

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

LUANY RODRIGUES HERTZOG

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS:
Estudo de Caso no Município de Osório - RS**

**São Leopoldo
2018**

LUANY RODRIGUES HERTZOG

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS:
Estudo de Caso no Município de Osório - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Graduada em Engenharia Civil, pelo Curso de Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Malysz

São Leopoldo

2018

À Deus e à minha família, em especial ao meus pais Marco Aurélio e Lelia Regina, e ao meu namorado, Lucas, que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando e acreditando em meu potencial, sendo meu alicerce para essa conquista.

RESUMO

Atualmente, o transporte rodoviário é responsável pelo desenvolvimento e o crescimento econômico do país. É considerado o principal meio de circulação da produção nacional. De acordo com a Confederação Nacional de Transportes (CNT) (2017), a rede rodoviária recebe um tráfego de aproximadamente 90% de passageiros e mais de 60% das cargas que circulam no país. Uma rodovia em estado precário de conservação do pavimento, compromete diretamente a capacidade produtiva da mesma afetando a qualidade de vida da população, bem como a segurança dos passageiros e das cargas. Este trabalho tem como objetivo analisar através do Levantamento Visual Contínuo (LVC) e da análise objetiva, a atual condição de cinco vias de transporte do município de Osório/RS, sendo elas, Avenida Brasil, Estrada OS-060, Rua General Osório, Rua João Sarmento e Rua Santos Dumont. Foram identificadas as manifestações patológicas existentes no pavimento flexível, quantificando os defeitos e aferindo as flechas nas trilhas de roda, conforme os procedimentos do DNIT 008/2003 e 005/2003. O LVC foi executado nos cinco trechos do estudo, dos quais foram divididos em subtrechos amostrais de 100m cada, para melhor visualização e precisão nos resultados. A análise executada em campo apontou que os defeitos mais frequentes nos trechos foram: panelas, remendos, afundamentos e trincas. Diante disso, pode-se concluir que a Estrada OS-060 teve um número praticamente nulo de defeitos em comparação as demais, com classificação de 95% *ótima* no Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos (ICPF), no Índice do Estado da Superfície do Pavimento (IES), e também no Índice de Gravidade Global (IGG). Isso se deve ao fato de que somente esse trecho possui projeto de pavimentação, diferente dos demais trechos, em especial a Rua General Osório na qual apresentou classificação de 58% *péssimo* no ICPF e 67% *ruim* no IES, considerado como o pior trecho avaliado. O procedimento do DNIT 006/2003 que aborda o IGG, foi realizado nos trechos da Estrada OS 060 e da Rua General Osório nas quais obtiveram classificações extremas (*ótimo* e *péssimo*) afim de demonstrar as diferenças existentes nos resultados obtidos. Referente as medidas aferidas nas trilhas de roda, pode-se concluir que o valor máximo encontrado na Estrada OS-60 foi de 6mm. Já para a Rua General Osório, os valores oscilaram de 1mm a 70mm, considerados bem acentuados para um trecho urbano. Assim, a partir do contexto apresentado, é visível a necessidade do desenvolvimento de um plano de

gestão de pavimentos no município em estudo, afim de prolongar a vida útil da malha viária da cidade, bem como reduzir os custos relativos a reparos de defeitos e proporcionar uma melhor trafegabilidade aos usuários.

Palavras-chave: Pavimentos. Manifestações patológicas. Deformações.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Deformação causada pela carga no pavimento rígido	19
Figura 2 - Deformação elástica causada pelas cargas no pavimento flexível.....	20
Figura 3 - Camadas do pavimento flexível.....	21
Figura 4 - Camadas do pavimento rígido e do pavimento flexível	22
Figura 5 - Fatores que influenciam no desempenho de um pavimento	24
Figura 6 - Afundamento Plástico (AP)	25
Figura 7 - Escorregamento	32
Figura 8 - Fissuras.....	33
Figura 9 - Trinca Transversal (TT).....	34
Figura 10 - Trincas em Bloco (TB).....	37
Figura 11 - Tipos de avaliações de pavimentos e suas interfaces.....	39
Figura 12 - Ficha de avaliação de serventia	44
Figura 13 - Exemplo de demarcação de áreas para inventário de defeitos.....	45
Figura 14 - Organograma	49
Figura 15 - Localização do município	50
Figura 16 - Localização das ruas.....	51
Figura 17 - Demarcação do trecho - Avenida Brasil	52
Figura 18 - Demarcação do trecho - Estrada OS-060	53
Figura 19 - Demarcação do trecho - Rua General Osório	54
Figura 20 - Demarcação do trecho - Rua João Sarmiento	54
Figura 21 - Demarcação do trecho - Rua Santos Dumont.....	55

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Afundamento por Consolidação em Trilha de Roda (ATC)	26
Fotografia 2 - Afundamento por Consolidação Localizado (ALC).....	26
Fotografia 3 - Ondulações	27
Fotografia 4 - Exsudação.....	28
Fotografia 5 - Desgaste	29
Fotografia 6 - Panela	30
Fotografia 7 - Remendo bem executado	31
Fotografia 8 - Remendo mal executado.....	31
Fotografia 9 - Trinca Longitudinal Longa (TLL).....	35
Fotografia 10 - Trinca Longitudinal Curta (TLC)	35
Fotografia 11 - Trinca de Retração (TR).....	36
Fotografia 12 - Trinca Couro de Jacaré (TJ).....	38
Fotografia 13 - Treliza metálica elaborada pela autora.....	58
Fotografia 14 - Sobreposição de defeitos	68

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Análise da condição do pavimento.....	61
Gráfico 2 - Análise conceitual da superfície do pavimento	61
Gráfico 3 - Frequência de defeitos encontrados	62
Gráfico 4 - Análise da condição do pavimento.....	63
Gráfico 5 - Análise conceitual da superfície do pavimento	64
Gráfico 6 - Frequência de defeitos encontrados	65
Gráfico 7 - Análise da condição do pavimento.....	66
Gráfico 8 - Análise conceitual da superfície do pavimento	66
Gráfico 9 - Frequência de defeitos encontrados	68
Gráfico 10 - Análise da condição do pavimento.....	69
Gráfico 11 - Análise conceitual da superfície do pavimento	70
Gráfico 12 - Frequência de defeitos encontrados	71
Gráfico 13 - Análise da condição do pavimento.....	72
Gráfico 14 - Análise conceitual da superfície do pavimento	73
Gráfico 15 - Frequência de defeitos encontrados	74
Gráfico 16 - Histograma do ICPF obtido na avaliação LVC.....	75
Gráfico 17 - Histograma do IES obtido na avaliação LVC	76
Gráfico 18 - Defeitos Registrados nas Estações	77
Gráfico 19 - Índice de Gravidade Global da Estação X Estações.....	78
Gráfico 20 - Deformações nas Trilhas de Roda X Estações.....	79
Gráfico 21 - Segmentos homogêneos	80
Gráfico 22 - IGG do segmento homogêneo.....	81
Gráfico 23 - Defeitos Registrados nas Estações	82
Gráfico 24 - Índice de Gravidade Global da Estação X Estações.....	83
Gráfico 25 - Deformações nas Trilhas de Roda X Estações.....	84
Gráfico 26 – Segmentos homogêneos	85
Gráfico 27 - IGG - Segmento homogêneo	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Conceitos do ICPF.....	40
Quadro 2 - Pesos dos defeitos em função da frequência de ocorrência	41
Quadro 3 - Índice do estado de superfície do pavimento	41
Quadro 4 - Níveis de Serventia.....	43
Quadro 5 - Defeitos avaliados de acordo a norma DNIT 005/2003	47
Quadro 6 - Valor do fator de ponderação	48
Quadro 7 - Conceitos de degradação do pavimento	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados (LVC) - Avenida Brasil	60
Tabela 2 - Resultados (LVC) - Estrada OS - 060.....	63
Tabela 3 - Resultados (LVC) - Rua General Osório	65
Tabela 4 - Resultados (LVC) - Rua João Sarmiento	69
Tabela 5 - Resultados (LVC) - Rua Santos Dumont.....	72
Tabela 6 - Conceitos dos segmentos homogêneos.....	81
Tabela 7 - Conceitos dos segmentos homogêneos.....	86

LISTA DE SIGLAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
AC	Afundamento por Consolidação
ALC	Afundamento de Consolidação Local
ALP	Afundamento Plástico Local
AP	Afundamento Plástico
ATC	Afundamento de Consolidação de Trilha
ATP	Afundamento Plástico de Trilha
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado à Quente
CCP	Concreto de Cimento Portland
CNT	Confederação Nacional de Transportes
D	Desgaste
DETRAN	Departamento Estadual de Trânsito
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EX	Exsudação
FWD	<i>Falling Weight Deflectometer</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICPF	Índice da Condição do Pavimento Flexível
IES	Índice do Estado da Superfície do Pavimento
IGG	Índice de Gravidade Global
IGGE	Índice de Gravidade Global Expedito
IGGe	Índice de Gravidade Global por Estação
IGI	Índice de Gravidade Individual
J	Trincas Couro de Jacaré”
LVC	Levantamento Visual Contínuo
O	Ondulações
P	Panela
PMF	Pré Misturado à Frio
PMQ	Pré Misturado à Quente
PRO	Procedimento
R	Remendo
SMA	<i>Stone Masticque Asphalt</i>

TB	Trinca em Bloco
TER	Terminologia
TL	Trincas Longitudinais
TLC	Trincas Longitudinais Curtas
TLL	Trincas Longitudinais Longas
TR	Trincas de Retração
TRE	Trilha de Roda Externa
TRI	Trilha de Roda Interna
TT	Trincas Transversais
TTC	Trincas Transversais Curtas
TTL	Trincas Transversais Longas
VSA	Valor de Serventia Atual

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 Tema	15
1.2 Delimitação do Tema.....	16
1.3 Problema	16
1.4 Objetivos	16
1.4.1 Objetivo Geral.....	16
1.4.2 Objetivos Específicos.....	16
1.5 Justificativa	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 Pavimentos.....	18
2.1.1 Pavimento Rígido	18
2.1.2 Pavimento Semirrígido.....	19
2.1.3 Pavimento Flexível.....	19
2.1.4 Camadas Constituintes do Pavimento Flexível.....	20
2.1.4.1 Revestimento.....	21
2.1.4.2 Base.....	21
2.1.4.3 Sub-base	22
2.1.4.4 Reforço de subleito.....	22
2.1.4.5 Subleito.....	23
2.2 Manifestações patológicas em pavimentos flexíveis	23
2.2.1 Afundamento (AF)	24
2.2.1.1 Afundamento Plástico (AP).....	24
2.2.1.2 Afundamento por Consolidação (AC)	25
2.2.2 Ondulação (O)	27
2.2.3 Exsudação (EX).....	28
2.2.4 Desgaste (D).....	29
2.2.5 Panela ou Buraco (P).....	29
2.2.6 Remendo (R)	30
2.2.7 Escorregamento (E).....	32
2.2.8 Fenda (F).....	32
2.2.9 Fissuras	33
2.2.10 Trincas Transversais (TT).....	33

2.2.11 Trincas Longitudinais (TL)	34
2.2.12 Trincas de Retração (TR)	36
2.2.13 Trincas em Bloco (TB)	36
2.2.14 Trincas <i>Couro de Jacaré</i> (J)	37
2.3 Avaliação da Condição dos Pavimentos	38
2.3.1 Avaliação da Superfície do Pavimento	39
2.3.2 Avaliação Estrutural.....	41
2.3.3 Avaliação Funcional.....	42
2.3.3.1 <i>Avaliação Subjetiva</i>	42
2.3.3.2 <i>Avaliação Objetiva</i>	44
3 METODOLOGIA.....	49
3.1 Considerações Iniciais	50
3.2 Escolha dos Trechos.....	51
3.2.1 Demarcações dos Trechos, Localização e suas Características	52
3.2.1.1 <i>Avenida Brasil</i>	52
3.2.1.2 <i>Estrada OS-060</i>	53
3.2.1.3 <i>Rua General Osório</i>	53
3.2.1.4 <i>Rua João Sarmiento</i>	54
3.2.1.5 <i>Rua Santos Dumont</i>	55
3.3 Métodos de Levantamento e Análise de Dados.....	55
3.3.1 Avaliação da Superfície do Pavimento: LVC	55
3.3.2 Avaliação Objetiva da Superfície: IGG.....	57
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	59
4.1 Características gerais dos trechos avaliados	59
4.2 Resultados Obtidos Através do Procedimento do DNIT 008/2003 - LVC.....	60
4.2.1 Resultados (LVC) – Avenida Brasil.....	60
4.2.2 Resultados (LVC) – Estrada OS-060.....	63
4.2.3 Resultados (LVC) – Rua General Osório.....	65
4.2.4 Resultados (LVC) – Rua João Sarmiento.....	69
4.2.5 Resultados (LVC) – Rua Santos Dumont	72
4.2.6 Síntese dos Resultados Obtidos no LVC.....	75
4.3 Resultados Obtidos Através do Procedimento DNIT 006/2003 - IGG.....	77
4.3.1 Resultados (IGG) - Estrada OS-060	77
4.3.2 Resultados (IGG) - Rua General Osório.....	82

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	87
5.1 Conclusão	87
5.2 Sugestões para trabalhos futuros.....	89
REFERÊNCIAS	90
APÊNDICE A – RESULTADOS DO LVC – AVENIDA BRASIL	93
APÊNDICE B – RESULTADOS DO LVC – ESTRADA OS – 060	94
APÊNDICE C – RESULTADOS DO LVC – RUA GENERAL OSÓRIO	95
APÊNDICE D – RESULTADOS DO LVC – RUA JOÃO SARMENTO	96
APÊNDICE E – RESULTADOS DO LVC – RUA SANTOS DUMONT	97
APÊNDICE F – SEGMENTO HOMOGÊNEO 1 – ESTRADA OS -060	98
APÊNDICE G – SEGMENTO HOMOGÊNEO 2 – ESTRADA OS-060	99
APÊNDICE H – SEGMENTO HOMOGÊNEO 3 – ESTRADA OS-060.....	100
APÊNDICE I – SEGMENTO HOMOGÊNEO 1 – RUA GENERAL OSÓRIO	101
APÊNDICE J – SEGMENTO HOMOGÊNEO 2 – RUA GENERAL OSÓRIO	102
APÊNDICE K – SEGMENTO HOMOGÊNEO 3 – RUA GENERAL OSÓRIO.....	103
ANEXO A – RESUMO DE DEFEITOS – CODIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO	104
ANEXO B – FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO	105
ANEXO C – CÁLCULO DO IGGE.....	106
ANEXO D – QUADRO RESUMO.....	107
ANEXO E – INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO	108
ANEXO F – PLANILHA DE CÁLCULO DO IGG	109

1 INTRODUÇÃO

As rodovias são de grande importância para o desenvolvimento econômico e social, sendo a principal alternativa para circulação de cargas e pessoas. Embora haja uma vasta malha rodoviária em nosso país, é notório que a qualidade das mesmas ainda é muito precária, condição essa, que compromete todos os usuários. Segundo levantamentos realizados pela CNT (2017), a grande maioria das rodovias no Brasil apresentam níveis de qualidade classificados como *regular, ruim e péssimo*.

O fator principal o qual influi na qualidade das vias é a incidência de manifestações patológicas, essas definidas como defeitos funcionais e estruturais que se propagam na camada superior do pavimento interferindo em suas funções. As condições que afetam a durabilidade do pavimento são em função do uso prolongando, intemperismo, idade do pavimento, errôneo uso de materiais e má execução do mesmo, fazendo com que o pavimento deixe de exercer a função para qual foi construído. (CNT, 2017).

A ausência de manutenções e reabilitações frequentes influenciam diretamente na economia do usuário, uma vez que o tempo gasto de transporte contribui para o aumento de encargos na conservação dos veículos, devido a má qualidade das vias. Em contrapartida, esses serviços quando bem executados prolongam a vida útil do pavimento, maximizando os benefícios e mantendo o nível de segurança e conforto para população. (CNT, 2017).

As consequências da má conservação das rodovias refletem em maior escala as pequenas cidades, já que este é um fator dominante para o crescimento e o desenvolvimento econômico global. Baseado nessa premissa, é visível a valia do desenvolvimento de uma gestão viária, afim de promover um planejamento e um adequado projeto para a manutenção dos pavimentos, contribuindo para que esses estejam em condições aceitáveis de trafegabilidade.

1.1 Tema

O presente trabalho visa apresentar mediante análise em campo e através de coletas de dados a atual condição do sistema viário do município de Osório, identificando as manifestações patológicas encontradas, analisando-as através de levantando em campo segundo norma do Departamento Nacional de Infraestrutura de

Transportes DNIT 008/2003, realizando a computação e classificação das deformações permanentes nas trilhas de roda, através do procedimento do DNIT 006/2003.

1.2 Delimitação do Tema

Este trabalho irá realizar o levantamento de dados, de acordo com as normas citadas anteriormente, de cinco vias no município de Osório/RS, sendo elas Avenida Brasil, Estrada OS-060, Rua General Osório, Rua João Sarmento e Rua Santos Dumont, escolhidas por se tratarem de rotas de acesso ao município.

1.3 Problema

A manutenção está proporcionalmente relacionada ao custo com o sistema viário de transporte, de maneira que a ineficiência dessa acarreta em uma redução da vida útil do pavimento, ocasionando possíveis problemas estruturais nas camadas. Essa condição acaba prejudicando os usuários, reduzindo o desempenho e durabilidade dos veículos, tornando o tempo de viagem maior e conseqüentemente um consumo desnecessário de combustível.

1.4 Objetivos

Os objetivos do trabalho estão classificados em geral e específicos sendo apresentados nos próximos itens.

1.4.1 Objetivo Geral

Realizar o levantamento das manifestações patológicas existentes na Avenida Brasil, Estrada OS-060, Rua General Osório, Rua João Sarmento e Rua Santos Dumont, quantificando e classificando as mesmas de acordo com as normas do DNIT 008/2003 e 006/2003.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a) pesquisar os tipos de pavimentos existentes e suas camadas;

- b) estudar as manifestações patológicas presentes no pavimento flexível;
- c) relatar as avaliações existentes das condições dos pavimentos;
- d) realizar em campo o levantamento visual das manifestações patológicas no pavimento flexível, conforme norma do DNIT 008/2003;
- e) realizar o levantamento prático das deformações nas trilhas de roda através das recomendações do procedimento do DNIT 006/2003;

1.5 Justificativa

A importância deste trabalho justifica-se na necessidade de manutenção de cinco vias de transporte, relatadas no presente trabalho, no município de Osório/RS.

Assim, através dos levantamentos práticos realizados conforme as normas do DNIT 008/2003 e 005/2003 foi possível identificar a situação atual do pavimento em estudo. A utilização dessas ferramentas é de suma importância, uma vez que essas auxiliam na tomada de decisão para a manutenção de acordo com a técnica apropriada mantendo a segurança, conforto e vida útil ao pavimento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será abordado os principais conceitos referentes à pavimentação, tais como: tipos de pavimentos existentes; camadas constituintes no pavimento flexível; manifestações patológicas em pavimentos flexíveis e os tipos de avaliações da estrutura do pavimento.

2.1 Pavimentos

Senço (2001), nomeia pavimento como sendo uma estrutura instalada na superfície sobre o serviço de terraplenagem, com propósito de melhorar as condições de trafegabilidade, de oferecer segurança e conforto ao usuário, resistir a solicitações provenientes do fluxo de veículos, resistir aos esforços horizontais, e o desgaste excessivo. Ainda, para o autor, o pavimento é formado de diversas camadas de espessuras finitas, podendo ser definido como subleito, por desempenhar uma função de fundação, dando todo o aporte necessário.

Assim, segundo DNIT (2006a), são classificados em três tipos como: Rígido, Semirrígido e Flexível.

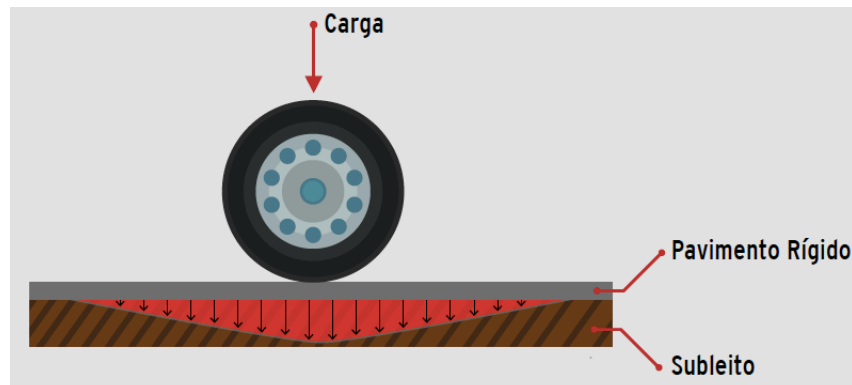
2.1.1 Pavimento Rígido

Para Senço (2001), considera-se um pavimento rígido aquele que apresenta uma camada superficial associado ao concreto de cimento Portland. O mesmo possui baixa deformidade e rompem, quando são submetidos a deformações por tração na flexão.

Segundo o DNIT (2006a), os pavimentos rígidos possuem um revestimento com alta rigidez quando comparado com às camadas inferiores, resistindo a quase todas as cargas procedentes do tráfego.

Conforme CNT (2017), as tensões oriundas do tráfego são distribuídas em uma grande área de maneira proporcional em toda extensão da placa, conforme demonstração da Figura 1.

Figura 1 - Deformação causada pela carga no pavimento rígido



Fonte: CNT (2017, p. 28).

Segundo a Universidade Federal do Paraná (UFPR), (2018), existem diversos tipos de pavimentos rígidos, que podem ser classificados como:

- a) concreto simples;
- b) concreto simples com barras de transferência;
- c) com armadura distribuída descontínua sem função estrutural;
- d) com armadura contínua sem função estrutural;
- e) estruturalmente armado;
- f) em concreto protendido.

2.1.2 Pavimento Semirrígido

Pavimentos semirrígidos são aqueles que apresentam revestimento intermediário, entre rígido e flexível. Segundo o DNIT (2006a), esse pavimento é caracterizado por uma base constituída por determinado aglutinante, com propriedades cimentícias e um revestimento asfáltico com solo cimento.

2.1.3 Pavimento Flexível

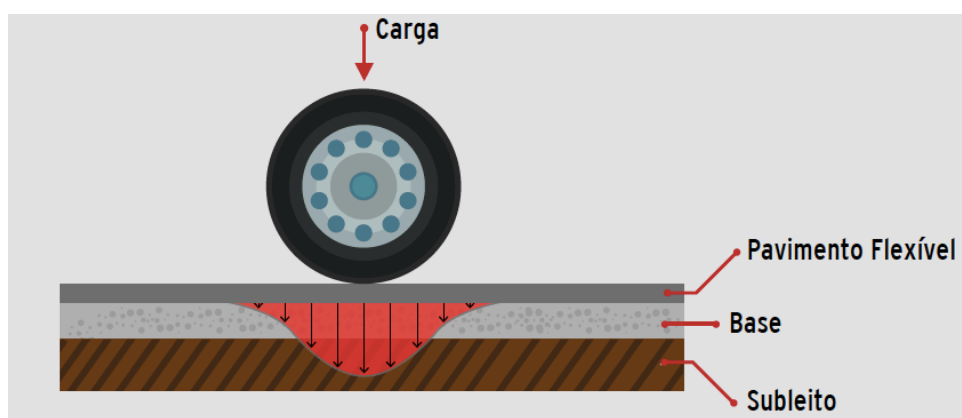
Pavimento flexível é intitulado como pavimento asfáltico por apresentar revestimento constituído de agregados e ligantes asfálticos. (BERNUCCI, 2007).

Para o DNIT (2006a), pavimento flexível é aquele no qual todas as suas camadas sofrem deformações elásticas significativas sob o carregamento exercido. Logo, a absorção de esforços decorrente do tráfego ocorre de maneira proporcional entre as camadas.

Os pavimentos flexíveis são dimensionados para suportar cargas submetidas à deformações por compressão e por tração na flexão, originadas pelas ações contínuas transmitidas por meio das rodas dos veículos. (SENÇO, 2001).

De acordo com CNT (2017), essas cargas se propagam de maneira paralelas entre elas, formando uma pequena área de tensões nos arredores do ponto onde estão aplicadas, causando grandes pressões no pavimento, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Deformação elástica causada pelas cargas no pavimento flexível

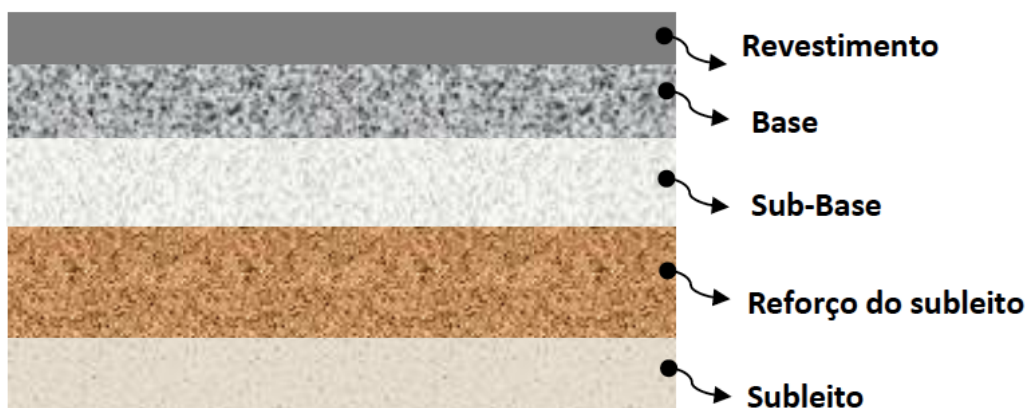


Fonte: CNT (2017, p. 25).

