

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO – UFMA

CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

**ADRIANO RICARDO LINHARES**

**ESTUDO DE CASO SOBRE AVALIAÇÃO FUNCIONAL OBJETIVA DA AVENIDA  
DANIEL DE LA TOUCHE (SENTIDO 1) EM SÃO LUÍS - MA**

São Luís - MA

2018

**ADRIANO RICARDO LINHARES**

**ESTUDO DE CASO SOBRE AVALIAÇÃO FUNCIONAL OBJETIVA DA AVENIDA  
DANIEL DE LA TOUCHE (SENTIDO 1) EM SÃO LUÍS - MA**

Monografia apresentado ao curso de Bacharelado em Engenharia civil da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, como requisito à apresentação do trabalho de conclusão de curso.

Orientador (a): Prof<sup>ª</sup> MSc. Ana Carolina da Cruz Reis

São Luís - MA

2018

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Ricardo Linhares, Adriano.

ESTUDO DE CASO SOBRE AVALIAÇÃO FUNCIONAL OBJETIVA DA  
AVENIDA DANIEL DE LA TOUCHE SENTIDO 1 EM SÃO LUÍS - MA /  
Adriano Ricardo Linhares. - 2018.

88 f.

Orientador(a): Ana Carolina da Cruz Reis.

Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Civil,  
Universidade Federal do Maranhão, São Luís - MA, 2018.

1. Avaliação Funcional Objetiva. 2. Conceitos de  
degradação. 3. Defeitos. 4. Pavimento Flexível. 5.  
Segmentos Homogêneos. I. Carolina da Cruz Reis, Ana. II.  
Título.

**ADRIANO RICARDO LINHARES**

**ESTUDO DE CASO SOBRE AVALIAÇÃO FUNCIONAL OBJETIVA DA AVENIDA  
DANIEL DE LA TOUCHE (SENTIDO 1) EM SÃO LUÍS - MA**

Monografia apresentado ao curso de Bacharelado em Engenharia civil da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, como requisito à apresentação do trabalho de conclusão de curso.

Orientador (a): Prof<sup>a</sup> MSc. Ana Carolina da Cruz Reis.

**Aprovado em:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/ 2018.

**APROVAÇÃO DO TRABALHO**

---

Prof.<sup>a</sup> Ma. Ana Carolina da Cruz Reis

Orientadora

Universidade Federal do Maranhão – UFMA

---

Prof.<sup>o</sup> Me. Mikhail Luczynski

Membro da Banca Examinadora

Universidade Federal do Maranhão – UFMA

---

Prof.<sup>o</sup> Esp. Rachid Santos Maluf

Membro da Banca Examinadora

Universidade Federal do Maranhão – UFMA

“N3o h3a reconhecimento que n3o tenha valor.”

Edmund Burke

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a DEUS por dar-me sabedoria, saúde e ajudar nos momentos mais difíceis da minha vida. Pois sem ele não teria forças para seguir essa longa jornada.

Agradeço a minha ilustríssima orientadora MSc. Ana Carolina da Cruz Reis, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções, motivações, conhecimentos, incentivos e apoio.

Aos meus pais, irmãos, colegas e todos aqueles que fizeram parte da minha formação direta ou indiretamente, o meu muito obrigado. Principalmente a minha mãe por sempre estar comigo e me apoiar em tudo que eu faço.

A todos os membros do Grupo de Pesquisa em Infraestrutura de Transporte da UFMA (GPIT-UFMA), agradeço fortemente pelo empenho, dedicação, compromisso e responsabilidade de todos na fase de levantamento de dados deste trabalho.

Aos demais professores do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão - Campus Bacanga, que ao longo de todo o curso contribuíram para que me tornasse um profissional comprometido e qualificado. Agradeço também, principalmente, à banca em aceitar o convite em avaliar o meu trabalho.

## RESUMO

Todo pavimento construído sofre diversas ações de degradação que afetam diretamente sua funcionalidade. As principais características de um pavimento é proporcionar conforto e segurança aos usuários, objetivos nos quais são prejudicados pela falta de manutenção e pelo próprio envelhecimento da via. Essa diminuição de serventia é esclarecida pelo aparecimento de defeitos na via e servem de base para avaliações funcionais. A avaliação funcional é um método que analisa o desempenho da superfície do pavimento a partir dos defeitos encontrados, conceituando-o em “ótimo”, “bom”, “regular”, “ruim” ou “péssimo”. O presente trabalho em estudo objetiva avaliar e classificar a funcionalidade da Avenida Daniel de La Touche, localizada na cidade de São Luís - MA. O método adotado está normalizado pela norma DNIT – PRO 006/2003 que estabelece técnicas de realizar a Avaliação Objetiva da Superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos. O sentido analisado foi dividido em segmentos homogêneos (SH's), ou seja, subtrechos com frequência de defeitos semelhantes. Calculou-se o valor do Índice de Gravidade Global (IGG), que possibilitou classificar a via em conceitos de degradação. Após os resultados verificou-se que todos os segmentos no sentido escolhido da avenida apontaram índices “ruins” de serventia. Isso demonstra a falta de manutenção da via, indicando a necessidade de reestabelecer as condições favoráveis da avenida por meio de medidas de recuperação para proporcionar uma melhor segurança e conforto aos usuários.

**Palavras-chave:** Avaliação funcional objetiva. Conceitos de degradação. Defeitos. Índice de Gravidade Global. Segmentos homogêneos. Pavimento.

## ABSTRACT

The entire process has multiple degradation actions that affect its functionality. The main characteristics of a pavement is to provide comfort and safety to the users, objectives in which they are harmed by the lack of maintenance and the very aging of the road. This decrease in usefulness is clarified by the appearance of defects in the pathway and serves as the basis for functional evaluations. The functional evaluation is a method that analyzes the performance of the pavement surface from the defects found, conceptualizing it in "good", "good", "regular", "bad" or "bad". This study aims to evaluate and classify the functionality of Avenida Daniel de La Touche, located in the city of São Luís - MA. The adopted method is normalized by the standard DNIT - PRO 006/2003 that establishes techniques to realize the Objective Evaluation of the Surface of flexible and semi - rigid pavements. The analyzed sense was divided into homogeneous segments (SH's), that is, sub-faults with frequency of similar defects. The value of the Global Severity Index (IGG) was calculated, which made it possible to classify the route in degradation concepts. After the results it was verified that all the segments in the chosen direction of the avenue pointed "bad" indices of use. This demonstrates the lack of road maintenance, indicating the need to reestablish the favorable conditions of the avenue through recovery measures to provide better safety and comfort to users.

**Keywords:** Objective functional function. Concepts of degradation. Defects Global Severity Index. Homogeneous segments. Floor



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Camadas do pavimento flexível.....	18
Figura 2 - Camadas do pavimento.....	18
Figura 3 - Revestimento asfáltico.....	19
Figura 4 - Estrutura de um Pavimento Rígido.....	21
Figura 5 - Pavimento Flexível da Avenida Daniel de La Touche.....	22
Figura 6 - Trinca transversal.....	26
Figura 7 - Trinca longitudinal.....	27
Figura 8 - Trinca de retração.....	27
Figura 9 - Trinca tipo “Couro de Jacaré” .....	28
Figura 10 - Trinca tipo “Bloco” .....	28
Figura 11 - Afundamento plástico.....	29
Figura 12 - Afundamento por consolidação.....	30
Figura 13 - Ondulação.....	31
Figura 14 - Desgaste.....	31
Figura 15 - Escorregamento (a) do revestimento (b) da massa asfáltica.....	32
Figura 16 - Exsudação.....	33
Figura 17 - Painela.....	33
Figura 18 - Remendo superficial.....	34
Figura 19 - Remendo profundo.....	34
Figura 20 - Treliça.....	39
Figura 21 - Conceitos do VSA.....	45
Figura 22 - Planta de localização da Avenida Daniel de La Touche.....	47
Figura 23 - Ilustração do levantamento na Avenida Daniel de La Touche.....	49
Figura 24 - (a) Remendos (estação 112) e (b) Trinca isolada (estação 277) .....	51
Figura 25 - Trincas curtas (a) transversal (est. 268) e (b) longitudinal (est. 138).....	54
Figura 26 - Trincas interligadas sem erosão.....	54
Figura 27 - Superfície desgastada (estação 189) .....	55
Figura 28 - Ondulação (estação 143) .....	56
Figura 29 - Painelas (estação 247) .....	56
Figura 30 - Escorregamento (estação 114) .....	57
Figura 31 - Afundamento de trilha de roda (estação 230) .....	57

