	Latitude: 3°6'23.8380"S
		Longitude: 60°1'35.5380"W
40	221,80	Latitude: 3°6'22.6980"S
		Longitude: 60°1'35.5320"W
40	174,51	Latitude: 3°6'21.4620"S
		Longitude: 60°1'35.5260"W
40	350,55	Latitude: 3°6'20.2680"S
		Longitude: 60°1'35.4540"W

Quadro 63 – Deflexões máximas.

Segmento 5- Av. Constantino Nery

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	347,35	Latitude: 3°6'20.2680"S
		Longitude: 60°1'35.4600"W
40	555,03	Latitude: 3°6'18.8640"S
		Longitude: 60°1'35.4600"W
40	333,94	Latitude: 3°6'17.5740"S
		Longitude: 60°1'35.3940"W
40	247,73	Latitude: 3°6'16.3860"S
		Longitude: 60°1'35.3700"W
40	463,48	Latitude: 3°6'15.1140"S
		Longitude: 60°1'35.3220"W
40	352,76	Latitude: 3°6'13.9020"S
		Longitude: 60°1'35.2920"W
40	412,22	Latitude: 3°6'12.5880"S
		Longitude: 60°1'35.2500"W
40	622,75	Latitude: 3°6'11.2920"S
		Longitude: 60°1'35.2500"W
40	325,07	Latitude: 3°6'10.2120"S
		Longitude: 60°1'35.2080"W
40	209,05	Latitude: 3°6'9.4800"S
		Longitude: 60°1'35.1900"W
40	593,38	Latitude: 3°6'5.9700"S
		Longitude: 60°1'35.1660"W
40	640,72	Latitude: 3°6'5.1900"S
		Longitude: 60°1'35.1720"W
40	621,18	Latitude: 3°6'3.9120"S
		Longitude: 60°1'35.1660"W
40	607,70	Latitude: 3°6'2.6820"S
		Longitude: 60°1'35.2140"W
40	484,95	Latitude: 3°6'1.3800"S
		Longitude: 60°1'35.1960"W

Quadro 64 – Deflexões máximas.

Segmento 1- Av. Djalma Batista

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	322,76	Latitude: 3°5'9.3600"S
		Longitude: 60°1'27.8340"W
40	352,37	Latitude: 3°5'10.5900"S
		Longitude: 60°1'27.8160"W
40	522,67	Latitude: 3°5'11.6760"S
		Longitude: 60°1'27.7980"W
40	648,76	Latitude: 3°5'12.6780"S
		Longitude: 60°1'27.7440"W
40	901,69	Latitude: 3°5'13.7040"S
		Longitude: 60°1'27.8100"W
40	278,36	Latitude: 3°5'15.8520"S
		Longitude: 60°1'27.6840"W
40	362,69	Latitude: 3°5'17.0460"S
		Longitude: 60°1'27.6900"W
40	268,34	Latitude: 3°5'18.0600"S
		Longitude: 60°1'27.6660"W
40	267,80	Latitude: 3°5'19.1940"S
		Longitude: 60°1'27.6660"W
40	622,89	Latitude: 3°5'20.4600"S
		Longitude: 60°1'27.7140"W
40	436,59	Latitude: 3°5'21.6960"S
		Longitude: 60°1'27.6660"W
40	536,79	Latitude: 3°5'22.8300"S
		Longitude: 60°1'27.6420"W
40	470,63	Latitude: 3°5'23.9340"S
		Longitude: 60°1'27.6180"W
40	657,34	Latitude: 3°5'24.9660"S
		Longitude: 60°1'27.5400"W
40	578,02	Latitude: 3°5'26.0040"S
		Longitude: 60°1'27.5700"W

Quadro 65 – Deflexões máximas.

Segmento 2- Av. Djalma Batista

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	230,95	Latitude: 3°5'29.2560"S
		Longitude: 60°1'26.7300"W
40	279,43	Latitude: 3°5'28.0920"S
		Longitude: 60°1'26.8560"W
40	299,39	Latitude: 3°5'26.7420"S
		Longitude: 60°1'26.8620"W
40	297,12	Latitude: 3°5'25.4820"S
		Longitude: 60°1'26.9340"W
40	403,46	Latitude: 3°5'24.1320"S
		Longitude: 60°1'26.9100"W
40	398,88	Latitude: 3°5'23.0460"S
		Longitude: 60°1'26.9280"W
40	344,91	Latitude: 3°5'21.7080"S
		Longitude: 60°1'26.9460"W
40	284,22	Latitude: 3°5'20.6760"S
		Longitude: 60°1'26.9280"W
40	265,44	Latitude: 3°5'18.9480"S
		Longitude: 60°1'26.9880"W
40	231,75	Latitude: 3°5'17.7060"S
		Longitude: 60°1'27.0420"W
40	270,53	Latitude: 3°5'16.8240"S
		Longitude: 60°1'27.0540"W
40	245,17	Latitude: 3°5'15.3240"S
		Longitude: 60°1'27.0660"W
40	320,92	Latitude: 3°5'14.4540"S
		Longitude: 60°1'27.0780"W
40	180,35	Latitude: 3°5'13.2840"S
		Longitude: 60°1'27.1140"W
40	502,20	Latitude: 3°5'12.0780"S
		Longitude: 60°1'27.1380"W
40	275,77	Latitude: 3°5'10.8960"S
		Longitude: 60°1'27.1800"W

Quadro 66 – Deflexões máximas.