2.1.4 Camadas Constituintes do Pavimento Flexível

As camadas típicas de um pavimento flexível são definidas como: subleito, reforço do subleito, sub-base, base e revestimento. Para Balbo (2007), cada camada do pavimento é responsável por oferecer aos veículos condições apropriadas de suporte e rolamento sob qualquer condição climática. A Figura 3, ilustra uma seção transversal típica das camadas de um pavimento flexível. Esse tipo de pavimento possui uma estrutura mais espessa com múltiplas camadas.

Figura 3 - Camadas do pavimento flexível



Fonte: Elaborada pela autora.

2.1.4.1 Revestimento

De acordo com Senço (2001, p. 20), revestimento: “É a camada, tanto quanto possível impermeável, que recebe diretamente a ação do tráfego e destinada a melhorar a superfície de rolamento”. Balbo (2007, p.37) acrescenta “[...] deverá, entre outras funções, receber as cargas, estáticas ou dinâmicas, sem sofrer grandes deformações elásticas ou plásticas ou, ainda, perda de compactação [...]”.

Na camada de revestimento, conforme Silva (2008), podem ser aplicados alguns materiais tais como o Concreto de Cimento Portland (CCP), Concreto Betuminoso Usinado à quente (CBUQ) ou *Stone Masticue Asphalt* (SMA), para o tráfego pesado, e Pré-Misturado à quente (PMQ), para tráfego leve, e ainda, pode-se usar o Pré-Misturado à frio (PMF).

2.1.4.2 Base

Para Silva (2008, p. 11), “A camada de base tem por função de aliviar a tensão nas camadas inferiores, permitir a drenagem das águas que infiltram no pavimento (por meio de drenos) e resistir às tensões e deformações atuantes”.

Ainda, segundo Balbo (2007), na base utilizam-se materiais como misturas de solos e agregados (solo-brita), brita graduada, brita graduada tratada com cimento, solo estabilizado com ligante e concretos.

2.1.4.3 Sub-base

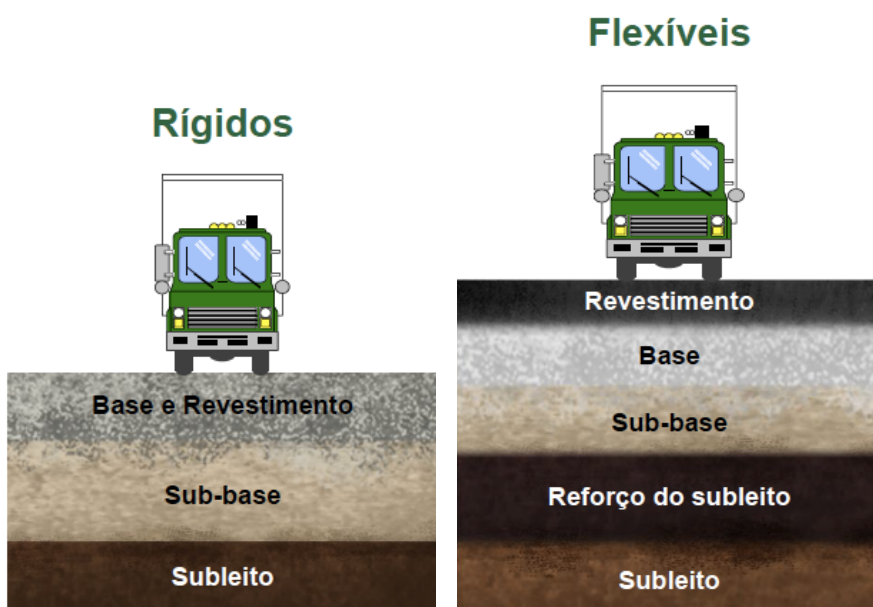
A sub-base tem por objetivo proteger o subleito servindo como camada complementar à base, quando a mesma for muito espessa. (SILVA, 2008). Para CNT (2017, p. 17), “[...] tem a função de resistir e distribuir os esforços verticais provenientes da ação do tráfego [...]”. Os materiais dos quais podem ser utilizados nesta camada podem ser os mesmos utilizados na camada de base.

2.1.4.4 Reforço de subleito

Para Senço (2008), reforço do subleito é uma camada construída acima do subleito regularizado quando necessário, e apresenta espessura constante com características tecnológicas inferiores às da camada de sub-base.

A diferença principal entre as camadas de pavimento rígido e flexível é o número de camadas constituintes em cada tipo. Nos pavimentos rígidos devido à camada absorver praticamente todos os esforços provenientes do tráfego, a base e o revestimento atuam em uma única camada. Nos pavimentos flexíveis é necessário a camada de reforço do subleito pois a capacidade de suporte do subleito pode ser alta ou baixa, conforme ilustrado na Figura 4. (MALYSZ, 2018).

Figura 4 - Camadas do pavimento rígido e do pavimento flexível



Fonte: UFPR (2018).

2.1.4.5 Subleito

Essa camada é definida por desempenhar o papel de fundação, resistindo os esforços provenientes pelo tráfego constituído de material consolidado e compactado. (CNT, 2017).

2.2 Manifestações patológicas em pavimentos flexíveis

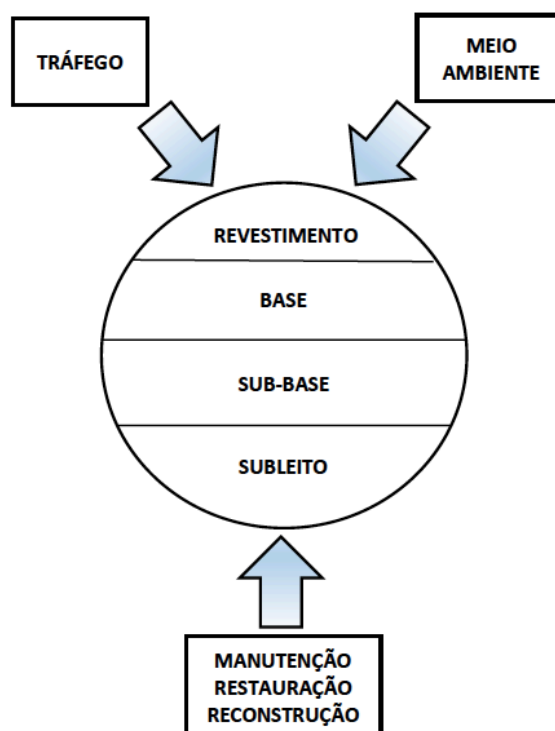
Os pavimentos flexíveis estão submetidos à fadiga e deformações, motivando o aparecimento de diversas manifestações patológicas sobre a estrutura do revestimento asfáltico. Essas, podem se manifestar a curto, médio ou longo prazo. Baseando-se nos conceitos apresentados por Silva (2008) e Bernucci (2007), assim como na norma DNIT 005 (2003c), foram descritas as principais manifestações patológicas em pavimentos flexíveis, citando suas causas.

De acordo com Bernucci et al. (2007, p. 413):

Os defeitos de superfície são os danos ou deteriorações na superfície dos pavimentos asfálticos que podem ser identificados a olho nu e classificados segundo terminologia normatizada (DNIT 005/2003-TER-DNIT, 2003a). O levantamento dos defeitos de superfície tem por finalidade avaliar o estado de conservação dos pavimentos asfálticos e embasa o diagnóstico da situação funcional para subsidiar a definição de uma solução tecnicamente adequada [...].

Segundo pesquisa da CNT (2017), e considerações do DNIT (2011), os materiais que constituem o pavimento são gradativamente modificados, perdendo suas características peculiares, devido ao uso contínuo do pavimento combinado com fatores externos, como tráfego, atividades de manutenção e condições ambientais. Na Figura 5 estão apresentados alguns fatores que influenciam no desempenho de um pavimento.

Figura 5 - Fatores que influenciam no desempenho de um pavimento



Fonte: Adaptado de DNIT (2011, p. 35).

2.2.1 Afundamento (AF)

Afundamentos são deformações causadas pelas ações contínuas das cargas transmitidas por meio das rodas dos veículos, caracterizados por uma descontinuidade no revestimento da superfície do pavimento, se manifestando em afundamento Plástico ou de Consolidação. (SILVA, 2008).

2.2.1.1 Afundamento Plástico (AP)

Para Silva (2008), afundamento plástico é caracterizado por ter ascensões ao longo da pista de rolamento, o mesmo é caracterizado pelo aumento gradual de deformações plásticas de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito. Essas alterações são classificadas conforme a extensão de sua deformação, denominados de afundamento plástico local (ALP) quando sua extensão for de até 6m, e afundamento plástico de trilha (ATP) quando sua extensão de deformação for maior que 6m, conforme apresenta na Figura 6. (SILVA, 2008).

Figura 6 - Afundamento Plástico (AP)



Fonte: CNT (2017, p. 87).

Conforme a CNT (2017, p. 87), os afundamentos plásticos são classificados como defeito funcional e suas principais causas são: “fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, excesso de ligante asfáltico e falha na seleção de tipo de revestimento asfáltico para a carga solicitante”.

2.2.1.2 Afundamento por Consolidação (AC)

É caracterizado pela consolidação diferencial nas distintas camadas da estrutura do pavimento, podendo ser determinadas pela variação de sua extensão. São definidas como afundamento de consolidação local (ALC) quando sua extensão de deformação não supera 6m e ocorrem devido a problemas construtivos como a falha de compactação ou de drenagem, conforme demonstrado na Fonte: Registrada pela autora.

Fotografia 2. Já os afundamentos de consolidação de trilha (ATC) são aqueles em que sua extensão ultrapassa 6m, sendo causados pela falha na escolha do material empregado no revestimento asfáltico ou pela ruptura por cisalhamento das camadas do pavimento, de acordo com a Fotografia 1. (BERNUCCI, 2007).

Fotografia 1 - Afundamento por Consolidação em Trilha de Roda (ATC)



Fonte: Registrada pela autora.

Fotografia 2 - Afundamento por Consolidação Localizado (ALC)



Fonte: Registrada pela autora.

2.2.2 Ondulação (O)

Segundo CNT (2017, p. 90), esses defeitos podem ser definidos da seguinte maneira: “Movimento plástico do revestimento, caracterizado por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento”.

São deformações transversais ao alinhamento central da pista, provocadas pelo excesso das cargas dos veículos, ocorrendo extrusão no revestimento ou na interface entre o revestimento e o material de base. Essas são decorrentes das tensões de cisalhamento que se manifestam na superfície onde há aceleração ou frenagem dos veículos. (DNIT, 2006b).

Para Silva (2008), as principais causas para o aparecimento dessas deformações podem ser promovidas pela deficiência construtiva, pelo excesso de ligante asfáltico e falhas de compactação. A Fotografia 3 registrada pela autora exemplifica esse tipo de manifestação patológica.

Fotografia 3 - Ondulações



Fonte: Registrada pela autora.

2.2.3 Exsudação (EX)

Conforme norma DNIT 005 (2003c), exsudação é caracterizada da seguinte maneira: “Excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento”.

Segundo o DNIT (2006b), a exsudação pode ocorrer devido a dois fatores:

- a) temperatura do ligante acima do especificado, fazendo com que diminua a viscosidade do asfalto e ocorra uma dilatação, não havendo espaço devido ao baixo teor de índice de vazios;
- b) excesso de ligante betuminoso e baixo volume de vazios.

Ainda, segundo o manual do DNIT (2006b), esse material betuminoso localizado na superfície do pavimento provoca manchas de variadas dimensões, comprometendo o coeficiente de atrito pneumático, demonstrado na Fotografia 4.

Fotografia 4 - Exsudação



Fonte: Registrada pela autora.

2.2.4 Desgaste (D)

O desgaste, conforme norma DNIT 005 (2003c), é caracterizado pela aspereza em relação a face superior da pista. É determinado pela perda do agregado miúdo, ocasionado por esforços tangenciais das rodas dos veículos.

De acordo com Silva (2008, p. 34), tem-se como causa do desgaste “a volatilização e a oxidação do asfalto, sob a ação abrasiva do tráfego e do intemperismo”.

As possíveis causas para ocorrência de desgaste nos pavimentos de acordo com Bernucci et al. (2007), são “[...] problemas de projeto ou execução de misturas; problemas de dosagem no teor do ligante; falhas de adesividade ligante-agregado e presença de água gerando deslocamento do ligante”. Assim, demonstrado na Fotografia 5.

Fotografia 5 - Desgaste



Fonte: Registrada pela autora.

2.2.5 Panela ou Buraco (P)

Para Silva (2008, p. 34), panela é uma cavidade ou buraco que se desenvolve no revestimento podendo atingir a base do pavimento, na qual pode ser considerada a evolução de outras deformações como: afundamentos, trincas ou desgaste. O acúmulo de água de chuvas nas trincas superficiais existentes no pavimento asfáltico, contribui para degradação mais rápida do revestimento, tornando a percolação da

água até a base mais fácil, amolecendo as camadas do pavimento e aumentando os afundamentos em trilhas de roda.

Segundo a norma DNIT 005 (2003c) esse tipo de manifestação patológica ocorre por falha construtiva devido a falta de aderência entre as camadas sobrepostas, levando o destacamento de placas do revestimento que provoca a deterioração das mesmas.

De acordo com Bernucci et al. (2007, p. 422), “[...] a deficiência na compactação, umidade excessiva em camadas de solo, falha de dosagem [...]” acarretam em um processo de desagregação do pavimento, podendo afetar a capacidade estrutural do mesmo, conforme Fotografia 6.

Fotografia 6 - Panela



Fonte: Registrada pela autora.

2.2.6 Remendo (R)

Segundo Bernucci et al. (2007, p. 416), definem que “O remendo (R) é um tipo de defeito apesar de estar relacionado a uma conservação da superfície caracteriza-se pelo preenchimento de painelas ou de qualquer outro orifício ou depressão com massa asfáltica”.

Conforme DNIT (2006b), remendos são considerados falhas ou defeitos, pois, os mesmos indicam locais de fragilidade sendo gerados pela solicitação intensa do

tráfego, falhas construtivas e pela utilização de materiais de má qualidade, que por consequência diminuiu o desempenho da estrutura provocando danos e desconforto ao rolamento.

A norma do DNIT 005 (2003c), classifica remendos profundos como sendo defeitos onde há uma troca das camadas de revestimento do pavimento. Já, remendo superficial é caracterizado por haver uma correção na parte superior do revestimento com o uso de material betuminoso. As Fotografia 7 e 8 respectivamente, apresentam exemplos de remendos bem executados e mal executados, das ruas avaliadas.

Fotografia 7 - Remendo bem executado



Fonte: Registrada pela autora.

Fotografia 8 - Remendo mal executado



Fonte: Registrada pela autora.

2.2.7 Escorregamento (E)

Segundo Silva (2008), escorregamento é um movimento que acontece na face superior do pavimento que contribui para a manifestação de fendas em forma de semicírculo. Silva explica que essa trinca é ocasionada devido a deficiência de resistência das misturas asfálticas ou pela ausência de aderência entre as camadas. Esse defeito ocorre principalmente em regiões de frenagem e interseções, ou também em rampas acentuadas e curvas horizontais.

De acordo com o DNIT (2006b), as causas que justificam o aparecimento desses defeitos estão relacionadas com o próprio escorregamento do revestimento asfáltico, devido às falhas produzidas pelos esforços tangenciais através dos eixos dos veículos, acarretando o deslocamento da capa asfáltica ou do revestimento, conforme demonstrado na Figura 7.

Figura 7 - Escorregamento



Fonte: DNIT (2003, p. 9).

2.2.8 Fenda (F)

Conforme Bernucci et al. (2007, p. 415) “As fendas são aberturas na superfície asfáltica e podem ser classificadas como fissuras, quando a abertura é perceptível a olho nu apenas à uma distância menor que 1,5m, ou como trincas, quando a abertura é superior à da fissura”.

A norma DNIT 005 (2003c, p. 2), define fendas como sendo, “[...] qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, que conduza a aberturas de menor ou maior porte, apresentando-se sob diversas formas [...]”.

2.2.9 Fissuras

De acordo com CNT (2017), define-se fissura como sendo fendas dispostas ao longo da pista de rolamento caracterizadas por terem sua extensão inferior a 30cm, conforme demonstrada na Figura 8.

Para CNT (2017), as fissuras são defeitos elementares que não geram problemas estruturais nos pavimentos, as principais causas para o aparecimento das mesmas estão relacionadas com as falhas construtivas, e pela compactação após a perda da temperatura ideal.

Segundo a norma DNIT 005 (2003c, p. 2), “As fissuras são fendas incipientes que ainda não causam problemas funcionais ao revestimento, não sendo assim consideradas quanto à gravidade nos métodos atuais de avaliação das condições de superfície”.

Figura 8 - Fissuras



Fonte: CNT (2017, p. 82).

2.2.10 Trincas Transversais (TT)

Para Silva (2008), esse tipo de trinca ocorre de maneira independente e perpendicular ao eixo do pavimento, conforme demonstrado na Figura 9. São determinadas trincas transversais curtas (TTC) quando sua extensão for inferior ou igual a 1m, e trincas transversais longas (TTL) quando sua extensão for superior a 1m. Ainda segundo Silva (2008, p. 40), as trincas são “[...] causadas pela reflexão de juntas ou trincas subjacentes (devido à movimentação térmica e/ou cargas de tráfego) ou retração da própria camada asfáltica (revestimento asfáltico) [...]”.

Figura 9 - Trinca Transversal (TT)



Fonte: DNIT (2003, p. 6).

2.2.11 Trincas Longitudinais (TL)

Segundo Silva (2008), as trincas longitudinais são deformidades que ocorrem paralelo à linha central do pavimento na emenda das pistas de rolamento ou junto à trilha de roda.

De acordo com a norma do DNIT 005 (2003c), essas trincas são classificadas conforme seu comprimento, nomeadas como trinca longitudinal curta (TLC) aquelas na qual sua extensão é de até 100cm conforme Fotografia 10, já quando apresentar comprimento maior que 100cm é considerada trinca longitudinal longa (TLL), conforme demonstrada na Fotografia 9.

Para Bernucci et al. (2007), as possíveis causas para o aparecimento das mesmas podem ser explicadas por falha na execução, temperatura de compactação, ou mesmo pela dosagem da mistura asfáltica.

Para CNT (2017), as trincas longitudinais são definidas como sendo defeitos estruturais e funcionais, pois, diminuem a vida útil do pavimento e causam irregularidades no revestimento.

Fotografia 9 - Trinca Longitudinal Longa (TLL)



Fonte: Registrada pela autora.

Fotografia 10 - Trinca Longitudinal Curta (TLC)



Fonte: Registrada pela autora.

2.2.12 Trincas de Retração (TR)

Conforme a norma do DNIT 005 (2003c, p. 2), essa manifestação patológica é definida como: “Trinca isolada não atribuída aos fenômenos de fadiga e sim aos fenômenos de retração térmica ou do material do revestimento ou do material de base rígida ou semirrígida subjacentes ao revestimento trincado”. A Fotografia 11, demonstra uma trinca de retração registrada no trecho em estudo.

Fotografia 11 - Trinca de Retração (TR)



Fonte: Registrada pela autora.

2.2.13 Trincas em Bloco (TB)

Segundo a norma do DNIT 005 (2003c, p. 2), trincas em bloco são: “Conjunto de trincas interligadas caracterizadas pela configuração de blocos formados por lados bem definidos, podendo, ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas”. A Figura 10 demonstra esse tipo de irregularidade.

Para Silva (2008, p. 38),

As trincas em Bloco (T.B.) são causadas pela Retração do Revestimento Asfáltico e por variações diárias de Temperatura (que resultam em ciclos diários de Tensões e Deformações). As trincas de Bloco indicam que o asfalto sofreu Endurecimento significativo, devido a sua Oxidação ou Valotização dos Maltenos, tornando-o mais flexível. As T.B. caracterizam-se por ter uma configuração aproximada de um retângulo, com áreas variando de $0,1\text{m}^2$ a 10m^2 .

Figura 10 - Trincas em Bloco (TB)



(e) Trincas de bloco com erosão (TBE)



(f) Trincas de bloco sem erosão (TB)

Fonte: Bernucci et al. (2007, p. 417).

2.2.14 Trincas *Couro de Jacaré* (J)

Para Bernucci et al. (2007, p. 415), são denominadas como trincas interligadas “[...] quando não seguem um padrão de reflexão geométrico de trincas como as de bloco e são comumente derivadas da fadiga do revestimento asfáltico[...]”.

Definida pela Norma do DNIT 005 (2003c, p. 2), “Conjunto de trincas interligadas sem direções preferenciais, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré. Essas trincas podem apresentar, ou não, erosão acentuada nas bordas”. De acordo com Silva (2008, p. 36), “Caracterizam-se por ter ângulos agudos e a maior aresta tem comprimento inferior a 30cm”. A Fotografia 12 apresenta esse tipo de manifestação patológica registrada em um dos trechos avaliados.

As principais causas para o aparecimento dessas trincas segundo Bernucci et al. (2007, p. 418), são:

Ação da repetição de cargas do tráfego; ação climática – gradientes térmicos; envelhecimento do ligante e perda de flexibilidade seja pelo tempo de exposição seja pelo excesso de temperatura na usinagem; compactação deficiente do revestimento; deficiente do teor de ligante asfáltico; subdimensionamento; rigidez excessiva do revestimento em estrutura com elevada deflexão; reflexão de trincas de mesma natureza; recalques diferenciais e entres outros.

Fotografia 12 - Trinca Couro de Jacaré (TJ)



Fonte: Registrada pela autora.

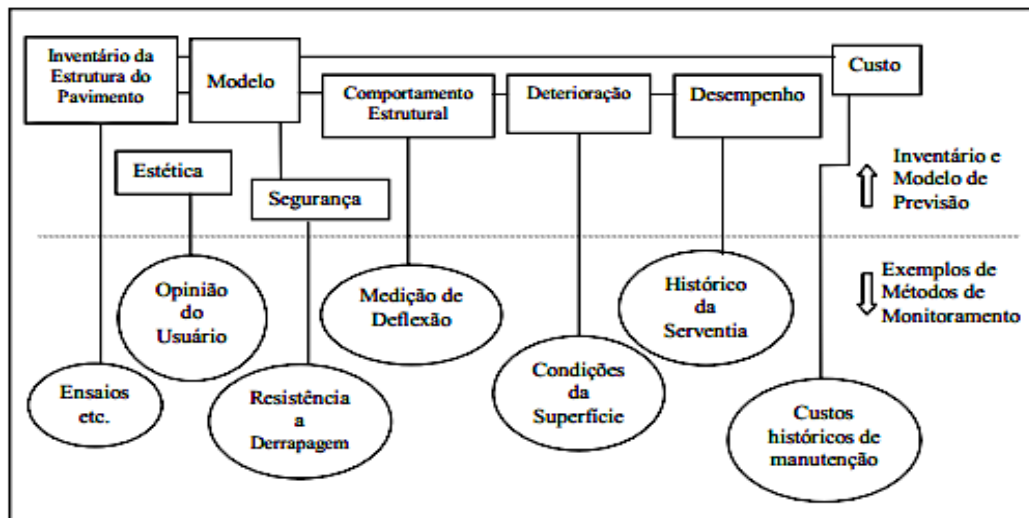
2.3 Avaliação da Condição dos Pavimentos

A avaliação de pavimentos tem por finalidade identificar através de procedimentos objetivos e subjetivos a capacidade de suporte estrutural, bem como a condição funcional do pavimento. Segundo Haas e Hudson (1993), é de suma importância o conhecimento sobre o estado da superfície do pavimento para um *bom* desempenho do sistema de gerência.

Segundo o DNIT (2006b), através da avaliação da condição do pavimento é possível identificar o estado de conservação e o nível de deterioração do mesmo, mediante as informações observadas pelas avaliações determina-se as condições estruturais, de tráfego, e de superfície do pavimento.

De acordo com Danieleski (2004, p. 13), as informações referentes as condições do pavimento abrangem quatro características importantes: “conforto de rodagem, capacidade de suportar as cargas a que estão sujeitas, segurança e conforto visual (estética)”. O diagrama da Figura 11 exemplifica os tipos de avaliações de pavimentos bem como suas características e propriedades, afim de se ter uma melhor percepção sobre os métodos de monitoramento.

Figura 11 - Tipos de avaliações de pavimentos e suas interfaces



Fonte: Haas e Hudson (apud Danieleski, 2004, p. 12).

2.3.1 Avaliação da Superfície do Pavimento

Para Danieleski (2004), a avaliação superficial é executada através de técnicas apropriadas para determinar as condições funcionais e estruturais do pavimento, através da avaliação, é possível ter o total conhecimento das manifestações patológicas presentes no plano do pavimento.

Os defeitos de superfície podem ser identificados e classificados através do Levantamento Visual Contínuo (LVC), de acordo com os procedimentos fixados pela norma do **DNIT 008/2003**. (MACHADO, 2013).

Conforme o DNIT (2006b, p. 74), esse levantamento é uma síntese de outros procedimentos de avaliações dos pavimentos, através da normatização, é determinado o Índice da Condição do Pavimento Flexível (ICPF), Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) e o Índice do Estado da Superfície do Pavimento (IES).

O levantamento consiste em um processo de avaliação da condição do pavimento com base nos defeitos encontrados. Segundo a norma do DNIT 008 (2003d), para análise em campo, utiliza-se um veículo equipado com velocímetro/odômetro calibrado para aferição da velocidade de operação e das distâncias percorridas, trafegando com velocidade de aproximadamente 40 km/h. Os defeitos são registrados manualmente pelos avaliadores, e estima-se através dos registros o Índice de condição do Pavimento Flexível (ICPF) através de uma média

atribuída com notas em uma escala de 0 a 5, de acordo com a necessidade de manutenção do trecho, conforme Quadro 1. (CNT,2017).