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparativo entre Pavimentos Rígidos e Flexíveis.....	23
Quadro 2 - Defeitos e os correspondentes códigos adotados pelo DNIT.....	25
Quadro 3 - Defeitos de pavimentos e as correspondentes causas prováveis.....	35
Quadro 4 - Fator de ponderação (fp) .....	39
Quadro 5 - Conceitos do ICPF.....	42
Quadro 6 - Inventário 1.....	67
Quadro 7 - Inventário 2.....	68
Quadro 8 - Inventário 3.....	69
Quadro 9 - Inventário 4.....	70
Quadro 10 - Inventário 5.....	71
Quadro 11 - Inventário 6.....	72
Quadro 12 - Inventário 7.....	73
Quadro 13 - Inventário 8.....	74
Quadro 14 - Inventário 9.....	75
Quadro 15 - Inventário 10.....	76
Quadro 16 - Inventário 11.....	77
Quadro 17 - Inventário 12.....	78
Quadro 18 - Inventário 13.....	79
Quadro 19 - Inventário 14.....	80
Quadro 20 - Segmento 1.....	82
Quadro 21 - Segmento 2.....	83
Quadro 22 - Segmento 3.....	84
Quadro 23 - Segmento 4.....	85
Quadro 24 - Segmento 5.....	86
Quadro 25 - Segmento 6.....	87

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificações dos níveis de serventia.....	36
Tabela 2 - Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG.....	41
Tabela 3 - Determinação do Índice de Gravidade.....	43
Tabela 4 - Pesos para cálculo.....	43
Tabela 5 - Índice do Estado da Superfície do pavimento (IES).....	44
Tabela 6 - Dados da avenida.....	47
Tabela 7 - Ocorrências de defeitos ao longo da avenida no Sentido 1.....	52
Tabela 8 - Ocorrências de trincas ao longo da avenida no Sentido 1.....	53
Tabela 9 - Subrechos.....	58
Tabela 10 - Resumo da avaliação.....	59

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Serventia x Tempo.....	36
Gráfico 2 - Ocorrências de defeitos ao longo da avenida no Sentido 1.....	52
Gráfico 3 - Ocorrências de trincas ao longo da avenida no Sentido 1.....	53
Gráfico 4 - Divisão dos segmentos homogêneos no Sentido 1.....	58
Gráfico 5 - IGG obtido para cada subtrecho.....	59
Gráfico 6 - Frequências Absolutas consideradas no Segmento 3.....	60

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHTO	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials-</i> Associação Norte-Americana de Órgãos Oficiais Rodoviários e de Transporte
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CNT	Confederação Nacional de Transportes
CBQU	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
GPIT	Grupo de Pesquisa em Infraestrutura de Transportes
ICPF	Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis
IES	Índice do Estado de Superfície do Pavimento
IGG	Índice de Gravidade Global
IGGE	Índice de Gravidade Global Expedito
IGI	Índice de Gravidade Individual
INIR	Instituto de Infra-Estruturas Rodoviárias
LVC	Levantamento Visual Contínuo
NBR	Norma Brasileira
SH	Segmento Homogêneo
TER	Trilhas de Roda Externa
TRI	Trilhas de Roda Interna
UEMA	Universidade Estadual do Maranhão
UFMA	Universidade Federal do Maranhão
VSA	Valor de Serventia Atual

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	14
1.1. Justificativa .....	15
1.2. Objetivos .....	16
1.2.1 Objetivo Geral.....	16
1.2.2 Objetivos Específicos.....	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	17
2.1. Pavimento.....	17
2.1.1 Camadas do Pavimento.....	18
2.1.2 Classificação do Pavimento.....	20
2.1.2.1 Pavimento Rígido.....	21
2.1.2.2 Pavimento Semirrígido.....	21
2.1.2.3 Pavimento Flexível.....	22
2.1.3 Comparação entre pavimento flexível e pavimento rígido.....	22
2.2. Defeitos em Vias Asfálticas.....	23
2.2.1 Fendas.....	25
2.2.2 Afundamentos.....	29
2.2.3 Corrugação (Ondulação).....	30
2.2.4 Desgaste.....	31
2.2.5 Escorregamento.....	32
2.2.6 Exsudação.....	32
2.2.7 Panela.....	33
2.2.8 Remendo.....	34
2.3. Avaliação de Pavimentos .....	35
2.3.1 Avaliação Funcional de Pavimentos.....	36
2.4. Métodos de levantamento.....	37
2.4.1 Procedimento DNIT PRO 005/2003.....	38
2.4.2 Procedimento DNIT PRO 006/2003.....	38
2.4.3 Procedimento DNIT PRO 007/2003.....	41
2.4.4 Procedimento DNIT PRO 008/2003.....	41
2.4.5 Procedimento DNIT PRO 009/2003.....	44
2.5. Serviços de Manutenção de via.....	46

3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	46
3.1. Tipo de Pesquisa.....	46
3.2. Local de Estudo.....	48
3.3 Características do Pavimento.....	48
3.4 Avaliação Funcional do Pavimento.....	48
3.4.1 Levantamento de Dados.....	50
3.4.2 Determinação do Índice de Gravidade Global (IGG) .....	51
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	51
4.1 Condições Superficiais das Estações Avaliadas.....	51
4.2 Divisão em Subtrechos Homogêneos.....	58
4.3 Índice de Gravidade Global.....	59
5 CONCLUSÃO.....	61
REFERÊNCIAS.....	62
APÊNDICE A – INVENTÁRIOS DE OCORRÊNCIAS DE DEFEITOS.....	66
APÊNDICE B – PLANILHAS DE ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL.....	81

## 1. INTRODUÇÃO

O pavimento é uma estrutura formada para melhorar o tráfego de veículos, suportar a repetição de cargas verticais e horizontais sem sofrer deformações significativas, feito de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a propiciar conforto, economia e segurança (BERNUCCI et al., 2008, p. 9).

Classifica-se tradicionalmente o pavimento em dois tipos básicos: rígidos e flexíveis. O presente trabalho é voltado apenas para os pavimentos flexíveis, comumente chamados de pavimentos asfálticos, que são compostos por uma mistura constituída basicamente de agregados e ligantes asfálticos.

Cada camada do pavimento possui uma ou mais funções específicas, chamadas de revestimento, base, sub-base, reforço do subleito e subleito, que devem trabalhar em conjunto e proporcionar aos veículos as condições adequadas de suporte e rolamento em qualquer condição climática (BALDO, 2007, p. 38).

Aproximadamente 61,1% das cargas e passageiros utilizam a malha rodoviária como principal modal de transporte, consequência de ser o mais extenso do país. Enquanto este possui 1.735.606 km de extensão, a soma das malhas aquaviário e ferroviário não chega a 150.000 km. Além disso, o Brasil possui um grande problema, somente 213.676 km das rodovias são pavimentadas do 1.735.606 km (CNT, 2017).