Segmento 3- Av. Djalma Batista

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	329,19	Latitude: 3°6'48.5100"S
		Longitude: 60°1'24.8220"W
40	318,30	Latitude: 3°6'47.4120"S
		Longitude: 60°1'24.9060"W
40	258,37	Latitude: 3°6'46.4220"S
		Longitude: 60°1'24.9120"W
40	415,21	Latitude: 3°6'45.1440"S
		Longitude: 60°1'24.9600"W
40	408,81	Latitude: 3°6'44.2260"S
		Longitude: 60°1'24.9780"W
40	409,19	Latitude: 3°6'42.7500"S
		Longitude: 60°1'24.9420"W
40	545,70	Latitude: 3°6'41.6880"S
		Longitude: 60°1'24.9480"W
40	458,71	Latitude: 3°6'40.5120"S
		Longitude: 60°1'24.9480"W
40	634,99	Latitude: 3°6'39.2340"S
		Longitude: 60°1'24.9360"W
40	452,65	Latitude: 3°6'37.9620"S
		Longitude: 60°1'24.9060"W
40	340,41	Latitude: 3°6'36.7200"S
		Longitude: 60°1'25.0200"W
40	291,06	Latitude: 3°6'35.3820"S
		Longitude: 60°1'25.0260"W
40	343,88	Latitude: 3°6'34.2660"S
		Longitude: 60°1'25.0200"W
40	277,46	Latitude: 3°6'33.0540"S
		Longitude: 60°1'25.0200"W
40	308,10	Latitude: 3°6'31.7160"S
		Longitude: 60°1'25.0500"W
40	283,43	Latitude: 3°6'30.8640"S
		Longitude: 60°1'25.0440"W
40	527,55	Latitude: 3°6'29.0100"S
		Longitude: 60°1'25.2240"W
40	267,43	Latitude: 3°6'27.8160"S
		Longitude: 60°1'25.3200"W

Quadro 67 – Deflexões máximas.

Continuação do Segmento 3- Av. Djalma Batista

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	292,15	Latitude: 3°6'26.5620"S
		Longitude: 60°1'25.4760"W
40	277,08	Latitude: 3°6'25.1340"S
		Longitude: 60°1'25.6500"W
40	219,87	Latitude: 3°6'23.7480"S
		Longitude: 60°1'25.7220"W
40	270,02	Latitude: 3°6'22.7820"S
		Longitude: 60°1'25.8240"W
40	300,55	Latitude: 3°6'21.4500"S
		Longitude: 60°1'25.8540"W
40	312,59	Latitude: 3°6'20.1600"S
		Longitude: 60°1'25.9680"W
40	423,91	Latitude: 3°6'18.8760"S
		Longitude: 60°1'26.0400"W
40	427,51	Latitude: 3°6'17.7960"S
		Longitude: 60°1'26.1300"W
40	345,05	Latitude: 3°6'16.5060"S
		Longitude: 60°1'26.1780"W
40	326,39	Latitude: 3°6'15.2820"S
		Longitude: 60°1'26.2560"W
40	239,28	Latitude: 3°6'14.1360"S
		Longitude: 60°1'26.2620"W
40	258,62	Latitude: 3°6'12.9720"S
		Longitude: 60°1'26.3220"W
40	291,48	Latitude: 3°6'11.6340"S
		Longitude: 60°1'26.3400"W
40	424,49	Latitude: 3°6'10.0800"S
		Longitude: 60°1'26.4060"W
40	442,47	Latitude: 3°6'9.1440"S
		Longitude: 60°1'26.3820"W
40	346,68	Latitude: 3°6'7.9140"S
		Longitude: 60°1'26.3820"W
40	345,12	Latitude: 3°6'6.5760"S
		Longitude: 60°1'26.3520"W

Quadro 68 – Deflexões máximas.