O Índice de Gravidade Global Exedito (IGGE) é obtido através da montante das frequências dos defeitos encontrados levando-se em consideração os pesos atribuídos, conforme a Equação 1. Os conjuntos dos defeitos são divididos em trincas, deformações, painelas e remendos, seus pesos variam de acordo com sua frequência e gravidade, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 1 - Conceitos do ICPF

CONCEITO	DESCRIÇÃO	ICPF
Ótimo	NECESSITA APENAS DE CONSERVAÇÃO ROTINEIRA	5 - 4
Bom	APLICAÇÃO DE LAMA ASFÁLTICA - Desgaste superficial, trincas não muito severas em áreas não muito extensas	4 - 3
Regular	CORREÇÃO DE PONTOS LOCALIZADOS OU RECAPEAMENTO - pavimento trincado com "painelas" e remendos pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal.	3 - 2
Ruim	RECAPEAMENTO COM CORREÇÕES PRÉVIAS – defeitos generalizados com correções prévias em áreas localizadas – remendos superficiais ou profundos.	2 - 1
Péssimo	RECONSTRUÇÃO – defeitos generalizados com correções prévias em toda a extensão. Degradação do revestimento e das demais camadas - infiltração de água e descompactação da base	1 - 0

Fonte: DNIT (2003, p. 5).

$$IGGE = (P_t \times F_t) + (P_{oap} \times F_{oap}) + (P_{pr} \times F_{pr}) \quad (1)$$

Onde:

F_t, P_t = Frequência e peso do conjunto de trincas (t);

F_{oap}, P_{oap} = Frequência e peso do conjunto de deformações (oap);

F_{pr}, P_{pr} = Frequência (quantidade/Km) e peso do conjunto de painelas (p) e remendos (r).

Quadro 2 - Pesos dos defeitos em função da frequência de ocorrência

Frequência	Gravidade	Painéis e Remendos		Trincas (t) e Deformações (oap)		
		Fator F_{pr} (quantidade/Km)	Peso	Fator F_t e F_{oap}	Peso de trincas	Peso das deformações
A – Alta	3	≥ 5	1,00	≥ 50	0,65	1,00
M – Média	2	2 – 5	0,80	50 – 10	0,45	0,70
B – Baixa	1	≤ 2	0,70	≤ 10	0,30	0,60

Fonte: DNIT (apud Danieleski, 2004, p. 41).

O Índice do Estado da Superfície do Pavimento (IES) é definido através de valores estabelecidos em uma escala de 0 a 10, levando-se em consideração os índices calculados anteriormente IGGE e ICPF, juntamente com os conceitos atribuídos ao estado da superfície do pavimento, conforme demonstrado no Quadro 3.

Quadro 3 - Índice do estado de superfície do pavimento

DESCRIÇÃO	IES	CÓDIGO	CONCEITO
$IGGE \leq 20$ e $ICPF > 3,5$	0	A	ÓTIMO
$IGGE \leq 20$ e $ICPF \leq 3,5$	1	B	BOM
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF > 3,5$	2		
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF \leq 3,5$	3	C	REGULAR
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF > 2,5$	4		
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF \leq 2,5$	5	D	RUIM
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF > 2,5$	7		RUIM
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF \leq 2,5$	8	E	PÉSSIMO
$IGGE > 90$	10		

Fonte: DNIT (2003, p. 6).

2.3.2 Avaliação Estrutural

Segundo Basílio (2002), a avaliação estrutural está relacionada com a capacidade de carga do pavimento, avaliando a vida útil do mesmo sob condições de tráfego.

Para Bernucci et al. (2007), as deformações geradas no pavimento são classificadas como elásticas ou plásticas. As deformações elásticas, são aquelas que retomam seu comportamento inicial após sofrerem alterações, os seus deslocamentos verticais são medidos através de defletômetros. Já, as deformações plásticas são

consideradas permanentes, ou seja, não reversíveis, resultam em defeitos do tipo afundamento localizados ou nas trilhas de roda. (BERNUCCI, 2017).

A avaliação estrutural de um pavimento pode ser feita através de dois métodos: destrutivos ou não-destrutivos. Os métodos destrutivos são obtidos através de abertura de poços de sondagem para realização de ensaios de capacidade de carga *in situ*. Segundo CNT (2017), essas aberturas devem ser realizadas no acostamento a direita da faixa de rolamento, com medidas de 80cmx80cm que permitem a retirada de amostras de até 60cm da superfície do subleito.

Já os métodos não-destrutivos, são aqueles onde são realizados aferições dos deslocamentos verticais em relação à superfície do pavimento, através desse método é possível determinar as causas dos defeitos e verificar os locais de fragilidade. (CNT, 2017).

De acordo com Balbo (2007), os equipamentos utilizados para o levantamento da condição do pavimento através do método não-destrutivo, são divididos em:

- a) carregamento estático: ensaio de placa e *viga de Benkelman*;
- b) carregamento por vibração: *dynaflect*;
- c) carregamento por impacto: *falling weight deflectometer (FWD)*.

2.3.3 Avaliação Funcional

Segundo a CNT (2017), a avaliação funcional está relacionada com a condição de superfície do pavimento, a mesma pode ser executada de forma subjetiva e objetiva. A avaliação subjetiva é caracterizada pela análise qualitativa do desempenho do pavimento. Já, a avaliação objetiva permite classificar a gravidade dos defeitos através da quantificação dos mesmos.

2.3.3.1 Avaliação Subjetiva

O primeiro método determinado para avaliação subjetiva do pavimento foi concebido por Carey e Irick em meados de 1960, onde foi analisado um determinado trecho para as pistas experimentais da AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Officials*), dando origem ao valor de Serventia Atual (VSA). (BERNUCCI, 2007).

Segundo Machado (2013), esses valores são definidos de acordo com a média das notas de avaliações definidas por um grupo de julgadores, as notas são atribuídas em uma escala numérica de 0 a 5.

No Quadro 4, estão mencionados as condições de conforto ao rolamento segundo norma **DNIT 009/2003** correlacionando com os valores de serventia, esse procedimento é utilizado no Brasil para análise subjetiva do pavimento.

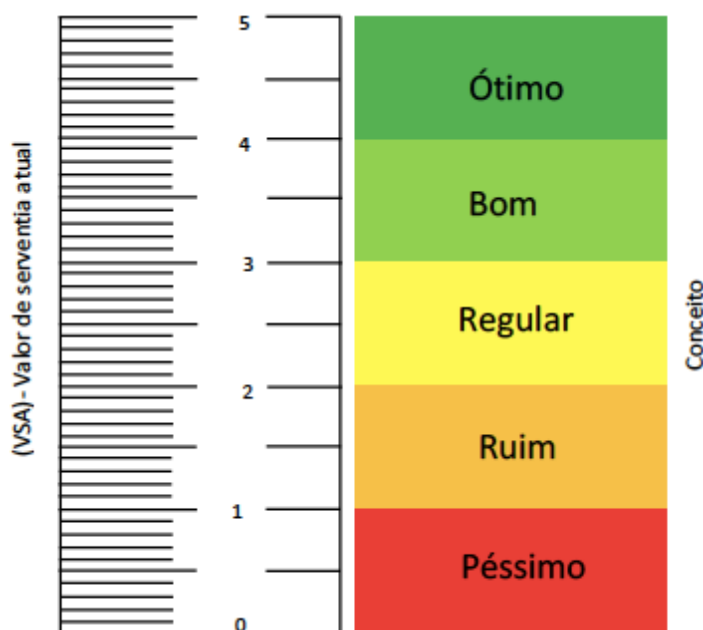
Ainda, segundo Bernucci (2007), os pavimentos logo após serem construídos têm maiores chances de obter valores de serventia máximo visto que, atualmente há o aperfeiçoamento dos procedimentos construtivos. O guia de dimensionamento de pavimentos norte-americano da AASHTO (1993), atribui dois limites de serventia atual, sendo de aceitabilidade definido como 2,5 para vias de volume intenso de tráfego, 2,0 para volumes moderado de tráfego e 1 para vias de trafegabilidade. A Figura 12 apresenta uma ficha de avaliação com valor de serventia com suas respectivas considerações.

Quadro 4 - Níveis de Serventia

Padrão de conforto ao rolamento	Avaliação (faixa de notas)
Ótimo	4 a 5
Bom	3 a 4
Regular	2 a 3
Ruim	1 a 2
Péssimo	0 a 1

Fonte: Adaptado de BERNUCCI et al. (2007, p. 404).

Figura 12 - Ficha de avaliação de serventia



Fonte: Adaptado de DNIT (2003, p. 5).

Quando o pavimento apresenta valor de serventia acima do limite de aceitabilidade deve-se iniciar os serviços de manutenção corretiva, afim de obter novamente os valores iniciais.

2.3.3.2 Avaliação Objetiva

Esse método de avaliação tem como propósito categorizar o nível de conservação do pavimento, através do Índice de Gravidade Global (IGG), de acordo com o procedimento normatizado pelo **DNIT 006/2003**. O procedimento visa analisar os defeitos presentes em pavimentos flexíveis ou semirrígidos bem como realizar aferições das deformações nas trilhas de roda. Os defeitos catalogados levam em consideração as terminologias da norma do DNIT 005 (2003c) conforme indicado no Quadro 5.

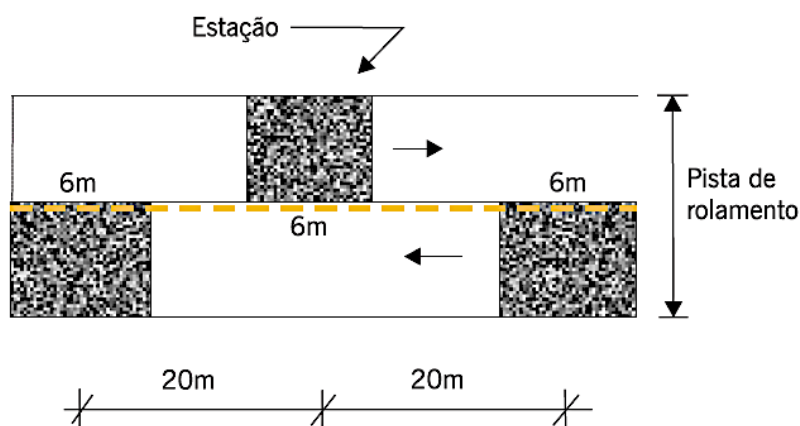
Para Bernucci et al. (2007), o índice de gravidade global (IGG) é estabelecido através de locações de estações sobre uma parcela da pista, esse levantamento é realizado com auxílio de materiais para demarcações dos pontos das estações. Os afundamentos nas trilhas de roda internas (TRI) e nas trilhas de roda externas (TRE) são aferidos utilizando uma treliça de alumínio padronizada, os demais defeitos, são identificados e inventariados através do levantamento em campo.

O método exige que em rodovias de pista simples, as estações sejam delimitadas a cada 20 metros alternados em relação ao eixo da pista de rolamento, totalizando 40 metros em cada faixa de tráfego. Já, quando for analisado o seguimento de pista dupla, o mesmo deverá ser feito na faixa de tráfego mais solicitada e as demarcações deverão ser a cada 20 metros. (BERNUCCI, 2007).

A norma DNIT 006 (2003b), determina que no caso de rodovias de pista única a avaliação deve ocorrer nas duas faixas de tráfego, caso haja uma terceira faixa essa deve ser avaliada separadamente.

Bernucci et al. (2007, p. 424), acrescenta: “a superfície de avaliação corresponde a 3m antes e 3m após cada uma das estacas demarcadas, totalizando em cada estação uma área corresponde a 6m de extensão e largura igual a faixa a ser avaliada”. A Figura 13 ilustra um exemplo de locação das estações em pista simples, para fins de inventário dos defeitos.

Figura 13 - Exemplo de demarcação de áreas para inventário de defeitos



Fonte: Bernucci et al. (2007, p.425).

Após o inventário dos defeitos, os mesmos são registros em uma planilha e agrupados em oito classes com seus respectivos fatores de ponderação conforme, Quadro 6.6. Segundo a norma para efeitos de cálculo, quando em uma mesma estação forem encontrados defeitos dos tipos 1, 2 e 3 classificados como trincas isoladas e interligadas, deve-se considerar apenas o de maior fator de ponderação.

Através do cálculo do Índice de Gravidade Individual (IGI), obtido a partir da frequência relativa e do fator de ponderação, conforme equações (1) e (2) determina-se o Índice de Gravidade Global (IGG).

$$IGI = f_r \times f_p \quad (1)$$

$$f_r = \frac{fa \times 100}{n} \quad (2)$$

Onde:

fr= frequência relativa de cada tipo de defeito;

fa = frequência absoluta de cada tipo de defeito;

n = número de estações inventariadas;

fp = fator de ponderação.

Segundo a norma do DNIT 006 (2003b, p. 4), para as medidas das deformações nas trilhas de roda devem ser executados os seguintes critérios de cálculos:

- a) para rodovias de pista simples, a média (\bar{x}) e a variância (s^2) das flechas medidas nas TRI e TRE de ambas as faixas de tráfego. No caso de “terceiras faixas”, estes parâmetros devem ser considerados separadamente;
- b) para as rodovias de pista dupla, a média (\bar{x}) e a variância (s^2) das flechas medidas nas TRI e TRE das faixas de tráfego mais solicitadas de cada pista, separadamente.

As equações (3) e (4) respectivamente, determinam os cálculos da média e da variância das flechas nas trilhas de roda. Assim, através do cálculo das frequências das ocorrências (IGI) , da média e da variância obtém-se a condição de degradação do pavimento (IGG), conforme equação (5). Os valores que conceituam o pavimento estão indicados no Quadro 7.

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n} \quad (3)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(xi-\bar{x})^2}{n-1}} \quad (4)$$

$$IGG = \sum IGI \quad (5)$$

Onde:

\bar{x} - média aritmética dos valores das flechas medidas (TRI e TRE);

xi - valores individuais;

s - desvio padrão dos valores das flechas medidas (TRI e TRE);

s^2 - variância.

Para Danieleski (2004, p. 19), os fatores de ponderação a admitir para os afundamentos em trilhas de rodas são estabelecidos através dos seguintes fatores:

- a) se a média for igual ou menor que 30 mm, então o fator de ponderação é igual a 4/3; quando maior que 30 mm o IGI é igual a 40;

- b) se a variância for igual ou menos que 50 mm, então o fator de ponderação é igual a 1; se maior que 50 mm, o IGI é igual a 50.

Quadro 5 - Defeitos avaliados de acordo a norma DNIT 005/2003

Defeitos	Notação
Fissuras	FI
Trincas isoladas transversais curtas	TTC
Trincas isoladas transversais longas	TTL
Trincas isoladas longitudinais curtas	TLC
Trincas isoladas longitudinais longas	TLL
Trincas interligadas tipo couro de jacaré sem erosão acentuada nos bordos	J
Trincas interligadas tipo couro de jacaré com erosão acentuada nos bordos	JE
Trincas isoladas devido retração térmica	TRR
Trincas em bloco sem erosão acentuada nos bordos	TB
Trincas em bloco com erosão acentuada nos bordos	TBE
Afundamentos plástico local	ALP
Afundamentos plásticos da trilha	ATP
Afundamentos de consolidação local	ALC
Afundamentos de consolidação da trilha	ATC
Corrugação – ondulações transversais	O
Escorregamentos do revestimento betuminoso	E
Exsudação	EX
Desgaste acentuado	D
Panelas	P
Remendos (superficiais e/ou profundos)	R

Fonte: DNIT(apud DANIELESKI, 2004, p. 20)

Quadro 6 - Valor do fator de ponderação

Tipo	Notação de ocorrências	Fator de Ponderação
1	FC-1 (FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR)	0,2
2	FC-2 (J e TB)	0,5
3	FC-3 (JE e TBE)	0,8
4	ALP e ATP	0,9
5	O e P	1,0
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Fonte: Adaptado de DNIT (2003, p. 5).

Quadro 7 - Conceitos de degradação do pavimento

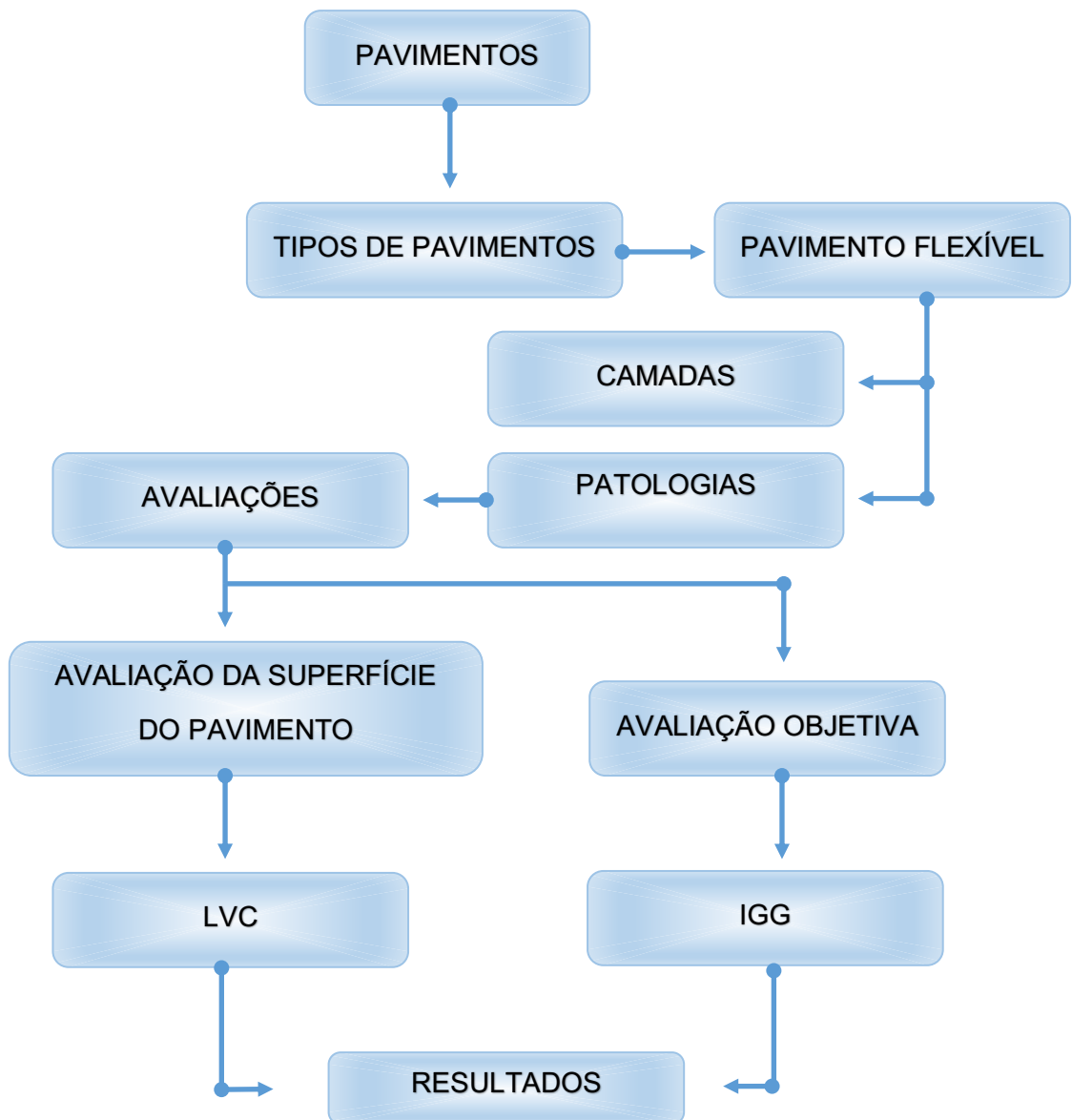
Limites	Conceitos
$0 < IGG \leq 20$	Ótimo
$20 < IGG \leq 40$	Bom
$40 < IGG \leq 80$	Regular
$80 < IGG \leq 160$	Ruim
$IGG > 160$	Péssimo

Fonte: DNIT (2003, p. 5).

3 METODOLOGIA

A metodologia do presente trabalho tem como base o organograma demonstrado na Figura 14. Nesta etapa do trabalho será apresentada as vias das quais foram utilizadas para a realização do estudo de caso, bem como os procedimentos executados em campo para coleta de dados.

Figura 14 - Organograma



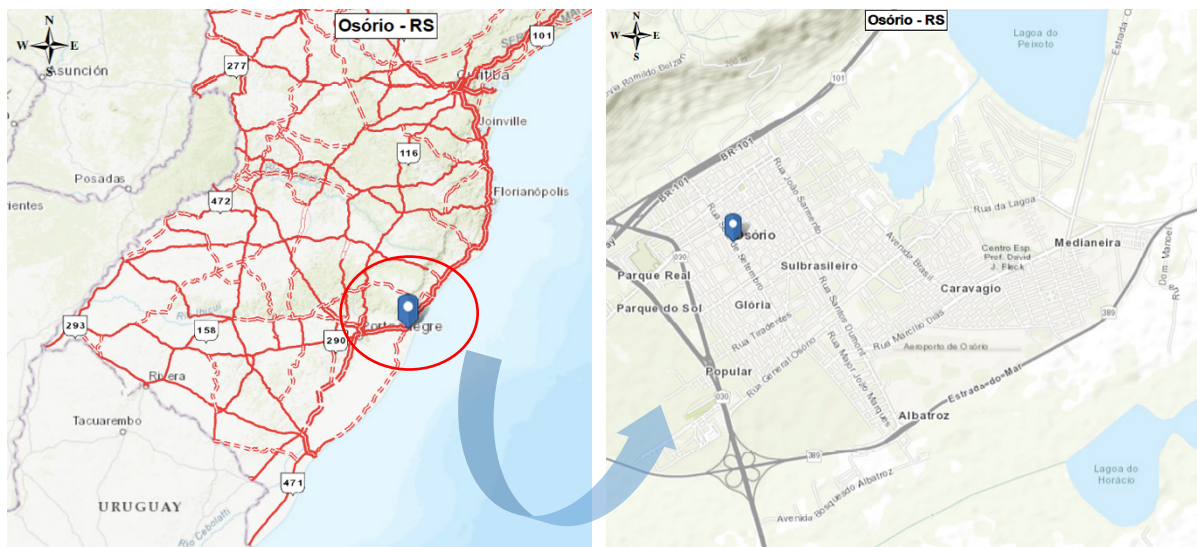
Fonte: Elaborado pela autora.

3.1 Considerações Iniciais

O município em estudo está localizado na região litorânea do Norte do Estado, limitado entre a capital, Porto Alegre, e Torres. O município possui acesso às principais rodovias do estado sendo: BR-290, BR-101, RS-030 e RS-389. Sua localização está indicada na Figura 15.

Segundo dados do Departamento Estadual de Trânsito (DETRAN) (2018), a frota de veículos registrada no município é de aproximadamente 30.845 veículos, assim considerando a população de 45.557 habitantes, estimada para 2018 segundo censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), se considerar um carro por habitante é possível concluir que cerca de 70% da população possui algum tipo de veículo, tornando esse um dado importante que justifica o presente trabalho.

Figura 15 - Localização do município



Fonte: DNIT (2018).

3.2 Escolha dos Trechos

De acordo com o levantamento visual geográfico do município serão analisadas vias que possuem alto fluxo de veículos, sendo elas: Avenida Brasil, Estrada OS-060, Rua General Osório, Rua João Sarmiento e Rua Santos Dumont, conforme as demarcações no mapa da Figura 16. Além do elevado índice de tráfego, algumas dessas fazem parte das principais rotas de acesso ao município fazendo intersecção com rodovias como RS-030, RS-389 e BR-101.

Figura 16 - Localização das ruas



Fonte: Osório... (2018).

3.2.1 Demarcações dos Trechos, Localização e suas Características

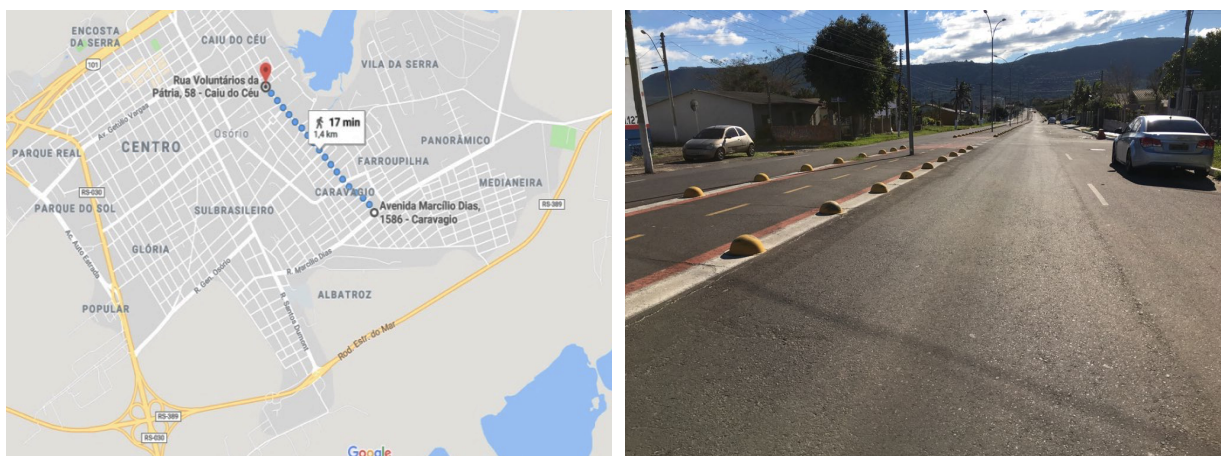
As demarcações dos trechos foram realizadas com intuito de obter uma melhor análise visual das patologias. Assim, cada trecho dos 5 avaliados, Avenida Brasil, Estrada OS-060, Rua General Osório, Rua João Sarmiento e Rua Santos Dumont foram racionados em subtrechos amostrais, de 100m cada, estaqueados a cada 20m.

Em todos os trechos em estudo os pavimentos foram executados com revestimento de CBUQ, com espessura de 5 cm, e base executada de basalto irregular de espessura variável, exceto, para Estrada OS-060, na qual possui base executada de brita graduada com espessura de 15cm e sub-base de macadame seco de 21cm, aproximadamente. Segundo informações da Prefeitura Municipal de Osório apenas a Estrada OS-060 possui projeto de pavimentação. Para melhor compreensão, a demarcação dos trechos serão representados individualmente no capítulo a seguir.