Este trabalho apresenta ênfase nos defeitos em pavimentos, trata-se de um levantamento de dados sobre as patologias existentes na Av. Daniel de La Touche da cidade de São Luís - MA, no sentido da Av. dos Holandeses para Av. dos Franceses (adotado como Sentido 1), a qual compreende uma extensão de 6,55 km.

“A capacidade estrutural de um pavimento é estimada através do estudo das deflexões de um pavimento, pois, a deflexão constitui o melhor indicador da avaliação do comportamento estrutural de um pavimento” (FRANCISCO, 2012, p. 13).

A avenida escolhida é classificada como Corredor Primário (CP), conforme a lei de zoneamento de São Luís, e está localizada a partir do cruzamento com a Av. dos Holandeses até a altura da Avenida A (Bequimão). É uma das principais avenidas da cidade por apresentar elevado fluxo e por fazer ligação entre vários bairros.



O objetivo do trabalho é analisar o pavimento da avenida escolhida utilizando a Norma DNIT 006/2003 da Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semi-rígidos. Afim de obter o valor Índice de Gravidade Global (IGG), para então classifica-lo em Péssimo, Ruim, Regular, Bom ou Ótimo. Com o resultado do IGG da avenida, fica fácil identificar suas necessidades de intervenções e reparos, como julgar se o mesmo está de acordo com as propriedades técnicas para o qual foi projetada.

### 1.1. Justificativa

Com o crescimento populacional em São Luís - MA, segundo (IBGE, 2010) a cidade saiu de 870.028 hab. para 1.014.683 hab. no período de 2000 a 2010, ocasionando no aumento de veículos na cidade e gerando vários problemas urbanos, deixando o trânsito da capital mais lento com os congestionamentos, maiores deteriorações nos pavimentos das avenidas, além do aumento de acidentes e perdas de tempo nos deslocamentos.

A falta de manutenção juntamente com a sobrecarga de veículos, causam depreciação cada vez mais intensas das vias urbanas, evidenciadas pelo surgimento de defeitos nos pavimentos. Esses defeitos foram analisados pelo método de avaliação funcional na Av. Daniel de La Touche, localizada na cidade de São Luís.

É necessário que o Poder Público faça investimentos satisfatórios para restaurar os pavimentos deficientes, afim de instaurar condições seguras e confortáveis nas vias urbanas de São Luís. Segundo Bernucci et al. (2008, p.9), parte de problemas relacionados à deformação permanente e outros defeitos podem ser atribuídas ao revestimento asfáltico.

A justificativa do trabalho é fundamentada pela necessidade de determinar a situação do pavimento da Av. Daniel de La Touche, através da análise das patologias existentes na via, utilizando o método de avaliação funcional de superfície pela obtenção do Índice de Gravidade Global (IGG). Sendo assim, pode ser usado como um instrumento de auxílio de manutenção da via na gestão do pavimento junto a órgãos competentes.

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho é avaliar o aspecto funcional da superfície do pavimento da Av. Daniel de La Touche através da análise patológica utilizando o método do Índice de Gravidade Global (IGG). Para então identificar sua serventia e verificar se há necessidade de intervenções e reparos.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Quantificar e classificar os defeitos existentes no revestimento do pavimento;
- ✓ Avaliar a condição do pavimento através das degradações encontradas;
- ✓ Calcular o IGG do pavimento;
- ✓ Classificar o nível de degradação que se encontra o pavimento.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Pavimento

“Percorrer a história da pavimentação remete se à própria história da humanidade, passando pelo povoamento dos continentes, conquistas territoriais, intercâmbio comercial, cultural e religioso, urbanização e desenvolvimento” (BERNUCCI et al., 2008, p. 11).

O aparecimento de novas tecnologias de materiais e combustíveis no século XX possibilitou o nascimento dos primeiros veículos automotores para o transporte de cargas e passageiros. Conseqüentemente, veio a necessidade de pavimentação das vias, que até então eram improvisadas e ocupavam as vias carroçáveis, de forma a garantir viabilidade econômica e operacional ao transporte rodoviário (BITTENCOURT, 1958).

Há várias definições de pavimento. Entre elas, pode-se conceituá-lo como uma superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre a infraestrutura ou terreno de fundação, a qual é designada de subleito (DNIT, 2006, p. 95).

Para Senço (2007) (apud Junior e Magalhães et al.,2014, p. 2),

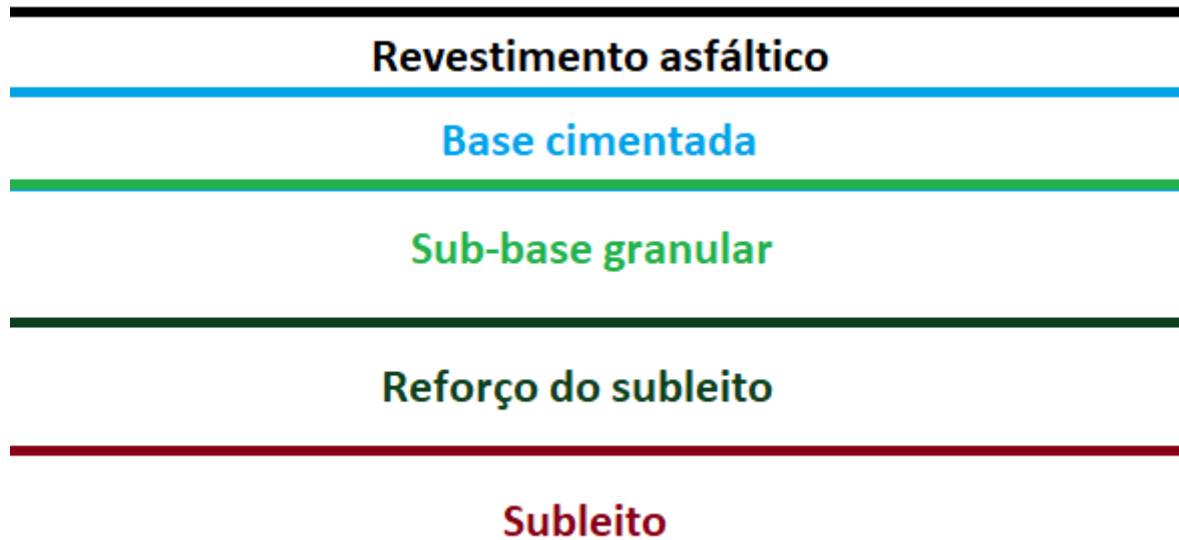
Pavimento é uma estrutura construída sobre um terreno de fundação, constituída de várias camadas de espessura finita e tem por finalidade suportar as cargas verticais provenientes do tráfego e distribuí-la ao subleito; promover segurança e conforto do rolamento; resistir aos esforços horizontais.

Conforme as características do pavimento, seus principais objetivos são: fornecer conforto e segurança aos usuários. Este, por meio de suportar cargas respeitando os limites de deformação e mantendo sua funcionalidade. Aquele, por meio das características estruturais ao qual foi projetado. De acordo com INIR (2009, p.3), a função do pavimento é oferecer uma superfície de rolamento livre e desempenada, destinada a permitir adequadas condições de circulação com garantia de conforto, segurança e economia.