Continuação do Segmento 3- Av. Djalma Batista

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	290,60	Latitude: 3°6'5.3160"S
		Longitude: 60°1'26.3640"W
40	295,15	Latitude: 3°6'3.8640"S
		Longitude: 60°1'26.3580"W
40	203,64	Latitude: 3°6'2.5500"S
		Longitude: 60°1'26.3640"W
40	373,17	Latitude: 3°6'1.3440"S
		Longitude: 60°1'26.4060"W
40	321,16	Latitude: 3°6'0.0900"S
		Longitude: 60°1'26.3040"W
40	363,67	Latitude: 3°5'58.7340"S
		Longitude: 60°1'26.4060"W
40	355,17	Latitude: 3°5'57.3720"S
		Longitude: 60°1'26.4360"W
40	342,27	Latitude: 3°5'56.1900"S
		Longitude: 60°1'26.4720"W
40	270,97	Latitude: 3°5'54.9120"S
		Longitude: 60°1'26.4600"W
40	360,31	Latitude: 3°5'53.6700"S
		Longitude: 60°1'26.4240"W
40	307,34	Latitude: 3°5'52.4100"S
		Longitude: 60°1'26.3820"W
40	279,48	Latitude: 3°5'51.5820"S
		Longitude: 60°1'26.3760"W
40	286,73	Latitude: 3°5'49.9800"S
		Longitude: 60°1'26.3400"W
40	354,98	Latitude: 3°5'48.6600"S
		Longitude: 60°1'26.4600"W
40	588,85	Latitude: 3°5'47.4600"S
		Longitude: 60°1'26.4480"W
40	358,15	Latitude: 3°5'46.3200"S
		Longitude: 60°1'26.4240"W
40	411,58	Latitude: 3°5'45.0000"S
		Longitude: 60°1'26.4360"W
40	374,92	Latitude: 3°5'43.7220"S
		Longitude: 60°1'26.4420"W

Quadro 69 – Deflexões máximas.

Segmento 4- Av. Djalma Batista

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	635,57	Latitude: 3°5'48.3060"S
		Longitude: 60°1'27.0780"W
40	575,33	Latitude: 3°5'49.3980"S
		Longitude: 60°1'27.0840"W
40	431,25	Latitude: 3°5'50.4180"S
		Longitude: 60°1'26.9880"W
40	532,08	Latitude: 3°5'51.5460"S
		Longitude: 60°1'26.9940"W
40	626,80	Latitude: 3°5'52.5300"S
		Longitude: 60°1'27.0480"W
40	492,58	Latitude: 3°5'53.4840"S
		Longitude: 60°1'27.0720"W
40	321,60	Latitude: 3°5'54.6060"S
		Longitude: 60°1'27.1560"W
40	491,47	Latitude: 3°5'55.8000"S
		Longitude: 60°1'27.1440"W
40	673,75	Latitude: 3°5'56.8440"S
		Longitude: 60°1'27.1500"W
40	1647,31	Latitude: 3°5'57.8700"S
		Longitude: 60°1'27.0900"W
40	1028,71	Latitude: 3°5'58.8720"S
		Longitude: 60°1'26.9340"W
40	1382,57	Latitude: 3°6'0.0000"S
		Longitude: 60°1'27.0240"W
40	558,50	Latitude: 3°6'1.3200"S
		Longitude: 60°1'27.1020"W
40	536,99	Latitude: 3°6'2.4720"S
		Longitude: 60°1'27.0900"W
40	615,60	Latitude: 3°6'3.5100"S
		Longitude: 60°1'27.1080"W
40	541,04	Latitude: 3°6'4.4520"S
		Longitude: 60°1'27.0720"W
40	88,28	Latitude: 3°6'5.6940"S
		Longitude: 60°1'27.0660"W

Quadro 70 – Deflexões máximas.

Continuação do Segmento 4- Av. Djalma Batista

Carga Aplicada (kN)	Do (μm)	Coordenadas
40	322,85	Latitude: 3°6'6.8640"S
		Longitude: 60°1'26.9880"W
40	468,82	Latitude: 3°6'7.9020"S
		Longitude: 60°1'27.0240"W
40	192,63	Latitude: 3°6'9.0660"S
		Longitude: 60°1'27.0300"W
40	249,03	Latitude: 3°6'10.1880"S
		Longitude: 60°1'26.9820"W
40	328,99	Latitude: 3°6'11.4600"S
		Longitude: 60°1'27.0060"W
40	479,57	Latitude: 3°6'12.7260"S
		Longitude: 60°1'26.9520"W
40	602,26	Latitude: 3°6'14.8680"S
		Longitude: 60°1'26.8740"W
40	390,88	Latitude: 3°6'16.2420"S
		Longitude: 60°1'26.7900"W
40	383,33	Latitude: 3°6'17.4180"S
		Longitude: 60°1'26.8020"W
40	294,46	Latitude: 3°6'18.3180"S
		Longitude: 60°1'26.7240"W
40	408,99	Latitude: 3°6'19.7940"S
		Longitude: 60°1'26.6460"W
40	368,26	Latitude: 3°6'20.9940"S
		Longitude: 60°1'26.5620"W
40	564,57	Latitude: 3°6'22.1280"S
		Longitude: 60°1'26.4060"W
40	353,17	Latitude: 3°6'23.4240"S
		Longitude: 60°1'26.3280"W

Quadro 71 – Deflexões máximas.