3.2.1.1 Avenida Brasil

O primeiro trecho analisado, Avenida Brasil, tem início na Avenida Marcílio Dias e término na Rua Voluntários da Pátria com extensão de aproximadamente 1,35 Km, conforme Figura 17 apresentada. Esse trecho é considerado um bairro residencial, composto por edificações comerciais como supermercado, hortifrúti, farmácias, distribuidoras de gás e escolas. Possui fluxo intenso de carros leves e de ônibus, é definida como uma via coletora.

Figura 17 - Demarcação do trecho - Avenida Brasil

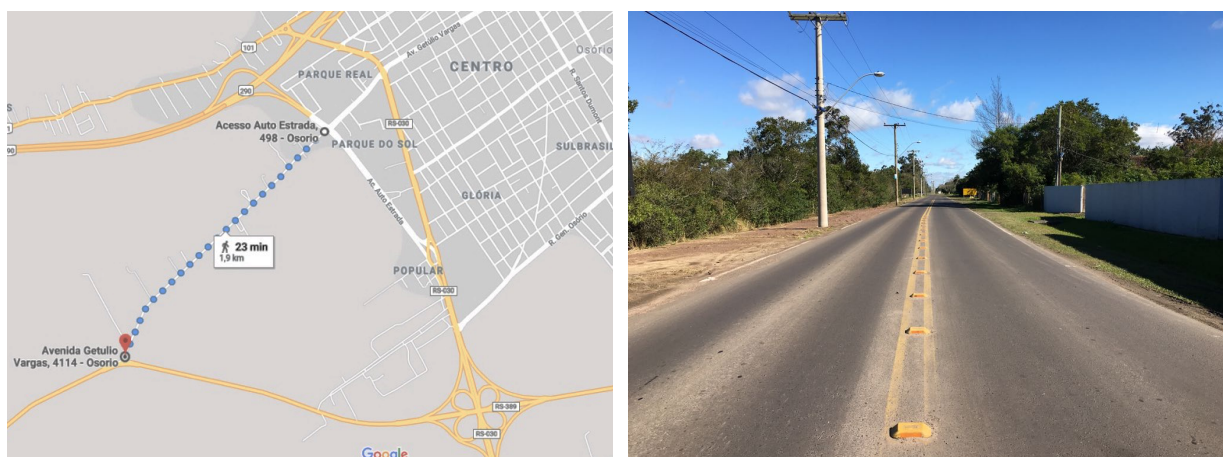


Fonte: Elaborado pela autora com base em Osório... (2018).

3.2.1.2 Estrada OS-060

O segundo trecho em estudo, Estrada OS-060, tem início na Rodovia RS-030 e término na Rodovia RS-389 com extensão de 1,9 Km, conforme Figura 18 demonstrada. Esse trecho é considerado importante pelo rápido acesso à RS-389, que visa destinos para os municípios de Capivari do Sul e Santo Antônio da Patrulha. Possui fluxo intenso de veículos leves e pesados, como ônibus e caminhões. O trecho permite acesso direto ao parque eólico considerado um dos pontos turísticos da cidade, recebendo diariamente visitas. O seu entorno é composto por residências unifamiliares, posto de combustível e distribuidoras de arroz sendo essas: Bons Ventos, São Bernardo e Tia Anastácia.

Figura 18 - Demarcação do trecho - Estrada OS-060



Fonte: Elaborado pela autora com base em Osório... (2018).

3.2.1.3 Rua General Osório

O próximo trecho escolhido, Rua General Osório, tem início na Rodovia RS-030 e término na Rua Major João Marques com extensão de aproximadamente 1,178 Km, conforme Figura 19 apresentada. O trecho possui alto fluxo de veículos leves e pesados como ônibus e caminhões, faz parte de uma das principais rotas de entrada para o município por se tratar de uma via com fácil acesso à Rodovia RS-030 que visa destinos como Tramandaí e Santo Antônio da Patrulha. Trata-se de uma via arterial, composta por residências unifamiliares, comércios como minimercados e Escola de Educação Infantil.

Figura 19 - Demarcação do trecho - Rua General Osório

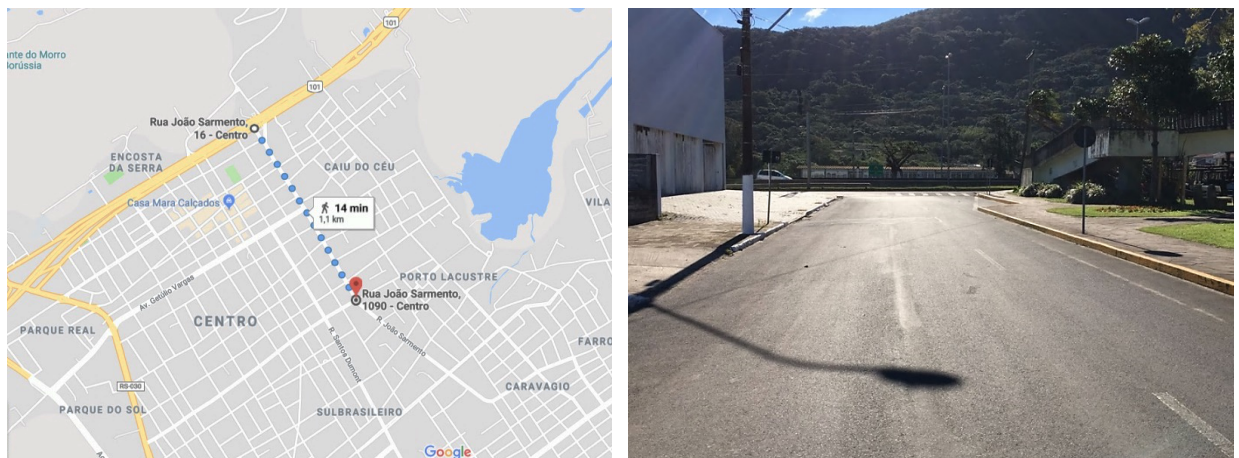


Fonte: Elaborado pela autora com base em Osório... (2018).

3.2.1.4 Rua João Sarmento

O trecho da Rua João Sarmento, tem início na Rodovia BR-101 e término na Rua Costa Gama com extensão de aproximadamente 1,07 Km, conforme Figura 20 apresentada. Esse trecho é considerado importante por ter acesso direto à Rodovia BR-101 visando destinos como Maquiné e Santo Antônio da Patrulha. Seu entorno é composto por edificações residenciais unifamiliar e multifamiliar, possui comércios locais como restaurantes, farmácias, centro clínico de saúde, hospital, supermercados, hortifrúti e agropecuárias, é considerada uma via arterial, controlada por semáforos.

Figura 20 - Demarcação do trecho - Rua João Sarmento

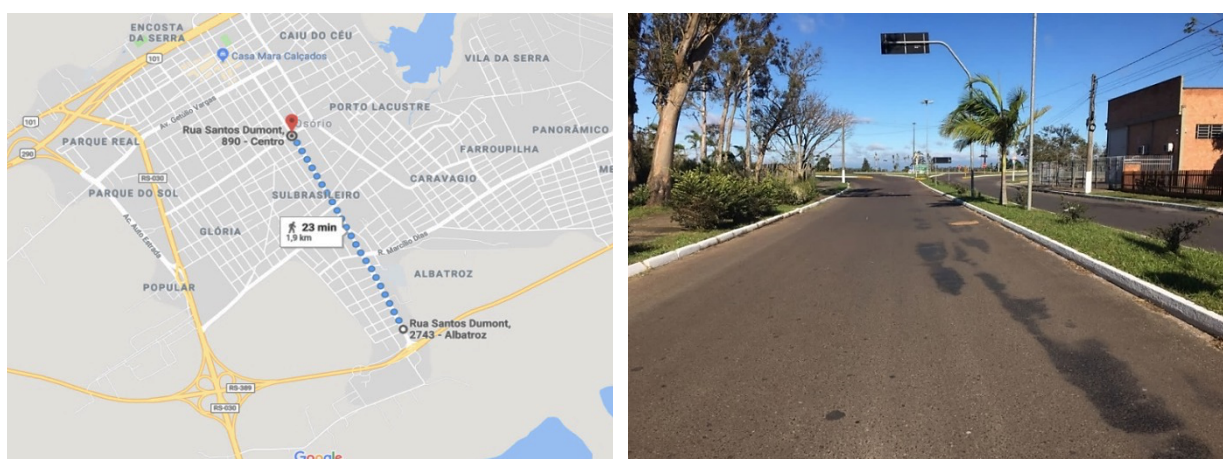


Fonte: Elaborado pela autora com base em Osório... (2018).

3.2.1.5 Rua Santos Dumont

O último trecho, Rua Santos Dumont, tem início na Rodovia BR-389 e término na Rua Costa Gama com extensão de 1,923 Km, aproximadamente, conforme Figura 21 apresentada. Seu entorno é composto por residências unifamiliar e multifamiliar, comércios como minimercados, hortifrútis, escolas, Instituto Federal do Rio Grande do Sul (IFRS), agropecuárias e posto de combustível. O trecho é considerado uma via arterial, controlado por semáforos. O mesmo permite acesso às Rodovias como RS-389 (Estrada do mar), RS-030 e BR-101, dando acesso aos municípios como Capivari do Sul e Santo Antônio da Patrulha.

Figura 21 - Demarcação do trecho - Rua Santos Dumont



Fonte: Elaborado pela autora com base em Osório... (2018).

3.3 Métodos de Levantamento e Análise de Dados

Com base nessas premissas, a superfície do pavimento será avaliada utilizando como critério as seguintes normativas do DNIT (2003d, 2003b)

- a) procedimento **DNIT 008/2003 – PRO** - Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos;
- b) procedimento **DNIT 006/2003 – PRO** - Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos.

3.3.1 Avaliação da Superfície do Pavimento: LVC

Para realização da avaliação da superfície dos pavimentos em estudo, foi utilizado como suporte a norma do DNIT 008 (2003d), através do processo de

Levantamento Visual Contínuo (LVC), para fins de determinar o Índice do Estado de Superfície do Pavimento (IES). O levantamento em campo foi executado nos 5 trechos do presente trabalho, assim para a aplicação do método de avaliação, foram desempenhadas as seguintes etapas fixadas pela Norma vigente:

- a) após a demarcação dos trechos em questão, para efeitos do levantamento foi utilizado um veículo equipado com velocímetro/odômetro para verificação da velocidade de operação e dos intervalos percorridos, o mesmo foi operado com velocidade de 40 Km/h, aproximadamente;
- b) o inventário foi realizado com apoio de dois colaboradores conhecedores dos propósitos dessa norma, além do motorista;
- c) os defeitos encontrados no pavimento através da análise visual, foram classificados mediante as nomenclaturas da Norma DNIT 005 (2003c), conforme anexo A;
- d) a análise dos trechos foram realizadas nos dois sentidos das pistas, os registros foram feitos com o preenchimento dos formulários padrão da norma, conforme anexo B;
- e) através das informações citadas anteriormente os formulários foram preenchidos com as frequências das patologias encontradas em cada trecho, através dos códigos A, M ou B, nomeados como alto, médio e baixo respectivamente, conforme Quadro 2.
- f) após o preenchimento do formulário foi realizado o cálculo do IGGE (anexo c), através das frequências e dos pesos adotados para cada irregularidade encontrada, de acordo com Equação 1;
- g) posteriormente foi definido o ICPF, determinado pela autora do presentetrabalho, com base nas planilhas anteriores;
- h) por fim foi definido o IES mediante a uma escala pré-definida de 0 a 10, conceituando a superfície do pavimento conforme o Quadro 3.

3.3.2 Avaliação Objetiva da Superfície: IGG

Com base nas frequências dos defeitos obtidos através do procedimento LVC, foi realizado o método de avaliação objetiva (IGG) baseado na norma do DNIT 006 (2003b), afim de realizar uma análise mais precisa dos trechos com a melhor e a pior classificação. Para execução da análise, foram realizadas as seguintes etapas:

- a) inventário dos defeitos encontrados no decorrer dos trechos a partir do LVC e preenchimento dos formulários, em anexo;
- b) cálculo das frequências absolutas e relativas das manifestações patológicas registradas;
- c) aferição das trilhas de roda (TRI) e (TRE) com uso de equipamento padrão exigido pela norma, treliça metálica, o mesmo foi elaborado pela autora do presente trabalho, conforme Fotografia 13;
- d) cálculo do IGI, através da frequência relativa das ocorrências, e determinação do fator de ponderação para cada um dos defeitos encontrados, de acordo com o Quadro 6.
- e) cálculo do IGG obtido através da somatória dos Índices de Gravidade Individual (IGI);
- f) em função do IGG tomando como base uma escala pré-definida de 0 a 160, foi conceituado a condição de deterioração do pavimento conforme Quadro 7.

Fotografia 13 - Treliza metálica elaborada pela autora



Fonte: Registrada pela Autora.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo, tem por objetivo, apresentar os resultados obtidos através dos procedimentos adotados para o inventário dos defeitos da superfície do pavimento. Os procedimentos foram realizados através de registros fotográficos, preenchimento de formulários, e utilização do Software AutoCAD para realização dos estaqueamentos em cada trecho.

4.1 Características gerais dos trechos avaliados

A avaliação no trecho da Avenida Brasil, foi realizada em ambos os sentidos da pista, sendo essa dupla com 7m de largura cada e separada pelo canteiro central com uma ciclovia de 2m de largura. A demarcação do trecho totalizou 14 segmentos e 67 estacas, conforme Tabela 1.

O segundo trecho, Estrada OS-060, possui pista simples com 7m de largura, a avaliação também foi realizada em ambos os sentidos da pista. A demarcação do trecho totalizou 19 segmentos e 95 estacas conforme a Tabela 2.

O trecho da Rua General Osório, a avaliação foi executada nos dois sentidos da pista, sendo dupla com 7m de largura cada e separada por uma ciclovia de 2,20m. A demarcação do trecho totalizou 11 segmentos, sendo 10 segmentos de 100m e 1 segmento de 78m, resultando em 59 estacas de acordo com a Tabela 3.

Na Rua João Sarmiento, o procedimento foi realizado em ambos os sentidos da pista, sendo simples com 7m de largura. A demarcação do trecho totalizou 11 segmentos e 53 estacas, conforme a Tabela 4.

O último trecho estudado, Rua Santos Dumont, a análise foi realizada em ambos os sentidos da pista, sendo dupla com 7 m de largura cada e separada por um canteiro central. A demarcação totalizou 20 segmentos e 93 estacas de acordo com resultados da Tabela 5.

4.2 Resultados Obtidos Através do Procedimento do DNIT 008/2003 - LVC

O presente capítulo tem por objetivo demonstrar os resultados obtidos através do procedimento de Levantamento Visual Contínuo (LVC), assim mediante às tabelas e gráficos serão analisados os resultados finais de cada trecho avaliado. O procedimento foi realizado no dia 08 de julho de 2018, nos trechos, Avenida Brasil, Estrada OS-060, Rua General Osório, Rua João Sarmiento e Rua Santos Dumont.

As Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5 respectivamente apresentam os registros em campo durante a execução da metodologia, o Gráfico 16 e o Gráfico 17 estão indicados os resultados finais obtidos no levantamento dos cinco trechos, caracterizando a condição atual do sistema viário do município em estudo.

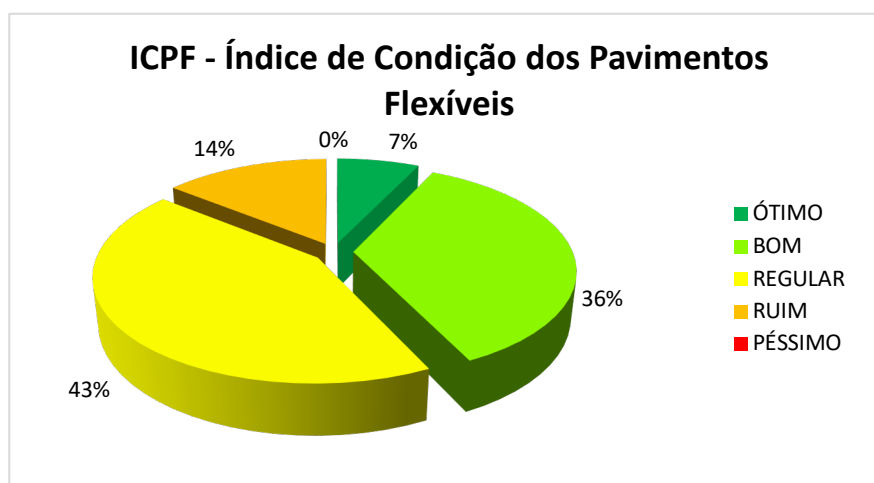
4.2.1 Resultados (LVC) – Avenida Brasil

Tabela 1 - Resultados (LVC) - Avenida Brasil

Nº Segmento	Extensão (Km)	ICPF	Conceito ICPF	IGGE	IES	Conceito IES
1	0,1	3,0	Bom	35,70	3	Regular
2	0,1	2,0	Regular	26,53	3	Regular
3	0,1	2,5	Regular	24,73	3	Regular
4	0,1	2,0	Regular	31,25	3	Regular
5	0,1	1,0	Ruim	38,00	3	Regular
6	0,1	1,5	Ruim	53,20	5	Ruim
7	0,1	3,0	Bom	50,70	4	Ruim
8	0,1	2,5	Regular	6,00	1	Bom
9	0,1	2,0	Regular	20,55	3	Regular
10	0,1	2,0	Regular	26,53	3	Regular
11	0,1	3,0	Bom	1,40	1	Bom
12	0,1	3,0	Bom	1,40	1	Bom
13	0,1	3,0	Bom	0,60	1	Bom
14	0,05	4,0	Ótimo	0,70	0	Ótimo

Fonte: Elaborada pela autora.

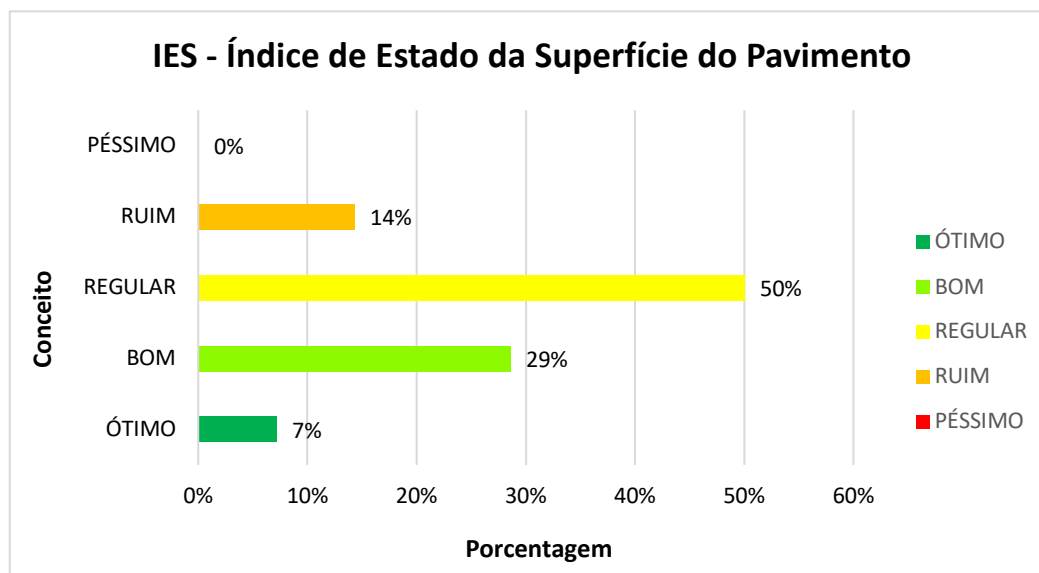
Gráfico 1 - Análise da condição do pavimento



Fonte: Elaborado pela autora.

Através da Tabela 1 e do Gráfico 1 foi possível verificar que, 14% do segmento avaliado encontra-se em condições precárias *ruim*, 43% em condições razoáveis *regular* e 43% considerado em condições satisfatórias. Tendo em vista esses resultados, conclui-se que em 57% do trecho a medida de manutenção necessária é o recapeamento da superfície e o restante, 43%, necessita de conservação rotineira e aplicação de lama asfáltica em determinados pontos.

Gráfico 2 - Análise conceitual da superfície do pavimento



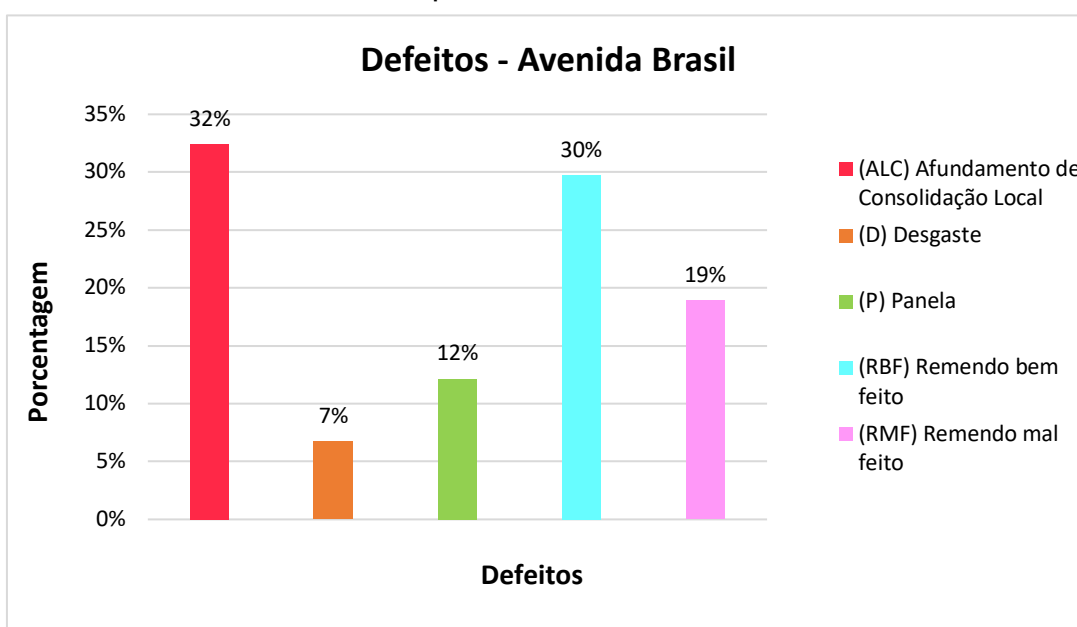
Fonte: Elaborado pela autora.

Por meio de resultados da Tabela 1 e do Gráfico 2 é possível constatar que, 14% do trecho se encontra em estado de superfície precária *ruim*, 50% em condições razoáveis *regular* e 36% em condições satisfatórias (*bom*, *ótimo*), assim através

desses parâmetros e da classe dos defeitos encontrados no levantamento faz-se as intervenções adequadas para que se tenha condições aceitáveis de trafegabilidade.

As irregularidades encontradas nesse trecho estão indicadas no Gráfico 3, foi possível constatar que 32% dos defeitos encontrados são classificados como afundamento de consolidação local (ALC), 19% remendos mal feito (RMF), 12% panelas (P) e 7% desgaste (D). Assim, a partir dos resultados avaliados em campo e informações relevantes da Prefeitura da cidade, constatou-se que as prováveis causas para o aparecimento dessas manifestações patológicas estão relacionadas com problemas de drenagem, visto que neste local há presença de rede de esgoto subterrânea.

Gráfico 3 - Frequência de defeitos encontrados



Fonte: Elaborado pela autora.

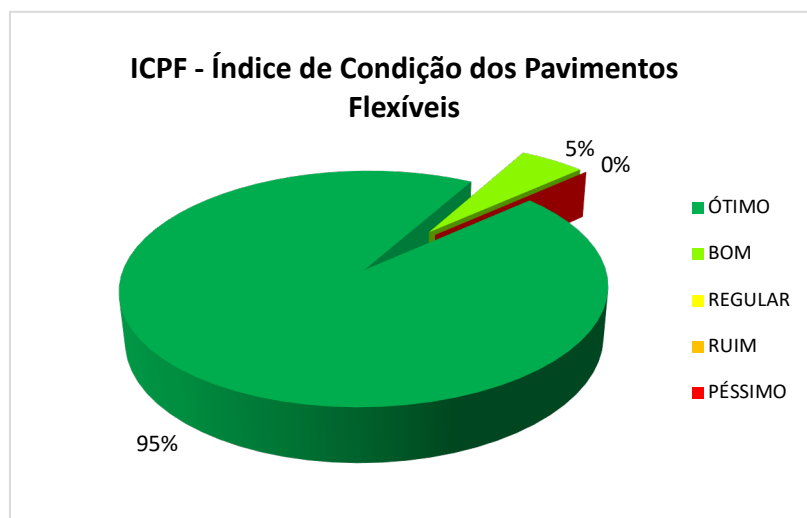
4.2.2 Resultados (LVC) – Estrada OS-060

Tabela 2 - Resultados (LVC) - Estrada OS - 060

Nº Segmento	Extensão (Km)	ICPF	Conceito ICPF	IGGE	IES	Conceito IES
1	0,1	3,5	Bom	0,70	1	Bom
2	0,1	5,0	Ótimo	0,00	0	Ótimo
3	0,1	5,0	Ótimo	0,00	0	Ótimo
4	0,1	4,0	Ótimo	0,70	0	Ótimo
5	0,1	4,0	Ótimo	0,00	0	Ótimo
6	0,1	5,0	Ótimo	0,00	0	Ótimo
7	0,1	5,0	Ótimo	0,00	0	Ótimo
8	0,1	5,0	Ótimo	0,00	0	Ótimo
9	0,1	5,0	Ótimo	0,00	0	Ótimo
10	0,1	5,0	Ótimo	0,00	0	Ótimo
11	0,1	5,0	Ótimo	0,00	0	Ótimo
12	0,1	5,0	Ótimo	0,00	0	Ótimo
13	0,1	5,0	Ótimo	0,00	0	Ótimo
14	0,1	4,0	Ótimo	0,00	0	Ótimo
15	0,1	4,0	Ótimo	0,00	0	Ótimo
16	0,1	5,0	Ótimo	0,00	0	Ótimo
17	0,1	5,0	Ótimo	0,00	0	Ótimo
18	0,1	5,0	Ótimo	0,00	0	Ótimo
19	0,1	5,0	Ótimo	0,00	0	Ótimo

Fonte: Elaborada pela autora.