### 2.1.1 Camadas do Pavimento

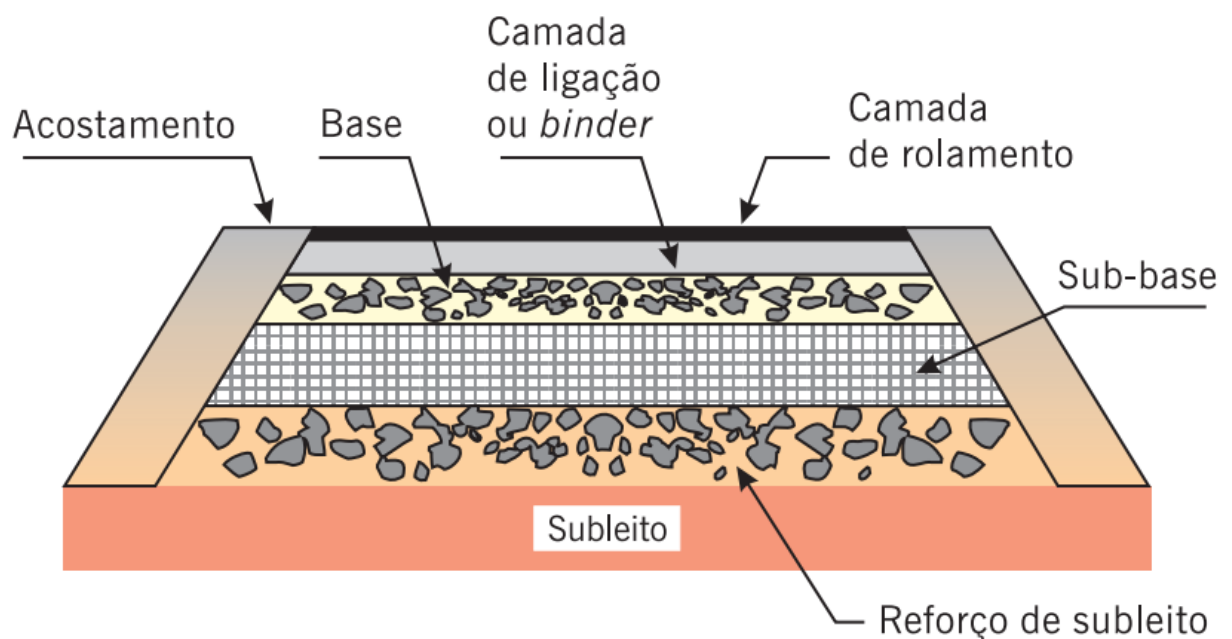
As camadas do pavimento flexível são divididas em: revestimento, base, sub-base e reforço de subleito, conforme a Figura 1 e 2.

Figura 1 - Camadas do pavimento flexível



Fonte: Paixão et al. (2017, p. 139)

Figura 2 - Seção tipo de pavimento flexível



Fonte: Bernucci et al. (2008, p. 10)

### a) Revestimento

Para Bernucci et al. (2008, p. 9), a função do revestimento asfáltico, conforme ilustrado na Figura 3, é de resistir diretamente às ações do tráfego e transmiti-las de forma atenuada às camadas inferiores, impermeabilizar o pavimento, além de melhorar as condições de rolamento (conforto e segurança).

Segundo Costa et al. (2009, p. 4):

O revestimento impermeabiliza e oferece o acabamento final melhorando o conforto e a resistência à derrapagem. A base alivia as tensões nas camadas inferiores distribuindo-as, além de permitir a drenagem da água que se infiltra (por meio de drenos) e resistir às deformações. A sub-base tem as mesmas funções da base e a complementa, reduz a espessura e promove economia. As camadas da estrutura repousam sobre o subleito, ou seja, a plataforma da estrada terminada após a conclusão dos serviços de cortes e aterros.

Figura 3 - Revestimento asfáltico



Fonte: Autor (2018).

### b) Base

A camada de Base encontra-se abaixo do revestimento fornecendo suporte estrutural, alivia as tensões recebidas pelas cargas no pavimento, além de permitir a drenagem da água que se infiltra (utilizando drenos, quando necessário). De acordo com INIR (2009, p.7) os seus principais mecanismos de degradação são: deformação permanente excessiva (materiais não tratados); fendilhamento térmico (materiais tratados com ligantes hidráulicos); fendilhamento por fadiga (materiais tratados com ligantes).

### c) Sub-base

Já a camada de Sub-base está entre o subleito ou camada de reforço e a base, ela tem a mesma função da base em promover capacidade de suporte, porém, a complementa e reduz sua espessura promovendo economia. Segundo Justino (2008, p. 13), as sub-bases podem ser flexíveis estabilizadas granulometricamente, ou seja, podem melhorar a capacidade de suporte através do processo de compactação.

### d) Reforço do Subleito

Quando existente o Reforço do Subleito, trata-se de uma camada de espessura constante sobre o subleito regularizado. Segundo DNIT (2009, p. 2):

Camada estabilizada granulometricamente, executada sobre o subleito devidamente compactado e regularizado, utilizada quando se torna necessário reduzir espessuras elevadas da camada de sub-base, originadas pela baixa capacidade de suporte do subleito.

### e) Subleito

É a fundação, parte em que as camadas da estrutura repousam, ou seja, a plataforma da estrada terminada após a conclusão dos serviços de cortes e aterros. Para Francisco (2012) (apud SILVA, 2017, p. 29):

O solo de fundação é constituído pelo solo natural, mas quando o mesmo não apresenta as características mecânicas desejadas, em alguns casos, pode ser submetido à estabilização ou até adicionado de uma camada de melhor qualidade, o que passa a ser designado de "leito do pavimento

## 2.1.2 Classificação do Pavimento

Para Costa et al. (2009, p. 4), a classificação do pavimento depende da intensidade e peso dos veículos no tráfego e dos materiais disponíveis na região onde ele será executado. Através desses aspectos pode-se classificar o pavimento em: Rígido, Semi-rígido e Flexível.

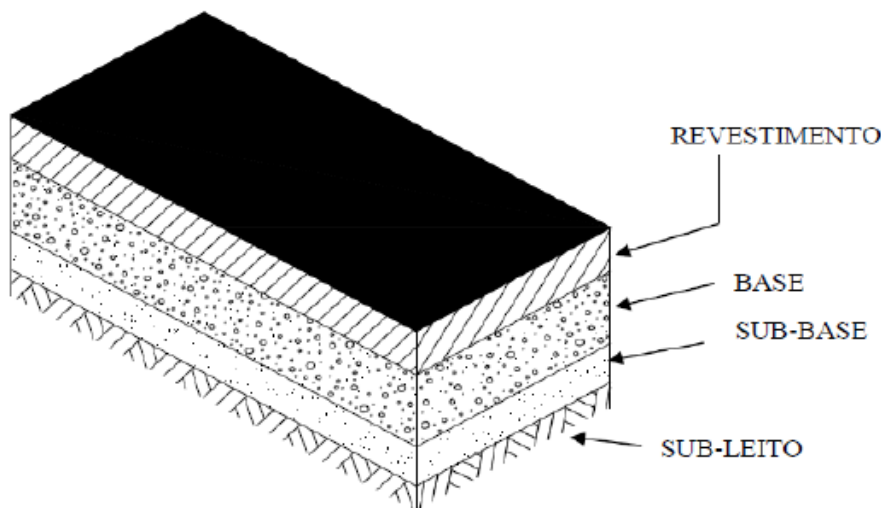
### 2.1.2.1 Pavimento Rígido

De acordo com DNIT (2006, p.96), é aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado. Exemplo típico: pavimento constituído por lajes de concreto de cimento Portland. É ilustrado na Figura 4 a estrutura de um pavimento rígido.

Segundo Bernucci et al. (2008, p. 9), o pavimento rígido é definido como:

Pavimentos rígidos (ou simplesmente pavimentos concreto-cimento): Os pavimentos de concreto-cimento são aqueles em que o revestimento é uma placa de concreto de cimento Portland. Nesses pavimentos a espessura é fixada em função da resistência à flexão das placas de concreto e das resistências das camadas subjacentes. As placas de concreto podem ser armadas ou não com barras de aço.