Continuação do Segmento 4- Av. Djalma Batista

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	274,48	Latitude: 3°6'24.6300"S
		Longitude: 60°1'26.2080"W
40	191,80	Latitude: 3°6'25.5000"S
		Longitude: 60°1'26.1240"W
40	352,86	Latitude: 3°6'26.5620"S
		Longitude: 60°1'26.0280"W
40	518,39	Latitude: 3°6'27.6120"S
		Longitude: 60°1'25.8660"W
40	458,05	Latitude: 3°6'28.7040"S
		Longitude: 60°1'25.7520"W
40	510,38	Latitude: 3°6'29.4480"S
		Longitude: 60°1'25.6440"W
40	511,28	Latitude: 3°6'31.0080"S
		Longitude: 60°1'25.5840"W
40	648,59	Latitude: 3°6'32.1840"S
		Longitude: 60°1'25.5180"W
40	501,24	Latitude: 3°6'33.2460"S
		Longitude: 60°1'25.4400"W
40	485,87	Latitude: 3°6'34.4700"S
		Longitude: 60°1'25.4280"W
40	520,38	Latitude: 3°6'35.4900"S
		Longitude: 60°1'25.4400"W
40	522,78	Latitude: 3°6'36.6420"S
		Longitude: 60°1'25.3560"W
40	466,34	Latitude: 3°6'37.9080"S
		Longitude: 60°1'25.3920"W
40	774,58	Latitude: 3°6'39.1140"S
		Longitude: 60°1'25.4160"W

Quadro 72 – Deflexões máximas.

Continuação do Segmento 4- Av. Djalma Batista

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	662,58	Latitude: 3°6'40.3260"S
		Longitude: 60°1'25.3980"W
40	805,46	Latitude: 3°6'41.5260"S
		Longitude: 60°1'25.3680"W
40	538,85	Latitude: 3°6'42.6180"S
		Longitude: 60°1'25.3440"W
40	440,37	Latitude: 3°6'43.6740"S
		Longitude: 60°1'25.2360"W
40	862,63	Latitude: 3°6'44.8080"S
		Longitude: 60°1'25.2120"W
40	666,42	Latitude: 3°6'45.9660"S
		Longitude: 60°1'25.2180"W
40	974,95	Latitude: 3°6'47.1960"S
		Longitude: 60°1'25.2420"W
40	590,70	Latitude: 3°6'48.0120"S
		Longitude: 60°1'25.2360"W
40	661,88	Latitude: 3°6'48.8580"S
		Longitude: 60°1'25.2240"W

Quadro 73 – Deflexões máximas.

Segmento 1- Av. Efigênio Sales

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	290,91	Latitude: 3°5'22.1880"S
		Longitude: 60°0'31.0260"W
40	294,15	Latitude: 3°5'21.9300"S
		Longitude: 60°0'30.1020"W
40	311,48	Latitude: 3°5'21.6720"S
		Longitude: 60°0'29.1840"W
40	288,82	Latitude: 3°5'21.4620"S
		Longitude: 60°0'28.2840"W
40	356,25	Latitude: 3°5'21.1500"S
		Longitude: 60°0'27.1440"W
40	243,26	Latitude: 3°5'20.9100"S
		Longitude: 60°0'26.2260"W
40	226,99	Latitude: 3°5'20.5680"S
		Longitude: 60°0'25.2540"W
40	289,06	Latitude: 3°5'20.2980"S
		Longitude: 60°0'24.1620"W
40	195,60	Latitude: 3°5'19.9140"S
		Longitude: 60°0'23.0820"W
40	195,76	Latitude: 3°5'19.4280"S
		Longitude: 60°0'22.0740"W
40	195,78	Latitude: 3°5'18.7620"S
		Longitude: 60°0'21.1860"W
40	299,12	Latitude: 3°5'18.0180"S
		Longitude: 60°0'20.2980"W
40	237,73	Latitude: 3°5'17.3880"S
		Longitude: 60°0'19.4760"W
40	238,68	Latitude: 3°5'16.7400"S
		Longitude: 60°0'18.6720"W
40	192,28	Latitude: 3°5'15.9900"S
		Longitude: 60°0'17.8080"W
40	271,96	Latitude: 3°5'15.2640"S
		Longitude: 60°0'16.9080"W
40	387,74	Latitude: 3°5'13.9680"S
		Longitude: 60°0'15.7500"W

Quadro 74 – Deflexões máximas.

Continuação do Segmento 1- Av. Efigênio Sales

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	392,56	Latitude: 3°5'12.4560"S
		Longitude: 60°0'14.9040"W
40	355,25	Latitude: 3°5'11.3280"S
		Longitude: 60°0'14.5260"W
40	336,97	Latitude: 3°5'10.3260"S
		Longitude: 60°0'14.2020"W
40	292,10	Latitude: 3°5'9.3960"S
		Longitude: 60°0'13.8960"W
40	169,02	Latitude: 3°5'8.4600"S
		Longitude: 60°0'13.6320"W
40	139,81	Latitude: 3°5'7.5360"S
		Longitude: 60°0'13.2180"W
40	314,78	Latitude: 3°5'6.8160"S
		Longitude: 60°0'12.5820"W
40	143,97	Latitude: 3°5'6.2640"S
		Longitude: 60°0'11.7300"W
40	311,90	Latitude: 3°5'5.7420"S
		Longitude: 60°0'10.9020"W
40	383,84	Latitude: 3°5'5.1780"S
		Longitude: 60°0'10.0380"W
40	275,20	Latitude: 3°5'4.6980"S
		Longitude: 60°0'9.2280"W
40	98,77	Latitude: 3°5'4.2000"S
		Longitude: 60°0'8.3520"W
40	236,40	Latitude: 3°5'3.7620"S
		Longitude: 60°0'7.2480"W
40	215,25	Latitude: 3°5'3.5520"S
		Longitude: 60°0'6.4500"W
40	216,52	Latitude: 3°5'3.5940"S
		Longitude: 60°0'5.4300"W
40	319,61	Latitude: 3°5'3.7080"S
		Longitude: 60°0'4.5120"W
40	273,71	Latitude: 3°5'4.0680"S
		Longitude: 60°0'3.5520"W