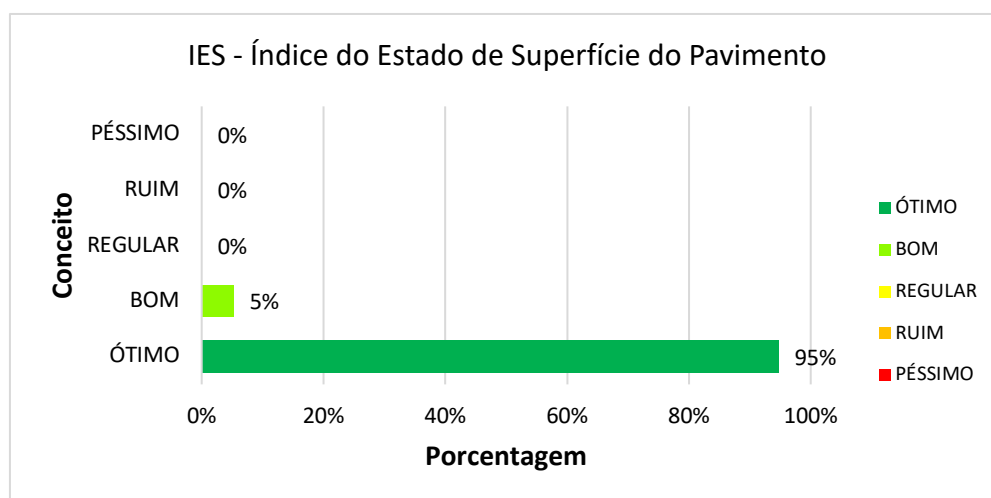
Gráfico 4 - Análise da condição do pavimento



Fonte: Elaborado pela autora.

Mediante a Tabela 2 e o Gráfico 4 constatou que a condição atual do pavimento referenciado, 5% do segmento encontra-se em condições adequadas *bom* e o restante, 95%, apresenta condições satisfatórias *ótimo*. Assim é possível concluir que em 5% do trecho avaliado, a medida de manutenção necessária é a aplicação de lama asfáltica e o restante, 95%, necessita apenas de conservação rotineira.

Gráfico 5 - Análise conceitual da superfície do pavimento



Fonte: Elaborado pela autora.

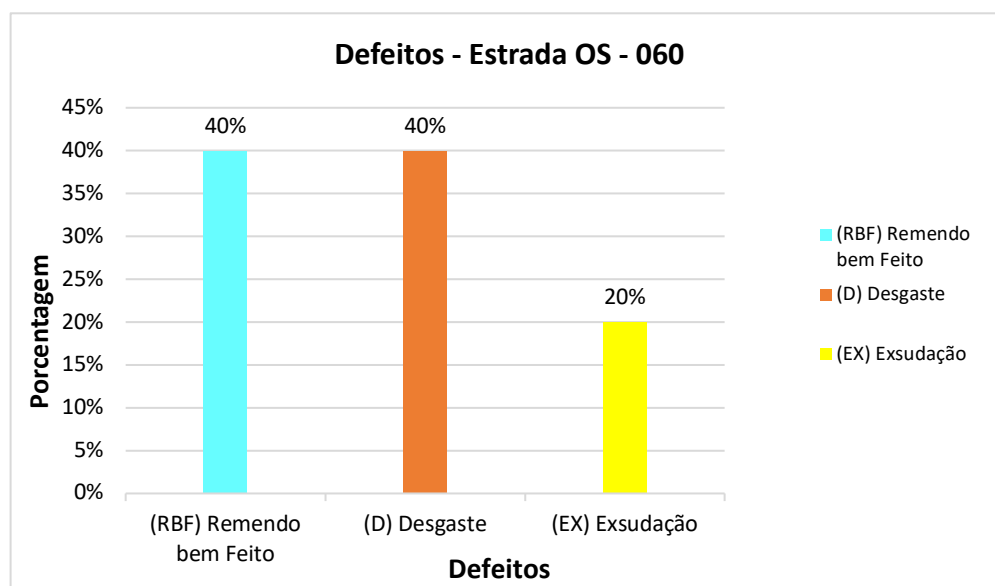
Por meio das informações apresentadas na Tabela 2 e no Gráfico 5, é possível constatar o trecho se encontra em condições satisfatórias, assim sendo em *bom* e *ótimo* estado de conservação.

As irregularidades encontradas estão indicadas no Gráfico 6, foi observado que dos 19 segmentos avaliados esses apresentam baixa frequência de defeitos, onde 40% é remendo (R), sendo esse bem executado não trazendo problemas de conforto ao rolamento, 40% há presença de desgaste (D) e 20%, apresenta exsudação (EX), sendo considerado o melhor trecho dos estudados.

Desse modo, a partir dos resultados avaliados em campo, constatou-se que as prováveis causas para o aparecimento dessas manifestações patológicas estão relacionadas com a falta de manutenção rotineira, visto que a prefeitura da cidade não realizou nenhuma intervenção preventiva desde a conclusão da estrada.

Apesar do trecho interceptar duas importantes rodovias estaduais havendo a presença constante de caminhões de grande porte, o mesmo se mostrou em ótimas condições de trafegabilidade e conforto ao rolamento, pois segundo dados da prefeitura, é a única via que possui projeto de pavimentação.

Gráfico 6 - Frequência de defeitos encontrados



Fonte: Elaborado pela autora.

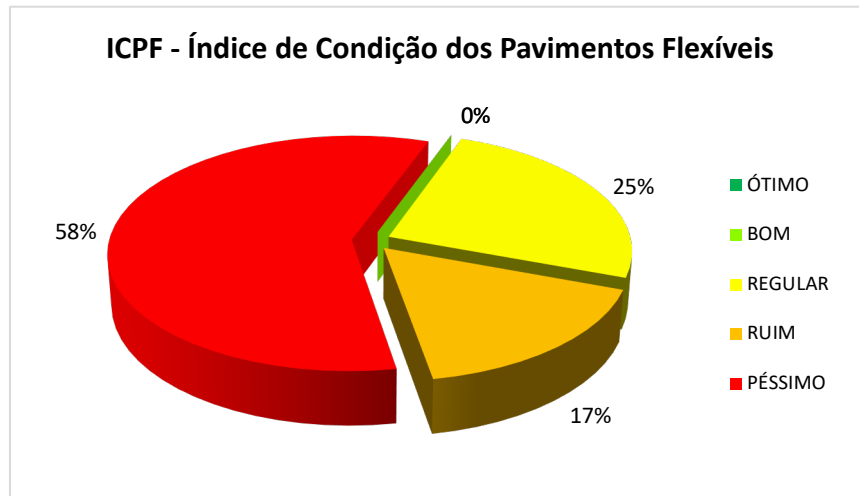
4.2.3 Resultados (LVC) – Rua General Osório

Tabela 3 - Resultados (LVC) - Rua General Osório

Nº Segmento	Extensão (Km)	ICPF	Conceito ICPF	IGGE	IES	Conceito IES
1	0,1	2,5	Regular	20,69	3	Regular
2	0,1	1,5	Ruim	36,17	3	Regular
3	0,1	0,5	Péssimo	39,95	3	Regular
4	0,1	0,0	Péssimo	43,57	5	Ruim
5	0,1	0,0	Péssimo	43,57	3	Ruim
6	0,1	0,5	Péssimo	44,50	5	Ruim
7	0,1	0,0	Péssimo	44,67	5	Ruim
8	0,1	0,0	Péssimo	46,63	5	Ruim
9	0,1	0,5	Péssimo	42,35	5	Ruim
10	0,1	1,0	Ruim	47,13	5	Ruim
11	0,1	2,0	Regular	40,34	5	Ruim
12	0,078	2,0	Regular	23,40	3	Regular

Fonte: Elaborada pela autora.

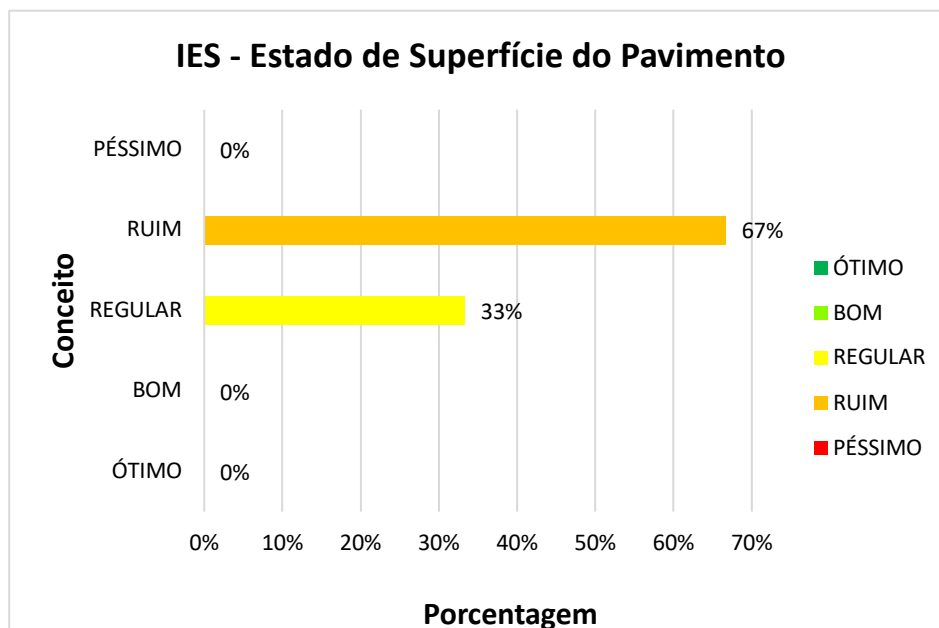
Gráfico 7 - Análise da condição do pavimento



Fonte: Elaborado pela autora.

Através da Tabela 3 e do Gráfico 7 - Análise da condição do pavimento verificou que, 58% do segmento do trecho referenciado encontra-se em condições insatisfatórias *péssimo*, 17% em condições irregulares *ruim*, e o restante, 25%, apresenta condições razoáveis *regular*. Assim, é possível concluir que em 58% do trecho avaliado, a medida necessária é a reconstrução dos subtrechos afetados e o restante, 42%, exige recapeamento com correções de pontos localizados.

Gráfico 8 - Análise conceitual da superfície do pavimento



Fonte: Elaborado pela autora.

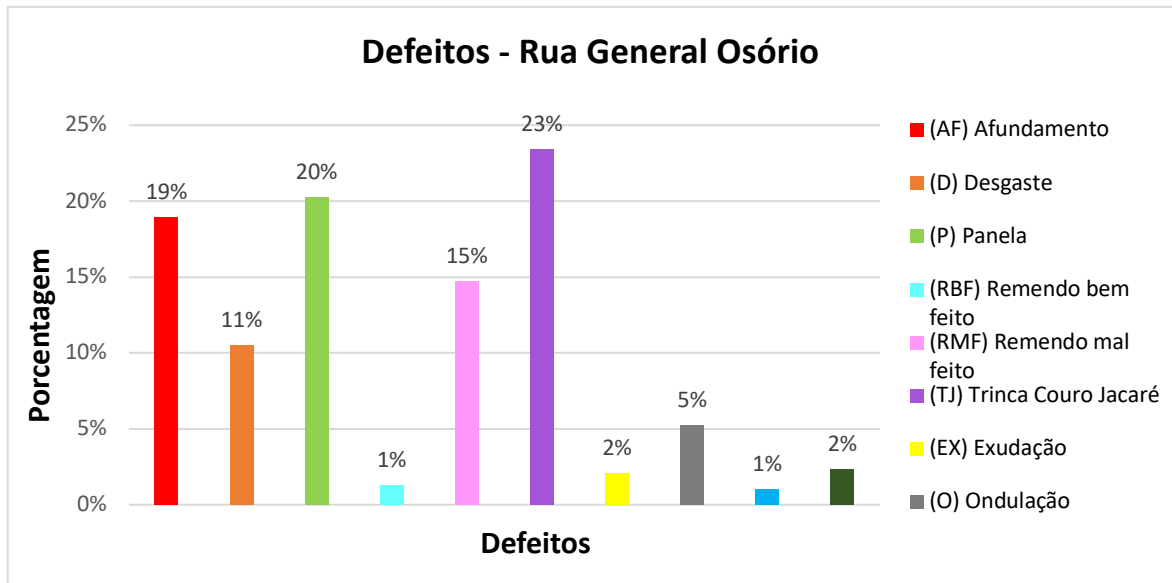
Mediante as informações apresentadas na Tabela 3 e no Gráfico 8 é possível perceber que a superfície do pavimento no trecho em questão apresenta condições insuficientes de trafegabilidade, o seu estado de conservação é caracterizado como *regular e ruim*, causando desconforto e insegurança para os usuários que utilizam o trecho.

As irregularidades encontradas estão indicadas no Gráfico 9, foi observado que dos 12 segmentos avaliados os mesmos apresentaram alta frequência de defeitos, onde 16% é remendo (R), 11% há presença de desgaste (D), 23% trinca couro de jacaré, com e sem erosão em algumas pontos, 20% panela (P), 19% afundamento de consolidação em trilha de roda (ATC), 2% possuem trinca isolada longitudinal curta e longa (TLC e TLL), e o restante, 8%, possuem escorregamento (E), exsudação (EX) e ondulação (O), sendo considerado o pior trecho dos estudados.

As panelas, afundamentos, desgastes, trincas e remendos são os defeitos mais frequentes no trecho. As possíveis causas que justificam o surgimento dos mesmos provêm do excesso de cargas decorrente ao fluxo intenso de caminhões, presença de água no pavimento associadas com à falta de manutenção.

O restante dos defeitos encontrados, escorregamento, exsudação e ondulação estão ligados com as falhas no processo construtivo, tais defeitos implicam no nível de serventia do pavimento. A degradação do pavimento em determinados pontos é tal que, foi possível identificar sobreposições de defeitos como trincas (isoladas, couro de jacaré, longitudinais), afundamento da trilha de roda, panelas, remendos e desgaste conforme demonstrados na Fotografia 14.

Gráfico 9 - Frequência de defeitos encontrados



Fonte: Elaborado pela autora.

Fotografia 14 - Sobreposição de defeitos



Fonte: Registrada pela autora.

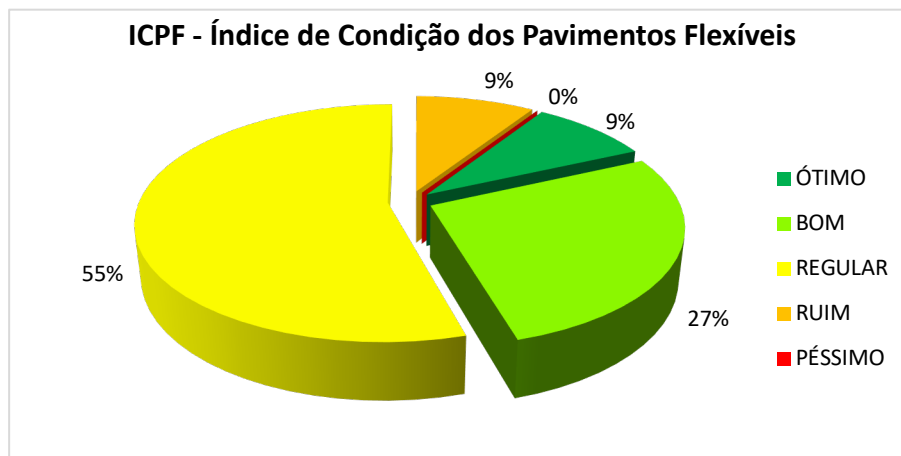
4.2.4 Resultados (LVC) – Rua João Sarmento

Tabela 4 - Resultados (LVC) - Rua João Sarmento

Nº Segmento	Extensão (Km)	ICPF	Conceito ICPF	IGGE	IES	Conceito IES
1	0,1	2,5	Regular	2,40	1	Bom
2	0,1	3,0	Bom	1,40	1	Bom
3	0,1	2,0	Regular	12,20	1	Bom
4	0,1	2,0	Regular	11,40	1	Bom
5	0,1	3,0	Bom	2,40	1	Bom
6	0,1	2,0	Regular	12,00	1	Bom
7	0,1	3,0	Bom	1,40	1	Bom
8	0,1	2,0	Regular	22,50	3	Regular
9	0,1	2,0	Regular	22,37	3	Regular
10	0,1	1,5	Ruim	33,20	5	Ruim
11	0,07	5,0	Ótimo	0,00	0	Ótimo

Fonte: Elaborada pela autora.

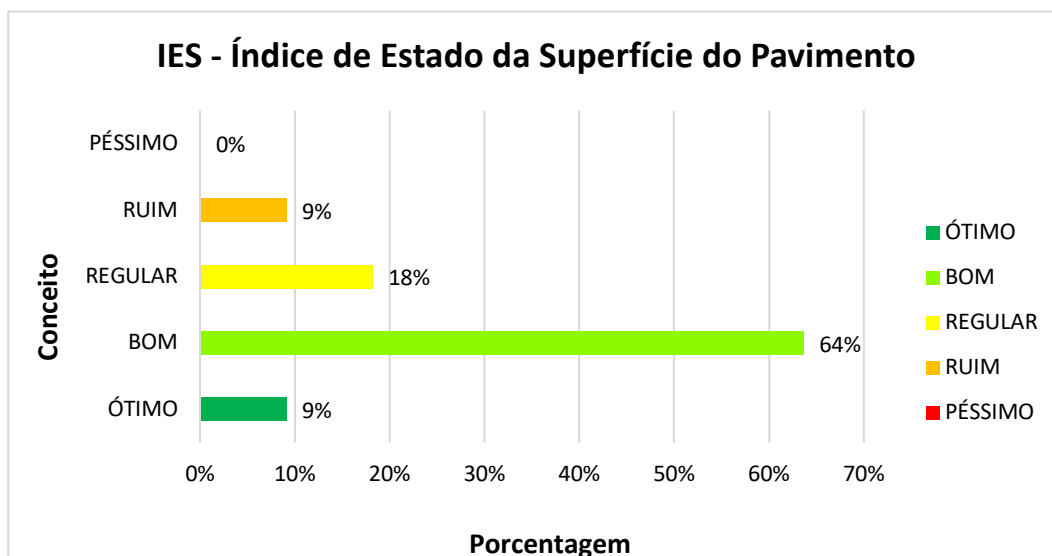
Gráfico 10 - Análise da condição do pavimento



Fonte: Elaborado pela autora.

A partir da Tabela 4 e do Gráfico 10, foi possível perceber que 9% do segmento avaliado encontra-se em condições precárias, *ruim*, 55% em condições razoáveis *regular* e 36% considerado em condições satisfatórias. Assim através dos resultados é possível concluir que em 64% do trecho em estudo a medida de manutenção necessária é o recapeamento com correções profundas em determinadas áreas, e o restante, 36%, necessita de conservação rotineira e aplicação de lama asfáltica em alguns pontos.

Gráfico 11 - Análise conceitual da superfície do pavimento



Por meio de resultados da Tabela 4 e do Gráfico 11 foi possível constatar que dos 11 segmentos avaliados apenas 9% se encontra em estado de superfície precária *ruim*, 18% em condições razoáveis *regular* e 73% em condições satisfatórias com conceitos *bom* e *ótimo*.

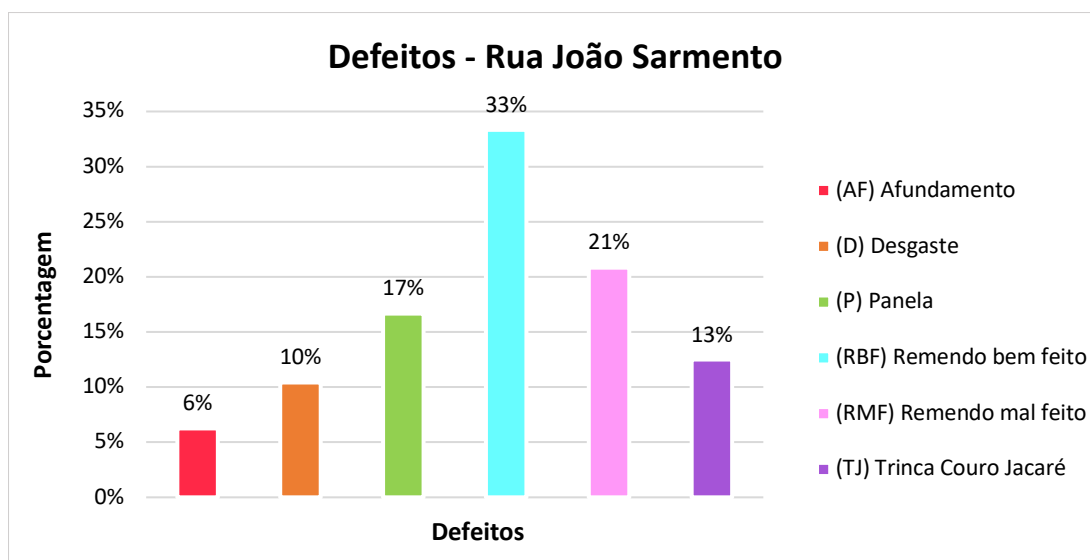
Os defeitos encontrados estão apresentados no Gráfico 12, com a análise visual do trecho foi possível constatar que o mesmo, é caracterizado pela presença de grandes remendos, cerca de 33% identificado como remendo bem feito (RBF) e 21% remendo mal feito (RMF), há também o aparecimento frequente de painelas (P), cerca de 17%, 13% de trinca interligada couro de jacaré (J), 10% de desgaste (D), e afundamento plástico local (ALP), cerca de 6%.

Uma das possíveis justificativas para o aparecimento das painelas, trincas couro de jacaré e desgaste, estão relacionados pela falha ou pela ausência de manutenção nos pontos onde foram registrados os defeitos. O trecho recebe um fluxo intenso de veículos o que contribui para o aparecimento progressivo de trincas que para um primeiro estágio indicam trincas isoladas ou couro de jacaré. Caso não haja uma manutenção nesses defeitos, a evolução dessas trincas podem ocasionar danos mais severos no pavimento, provocando o surgimento de painelas.

Já os remendos, tiveram resultados satisfatórios, por apresentarem maior presença de RBF, do que RMF, porém para os RMF não se descarta a possibilidade do reaparecimento dos defeitos nestes locais.

Para os afundamentos, as prováveis justificativas para o aparecimento dessas manifestações podem estar relacionadas com problemas de drenagem de tubulações subterrâneas. Os fatores determinantes para o aparecimento das irregularidades nesse local é devido ao alto fluxo de veículos, por se tratar de uma via arterial que liga alguns bairros do município, e faz intersecção com a Rodovia BR-101.

Gráfico 12 - Frequência de defeitos encontrados



Fonte: Elaborado pela autora.

4.2.5 Resultados (LVC) – Rua Santos Dumont

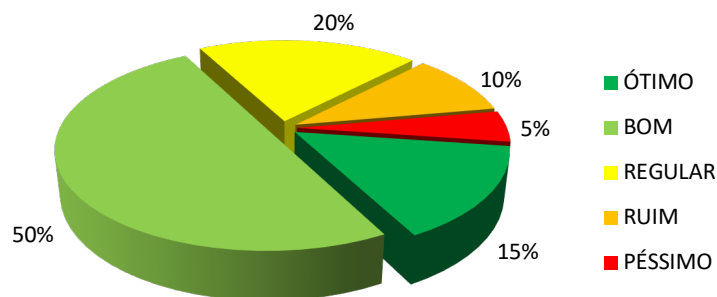
Tabela 5 - Resultados (LVC) - Rua Santos Dumont

Nº Segmento	Extensão (Km)	ICPF	Conceito ICPF	IGGE	IES	Conceito IES
1	0,1	3,0	Bom	0,70	1	Bom
2	0,1	3,0	Bom	9,00	1	Bom
3	0,1	1,5	Ruim	12,78	1	Bom
4	0,1	3,5	Bom	15,70	1	Bom
5	0,1	2,0	Regular	16,40	1	Bom
6	0,1	3,0	Bom	1,40	1	Bom
7	0,1	2,5	Regular	0,70	1	Bom
8	0,1	2,5	Regular	3,20	1	Bom
9	0,1	3,0	Bom	1,40	1	Bom
10	0,1	3,0	Bom	1,40	1	Bom
11	0,1	3,0	Bom	0,70	1	Bom
12	0,1	3,0	Bom	0,70	1	Bom
13	0,1	3,0	Bom	50,70	4	Regular
14	0,1	5,0	Ótimo	0,00	0	Ótimo
15	0,1	5,0	Ótimo	0,00	0	Ótimo
16	0,1	2,5	Regular	1,40	1	Bom
17	0,1	4,0	Ótimo	0,00	0	Ótimo
18	0,1	1,5	Ruim	16,25	1	Bom
19	0,1	0,5	Péssimo	25,31	3	Regular
20	0,923	3,0	Bom	1,40	1	Bom

Fonte: Elaborada pela autora.