Figura 4 - Estrutura de um Pavimento Rígido



Fonte: Balbo (2007, p. 25)

### 2.1.2.2 Pavimento Semirrígido

O pavimento Semirrígido é estruturado por revestimento asfáltico e base e/ou sub-base em material tratado com cimento (brita ou solo) de elevada rigidez excluídos quaisquer tipos de concreto (BALBO, 2007). Trata-se de um pavimento com características intermediárias entre o pavimento flexível e o rígido.

### 2.1.2.3 Pavimento Flexível

Segundo Bernucci et al. (2008, p. 9):

Pavimentos flexíveis (ou asfálticos): Os pavimentos asfálticos são aqueles em que o revestimento é composto por uma mistura constituída basicamente de agregados e ligantes asfálticos. É formado por quatro camadas principais: revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito.

Mais especificamente, é aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas. Exemplo típico: pavimento constituído por uma base de brita (brita graduada, macadame) ou por uma base de solo pedregulhoso, revestida por uma camada asfáltica (DNIT, 2006, p.96). É mostrado na Figura 5 o pavimento flexível da avenida avaliada.

Figura 5 – Pavimento Flexível da Avenida Daniel de La Touche



Fonte: Autor (2018)

### 2.1.3 Comparação entre pavimento flexível e pavimento rígido

Há vários fatores que deve-se levar em consideração na escolha do tipo de pavimento, por exemplo: custo, características físicas (cor, aparência geral, pó, facilidade de limpeza e segurança), considerações locais especiais (materiais locais, tipos existentes e organização de conservação) (SENÇO, 1979). No Quadro 1 são apresentadas as principais características dos pavimentos flexíveis e rígidos.



Quadro 1 - Comparativo entre Pavimentos Rígidos e Flexíveis

PAVIMENTOS RÍGIDOS	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS
Estruturas mais delgadas de pavimento	Estruturas mais espessas (requer maior escavação e movimento de terra) e camadas múltiplas
Resiste a ataques químicos (óleos, graxas, combustíveis)	É fortemente afetado pelos produtos químicos (óleo, graxas, combustíveis)
Maior distância de visibilidade horizontal, proporcionando maior segurança	A visibilidade é bastante reduzida durante a noite ou em condições climáticas adversas
Pequena necessidade de manutenção e conservação, o que mantém o fluxo de veículos sem interrupções	Necessário que se façam várias manutenções e recuperações, com prejuízos ao tráfego e custos elevados
Falta de aderência das demarcações viárias, devido ao baixo índice de porosidade	Melhor aderência das demarcações viárias, devido a textura rugosa e alta temperatura de aplicação (30 vezes mais durável)
Vida útil mínima de 20 anos	Vida útil máxima de 10 anos (com manutenção)
Maior segurança à derrapagem em função da textura dada à superfície (veículo precisa de 16% menos de distância de frenagem em superfície seca, em superfície molhada 40%)	A superfície é muito escorregadia quando molhada
De coloração clara, tem melhor difusão de luz. Permite até 30% de economia nas despesas de iluminação da via	De cor escura, tem baixa reflexão de luz. Maiores gastos com iluminação
O concreto é feito com materiais locais, a mistura é feita a frio e a energia consumida é a elétrica	O asfalto é derivado de petróleo importado, misturado normalmente a quente, consome óleo combustível e divisas
Melhores características de drenagem superficial: escoamento melhor a água superficial	Absorve a umidade com rapidez e, por sua textura superficial, retém a água, o que requer maiores caimentos
Mantém íntegra a camada de rolamento, não sendo afetado pelas intempéries	Altas temperaturas ou chuvas abundantes produzem degradação

Fonte: Bianchi et al. (2008) (apud Mezzomo, 2014, p. 54)

## 2.2. Defeitos em Vias Asfálticas

A função mais importante da superfície de um pavimento é resistir a distúrbios, esforços horizontais e ainda fornecer conforto e segurança aos usuários. Caso algumas dessas características estejam fora das condições mínimas, pode-se concluir que o pavimento contém imperfeições que afetam o desempenho dos veículos, expõe as pessoas a maiores riscos de acidentes, e também, deterioram o pavimento diminuindo sua vida útil.

Conforme Dresch (2014, p. 20), “a estrutura de um pavimento deve ser construída com materiais de boa qualidade para que possa resistir às rupturas, permeabilidades e deformidades decorrentes dos fatores deteriorantes”.

Porém, a degradação dos pavimentos é um processo natural, inicia em condições ótimas até alcançar condições ruins, pois ao longo dos anos o pavimento vai sofrendo ações constantes do tráfego e das condições naturais, as quais conduzem uma diminuição da sua qualidade estrutural e funcional. Por isso é importante a regularidade de manutenções nas vias.

De acordo com DNIT (2006, p. 41), os defeitos podem ser agrupados em duas classes: estrutural e funcional. O primeiro está relacionado com a diminuição da capacidade de suporte de cargas do pavimento, ou seja, perder sua integridade estrutural. O funcional está associado às condições de segurança e trafegabilidade do pavimento em termos de rolamento.

De acordo com Silva (2017, p. 55), as péssimas condições de drenagem, a má qualidade dos materiais empregues, bem como o sub-dimensionamento da camada de desgaste ou camadas inferiores também são consideradas possíveis causas do surgimento e evolução das deformações em pavimentos flexíveis. Um dos principais problemas que afetam a vida útil do pavimento é a água. Segundo Costa et al. (2009, p. 11):

“A água é considerada como a “vilã” do pavimento, pois é denominada de solvente universal. Quando a mesma penetra por infiltração, seja pelas fissuras ou por capilaridade, esta pode prejudicar as camadas diminuindo a sua resistência aos esforços oriundos do tráfego, lixiviando e carregando as partículas dos materiais das camadas da base e de sub-base.

Realizar levantamento dos defeitos de superfície do pavimento é importante para verificar as condições de funcionalidade do mesmo. Desta forma, torna-se possível escolher o melhor método de recuperação de superfície. Para Echeverria (2011, p. 26):

o estado de conservação de um pavimento asfáltico pode ser avaliado através do levantamento dos defeitos visíveis de sua superfície, fornecendo, assim, dados para uma avaliação funcional e subsidiando na definição de uma solução adequada para a manutenção.

DNIT (2003a, p. 2), classifica os defeitos de pavimento em: Fendas, Afundamentos, Ondulação ou Corrugação, Escorregamento, Exsudação, Desgaste, Panela ou Buraco e Remendo. O Quadro 2 ilustra essas patologias com suas respectivas codificações adotadas pelo DNIT.

Quadro 2 - Defeitos de pavimentos e os correspondentes códigos adotados pelo DNIT

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

Fonte: DNIT (2003a, p. 4)

### 2.2.1 Fendas

As fendas são descontinuidades, aberturas, resultantes dos esforços sofridos pelo pavimento tanto por ações das cargas recebidas pelos veículos quanto dos fatores climáticos. Elas apresentam-se sob duas classes, que são: fissura e trincas.

### a) Fissura

É o tipo de patologia mais simples, o que não afeta a funcionalidade do pavimento. Segundo DNIT (2003a, p. 2),

É uma fenda de largura capilar existente no revestimento, posicionada longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, somente perceptível a vista desarmada de uma distância inferior a 1,50 m. 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.

### b) Trinca

Sua diferença em relação a fissura é por apresentar uma abertura superior. Apresentam-se sob a forma de trinca isolada ou trinca interligada.

- ✓ Trinca transversal: fenda isolada com direção predominantemente ortogonal ao eixo da via (figura 6). Caso possua comprimento até 100 cm é denominada curta (TTC). Extensão acima de 100 cm denomina-se longa (TTL).