Quadro 75 – Deflexões máximas.

Continuação do Segmento 1- Av. Efigênio Sales

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	378,61	Latitude: 3°5'4.5480"S
		Longitude: 60°0'2.7060"W
40	382,14	Latitude: 3°5'5.2080"S
		Longitude: 60°0'1.8840"W
40	438,64	Latitude: 3°5'5.8500"S
		Longitude: 60°0'1.0920"W
40	374,63	Latitude: 3°5'6.4020"S
		Longitude: 60°0'0.2820"W
40	411,47	Latitude: 3°5'7.0320"S
		Longitude: 59°59'59.5560"W
40	340,14	Latitude: 3°5'7.6440"S
		Longitude: 59°59'58.8000"W
40	293,05	Latitude: 3°5'8.2860"S
		Longitude: 59°59'58.0080"W
40	272,13	Latitude: 3°5'8.8740"S
		Longitude: 59°59'57.2340"W
40	382,17	Latitude: 3°5'9.4800"S
		Longitude: 59°59'56.4240"W
40	437,24	Latitude: 3°5'10.1100"S
		Longitude: 59°59'55.6260"W
40	423,85	Latitude: 3°5'10.7280"S
		Longitude: 59°59'54.7860"W
40	484,16	Latitude: 3°5'11.3220"S
		Longitude: 59°59'54.0660"W
40	502,69	Latitude: 3°5'11.9760"S
		Longitude: 59°59'53.1720"W
40	454,45	Latitude: 3°5'12.6060"S
		Longitude: 59°59'52.4100"W
40	689,85	Latitude: 3°5'13.2900"S
		Longitude: 59°59'51.5400"W

Quadro 76 – Deflexões máximas.

Continuação do Segmento 1- Av. Efigênio Sales

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	339,96	Latitude: 3°5'13.9560"S
		Longitude: 59°59'50.7360"W
40	245,21	Latitude: 3°5'14.5920"S
		Longitude: 59°59'49.8900"W
40	238,17	Latitude: 3°5'15.1620"S
		Longitude: 59°59'49.1340"W
40	181,79	Latitude: 3°5'15.7860"S
		Longitude: 59°59'48.3780"W
40	300,78	Latitude: 3°5'16.4400"S
		Longitude: 59°59'47.5560"W
40	190,25	Latitude: 3°5'17.1300"S
		Longitude: 59°59'46.7580"W
40	229,76	Latitude: 3°5'17.7900"S
		Longitude: 59°59'45.9600"W
40	280,58	Latitude: 3°5'18.4860"S
		Longitude: 59°59'45.0480"W
40	242,42	Latitude: 3°5'19.1760"S
		Longitude: 59°59'44.3100"W

Quadro 77 – Deflexões máximas.

Segmento 2- Av. Efigênio Sales

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	261,19	Latitude: 3°5'20.4180"S
		Longitude: 59°59'42.0060"W
40	292,45	Latitude: 3°5'19.6680"S
		Longitude: 59°59'42.9240"W
40	214,39	Latitude: 3°5'19.0200"S
		Longitude: 59°59'43.7100"W
40	206,95	Latitude: 3°5'18.4320"S
		Longitude: 59°59'44.4240"W
40	257,70	Latitude: 3°5'17.8200"S
		Longitude: 59°59'45.1260"W
40	250,46	Latitude: 3°5'17.1480"S
		Longitude: 59°59'45.9420"W
40	333,78	Latitude: 3°5'16.5360"S
		Longitude: 59°59'46.6740"W
40	339,23	Latitude: 3°5'15.8400"S
		Longitude: 59°59'47.4780"W
40	237,99	Latitude: 3°5'15.1920"S
		Longitude: 59°59'48.3060"W
40	264,76	Latitude: 3°5'14.6280"S
		Longitude: 59°59'49.0440"W
40	293,67	Latitude: 3°5'13.9920"S
		Longitude: 59°59'49.7880"W
40	243,31	Latitude: 3°5'13.3440"S
		Longitude: 59°59'50.6280"W
40	297,68	Latitude: 3°5'12.7200"S
		Longitude: 59°59'51.4620"W
40	295,84	Latitude: 3°5'12.1020"S
		Longitude: 59°59'52.2720"W
40	341,78	Latitude: 3°5'11.4660"S
		Longitude: 59°59'53.0820"W
40	331,57	Latitude: 3°5'10.8060"S
		Longitude: 59°59'53.9760"W
40	281,42	Latitude: 3°5'10.2180"S
		Longitude: 59°59'54.6600"W
40	346,15	Latitude: 3°5'9.5580"S
		Longitude: 59°59'55.5180"W

Quadro 78 – Deflexões máximas.