Gráfico 13 - Análise da condição do pavimento

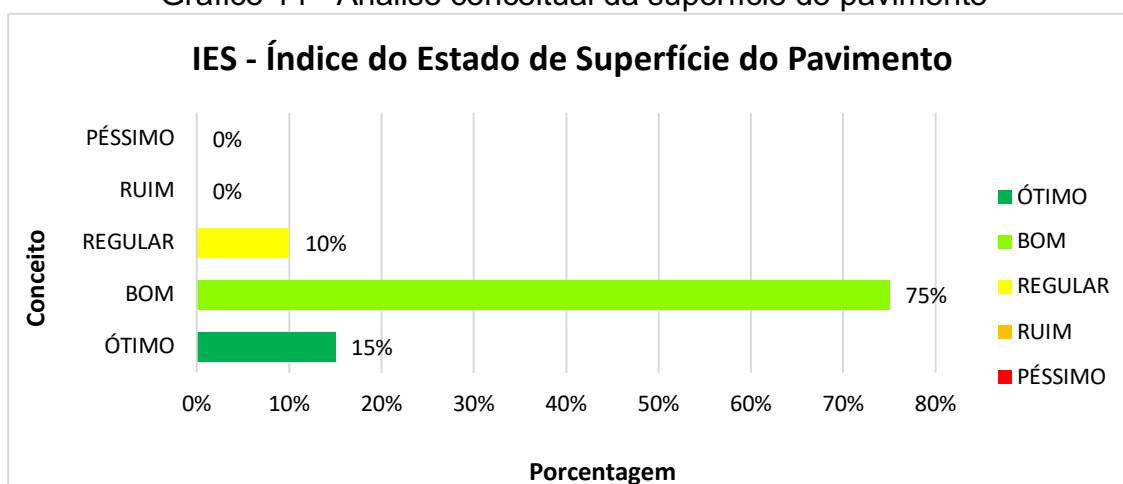
ICPF - Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis



Fonte: Elaborado pela autora.

Observando a Tabela 5 e o Gráfico 13, foi possível verificar a condição do trecho referenciado, onde 5% do segmento avaliado apresenta péssimas condições, 10% condições precárias *ruim*, 20% em condições razoáveis *regular* e 65% considerado em condições satisfatórias, sendo *ótimo* e *bom*. Tendo em vista esses resultados é possível constatar que, em 5% de determinado subtrecho a medida de manutenção adequada é a reconstrução do mesmo, 10% do trecho necessita de recapeamento, 20% demanda correções em pontos localizados e o restante, 65%, necessita de conservação rotineira e aplicação de lama asfáltica em determinados pontos.

Gráfico 14 - Análise conceitual da superfície do pavimento



Baseado nos resultados da Tabela 5 e do Gráfico 14 evidenciou que 10% do trecho avaliado encontra-se em condições razoáveis *regular* e 90% em condições satisfatórias *bom* e *ótimo*, demonstrando que apesar do mesmo apresentar irregularidades com alta frequência em determinados casos esse denota condições aceitáveis de trafegabilidade.

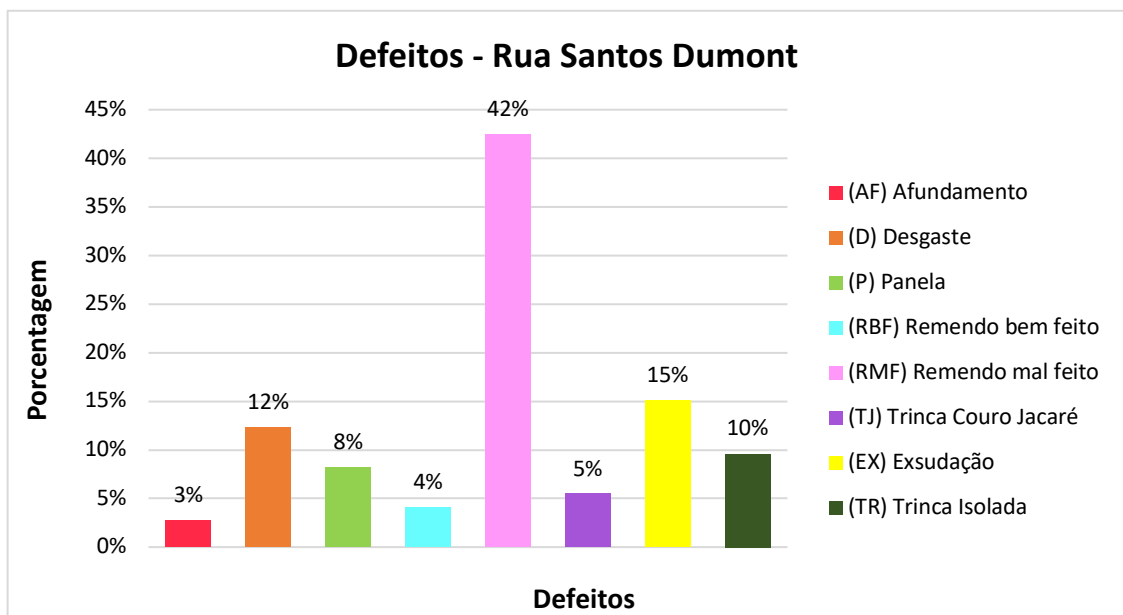
As manifestações patológicas encontradas no trecho estão indicadas no Gráfico 15, dessa forma 3% é caracterizado como afundamento de consolidação local (AF), 12% desgaste (D), 8% panela (P), 42% remendo mal feito (RMF) e 4% remendo bem feito (RBF). Há também a presença de trincas *couro de jacaré* (TJ), isolada (TR) e exsudação (EX). Os resultados indicaram que o trecho 5 apresenta uma variabilidade de defeitos, porém com nível de gravidade mediana.

Os remendos foram identificados com maior ocorrência nesse trecho, apesar de ser considerado uma atividade de conservação, quando bem executado, os

defeitos encontrados apresentam locais de fragilidade, provocando danos de conforto ao rolamento.

A presença de desgaste, trinca isolada, trinca do tipo *couro de jacaré* é devido ao tráfego contínuo no trecho, por esse fazer ligação com a Rodovia RS-389 e acesso direto ao centro da cidade. As trincas possuem dimensões variadas e estão localizadas ao longo da via. A falta de conservação e manutenção agrava ainda mais a evolução das mesmas, provocando por consequência a presença de painéis.

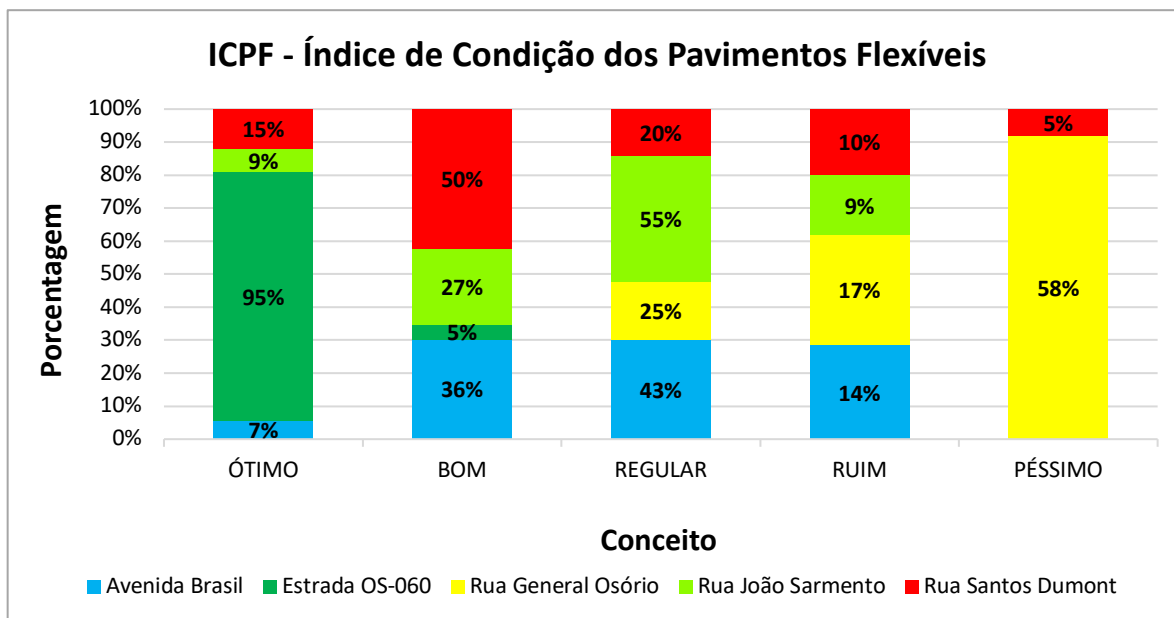
Gráfico 15 - Frequência de defeitos encontrados



Fonte: Elaborado pela autora.

4.2.6 Síntese dos Resultados Obtidos no LVC

Gráfico 16 - Histograma do ICPF obtido na avaliação LVC



Fonte: Elaborado pela autora.

Os gráficos 16 e 17, estão apresentando uma síntese dos resultados obtidos nos cinco trechos através da metodologia do DNIT 008/2003.

Por meio do Gráfico 16 é possível perceber que três dos cinco trechos observados apresentaram uma variabilidade no conceito do ICPF de modo que esses trechos são classificados com quatro e cinco conceitos.

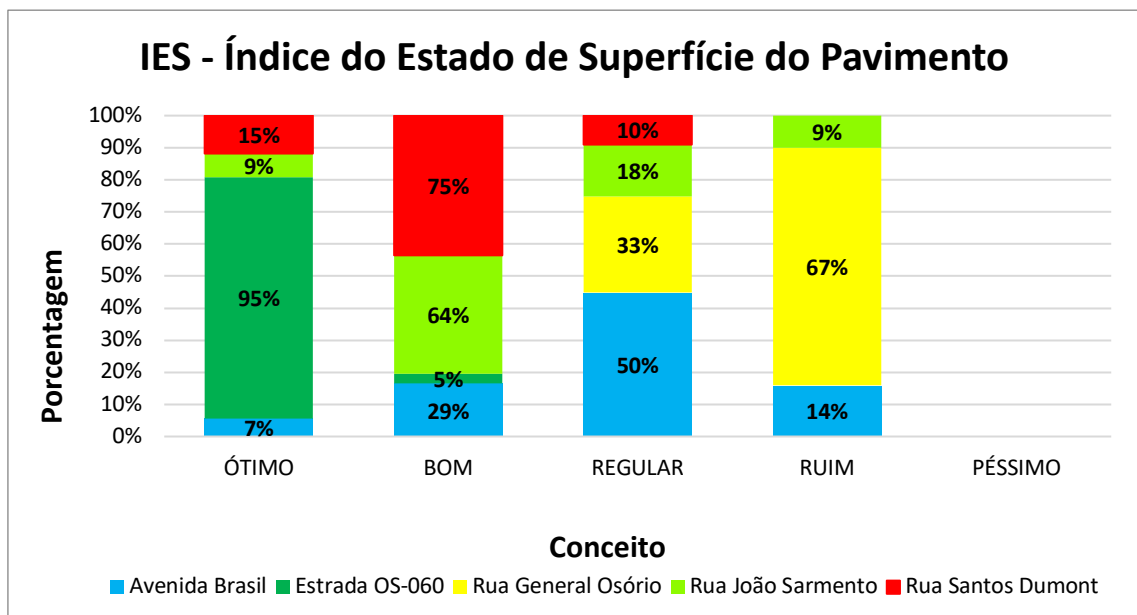
As irregularidades mais recorrentes que influenciam no comportamento desses trechos são panelas, remendos, desgastes e afundamentos. Essas podem ser justificadas devido ao fluxo de veículos pesados nesses locais bem como problemas relacionados com a ausência de drenagem nas vias juntamente com a falta de manutenção e reabilitação.

Há um destaque para Estrada OS-060 e para Rua General Osório, as mesmas apresentam resultados expressivos do estado de conservação da superfície do pavimento, classificadas como *ótima* e *péssima*, respectivamente. A Estrada OS-060 apresenta baixa frequência de defeitos necessitando apenas de conservação rotineira em alguns pontos afetados, diferente da Rua General Osório que possui alta frequência de irregularidades, os defeitos que mais contribuíram para o conceito do ICPF foram trincas, panelas e afundamentos. Em 58% do subtrecho na Rua General

Osório demanda a reconstrução do mesmo, visto que as áreas afetadas causam insegurança e desconforto aos usuários.

Através dos resultados obtidos do índice do estado de superfície do pavimento, demonstrado no Gráfico 17, foi possível notar a discrepância das frequências quando comparado com o gráfico do ICPF, pois de acordo com o Quadro 3, são levados em consideração, simultaneamente, os valores do IGGE e do ICPF para ocorrer a classificação, dessa forma é possível ter uma análise com uma comparação mais embasada.

Gráfico 17 - Histograma do IES obtido na avaliação LVC



Fonte: Elaborado pela autora.

4.3 Resultados Obtidos Através do Procedimento DNIT 006/2003 - IGG

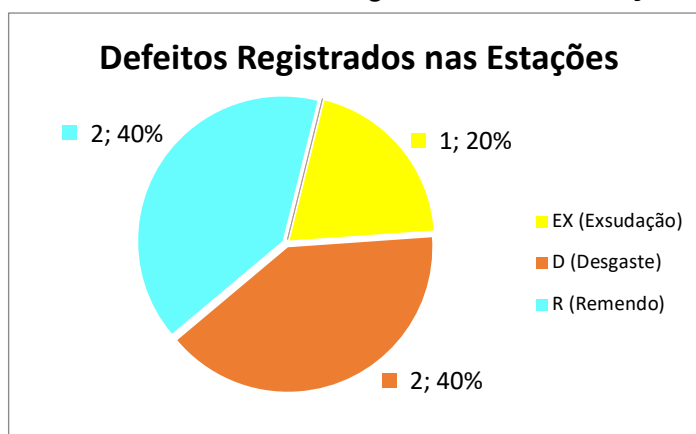
O presente capítulo tem por objetivo demonstrar os resultados obtidos através do procedimento objetivo (IGG), assim mediante à tabelas e gráficos serão analisados os resultados finais do levantamento. O inventário da superfície do pavimento foi realizado utilizando a planilha conforme Anexo E. A avaliação objetiva IGG, foi realizada nos trechos Estrada OS-060 e na Rua General Osório os quais configuraram, respectivamente, resultados satisfatórios e insatisfatórios em relação a condição da superfície do pavimento conforme o levantamento visual em campo.

4.3.1 Resultados (IGG) - Estrada OS-060

O inventário foi realizado em duas etapas, seguido de dois dias para a realização do levantamento, no dia 08 de julho de 2018 foi registrado os defeitos encontrados através do processo do LVC, e no dia 10 de novembro de 2018 foi realizado as medições das deformações nas trilhas de roda, ambos foram realizados com ajuda de colaboradores e registrado através de fotografias. Em cada segmento demarcado foi realizado a leitura interna e externa das deformações em trilha de roda.

Conforme o Gráfico 18 é possível constatar que a presença dos defeitos encontrados nesse trecho é quase nula. Assim 40% são denominados remendos, 40% caracterizado como desgaste e o restante, 20%, como exsudação. Mediante aos resultados ilustrado no gráfico verificou-se que as irregularidades encontradas são apenas superficiais exceto o RBF.

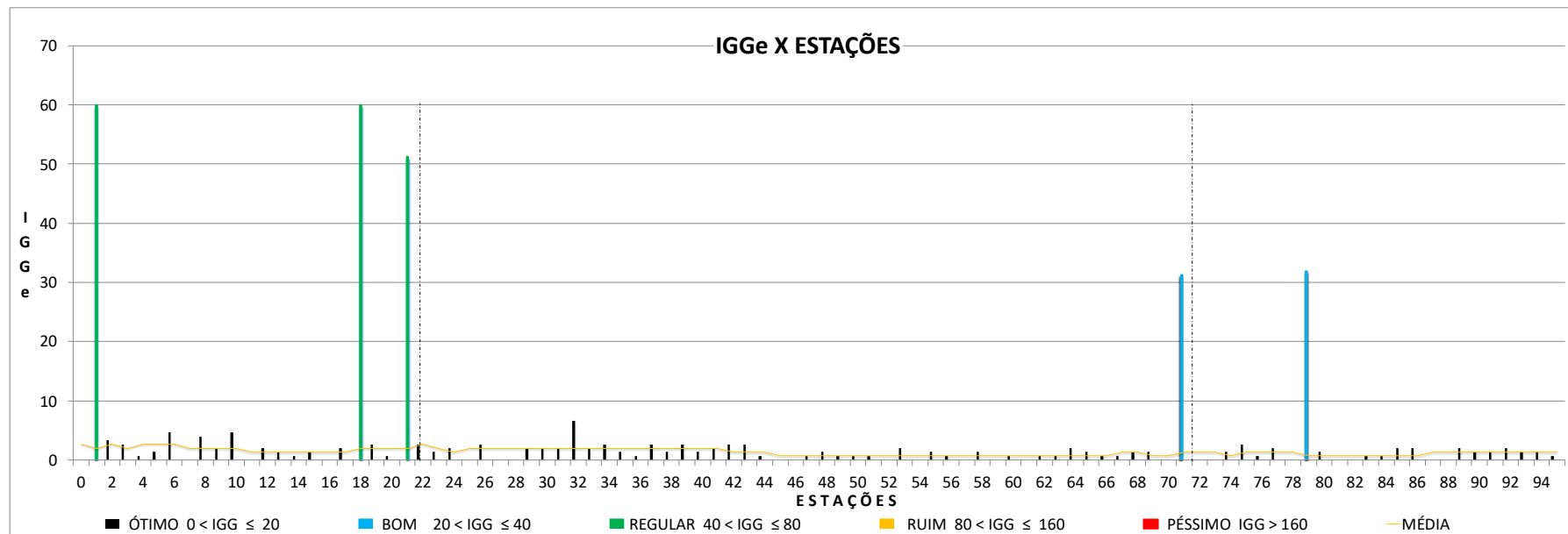
Gráfico 18 - Defeitos Registrados nas Estações



Fonte: Elaborada pela autora.

O Gráfico 19, representa o IGGe de cada estação do trecho estudado conceituando o mesmo através do Quadro 7, assim, de acordo com informações disponíveis é possível constatar que 95% do trecho é classificado como *ótimo*. Dessa maneira, pode-se verificar que 100% das estações classificadas como ótimas tiveram seus valores do IGGe abaixo de 10. Conforme o gráfico fica visível perceber que nas estações em que o IGGe não foram classificados como *ótimos* foi devido a presença de defeitos pontuais indicados no Gráfico 19. Os valores máximos estão localizados nas estações 1 e 18.

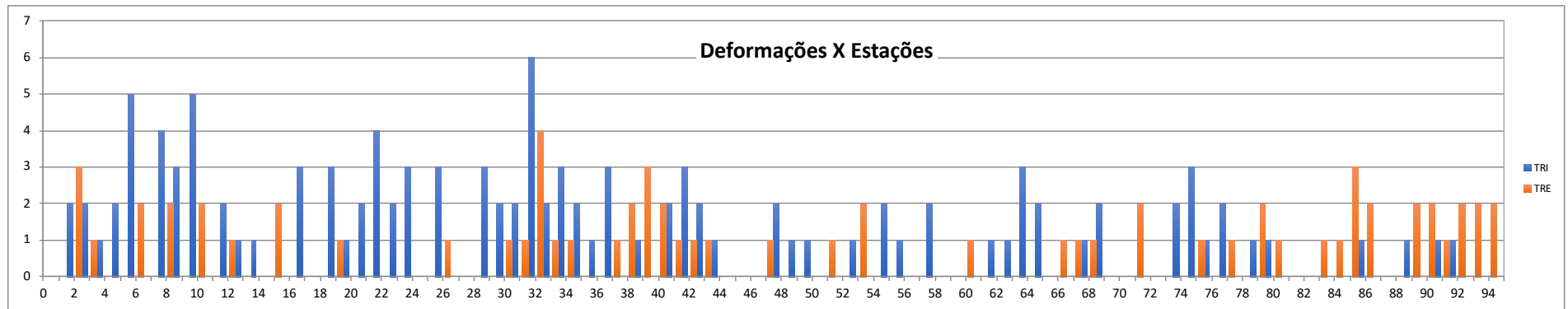
Gráfico 19 - Índice de Gravidade Global da Estação X Estações



Fonte: Elaborado pela autora.

O Gráfico 20 está indicado as deformações TRI e TRE conforme aferições realizadas com o equipamento, treliça metálica. Deste modo é possível perceber que em quase todo o trecho esse tipo de manifestação patológica é encontrada. As medidas das deformações variaram de 0mm a 6mm, bem inferiores as deformações apresentadas na Rua General Osório. O número de estações que ocorreram deformações correspondem a 76% de todo trecho estudado. Perante aos resultados obtidos, a média das deformações ao longo de todo a via foi de 0,7mm para as TRI e de 1,2mm para as TRE.

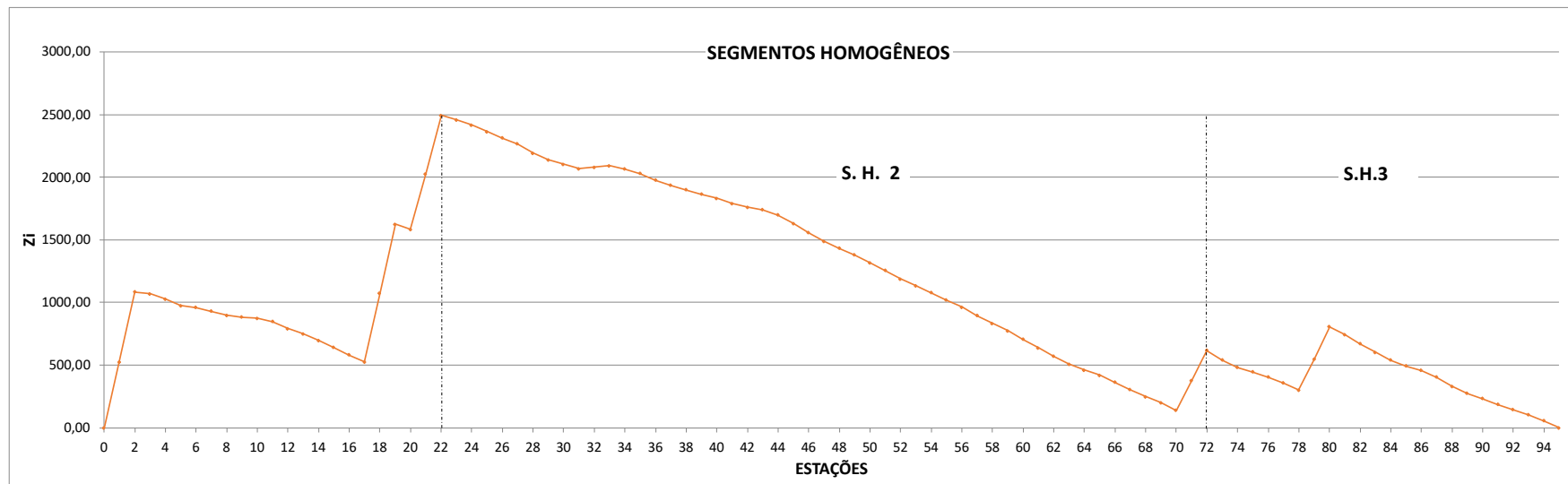
Gráfico 20 - Deformações nas Trilhas de Roda X Estações



Fonte: Elaborado pela autor

Para elaboração do Gráfico 21, foi utilizado como suporte o procedimento indicado pela AASTHO (1993), definido como método das diferenças acumuladas. O procedimento consiste em agrupar os segmentos que possuem o mesmo comportamento homogêneo, afim de avaliar a condição estrutural do pavimento (IGG). Assim, o trecho da Estrada OS-060, foi dividido em três segmentos homogêneos. Através do gráfico é possível perceber que há oscilações no comportamento dos defeitos ao longo do trecho, com destaque para o segmento homogêneo dois (S.H.2), o qual possui maior frequência de patologias das 95 estações avaliadas. A realização do procedimento tem grande valia uma vez que, através do mesmo é possível identificar os pontos onde há elevada presença de defeitos e estabelecer soluções adequadas para prevenção dos problemas.

Gráfico 21 - Segmentos homogêneos



Fonte: Elaborado pela autora.

A extensão de cada segmento, número de estações e os seus conceitos estão exemplificados na Tabela 6. O segmento com maior extensão foi o do setor homogêneo de nº 2, equivalendo a 940 metros. Os cálculos do IGI e IGGe estão indicados nos Apêndices F, G e H.

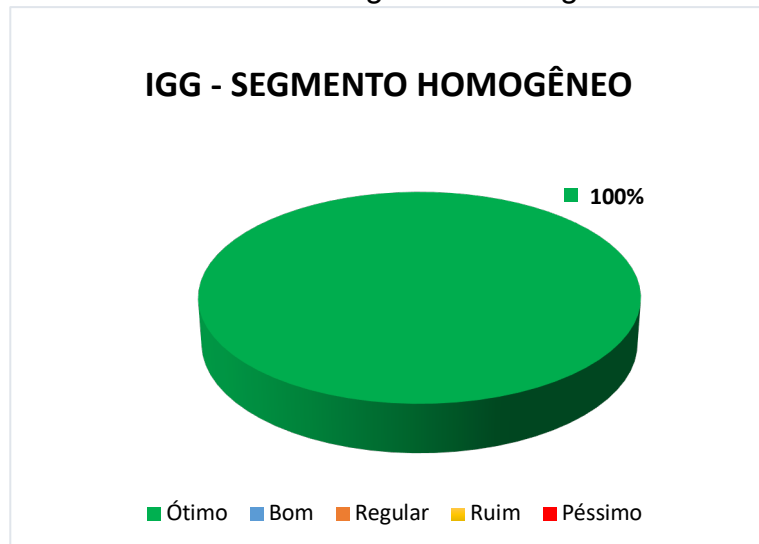
Tabela 6 - Conceitos dos segmentos homogêneos

Nº Segmento	Extensão (m)	Estações	Área afetada por trincas (%)	Conceito IGGe
1	460	0 a 22	0	Ótimo
2	940	23 a 70	0	Ótimo
3	500	71 a 95	0	Ótimo

Fonte: Elaborada pela autora.

De acordo com a Tabela 6, fica visível que todo o trecho é classificado como *ótimo* apesar da existência de alguns defeitos. Ainda, através das informações apresentadas a tabela é possível perceber que a presença de trincas ao longo do trecho é nula. Assim, a superfície do pavimento do trecho analisado apresenta condições suficientes de trafegabilidade caracterizado como o melhor trecho dos avaliados, conforme Gráfico 22.

Gráfico 22 - IGG do segmento homogêneo



Fonte: Elaborado pela autora.