Figura 6 - Trinca transversal



Fonte: Magalhães et al. (2014, p. 2)

- ✓ Trinca longitudinal: fenda isolada com direção predominantemente paralela ao eixo da via (Figura 7). Com extensão de até 100 cm é denominada trinca longitudinal curta (TLC). Extensão acima de 100 cm chama-se trinca longitudinal longa (TLL).

Figura 7 - Trinca longitudinal



Fonte: DNIT (2003a, p. 6)

- ✓ Trinca de retração (TRR): isolada, porém não é atribuída aos fenômenos de fadiga e sim aos fenômenos de retração térmica, do material do revestimento, do material de base rígida ou semi-rígida subjacentes a superfície trincada. A Figura 8 ilustra um exemplo desse tipo de trinca.

Figura 8 - trinca de retração



Fonte: Bernucci et al. (2008, p.418)



- ✓ Trinca tipo “Couro de Jacaré”: interligadas, com direções aleatórias, visualmente assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré (Figura 9). Pode ser sem erosão (J) ou com erosão (JE).

Figura 9 - Trinca tipo “Couro de Jacaré”



Fonte: Silva (2017, p. 60)

- ✓ Trinca tipo “Bloco”: interligadas, com direções mais definidas, formando-se configuração de blocos (Figura 10). Pode ser sem erosão (TB) ou com erosão (TBE).

Figura 10 - Trinca tipo “Bloco”



Fonte: DNIT (2003a, p. 7)

### 2.2.2 Afundamentos

Deformação permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de solevamento, podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação (DNIT, 2003a, p. 2). Conforme Rodrigues (1996), o afundamento é um defeito que deteriora o pavimento em decorrência do acúmulo de deformações em todas as camadas, sob a repetição das cargas de tráfego; desgaste em decorrência da abrasão provocada pelos veículos, acelerado pelo intemperismo, levando à queda do coeficiente de atrito; e envelhecimento do ligante betuminoso por oxidação.

- ✓ Afundamentos plásticos: causados pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito (Figura 11). Caso sua extensão seja de até 6 m é denominado de Afundamento Plástico Local (ALP). Caso contrário, extensão superior a este limite e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado Afundamento Plástico da Trilha de roda (ATP). É ocasionado, de maneira geral, pelo excesso de ligante.

Figura 11 - Afundamento plástico



Fonte: Dresch (2014, p. 24)

- ✓ Afundamentos por consolidação: é parecido com o afundamento plástico, porém, não é acompanhado de solevamento (Figura 12). Caso ocorra em extensão de até 6 m é denominado Afundamento de Consolidação Local (ALC). Caso contrário, extensão superior a 6 m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado Afundamento de Consolidação da Trilha de roda (ATC). Geralmente é causado pela ruptura das camadas inferiores por cisalhamento (SILVA, 2017, p. 60).

Figura 12 - Afundamento por consolidação



Fonte: Danieleski (2004, p.62)

### 2 2.3. Corrugação (Ondulação)

Deformação plástica permanente caracterizada por ondulações ou corrugações (O) transversais na superfície do pavimento (Figura 13). Causada, normalmente, por instabilidade da mistura betuminosa ou base; excesso de umidade das camadas; materiais estranhos na mistura; retenção da água na mistura (COSTA et al., 2009, p.13).



Figura 13 - Ondulação



Fonte: Ferreira (2007, p.54)

#### 2.2.4. Desgaste

É a perda dos ligante e finos do pavimento causado pelos esforços tangenciais causados pelo tráfego ocasionando o arrancamento progressivo do agregado do pavimento, denomina-se por código pela letra D. Ilustra-se esse tipo de patologia na Figura 14.

Figura 14 - Desgaste



Fonte: Dresch (2014, p. 26)

### 2.2.5. Escorregamento

É representado pela codificação do DNIT pela letra E, caracteriza-se pelo movimento plástico do revestimento causado pelo excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento. Para Bernucci et al. (2008) (apud Silva, 2017, p. 63), classifica esse defeito em duas categorias: escorregamento do revestimento e escorregamento de massa. O primeiro (Figura 15 (a)) é gerado nas falhas construtivas e de pintura de ligação. O outro (Figura 15 (b)) ocorre por fluência decorrente de excesso de ligante.

Figura 15 - Escorregamento (a) do revestimento (b) da massa asfáltica



Fonte: Bernucci et al. (2008, p.420)

### 2.2.6. Exsudação

Exsudação (EX), ocorre pelo excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração (deslocamento da superfície do ligante) do ligante através do revestimento (DNIT, 2003a, p. 3). Ilustra-se na Figura 16 esse tipo de defeito. De acordo com Silva (2005):

A exsudação no revestimento provoca brilho na superfície, podendo ocorrer em função da dilatação do ligante asfáltico quando em altas temperaturas que, não tendo espaço para ocupar devido ao baixo volume de vazios, migram para a superfície; ou ainda, em função da falta de finos na mistura.

Figura 16 - Exsudação



Fonte: Dresch (2014, p. 26)

#### 2.2.7. Panela

A Panela (P), popularmente chamado de buraco (Figura 17) é uma cavidade no revestimento asfáltico causada por diversos fatores (inclusive por falta de aderência entre camadas superpostas, causando o deslocamento das camadas), podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento (BERNUCCI et al., 2008, p. 416).

Figura 17 - Panela



Fonte: Bernucci et al. (2008, p.422)

### 2.2.8. Remendo

O remendo é uma panela preenchida com uma ou mais camadas de pavimento na operação denominada de “tapa-buraco” (DNIT, 2003a, p. 3). Há dois tipos e remendos: remendo profundo (RP) e superficial (RS). O primeiro (Figura 18) é aquele em que há substituição do revestimento e, eventualmente, de uma ou mais camadas inferiores do pavimento. Usualmente, apresenta forma retangular. Já o segundo (Figura 19) é uma correção superficial, em área localizada, da superfície do revestimento, pela aplicação de uma camada betuminosa.

Figura 18 - Remendo superficial



Fonte: Dresch (2014, p. 28)

Figura 19 - Remendo profundo



Fonte: Bernucci et al. (2008, p.422)



A seguir apresenta-se o Quadro 3, na qual lista-se resumidamente os defeitos e suas prováveis causas.

Quadro 3: defeitos de pavimentos e as correspondentes causas prováveis

Defeito		Descrição	Prováveis causas
Trincas isoladas	Longitudinais	Apresenta direção predominante paralela ao eixo da via.	Junta de construção mal executada. Contração / dilatação do revestimento. Propagação de trincas de camadas subjacentes.
	Transversais	Apresenta direção predominante ortogonal ao eixo da via.	Contração / dilatação do revestimento. Propagação de trincas de camadas subjacentes.
Trincas interligadas	Jacaré / crocodilo	Assemelhando-se ao couro de jacaré ou crocodilo.	Ação repetida das cargas de tráfego.
	Bloco	Configuração próxima a um retângulo, podendo os blocos apresentar vários tamanhos.	Variações térmicas. União de trincas transversais e longitudinais.
Afundamento	Plástico	Apresenta além da depressão na região das trilhas de rodas um sollevamento lateral.	Ruptura das camadas do pavimento pela ação do tráfego.
	Consolidação	Caracteriza-se por uma depressão do revestimento na região das trilhas de roda.	Compactação insuficiente das camadas. Mistura asfáltica com baixa estabilidade. Infiltração de água nas camadas.
Ondulação/ corrugação		Caracteriza-se por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento de caráter plástico e permanente	Instabilidade da mistura betuminosa ou base. Excesso de umidade das camadas. Materiais estranhos na mistura. Retenção da água na mistura.
Deterioração de remendos		Região do pavimento onde ocorreu substituição do material original.	Tráfego intenso. Uso de materiais de má qualidade. Condições ambientais agressivas. Problemas construtivos.
Painéis		Cavidade que se forma num primeiro estágio no revestimento apresentando dimensões variadas.	Trinca por fadiga. Desgaste de alta severidade.