Continuação do Segmento 2- Av. Efigênio Sales

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	435,03	Latitude: 3°58.8860"S
		Longitude: 59°59'56.3640"W
40	303,30	Latitude: 3°58.2080"S
		Longitude: 59°59'57.2460"W
40	429,57	Latitude: 3°57.6320"S
		Longitude: 59°59'58.0620"W
40	308,38	Latitude: 3°57.0500"S
		Longitude: 59°59'58.8600"W
40	313,40	Latitude: 3°56.2940"S
		Longitude: 59°59'59.7000"W
40	223,75	Latitude: 3°55.7240"S
		Longitude: 60°0'0.4140"W
40	220,44	Latitude: 3°55.0220"S
		Longitude: 60°0'1.3140"W
40	266,51	Latitude: 3°54.3380"S
		Longitude: 60°0'2.2560"W
40	345,40	Latitude: 3°53.7440"S
		Longitude: 60°0'3.2640"W
40	289,59	Latitude: 3°53.3420"S
		Longitude: 60°0'4.4880"W
40	304,82	Latitude: 3°53.2340"S
		Longitude: 60°0'5.7960"W
40	341,44	Latitude: 3°53.3720"S
		Longitude: 60°0'7.0320"W
40	282,38	Latitude: 3°53.8040"S
		Longitude: 60°0'8.3040"W
40	249,27	Latitude: 3°54.4220"S
		Longitude: 60°0'9.3900"W
40	380,25	Latitude: 3°54.9860"S
		Longitude: 60°0'10.3440"W
40	352,57	Latitude: 3°55.5560"S
		Longitude: 60°0'11.3160"W

Quadro 79 – Deflexões máximas.

Continuação do Segmento 2- Av. Efigênio Sales

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	297,76	Latitude: 3°5'6.2700"S
		Longitude: 60°0'12.2820"W
40	299,83	Latitude: 3°5'7.0860"S
		Longitude: 60°0'13.2780"W
40	349,28	Latitude: 3°5'8.1960"S
		Longitude: 60°0'13.9260"W
40	222,15	Latitude: 3°5'9.2280"S
		Longitude: 60°0'14.2680"W
40	251,71	Latitude: 3°5'10.3080"S
		Longitude: 60°0'14.5380"W
40	307,73	Latitude: 3°5'11.3760"S
		Longitude: 60°0'14.8740"W
40	277,56	Latitude: 3°5'12.2880"S
		Longitude: 60°0'15.2580"W
40	214,75	Latitude: 3°5'13.1580"S
		Longitude: 60°0'15.6300"W
40	261,45	Latitude: 3°5'14.0100"S
		Longitude: 60°0'16.1760"W
40	246,22	Latitude: 3°5'14.7300"S
		Longitude: 60°0'16.9140"W
40	279,06	Latitude: 3°5'15.3900"S
		Longitude: 60°0'17.5860"W
40	285,39	Latitude: 3°5'16.0560"S
		Longitude: 60°0'18.3900"W
40	269,38	Latitude: 3°5'16.6620"S
		Longitude: 60°0'19.1880"W
40	270,68	Latitude: 3°5'17.3880"S
		Longitude: 60°0'19.9800"W
40	439,85	Latitude: 3°5'17.9700"S
		Longitude: 60°0'20.8440"W
40	886,69	Latitude: 3°5'18.4920"S
		Longitude: 60°0'21.9720"W

Quadro 80 – Deflexões máximas.

Continuação do Segmento 2- Av. Efigênio Sales

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	1211,14	Latitude: 3°5'19.1940"S
		Longitude: 60°0'22.9800"W
40	208,46	Latitude: 3°5'19.8420"S
		Longitude: 60°0'23.9460"W
40	178,02	Latitude: 3°5'20.1900"S
		Longitude: 60°0'24.8760"W
40	306,15	Latitude: 3°5'20.4060"S
		Longitude: 60°0'25.7700"W
40	288,35	Latitude: 3°5'20.6820"S
		Longitude: 60°0'26.7300"W
40	305,51	Latitude: 3°5'20.9520"S
		Longitude: 60°0'27.7260"W
40	312,36	Latitude: 3°5'21.2040"S
		Longitude: 60°0'28.7100"W
40	248,82	Latitude: 3°5'21.4800"S
		Longitude: 60°0'29.6340"W
40	254,13	Latitude: 3°5'21.7500"S
		Longitude: 60°0'30.6120"W

Quadro 81 – Deflexões máximas.