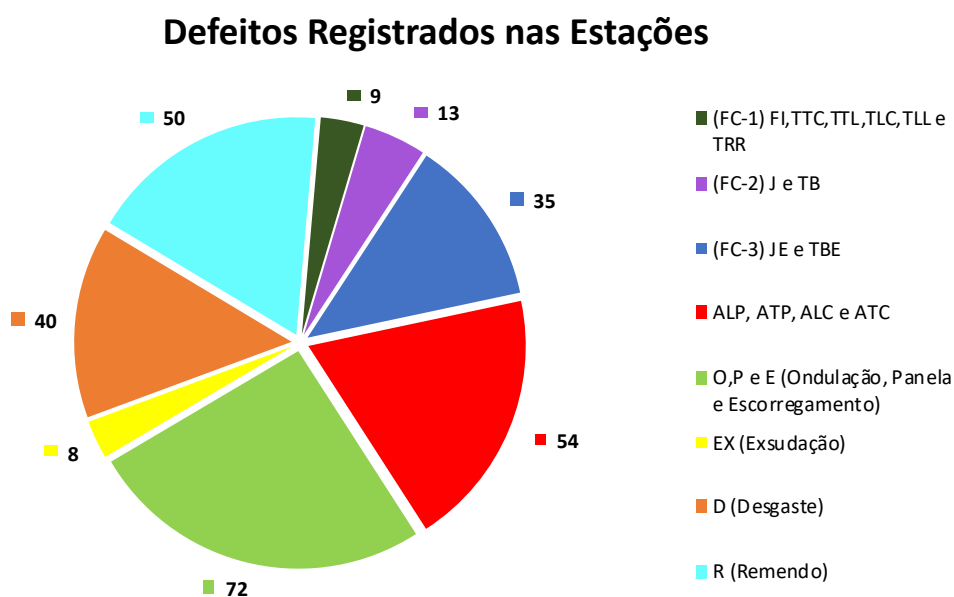
4.3.2 Resultados (IGG) - Rua General Osório

O inventário foi realizado em duas etapas, seguido de dois dias para a realização do levantamento, no dia 08 de julho de 2018 foi registrado os defeitos encontrados através do processo do LVC e no dia 07 de outubro de 2018 foi realizado as medições das deformações nas trilhas de roda, ambos foram realizados com ajuda de colaboradores e registrado através de fotografias. Em cada segmento demarcado foi realizado a leitura interna e externa das deformações em trilha de roda, conforme demonstrado no Gráfico 25.

Conforme a quantidade dos defeitos registrados no Gráfico 23 é possível verificar que mais de 25% é caracterizado como ondulação, panela e escorregamento. Vale ressaltar que 19% dos defeitos são definidos como afundamentos e 18% é determinado como remendo. Essas três naturezas de defeitos são responsáveis por mais de 62% de todas as manifestações patológicas encontradas no trecho.

Para efeito de cálculo, a norma ressalta que quando em uma mesma estação estiverem localizados defeitos dos tipos 1, 2 e 3 classificados como trincas isoladas e interligadas, deve-se considerar apenas o de maior fator de ponderação. Assim é possível perceber a diferença, em relação a frequência dos defeitos, entre os procedimentos do DNIT 008/2003 e 006/2003.

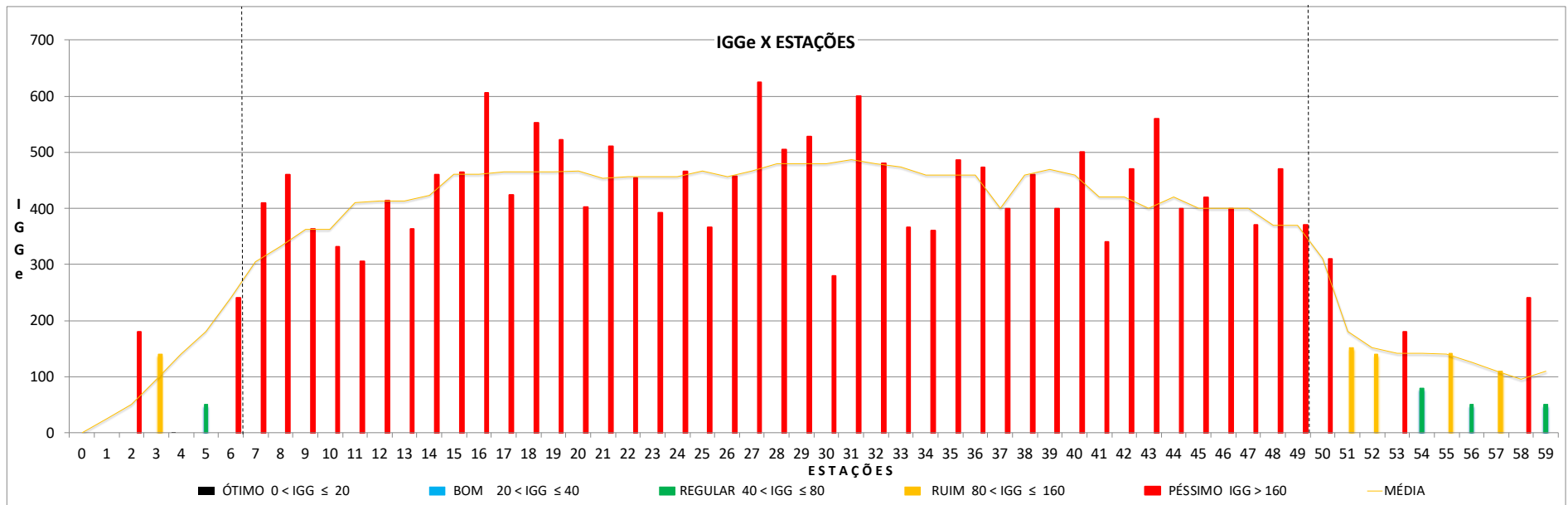
Gráfico 23 - Defeitos Registrados nas Estações



Fonte: Elaborada pela autora.

O Gráfico 24, representa o IGGe de cada estação do trecho estudado conceituando o mesmo através do Quadro 7, assim, de acordo com informações disponíveis é possível constatar que 80% do trecho é classificado como *péssimo*. Dessa maneira, pode-se verificar que 70% das estações tiveram valores do IGGe superior ao dobro do valor exigido pela norma para classificação *péssima*. Conforme o gráfico fica visível perceber que o valor máximo de IGGe está localizado na estação 27 com valor de 625 em contrapartida o valor mínimo de 0 encontram-se nas estações 0,1 e 4.

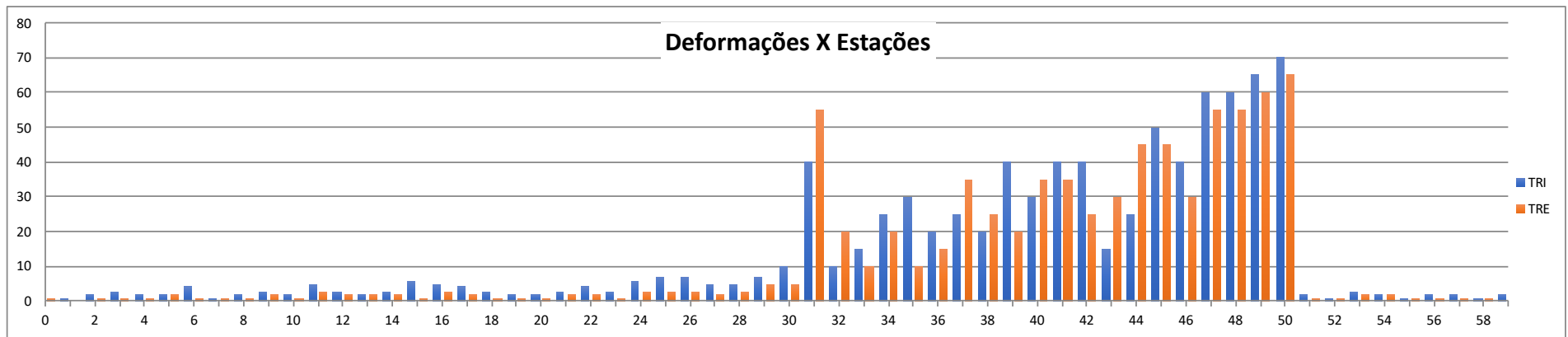
Gráfico 24 - Índice de Gravidade Global da Estação X Estações



Fonte: Elaborado pela autora.

O Gráfico 25 está indicado as deformações TRI e TRE conforme aferições realizadas com o equipamento, treliça metálica. Deste modo é possível perceber que em todas as estações, apresentaram esse tipo de manifestação patológica, com destaque para as deformações entre as estações 30 e 50. As medidas das deformações variaram de 1mm a 70mm configurando assim deformações bem acentuadas para um trecho urbano. Entre essas estacas foram encontradas as maiores deformações com extensão de 400m, correspondendo 34% de todo comprimento do trecho estudado. As deformações permanentes nas trilhas de roda são marcadas pela presença de outros defeitos como panelas, remendos, trincas couro de jacaré e trincas longitudinais longas.

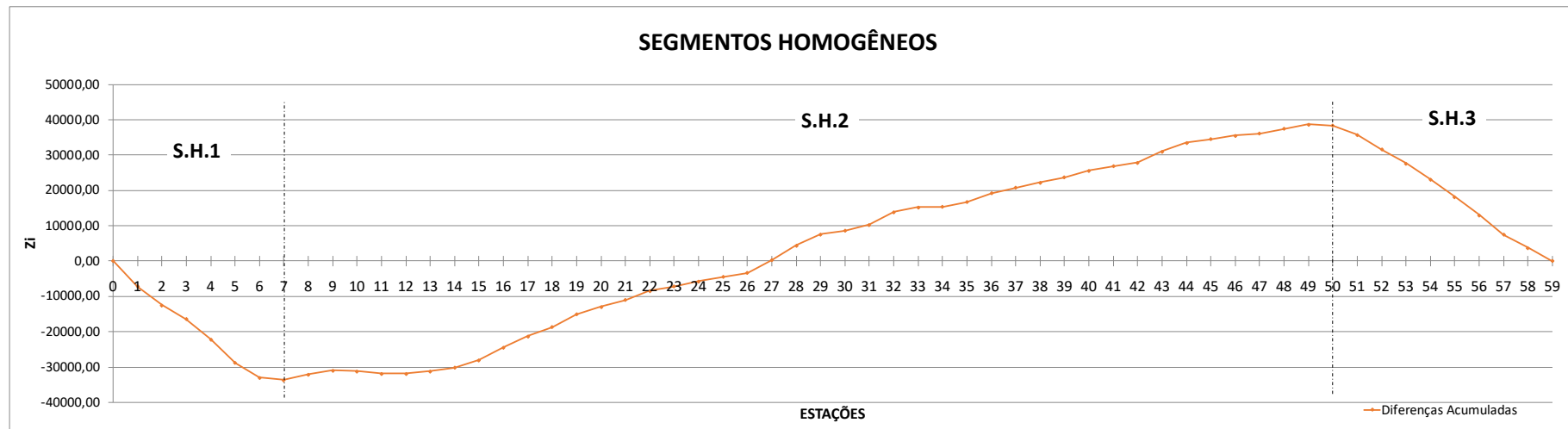
Gráfico 25 - Deformações nas Trilhas de Roda X Estações



Fonte: Elaborado pela autora.

Para elaboração do Gráfico 26, foi utilizado como suporte o procedimento indicado pela AASTHO (1993), definido como método das diferenças acumuladas. O procedimento consiste em agrupar os segmentos que possuem o mesmo comportamento homogêneo afim de avaliar a condição estrutural do pavimento (IGG). Assim o trecho da Rua General Osório, foi dividido em três segmentos homogêneos conforme demonstrado. Através do gráfico, é possível perceber que há oscilações no comportamento dos defeitos ao longo do trecho, com destaque para o segmento homogêneo dois (S.H.2), o qual possui maior frequência de manifestações patológicas das 59 estações avaliadas. A realização do procedimento tem grande valia uma vez que, através do mesmo é possível identificar os pontos onde há elevada presença de defeitos e estabelecer soluções adequadas para prevenção dos problemas.

Gráfico 26 – Segmentos homogêneos



Fonte: Elaborado pela autora.

A extensão de cada segmento, número de estações e os seus conceitos estão exemplificados na Tabela 7. O segmento com maior extensão foi o do setor homogêneo de nº 2, equivalendo a 840 metros. Os cálculos do IGI e IGGe estão indicados nos Apêndices I, J e K.

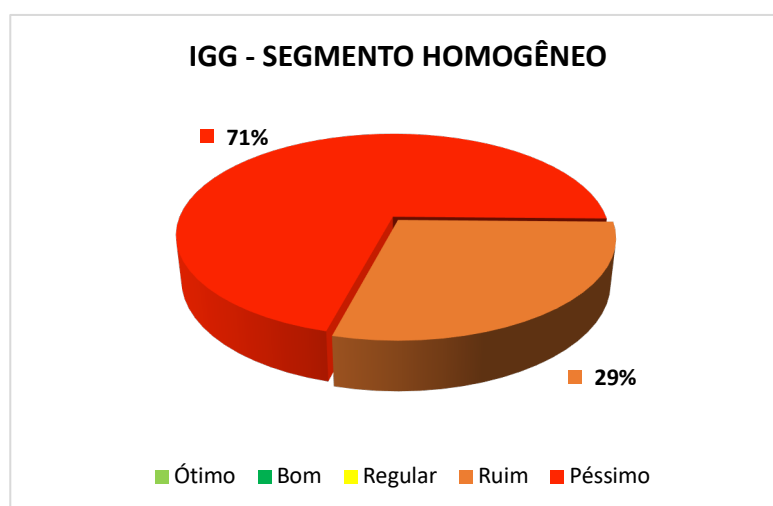
Tabela 7 - Conceitos dos segmentos homogêneos

Nº Segmento	Extensão (m)	Estações	Área afetada por trincas (%)	Conceito IGGe
1	160	0 a 7	62,50	Ruim
2	840	8 a 50	83,33	Péssimo
3	178	51 a 59	88,89	Ruim

Fonte: Elaborada pela autora.

De acordo com a Tabela 7, fica visível que os segmentos 1 e 3 totalizam 17 estações das 59 avaliadas, esses caracterizam-se como *ruim*. O segmento 2 que contém 42 estações é classificado como *péssimo*. Ainda, através das informações apresentadas na tabela é possível perceber que a presença de trincas ao longo do trecho é frequente, chegando a 88,89% da área afetada em uma das estações. Assim, a superfície do pavimento do trecho analisado apresenta condições insuficientes de trafegabilidade, conforme demonstrados nos levantamentos em campo. O IGG do pavimento é caracterizado como 29% *ruim* e 71% *péssimo*, conforme Gráfico 27.

Gráfico 27 - IGG - Segmento homogêneo



Fonte: Elaborado pela autora.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo serão abordados as considerações finais do presente trabalho.

5.1 Conclusão

O presente trabalho teve como intuito analisar as manifestações patológicas existentes no pavimento asfáltico do Município de Osório. A seguir, serão apresentadas as conclusões obtidas através dos procedimentos utilizados para avaliação da condição do pavimento tomando como suporte as normativas do DNIT 008/2003 e 006/2003.

Após a execução dos levantamentos das manifestações patológicas, realizadas em campo, ficou evidente que o número elevado de defeitos encontrados em todas as vias, exceto, na Estrada OS-060, se deu pela ineficiência da manutenção e também pelo excesso de correções não realizadas adequadamente. Essas correções inadequadas ocasionam a médio e a longo prazo o agravamento das manifestações que em muitos casos, comprometem a estrutura do pavimento.

Fundamentado na condição do pavimento flexível das vias estudadas, pode-se concluir que a Estrada OS-060 teve apenas cinco defeitos encontrados no LVC em um trecho com extensão de 1900m, assim tendo a classificação de 95% *ótima* no ICPF e IES. Através do cálculo do IGG pode-se confirmar os dados obtidos anteriormente no qual também classificaram o trecho como 95% *ótimo*.

As deformações referentes as trilhas de roda da Estrada OS-060 obtiveram variações de 0mm a 6mm. O número de estações que ocorreram deformações correspondem a 76% de todo trecho estudado. Mediante aos resultados obtidos, a média das deformações ao longo de toda a via foi de 0,7mm para as TRI e de 1,2mm para as TER consideradas imperceptíveis ao usuário da via.

O motivo para esse ocorrido deve-se ao fato de que apenas esse trecho possui projeto de pavimentação. O projeto foi realizado nessa via devido a instalação do parque eólico no município, o que ocasionou, na época da construção, o intenso tráfego de veículos pesados nesse trecho. As demais ruas analisadas apresentam apenas uma camada de revestimento CBUQ sobre uma pavimentação de basalto irregular.

Perante os resultados obtidos do número de remendos contabilizados nas vias, pode-se concluir que em 70% dos casos o remendo foi classificado como mal feito, o que torna evidente a ineficiência de fiscalização pelos órgãos competentes, quando o mesmo é reparado. Vale ainda ressaltar que os RMF apresentam locais de fragilidade, provocando danos de conforto ao rolamento.

A Rua General Osório apresentou o maior número de defeitos entre todas as analisadas, devido ao intenso fluxo de veículos pesados provenientes de jazidas localizadas à margem da RS-389. Assim a Rua General Osório faz parte da rota utilizada para o transporte dos agregados da jazida visto a circulação restrita de veículos pesados na Estrada do Mar. O IGG calculado para o trecho classificou 71% das estações dos segmentos homogêneos como *péssimo* e o restante, 29%, como *ruim*. As deformações referentes as trilhas de roda obtiveram variações de 1mm a 70mm configurando deformações bem acentuadas para um trecho urbano. Conforme as normas citadas anteriormente a alternativa ideal para esse trecho seria a reconstrução do pavimento, visto que o mesmo apresenta classificação de 58% *péssimo* no ICPF e 67% *ruim* no IES.

Através do levantamento visual dos defeitos em todas as vias pode-se concluir que as mesmas apresentam alta frequência de trincas, com destaque para as TJ e TJE. As principais causas para o aparecimento dessas trincas são devido a ação repetitiva de cargas de tráfego, bem como o envelhecimento do ligante asfáltico o que acarreta na perda de flexibilidade do pavimento. Segundo resultados do IGGe no segmento homogêneo 3 do trecho da Rua General Osório, o aparecimento desses defeitos chegou a afetar quase 88,89% da área.

A Avenida Brasil é outro trecho que se destaca por possuir 32% da área afetada por ACL, segundo o LVC. O mesmo apresentou resultados expressivos pois nesse local há presença de uma rede de esgoto subterrânea. Assim, pode-se concluir que a falta de vedação na tubulação do sistema de esgoto ocasionou o afundamento no revestimento, devido a entrada do solo na tubulação. Vale ressaltar que essa falha construtiva afeta as condições de trafegabilidade do trecho, causando desconforto para os usuários que utilizam a via.

Através do estudo pode-se concluir que o método de avaliação da superfície do pavimento, LVC, mostrou-se eficaz para o presente trabalho apesar dos trechos analisados serem ruas e avenidas urbanas com extensões menores quando

comparado com rodovias. Os resultados obtidos condizem com o estado de superfície do pavimento encontrado “in loco”.

A avaliação objetiva utilizada, IGGe, revelou-se satisfatória e aplicável para o estudo, pois a mesma permitiu uma visualização ampla dos defeitos localizados em segmentos homogêneos de mesmo comportamento. Com a geração do gráfico foi possível verificar o IGG de cada estação, bem como, a classificação da estação perante os critérios da norma do DNIT 006/2003.

Mediante aos resultados obtidos através do LVC, foi possível concluir que em três dos cinco trechos estudados obtiveram um estado de conservação satisfatório (*ótimo e bom*) e os demais, apresentaram classificação *regular e ruim*. A utilização dessas ferramentas de análise é de suma importância, visto que essas auxiliam na tomada de decisão para a elaboração de um plano de manutenção do pavimento de acordo com a necessidade de cada trecho.

Vale ainda ressaltar, que o dimensionamento de pavimentos que atualmente é realizado basicamente em rodovias se faz necessário também para vias urbanas, visto as inúmeras manifestações patológicas identificadas neste trabalho.

Assim, a partir do contexto apresentado é visível a necessidade do desenvolvimento de um plano de gestão de pavimentos no município em estudo, afim de prolongar a vida útil da malha viária da cidade, bem como reduzir os custos relativos a reparos de defeitos e proporcionar uma melhor trafegabilidade aos usuários.

5.2 Sugestões para trabalhos futuros

A seguir serão apresentadas algumas sugestões para trabalhos futuros.

- a) relacionar o volume de tráfego com o surgimento dos defeitos em pavimentos flexíveis das vias abordadas no presente trabalho;
- b) realizar um projeto executivo com a quantificação das áreas afetadas pelas manifestações patológicas e dos custos para o reparo das mesmas;
- c) efetuar um projeto de pavimentação para a Rua General Osório;
- d) monitorar a evolução das manifestações patológicas com propósito de intervir e realizar as manutenções e reparos no período ideal.

REFERÊNCIAS

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

BASÍLIO, Rafael. **Análise do comportamento de pavimentos de rodovias estaduais de Goiás**. 2002. 187f. Dissertação de mestrado (Pós Graduação em Engenharia Civil) - UFSC, Florianópolis- SC, 2002. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/8379>>. Acesso em: 1 abr. 2018.

BERNUCCI, L. B. et al. **Pavimentação asfáltica, formação básica para engenheiros**. São Paulo: Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Asfalto (ABEDA), 2007.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE (CNT). **Transporte rodoviário**: por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram? Brasília, DF, 2017. Disponível em: <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

CUNHA, Leonardo. **Diagnóstico de Manifestações patológicas e restaurações em pavimentos de revestimento asfáltico**. 2013. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2013.

DANIELESKI, M. L. **Proposta de metodologia para avaliação superficial de pavimentos urbanos**: aplicação à rede viária de Porto Alegre. 2004. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2004. Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/maria_luiza_danieleski.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2018.

DEPARTAMENTO ESTADUAL DE TRÂNSITO (DETRAN/RS). **Frota do RS**. Local ou [S.l.], 2018. Disponível em: <<http://www.detran.rs.gov.br/conteudo/27453/frota-do-rs>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos**: PRO 009/2003. Rio de Janeiro: DNIT, 2003a.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos**: PRO 006/2003. Rio de Janeiro: DNIT 2003b.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos**: TER 005/2003. Rio de Janeiro, 2003c.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos**: PRO 008/2003. Rio de Janeiro: DNIT, 2003d.

HAAS, R. C. G.; HUDSON, W. R. **Pavement management systems**. USA: Washington D.C, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades@**: Rio Grande do Sul: Osório: dados gerais do município. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://cidades.gov.br/brasil/rs/osorio/panorama>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

MACHADO, D. M. C. **Avaliação de normas de identificação de defeitos para fins de gerência de pavimentos flexíveis**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2013.

MALYSZ, Rodrigo. **Notas de aula – Projeto de Infraestrutura de Transportes, UNISINOS. (2018), São Leopoldo, RS.**

Manual de Gerência de Pavimentos: Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR 745. Rio de Janeiro: DNIT 2011.

Manual de pavimentação: Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR 719. Rio de Janeiro: DNIT, 2006a.

Manual de restauração de pavimentos asfálticos: Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR 720. Rio de Janeiro: DNIT, 2006b.

OSÓRIO. In: GOOGLE MAPS. Mountain View: Google, 2018. Disponível em:<<https://www.google.com.br/maps/@-29.896094,-50.3069592,13z>>. Acesso em: 07 jun. 2018.

PIRES, Fernanda de Lima e Silva. **Avaliação de soluções de restauração funcional de pavimentos**: Estudo de uma rodovia do programa Crema -RS. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2011. Disponível em:< <https://lume.ufrgs.br/> >. Acesso em: 2 jan. 2018.

SANTOS, Ana Livia Lopes. **Sistema de gerência de pavimentos**: Estudo de caso no município de Gravataí. 2016. 77 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2016.

SANTOS, Djavan Aragão Pereira. **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. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Feira de Santa (UEFS), Feira do Santana, 2008. Disponível em: <<http://civil.uefs.br/DOCUMENTOS/DJAVAN%20ARAG%C3%83O%20PEREIRA%20DOS%20SANTOS.pdf>>. Acesso em: 26 agosto 2018.

SANTOS, Felipe Teixeira. **Avaliação Funcional para restauração da Av. Unisinos**. 2017. 105 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2017.

SCHIMIDT, Melissa. **Estudo de patologias em pavimentos asfálticos na cidade de Santa Maria – RS**. 2016. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, 2016. Disponível em:<http://coral.ufsm.br/engcivil/images/PDF/1_2016/TCC_MELISSA%20SCHMIDT.pdf>. Acesso em: 14 abril 2018.

SENÇO, WLASTERMILER D. **Manual de técnicas de pavimentação**. 3. ed. São Paulo: PINI, 2001.

SENÇO, WLASTERMILER D. **Manual de técnicas de pavimentação**. São Paulo: PINI, 2008.

SILVA, P. F. A. **Manual de patologia e manutenção dos pavimentos**. São Paulo: PINI, 2008.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR). **Departamento de Transportes**. Paraná, 2018. Disponível em: <http://www.dtt.ufpr.br/Pavimentacao/Notas/Pavim_Concreto_Apres_Mod02%20ABCP.pdf>. Acesso em: 28 set. 2018.