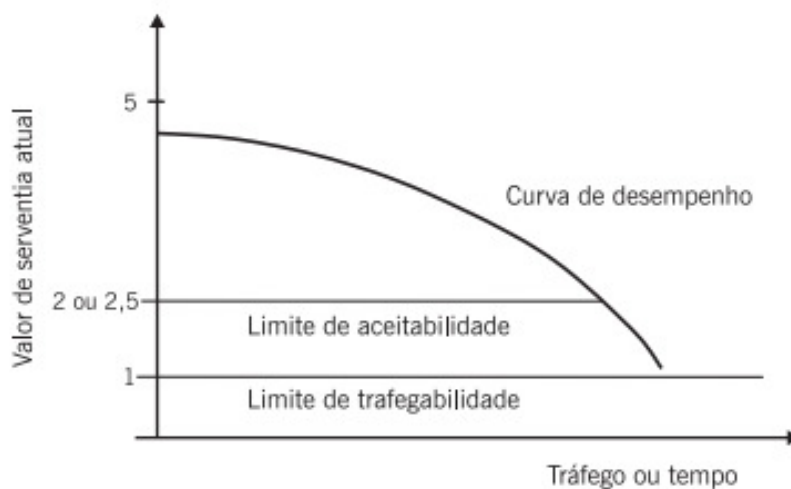
Fonte: Adaptado por Rocha (2009) (apud Costa et al., 2009, p. 13)

### 2.3. Avaliação de Pavimentos

É a etapa que permite verificar se a via atende às especificações funcionais e estruturais para as quais foi projetada, com o objetivo de realizar operações de recuperação e restauração. Porém, isso só é possível com o conhecimento dos tipos de patologias envolvidas no pavimento.

Essas avaliações se dão pelo aspecto estrutural e funcional, a primeira está relacionada a capacidade de suporte e a segunda com a serventia do revestimento, que estão relacionados com o conforto e segurança que o revestimento oferece para os usuários. O gráfico 1 representa o gráfico da serventia em função do tempo, e a tabela 1 mostra os níveis de conforto do pavimento.

Gráfico 1 - Serventia x Tempo



Fonte: Bernucci et al. (2008, p. 405)

Tabela 1 - Classificações dos níveis de serventia

<b>Padrão de conforto ao rolamento</b>	<b>Avaliação (faixa de notas)</b>
Excelente	4 a 5
Bom	3 a 4
Regular	2 a 3
Ruim	1 a 2
Péssimo	0 a 1

Fonte: Bernucci (2008, p. 404)

### 2.3.1 Avaliação Funcional de Pavimentos

A avaliação funcional de vias está relacionada à apreciação da superfície dos pavimentos e como este estado influencia no conforto ao rolamento. Trata-se da determinação da serventia, analisa as condições de degradação e desempenho momentâneo do pavimento (SILVA, 2017, 67).

A avaliação funcional é importante porque visa caracterizar o desempenho do pavimento sob o ponto de vista do usuário, especialmente quanto ao conforto e ao rolamento, que usualmente é aferido por meio da medição dos defeitos superficiais, da irregularidade longitudinal e do macro e da microtextura. O desempenho funcional refere-se à capacidade do pavimento de satisfazer sua função principal, que é fornecer superfície com serventia adequada quanto à qualidade de rolamento (PESSOA, 2012, p.10).

Há diversas formas de se avaliar a funcionalidade do pavimento. Dentre elas estão:

- ✓ Avaliação de defeitos pelo levantamento visual contínuo (LVC);
- ✓ Avaliação objetiva da superfície de Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos;
- ✓ Irregularidade longitudinal de pavimentos;
- ✓ Cadastro constante dos reparos superficiais e profundos.

Existem vários métodos para realização de avaliações nos pavimentos, que são muito empregados por órgãos de todas as esferas. Portanto, cada tipo de avaliação deve ser escolhido conforme as peculiaridades do pavimento, as necessidades e os objetivos a serem alcançados. Os procedimentos de avaliação da serventia de pavimentos visam mensurar e identificar as patologias de acordo com os seguintes requisitos:

- ✓ Avaliação do defeito: identificação e agrupação do defeito de acordo com as suas possíveis causas;
- ✓ Nível de severidade: situação atual da evolução do defeito e degradação da área atingida;
- ✓ Extensão da patologia: dimensão afetada em cada pavimento por determinado tipo de defeito.

#### 2.4. Métodos de Levantamento

Diversas técnicas de levantamento podem ser empregadas para a avaliação funcional de um pavimento com o objetivo de quantificar a sua serventia. Os procedimentos mais utilizados estão de acordo com o DNIT (2003b), onde encontrasse as normas de avaliação funcional, que são:

- ✓ DNIT PRO 005/2003 - Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos; DNIT PRO 006/2003 - Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos;

- ✓ DNIT PRO 007/2003 - Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de rodovias de pavimentos flexíveis e semi-rígidos para gerência de pavimentos e estudos e projetos;
- ✓ DNIT PRO 008/2003 - Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos;
- ✓ DNIT PRO 009/2003 - Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos.

#### 2.4.1 Procedimento DNIT PRO 005/2003

Em resumo, essa norma define as terminologias empregadas em defeitos que ocorrem nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos e serve de base para padronizar a linguagem adotada em qualquer documento relativo aos defeitos dos pavimentos. As patologias com os respectivos códigos adotados pela norma DNIT PRO 005/2003 encontram-se no Quadro 2 do item 2.2.

#### 2.4.2 Procedimento DNIT PRO 006/2003

O objetivo da norma DNIT PRO 006/2003 é fixar as condições exigíveis para a avaliação objetiva da superfície de pavimentos rodoviários, dos tipos flexíveis e semi-rígidos, mediante o apuramento e agrupamento de ocorrências aparentes e deformações permanentes.

Os defeitos (ilustrados no quadro 2 do item 2.2.) são divididos em classes, cada um com um determinado fator de ponderação (Quadro 4). É importante definir o conceito “flecha na trilha de roda”, que é o valor em milímetros da deflexão sofrida pelo pavimento ao sofrer deformação por trilha de roda. A norma DNIT PRO 006/2003 define “flecha de trilha de roda” como:

Medida, em milímetros, da deformação permanente no sulco formado nas trilhas de roda interna (TRI) e de roda externa (TRE), correspondente ao ponto de máxima depressão, sob o centro de uma régua de 1,20m (DNIT, 2003b).



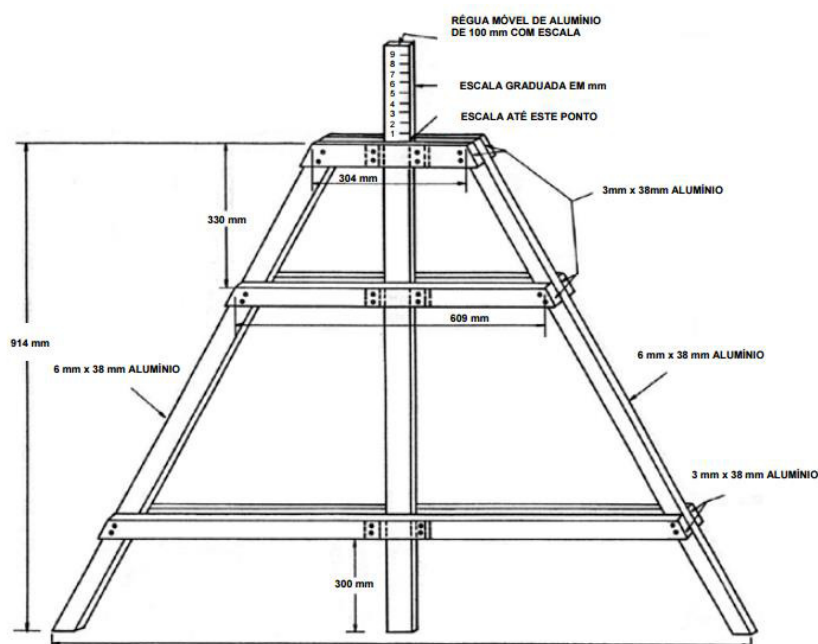
Quadro 4 - Fator de ponderação (fp)