Segmento 1- Av. Recife

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	299,74	Latitude: 3°5'43.8540"S
		Longitude: 60°0'47.6940"W
40	263,31	Latitude: 3°5'45.2160"S
		Longitude: 60°0'47.7840"W
40	246,40	Latitude: 3°5'46.4880"S
		Longitude: 60°0'47.8440"W
40	266,00	Latitude: 3°5'47.7480"S
		Longitude: 60°0'47.9160"W
40	226,98	Latitude: 3°5'49.0080"S
		Longitude: 60°0'48.0300"W
40	215,77	Latitude: 3°5'50.2320"S
		Longitude: 60°0'48.0660"W
40	241,41	Latitude: 3°5'51.4560"S
		Longitude: 60°0'48.0600"W
40	292,89	Latitude: 3°5'52.6200"S
		Longitude: 60°0'48.1500"W
40	235,47	Latitude: 3°5'53.9340"S
		Longitude: 60°0'48.2460"W
40	217,86	Latitude: 3°5'55.2120"S
		Longitude: 60°0'48.3960"W
40	257,05	Latitude: 3°5'56.5200"S
		Longitude: 60°0'48.4260"W
40	209,99	Latitude: 3°5'57.8280"S
		Longitude: 60°0'48.4980"W
40	204,40	Latitude: 3°5'59.0820"S
		Longitude: 60°0'48.5940"W
40	191,61	Latitude: 3°6'0.3000"S
		Longitude: 60°0'48.6600"W
40	229,66	Latitude: 3°6'1.4220"S
		Longitude: 60°0'48.6960"W
40	544,82	Latitude: 3°6'3.2100"S
		Longitude: 60°0'48.8400"W

Quadro 82 – Deflexões máximas.

Continuação do Segmento 1- Av. Recife

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	403,10	Latitude: 3°6'7.4100"S
		Longitude: 60°0'49.0020"W
40	451,71	Latitude: 3°6'8.6580"S
		Longitude: 60°0'49.0920"W
40	478,93	Latitude: 3°6'9.8820"S
		Longitude: 60°0'49.2060"W

Quadro 83 – Deflexões máximas.

Segmento 2- Av. Recife

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	605,86	Latitude: 3°6'11.1600"S
		Longitude: 60°0'49.2900"W
40	549,31	Latitude: 3°6'12.4260"S
		Longitude: 60°0'49.2960"W
40	435,52	Latitude: 3°6'13.7700"S
		Longitude: 60°0'49.0980"W
40	594,23	Latitude: 3°6'15.1140"S
		Longitude: 60°0'48.9300"W
40	507,72	Latitude: 3°6'16.2780"S
		Longitude: 60°0'48.6240"W
40	459,29	Latitude: 3°6'17.5680"S
		Longitude: 60°0'48.3600"W
40	558,79	Latitude: 3°6'18.7680"S
		Longitude: 60°0'48.0720"W
40	529,66	Latitude: 3°6'19.9920"S
		Longitude: 60°0'47.6340"W
40	530,30	Latitude: 3°6'21.0240"S
		Longitude: 60°0'47.3220"W
40	532,35	Latitude: 3°6'22.4220"S
		Longitude: 60°0'46.9800"W
40	545,85	Latitude: 3°6'23.3040"S
		Longitude: 60°0'46.8720"W
40	497,57	Latitude: 3°6'24.3720"S
		Longitude: 60°0'46.8780"W
40	520,44	Latitude: 3°6'25.5240"S
		Longitude: 60°0'46.9380"W
40	573,50	Latitude: 3°6'26.8440"S
		Longitude: 60°0'46.9560"W
40	515,45	Latitude: 3°6'29.0640"S
		Longitude: 60°0'47.0820"W

Quadro 84 – Deflexões máximas.

Continuação do Segmento 2- Av. Recife

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	392,18	Latitude: 3°6'30.4260"S
		Longitude: 60°0'47.1660"W
40	448,42	Latitude: 3°6'31.6380"S
		Longitude: 60°0'47.2980"W
40	414,09	Latitude: 3°6'32.9100"S
		Longitude: 60°0'47.3940"W
40	459,89	Latitude: 3°6'34.1040"S
		Longitude: 60°0'47.4720"W

Quadro 85 – Deflexões máximas.