APÊNDICE A – RESULTADOS DO LVC – AVENIDA BRASIL

AVENIDA BRASIL - EXTENSÃO: 1,35 KM											
MT	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMIRRÍGIDOS										
DNIT	RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO										
CÓDIGO											
PNV	Ext. PNV:	Ext. EXEC: 1,35 Km					UNIT: RS	N° PISTA/LADO: 2/ D-E			
TRECHO	Largura da Pista: 7m	Início: Avenida Marcílio Dias					MR N°				
PNV	Largura do Canteiro: 2m	Fim: Rua Voluntários da Pátria					VMD	MR N°	MÊS/ANO: 07/2018		
N° DO SEGMENTO	SEGMENTO			RESULTADOS							OBS
	KM INÍCIO	KM FIM	EXTENSÃO	ICPF	IGGE	IES					
						VALOR	CÓDIGO	CONCEITO			
1	0	0,1	0,1	3,0	35,70	3	C	REGULAR			
2	1	1,1	1,1	2,0	26,53	3	C	REGULAR			
3	2	2,1	2,1	2,5	24,73	3	C	REGULAR			
4	3	3,1	3,1	2,0	31,25	3	C	REGULAR			
5	4	4,1	4,1	1,0	38,00	3	C	REGULAR			
6	5	5,1	5,1	1,5	53,20	5	D	RUIM			
7	6	6,1	6,1	3,0	50,70	4	D	RUIM			
8	7	7,1	7,1	2,5	6,00	1	B	BOM			
9	8	8,1	8,1	2,0	20,55	3	C	REGULAR			
10	9	9,1	9,1	2,0	26,53	3	C	REGULAR			
11	10	10,1	10,1	3,0	1,40	1	B	BOM			
12	11	11,1	11,1	3,0	1,40	1	B	BOM			
13	12	12,1	12,1	3,0	0,60	1	B	BOM			
14	13	13,1	13,1	4,0	0,70	0	A	ÓTIMO			

Fonte: Adaptado pela autora de DNIT 008/2003– PRO.

APÊNDICE B – RESULTADOS DO LVC – ESTRADA OS – 060

ESTRADA OS - 060- EXTENSÃO: 1,9 KM											
MT	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMIRRÍGIDOS										
DNIT	RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO										
CÓDIGO											
PNV	Ext. PNV						Ext. EXEC: 1,9 Km	UNIT	N° PISTA/LADO: 2/ D-E		
TRECHO	Largura da Pista: 7m		Início: Rodovia RS - 030						MR N°		
PNV	Largura do Acostamento: -		Fim: Rodovia RS - 389					VMD	MR N°		
MÊS/ANO: 07/2018											
N° DO SEGMENTO	SEGMENTO			RESULTADOS							OBS
	KM INÍCIO	KM FIM	EXTENSÃO	ICPF	IGGE	IES					
						VALOR	CÓDIGO	CONCEITO			
1	0	0,1	0,1	3,5	0,7	1	B	BOM			
2	0,1	0,2	0,1	5	0	0	A	ÓTIMO			
3	0,2	0,3	0,1	5	0	0	A	ÓTIMO			
4	0,3	0,4	0,1	4	0,7	0	A	ÓTIMO			
5	0,4	0,5	0,1	4	0	0	A	ÓTIMO			
6	0,5	0,6	0,1	5	0	0	A	ÓTIMO			
7	0,6	0,7	0,1	5	0	0	A	ÓTIMO			
8	0,7	0,8	0,1	5	0	0	A	ÓTIMO			
9	0,8	0,9	0,1	5	0	0	A	ÓTIMO			
10	0,9	1	0,1	5	0	0	A	ÓTIMO			
11	1	1,1	0,1	5	0	0	A	ÓTIMO			
12	1,1	1,2	0,1	5	0	0	A	ÓTIMO			
13	1,2	1,3	0,1	5	0	0	A	ÓTIMO			
14	1,3	1,4	0,1	4	0	0	A	ÓTIMO			
15	1,4	1,5	0,1	4	0	0	A	ÓTIMO			
16	1,5	1,6	0,1	5	0	0	A	ÓTIMO			
17	1,6	1,7	0,1	5	0	0	A	ÓTIMO			
18	1,7	1,8	0,1	5	0	0	A	ÓTIMO			
19	1,8	1,9	0,1	5	0	0	A	ÓTIMO			

Fonte: Adaptado pela autora de DNIT 008/2003– PRO.

APÊNDICE C – RESULTADOS DO LVC – RUA GENERAL OSÓRIO

AVENIDA GENERAL OSÓRIO- EXTENSÃO: 1,178 KM										
MT	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMIRRÍGIDOS									
DNIT	RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO									
CÓDIGO										
PNV	Ext. PNV:	Ext. EXEC: 1,178 Km				UNIT: RS	N° PISTA/LADO: 2/ D-E			
TRECHO	Largura da Pista:	Início: Rodovia RS - 030					MR N°			
PNV	Largura do Acostamento:	Fim: Rua Major João Marques				VMD	MÊS/ANO: 07/2018			
N° DO SEGMENTO	SEGMENTO			RESULTADOS						OBS
	KM INÍCIO	KM FIM	EXTENSÃO	ICPF	IGGE	IES				
						VALOR	CÓDIGO	CONCEITO		
1	0,0	0,1	0,1	2,50	20,687	3	C	REGULAR		
2	0,1	0,2	0,1	1,50	36,1675	3	C	REGULAR		
3	0,2	0,3	0,1	0,50	39,9465	3	C	REGULAR		
4	0,3	0,4	0,1	0,00	43,5705	5	D	RUIM		
5	0,4	0,5	0,1	0,00	43,565	5	D	RUIM		
6	0,5	0,6	0,1	0,50	44,5	5	D	RUIM		
7	0,6	0,7	0,1	0,00	44,6665	5	D	RUIM		
8	0,7	0,8	0,1	0,00	46,6235	5	D	RUIM		
9	0,8	0,9	0,1	0,50	42,346	5	D	RUIM		
10	0,9	1	0,1	1,00	47,133	5	D	RUIM		
11	1	1,1	0,1	2,00	40,341	5	D	RUIM		
12	1,1	1,178	0,078	2,00	22,398	3	C	REGULAR		

Fonte: Adaptado pela autora de DNIT 008/2003– PRO.

APÊNDICE D – RESULTADOS DO LVC – RUA JOÃO SARMENTO

RUA JOÃO SARMENTO - EXTENSÃO: 1,07 KM										
MT	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMIRRÍGIDOS									
DNIT	RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO									
CÓDIGO PNV	Ext. PNV:			Ext. EXEC: 1,07 Km			UNIT	N° PISTA/LADO: 2/D-E		
TRECHO PNV	Largura da Pista: 6m			Início: Rodovia BR - 101			MR N°			
	Largura do Acostamento: -			Fim: Rua Costa Gama			VMD	MR N°	MÊS/ANO: 07/2018	
N° DO SEGMENTO	SEGMENTO			RESULTADOS						OBS
	KM INÍCIO	KM FIM	EXTENSÃO	ICPF	IGGE	IES				
						VALOR	CÓDIGO	CONCEITO		
1	0	0,1	0,1	2,5	2,40	1	B	BOM		
2	0,1	0,2	0,1	3	1,40	1	B	BOM		
3	0,2	0,3	0,1	2	12,20	1	B	BOM		
4	0,3	0,4	0,1	2	11,40	1	B	BOM		
5	0,4	0,5	0,1	3	2,40	1	B	BOM		
6	0,5	0,6	0,1	2	12,00	1	B	BOM		
7	0,6	0,7	0,1	3	1,40	1	B	BOM		
8	0,7	0,8	0,1	2	22,50	3	C	REGULAR		
9	0,8	0,9	0,1	2	22,37	3	C	REGULAR		
10	0,9	1,0	0,1	1,5	33,20	5	D	RUIM		
11	1,0	1,07	0,07	5	0,00	0	A	ÓTIMO		

Fonte: Adaptado pela autora de DNIT 008/2003– PRO.

APÊNDICE E – RESULTADOS DO LVC – RUA SANTOS DUMONT

RUA SANTOS DUMONT- EXTENSÃO: 1,923 Km										
MT	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMIRRÍGIDOS									
DNIT	RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO									
CÓDIGO										
PNV	Ext. PNV:	Ext. EXEC: 1,923 Km					UNIT: RS	N° PISTA/LADO: 2/ D-E		
TRECHO	Largura da Pista: 7,5m	Início: Rodovia RS - 389					MR N°			
PNV	Largura do Acostamento:	Fim: Rua Costa Gama					VMD	MR N°	MÊS/ANO: 07/2018	
N° DO SEGMENTO	SEGMENTO			RESULTADOS						OBS
	KM INÍCIO	KM FIM	EXTENSÃO	ICPF	IGGE	IES				
						VALOR	CÓDIGO	CONCEITO		
1	0,0	0,100	0,100	3	0,70	1	B	BOM		
2	0,1	0,200	0,100	3	9,00	1	B	BOM		
3	0,2	0,300	0,100	1,5	12,78	1	B	BOM		
4	0,3	0,400	0,100	3,5	15,70	1	B	BOM		
5	0,4	0,500	0,100	2	16,40	1	B	BOM		
6	0,5	0,600	0,100	3	1,40	1	B	BOM		
7	0,6	0,700	0,100	2,5	0,70	1	B	BOM		
8	0,7	0,800	0,100	2,5	3,20	1	B	BOM		
9	0,8	0,900	0,100	3	1,40	1	B	BOM		
10	0,9	1,000	0,100	3	1,40	1	B	BOM		
11	1,0	1,100	0,100	3	0,70	1	B	BOM		
12	1,1	1,200	0,100	3	0,70	1	B	BOM		
13	1,2	1,300	0,100	3	50,70	4	C	REGULAR		
14	1,3	1,400	0,100	5	0,00	0	A	ÓTIMO		
15	1,4	1,500	0,100	5	0,00	0	A	ÓTIMO		
16	1,5	1,600	0,100	2,5	1,40	1	B	BOM		
17	1,6	1,700	0,100	4	0,00	0	A	ÓTIMO		
18	1,7	1,800	0,100	1,5	16,25	1	B	BOM		
19	1,8	1,900	0,100	0,5	25,31	3	C	REGULAR		
20	1,9	1,923	0,923	3	1,40	1	B	BOM		

Fonte: Adaptado pela autora de DNIT 008/2003– PRO.

APÊNDICE F – SEGMENTO HOMOGÊNEO 1 – ESTRADA OS -060

SEGMENTO HOMOGÊNEO 01						
RUA : Estrada OS-060		SENTIDO TRÁFEGO: Rodovia RS 030 / Rodovia RS 389			ESTAÇÕES: 0 a 22	
Item	Natureza do Defeito	Frequência Absoluta	Frequência Absoluta Considerada	Frequência Relativa (%)	Fator de Ponderação	Índice de Gravidade Individual
1	Trincas Isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR	0	0	0	0,2	0,00
2	(FC-2) J e TB	0	0	0	0,5	0,00
3	(FC-3) JE e TBE	0	0	0	0,8	0,00
4	ALP, ATP, ALC e ATC	0	XXXXXXXX	0	0,9	0,00
5	O, P e E	0	XXXXXXXX	0	1	0,00
6	EX	1	XXXXXXXX	4	0,5	2,17
7	D	0	XXXXXXXX	0	0,3	0,00
8	R	2	XXXXXXXX	9	0,6	5,22
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE= 0,6	TRI= 1,8	F= 1,20	1A (X) 1B ()	1,59
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv= 0,89	TRIV= 2,72	Fv= 1,80	2A (X) 2B ()	1,80
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n= 23	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG			10,8
1A) IGI = $\dot{F} \times 4/3$ quando $\dot{F} \leq 30$		2A) IGI = \dot{F}_v quando $\dot{F}_v \leq 50$		Conceito:		
1B) IGI = 40 quando $\dot{F} > 30$		2B) IGI = 50 quando $\dot{F}_v > 50$		ÓTIMO		

Fonte: Adaptado pela autora de DNIT 006/2003– PRO.

APÊNDICE G – SEGMENTO HOMOGÊNEO 2 – ESTRADA OS-060

SEGMENTO HOMOGÊNEO 02						
RUA : Estrada OS-060		SENTIDO TRÁFEGO: Rodovia RS 030 / Rodovia RS 389			ESTAÇÕES: 23 a 70	
Item	Natureza do Defeito	Frequência Absoluta	Frequência Absoluta Considerada	Frequência Relativa (%)	Fator de Ponderação	Índice de Gravidade Individual
1	Trincas Isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR	0	0	0	0,2	0,00
2	(FC-2) J e TB	0	0	0	0,5	0,00
3	(FC-3) JE e TBE	0	0	0	0,8	0,00
4	ALP, ATP, ALC e ATC	0	XXXXXXXX	0	0,9	0,00
5	O,P e E	0	XXXXXXXX	0	1	0,00
6	EX	0	XXXXXXXX	0	0,5	0,00
7	D	0	XXXXXXXX	0	0,3	0,00
8	R	0	XXXXXXXX	0	0,6	0,00
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE= 0,6	TRI= 1,3	F= 0,93	1A () 1B (X)	1,24
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv= 0,76	TRIV= 1,69	Fv= 1,22	2A () 2B (X)	1,22
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n=	47	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG		2,5
1A) IGI = $\dot{F} \times 4/3$ quando $\dot{F} \leq 30$		2A) IGI = \dot{F}_v quando $\dot{F}_v \leq 50$				Conceito:
1B) IGI = 40 quando $\dot{F} > 30$		2B) IGI = 50 quando $\dot{F}_v > 50$				ÓTIMO

Fonte: Adaptado pela autora de DNIT 006/2003– PRO.

APÊNDICE H – SEGMENTO HOMOGÊNEO 3 – ESTRADA OS-060

SEGMENTO HOMOGÊNEO 03						
RUA : ESTRADA OS-060		SENTIDO TRÁFEGO: Rodovia RS 030 / Rodovia RS 389				ESTAÇÕES: 71 a 95
Item	Natureza do Defeito	Frequência Absoluta	Frequência Absoluta Considerada	Frequência Relativa (%)	Fator de Ponderação	Índice de Gravidade Individual
1	Trincas Isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR	0	0	0	0,2	0,00
2	(FC-2) J e TB	0	0	0	0,5	0,00
3	(FC-3) JE e TBE	0	0	0	0,8	0,00
4	ALP, ATP, ALC e ATC	0	XXXXXXXX	0	0,9	0,00
5	O,P e E	0	XXXXXXXX	0	1	0,00
6	EX	0	XXXXXXXX	0	0,5	0,00
7	D	2	XXXXXXXX	8	0,3	2,40
8	R	0	XXXXXXXX	0	0,6	0,00
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE= 1,0	TRI= 0,6	F= 0,80	1A (X)	1,07
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv= 0,87	TRlv= 0,67	Fv= 0,77	2A (X) 2B ()	0,77
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n= 25		Σ IND. GRAVID. IND. = IGG		4,2
1A) IGI = $\dot{F} \times 4/3$ quando $\dot{F} \leq 30$		2A) IGI = \dot{F}_v quando $\dot{F}_v \leq 50$				Conceito:
1B) IGI = 40 quando $\dot{F} > 30$		2B) IGI = 50 quando $\dot{F}_v > 50$				ÓTIMO

Fonte: Adaptado pela autora de DNIT 006/2003– PRO.

APÊNDICE I – SEGMENTO HOMOGÊNEO 1 – RUA GENERAL OSÓRIO

SEGMENTO HOMOGÊNEO 01						
RUA : General Osório		SENTIDO TRÁFEGO: Rodovia RS 030 / Rua Major João Marques			ESTAÇÕES: 0 a 7	
Item	Natureza do Defeito	Frequência Absoluta	Frequência Absoluta Considerada	Frequência Relativa (%)	Fator de Ponderação	Índice de Gravidade Individual
1	Trincas Isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR	0	0	0	0,2	0,00
2	(FC-2) J e TB	3	3	38	0,5	18,75
3	(FC-3) JE e TBE	2	2	25	0,8	20,00
4	ALP, ATP, ALC e ATC	1	XXXXXXXX	13	0,9	11,25
5	O,P e E	3	XXXXXXXX	38	1	37,50
6	EX	1	XXXXXXXX	13	0,5	6,25
7	D	3	XXXXXXXX	38	0,3	11,25
8	R	3	XXXXXXXX	38	0,6	22,50
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE= 1,0	TRI= 2,1	F= 1,56	1A (X) 1B ()	2,08
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv= 0,29	TRIV= 0,98	Fv= 0,63	2A (X) 2B ()	0,63
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n= 8	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG			130,2
1A) IGI = $\dot{F} \times 4/3$ quando $\dot{F} \leq 30$		2A) IGI = \dot{F}_v quando $\dot{F}_v \leq 50$		Conceito:		
1B) IGI = 40 quando $\dot{F} > 30$		2B) IGI = 50 quando $\dot{F}_v > 50$		RUIM		

Fonte: Adaptado pela autora de DNIT 006/2003– PRO.

APÊNDICE J – SEGMENTO HOMOGÊNEO 2 – RUA GENERAL OSÓRIO

SEGMENTO HOMOGÊNEO 02						
RUA : General Osório		SENTIDO TRÁFEGO: Rodovia RS 030 / Rua Major João Marques				ESTAÇÕES: 8 a 50
Item	Natureza do Defeito	Frequência Absoluta	Frequência Absoluta Considerada	Frequência Relativa (%)	Fator de Ponderação	Índice de Gravidade Individual
1	Trincas Isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR	10	8	19	0,2	3,81
2	(FC-2) J e TB	30	5	12	0,5	5,95
3	(FC-3) JE e TBE	30	30	71	0,8	57,14
4	ALP, ATP, ALC e ATC	53	XXXXXXXX	126	0,9	113,57
5	O,P e E	66	XXXXXXXX	157	1	157,14
6	EX	7	XXXXXXXX	17	0,5	8,33
7	D	33	XXXXXXXX	79	0,3	23,57
8	R	43	XXXXXXXX	102	0,6	61,43
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE= 17,2	TRI= 19,0	F= 18,14	1A () 1B (X)	24,19
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv= 396,99	TRIV= 399,43	Fv= 398,21	2A () 2B (X)	50,00
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n= 42		Σ IND. GRAVID. IND. = IGG		505,1
1A) IGI = $\bar{F} \times 4/3$ quando $\bar{F} \leq 30$		2A) IGI = \bar{F}_v quando $\bar{F}_v \leq 50$				Conceito:
1B) IGI = 40 quando $\bar{F} > 30$		2B) IGI = 50 quando $\bar{F}_v > 50$				PÉSSIMO

Fonte: Adaptado pela autora de DNIT 006/2003– PRO.

APÊNDICE K – SEGMENTO HOMOGÊNEO 3 – RUA GENERAL OSÓRIO

SEGMENTO HOMOGÊNEO 03						
RUA : General Osório		SENTIDO TRÁFEGO: Rodovia RS 030 / Rua Major João Marques				ESTAÇÕES: 51 a 59
Item	Natureza do Defeito	Frequência Absoluta	Frequência Absoluta Considerada	Frequência Relativa (%)	Fator de Ponderação	Índice de Gravidade Individual
1	Trincas Isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR	1	1	11	0,2	2,22
2	(FC-2) J e TB	8	5	56	0,5	27,78
3	(FC-3) JE e TBE	3	3	33	0,8	26,67
4	ALP, ATP, ALC e ATC	0	XXXXXXXX	0	0,9	0,00
5	O,P e E	3	XXXXXXXX	33	1	33,33
6	EX	0	XXXXXXXX	0	0,5	0,00
7	D	4	XXXXXXXX	44	0,3	13,33
8	R	4	XXXXXXXX	44	0,6	26,67
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE= 1,2	TRI= 1,8	F= 1,50	1A (X) 1B ()	2,00
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREV= 0,19	TRIV= 0,44	Fv= 0,32	2A (X) 2B ()	0,32
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n= 9	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG			132,3
1A) IGI = $\dot{F} \times 4/3$ quando $\dot{F} \leq 30$		2A) IGI = \dot{F}_v quando $\dot{F}_v \leq 50$		Conceito:		
1B) IGI = 40 quando $\dot{F} > 30$		2B) IGI = 50 quando $\dot{F}_v > 50$		RUIM		

Fonte: Adaptado pela autora de DNIT 006/2003– PRO.

ANEXO A – RESUMO DE DEFEITOS – CODIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
Fissuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Jacaré"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE	-	-	FC-3
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Devido à retração térmica ou dissecação da base (solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3
	Trincas Interligadas	"Bloco"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2	-
			Com erosão acentuada nas bordas das trincas	TBE	-	-	FC-3
OUTROS DEFEITOS				CODIFICAÇÃO			
Afundamento	Plástico	Local	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ALP			
		da Trilha	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito	ATP			
	De Consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ALC			
		da Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito	ATC			
Ondulação/Corrugação - Ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura betuminosa constituinte do revestimento ou da base				O			
Escorregamento (do revestimento betuminoso)				E			
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento				EX			
Desgaste acentuado na superfície do revestimento				D			
"Painéis" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores				P			
Remendos			Remendo Superficial		RS		
			Remendo Profundo		RP		

NOTA 1: Classe das trincas isoladas

FC-1: são trincas com abertura superior à das fissuras e menores que 1,0mm.

FC-2: são trincas com abertura superior a 1,0mm e sem erosão nas bordas.

FC-3: são trincas com abertura superior a 1,0mm e com erosão nas bordas.

NOTA 2: Classe das trincas interligadas

As trincas interligadas são classificadas como FC-3 e FC-2 caso apresentem ou não erosão nas bordas.

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO, anexo A (2003, p. 7).

ANEXO B – FORMULÁRIO PARA LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO

MT DNIT															Folha _____ de _____		
Codigo PNV Trecho do PNV	Ext. PNV _____ Ext. EXEC _____ UNIT _____ Nº PISTALADO _____ MÊS/ANO _____																
	Largura da Pista: _____																
	Largura do Acostamento: _____																
	Início _____ MR Nº _____																
Fim _____ VMD _____ MR Nº _____																	
SEGMENTO			FREQÜÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B, ou S)									INF.COMPLEMENTARES			OBSERVAÇÕES		
Nº DO SEG	ODÔMETRO/KM		Ext	P	TRINCAS			DEFOR- MAÇÕES		OUTROS DEFEITOS			REV	ESP		IDADE	
	INÍCIO	FIM			TR	TJ	TB	AF	O	D	EX	E				ORIG	REST
P – Panela			AF – Afundamento			D – Desgaste do Pavimento			REST – Idade da última restauração			Avaliadores _____ _____					
TR – Trinca Isolada			O – Ondulações			EX – Exsudação			REV – Tipo de Revestimento								
TJ – Trinca Couro de Jacaré			E – Escorregamento do revestimento betuminoso			R – Remendo			ESP – Espessura do Revestimento								
TB – Trinca em Bloco			ICPF – Índice de Condições			MR – Marco Rodoviário			ORIG – Idade do Pav. Original								

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO, anexo B (2003, p. 8).

ANEXO C – CÁLCULO DO IGGE

MT DNIT		PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO (CÁLCULO)											Folha de	
Código PNV _____		Ext. PNV _____		UNIT _____		Nº PISTA/LADO _____		MÊS/ANO _____						
		Largura da Pista: _____												
		Largura do Acostamento: _____												
Trecho do PNV		Início _____				MR Nº _____								
		Fim _____				VMD _____				MR Nº _____				
SEGMENTO				TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			(F _t x P _t) +	
Nº do Seg	Km Início	Km Fim	Extensão	F _t %	P _t	F ₁ x P _t	F _{oap} %	P _{oap}	F _{oap} x P _{oap}	F _{pr} m²	P _{pr}	F _{pr} x P _{pr}	(F _{oap} x P _{oap}) +	
													(F _{pr} x P _{pr}) =	

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO, anexo C (2003, p. 9).

ANEXO D – QUADRO RESUMO

MT DNIT	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS							Folha	
	RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO							de	
Código PNV _____		Ext. PNV _____		UNIT _____	Nº PISTALADO _____		MÊS/ANO _____		
		Início _____					MR Nº _____		
Trecho do PNV		Fim _____			VMD _____		MR Nº _____		
Nº do Seg	SEGMENTO			RESULTADOS					
	Km Início	Km Fim	Extensão	ICPF	IGGE	IES			OBSERVAÇÕES
						Valor	Cód.	Conceito	

ICPF - Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis

IGGE - Índice de Gravidade Global Expedito

IES - Índice do Estado da Superfície

Fonte: DNIT 008/2003 – PRO, anexo D. (2003, p. 10).

ANEXO E – INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO

INVENTARIO DO ESTADO DA SUPERFICIE DO PAVIMENTO																										
Rodovia:										Operador										Folha:						
Trecho:										Revestimento Tipo:										Estaca ou Km						
Subtrecho:										Data:																
Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS								AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						TRINCAS RODAS		Observações			
			ISOLADAS						INTERLIGADAS		PLASTICO		CONSOLID													
			FI	TTC	TTL	TLC	TLL	TRR	FC-2		FC-3		ALP	ATP	ALC	ATC	O	P	E	EX	D	R		TRI	TRE	
			1	1	1	1	1	1	J	TB	JE	JBE	4	4	4	4	5	5	5	6	7	8		mm	mm	

Fonte: DNIT 006/2003 - PRO, anexo B (2003, p. 7).

ANEXO F – PLANILHA DE CÁLCULO DO IGG

RODOVIA:						Data:	Folha:
TRECHO:						Estaca ou km	Estaca km
SUB-TRECHO:							
Item	Natureza do Defeito	Frequência Absoluta	Frequência Absoluta Considerada	Frequência Relativa	Fator de Ponderação	Índice de Gravidade Individual	Observações
1	Trincas Isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR				0,2		
2	(FC-2) J e TB				0,5		
3	(FC-3) JE e TBE				0,8		
4	ALP, ATP, ALC e ATC		XXXXXXX		0,9		
5	O, P e E		XXXXXXX		1,0		
6	EX		XXXXXXX		0,5		
7	D		XXXXXXX		0,3		
8	R		XXXXXXX		0,6		
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TER	TER=	TRI=	F=	1A () 1B ()		
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TERv=	TRlv=	Fv=	2A () 2B ()		
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n=	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG				Conceito:
1A) IGI = $\hat{F} \times 4/3$ quando $\hat{F} \leq 30$		2A) IGI = $\hat{F}v$ quando $\hat{F}v \leq 50$		Operador:			
1B) IGI = 40 quando $\hat{F} > 30$		2B) IGI = 50 quando $\hat{F}v > 50$		Calculo:			
				Visto:			

Fonte: DNIT 006/2003 - PRO, anexo C (2003, p. 8).