Segmento 1- Av. Paraíba

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	249,32	Latitude: 3°5'56.2260"S
		Longitude: 60°0'34.7280"W
40	488,03	Latitude: 3°5'55.2240"S
		Longitude: 60°0'34.7760"W
40	164,93	Latitude: 3°5'54.0900"S
		Longitude: 60°0'34.6800"W
40	245,27	Latitude: 3°5'53.0580"S
		Longitude: 60°0'34.6620"W
40	377,07	Latitude: 3°5'51.8700"S
		Longitude: 60°0'34.5420"W
40	303,81	Latitude: 3°5'50.6880"S
		Longitude: 60°0'34.5960"W
40	307,75	Latitude: 3°5'49.4580"S
		Longitude: 60°0'34.4760"W
40	282,83	Latitude: 3°5'48.4800"S
		Longitude: 60°0'34.5000"W
40	322,82	Latitude: 3°5'47.2440"S
		Longitude: 60°0'34.4640"W
40	390,64	Latitude: 3°5'46.1280"S
		Longitude: 60°0'34.2900"W
40	413,19	Latitude: 3°5'45.1140"S
		Longitude: 60°0'34.2600"W
40	308,15	Latitude: 3°5'44.0400"S
		Longitude: 60°0'34.1880"W
40	240,32	Latitude: 3°5'42.9900"S
		Longitude: 60°0'34.1520"W
40	222,97	Latitude: 3°5'41.9460"S
		Longitude: 60°0'34.1040"W
40	303,00	Latitude: 3°5'40.9740"S
		Longitude: 60°0'34.0020"W

Quadro 86 – Deflexões máximas.

Continuação do Segmento 1- Av. Paraíba

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	211,44	Latitude: 3°5'39.9120"S
		Longitude: 60°0'33.9480"W
40	366,12	Latitude: 3°5'38.8020"S
		Longitude: 60°0'33.8580"W
40	383,52	Latitude: 3°5'37.8660"S
		Longitude: 60°0'33.8520"W
40	264,37	Latitude: 3°5'36.6060"S
		Longitude: 60°0'33.7140"W
40	432,51	Latitude: 3°5'35.4840"S
		Longitude: 60°0'33.6060"W
40	383,88	Latitude: 3°5'34.3560"S
		Longitude: 60°0'33.4680"W
40	678,09	Latitude: 3°5'33.2040"S
		Longitude: 60°0'33.4080"W
40	935,80	Latitude: 3°5'32.1660"S
		Longitude: 60°0'33.3660"W
40	678,70	Latitude: 3°5'31.0920"S
		Longitude: 60°0'33.3600"W
40	745,59	Latitude: 3°5'30.1140"S
		Longitude: 60°0'33.3000"W
40	651,33	Latitude: 3°5'29.0640"S
		Longitude: 60°0'33.2640"W
40	552,45	Latitude: 3°5'28.0260"S
		Longitude: 60°0'33.2280"W
40	465,48	Latitude: 3°5'26.9460"S
		Longitude: 60°0'33.1980"W
40	386,22	Latitude: 3°5'25.7520"S
		Longitude: 60°0'33.1440"W

Quadro 87 – Deflexões máximas.

Segmento 2- Av. Paraíba

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	484,78	Latitude: 3°6'12.4380"S
		Longitude: 60°0'36.3240"W
40	722,58	Latitude: 3°6'11.1960"S
		Longitude: 60°0'36.2340"W
40	604,14	Latitude: 3°6'9.9180"S
		Longitude: 60°0'36.1860"W
40	818,71	Latitude: 3°6'8.5740"S
		Longitude: 60°0'36.0900"W
40	450,20	Latitude: 3°6'7.3020"S
		Longitude: 60°0'35.9880"W
40	478,79	Latitude: 3°6'5.9460"S
		Longitude: 60°0'35.8320"W
40	673,38	Latitude: 3°6'4.7700"S
		Longitude: 60°0'35.7060"W
40	755,85	Latitude: 3°6'3.4200"S
		Longitude: 60°0'35.6580"W
40	620,00	Latitude: 3°6'2.0940"S
		Longitude: 60°0'35.5860"W
40	505,20	Latitude: 3°6'0.8640"S
		Longitude: 60°0'35.4780"W
40	563,55	Latitude: 3°5'59.5740"S
		Longitude: 60°0'35.4060"W
40	994,54	Latitude: 3°5'58.3020"S
		Longitude: 60°0'35.2800"W
40	622,34	Latitude: 3°5'56.9760"S
		Longitude: 60°0'35.2140"W
40	583,42	Latitude: 3°5'55.6380"S
		Longitude: 60°0'35.1960"W

Quadro 88 – Deflexões máximas.

Continuação do Segmento 2- Av. Paraíba

Carga Aplicada (KN)	Do (μm)	Coordenadas
40	575,98	Latitude: 3°5'54.3240"S
		Longitude: 60°0'35.1180"W
40	483,04	Latitude: 3°5'53.0580"S
		Longitude: 60°0'35.1060"W
40	434,61	Latitude: 3°5'51.7200"S
		Longitude: 60°0'35.0040"W
40	320,19	Latitude: 3°5'50.4180"S
		Longitude: 60°0'34.9500"W
40	141,53	Latitude: 3°5'49.0920"S
		Longitude: 60°0'34.8240"W
40	453,68	Latitude: 3°5'47.8920"S
		Longitude: 60°0'34.7760"W
40	422,37	Latitude: 3°5'46.5900"S
		Longitude: 60°0'34.7280"W
40	352,15	Latitude: 3°5'45.2160"S
		Longitude: 60°0'34.6140"W
40	403,72	Latitude: 3°5'43.9200"S
		Longitude: 60°0'34.5720"W

Quadro 89 – Deflexões máximas.