Ocorrência Tipo	Codificação de ocorrências de acordo com a Norma DNIT 005/2002-TER “Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia” (ver item 6.4 e Anexo D)	Fator de Ponderação fp
1	Fissuras e Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	0,2
2	FC-2 (J e TB)	0,5
3	FC-3 (JE e TBE) NOTA: Para efeito de ponderação quando em uma mesma estação forem constatadas ocorrências tipos 1, 2 e 3, só considerar as do tipo 3 para o cálculo da frequência relativa em percentagem (fr) e Índice de Gravidade Individual (IGI); do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências tipos 1 e 2 em uma mesma estação, só considerar as do tipo 2.	0,8
4	ALP, ATP e ALC, ATC	0,9
5	O, P, E	1,0
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Fonte: DNIT (2003b)

O levantamento dos defeitos da via é feito por avaliação visual das patologias e mensurado com uma treliça de alumínio padronizada de 1,20 m de comprimento de base, dotada de régua móvel instalada em seu ponto médio para medir, em milímetros, as flechas da trilha de roda (Figura 20). Para avaliação visual torna-se necessário o uso de materiais auxiliares, como giz e trena, para a locação das estações.

Figura 20 - Treliça



Fonte: DNIT (2003b)

De acordo com a norma, a superfície de avaliação é delimitada pelas bordas da faixa de tráfego e por duas seções transversais, situadas, respectivamente, a 3,00 m antes e 3,00 m após a estação considerada. Cada estação dista 20 metros uma da outra. Caso seja rodovia de pista única, devem ser avaliadas as duas faixas de tráfego, e mais a 3ª faixa (em separado) quando existir. Caso seja rodovia com mais de uma pista, devem ser avaliadas as faixas de tráfego mais solicitadas de cada pista.

O Índice de Gravidade Individual (IGI) é o valor da avaliação da área de uma determinada estação, que é calculado pelo produto da frequência relativa (Equação 1) pelo fator de ponderação respectivo, conforme a Equação 2. O Índice de Gravidade Global (IGG), por sua vez, é o valor da avaliação de toda a via, e é obtido por meio do somatório dos IGI's (Equação 3).

$$f_r = \frac{f_a * 100}{n} \quad (1)$$

$$IGI = f_r * f_p \quad (2)$$

$$IGG = \sum IGI \quad (3)$$

Onde:

$f_r$  = frequência relativa de cada defeito;

$f_a$  = frequência absoluta de cada defeito;

$f_p$  = fator de ponderação;

$n$  = número de estações.

O valor do IGG da via, de acordo com a norma, classifica o pavimento em conceitos, que pode ser Ótimo, Bom, Regular, Ruim e Péssimo. Ilustra-se na Tabela 2 essa classificação.

Tabela 2 - Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG

<b>Conceitos</b>	<b>Limites</b>
Ótimo	$0 < \text{IGG} \leq 20$
Bom	$20 < \text{IGG} \leq 40$
Regular	$40 < \text{IGG} \leq 80$
Ruim	$80 < \text{IGG} \leq 160$
Péssimo	$\text{IGG} > 160$

Fonte: DNIT (2003b)

#### 2.4.3 Procedimento DNIT PRO 007/2003

Em resumo, essa norma estabelece o método a ser executado no levantamento. Detalha a aparelhagem necessária e a forma pela qual deverá ser utilizada na avaliação. Ela é especificada para avaliação da condição de superfície de subtrechos homogêneos de rodovias de pavimentos flexíveis e semi-rígidos para a gerência de pavimentos e estudos e projetos. De acordo com a norma, as condições estabelecidas estão na execução de preenchimento do:

- ✓ Inventário das condições de superfície de avaliação para rede;
- ✓ Inventário de defeitos em superfícies de avaliação para estudos e projetos.

#### 2.4.4 Procedimento DNIT PRO 008/2003

Esta Norma estabelece condições exigíveis pelo processo de Levantamento Visual Contínuo na avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos determinando-se o ICPF – Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis, ao mesmo tempo em que proporciona também os elementos necessários para o cálculo do IGGE – Índice de Gravidade Global Expedito e do IES – Índice do Estado de Superfície do Pavimento. As condições gerais de levantamento são:

- ✓ Equipamento: no levantamento visual contínuo deve ser usado um veículo com velocidade média aproximada de 40 km/h, equipado com velocímetro/odômetro calibrado para aferição da velocidade de operação e das distâncias percorridas.
- ✓ Condições do tempo: Deve ser evitada a realização do levantamento em dias chuvosos, com muita neblina, ou com pouca luz natural.

- ✓ Equipe de Operação: A equipe necessária para a realização do levantamento visual contínuo deve ser constituída preferencialmente de no mínimo dois técnicos, além do motorista do veículo.
- ✓ Cálculo: O valor do ICPF é feito mediante a atribuição de notas entre 0 a 5 dos defeitos vistos pelo avaliador (Quadro 5). O cálculo do IGGE é feito pela média dos dados contidos no Formulário do Levantamento.

Quadro 5 - 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 "panelas" e remendos pouco freqüentes 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 (2003d)

Para determinar o valor de IGGE é necessário estimar a frequência de defeitos e seus correspondentes fatores de ponderação, conforme apresentado na Tabela 3 e 4. Com os respectivos dados, o cálculo do IGGE é feito com o uso da Equação 4.

$$IGGE = (P_t * F_t) + (P_{oap} * F_{oap}) + (P_{pr} * F_{pr}) \quad (4)$$

Onde:

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

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

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

Tabela 3 - Determinação do Índice de Gravidade

Painéis (P) e Remendos ®		
FRQUÊNCIA	Fator Fpr - Quantidade/Km	GRAVIDADE
A - ALTA	>= 5	3
M - MÉDIA	2 a 5	2
B - BAIXA	<= 2	1
Demais defeitos (trincas, deformações)		
FRQUÊNCIA	Fator Fpr e Foap (%)	GRAVIDADE
A - ALTA	>= 50	3
M - MÉDIA	50 a 10	2
B - BAIXA	<= 10	1

Fonte: DNIT (2003d)

Tabela 4 - Pesos para cálculo

GRAVIDADE	Pt	Poap	Ppr
3	0,65	1,00	1,00
2	0,45	0,70	0,80
1	0,30	0,60	0,70

Fonte: DNIT (2003d)

Com os resultados de ICPF e do IGGE, só basta combinados para determinar o Índice do Estado da Superfície (IES), que informa qual o conceito da Superfície do Pavimento, conforme representado na Tabela 5.

Tabela 5 - Índice do Estado da Superfície do pavimento (IES)

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

Fonte: DNIT (2003d)

#### 2.4.5 Procedimento DNIT PRO 009/2003

Esta Norma demonstra os métodos exigíveis para a avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos com base no seu Valor de Serventia Atual, indicando o grau de conforto e suavidade ao rolamento proporcionado pelo pavimento.

Os avaliadores percorrem o trecho de avaliação e atribuem nota entre 0 a 5 para o Valor de Serventia Atual (VSA), registrando suas opiniões quanto à suavidade e ao conforto. Os valores para cada trecho devem estar relacionados individualmente e são calculados conforme mostrado na Equação 5.

$$VSA = \frac{\sum x}{n} \quad (5)$$

Onde:

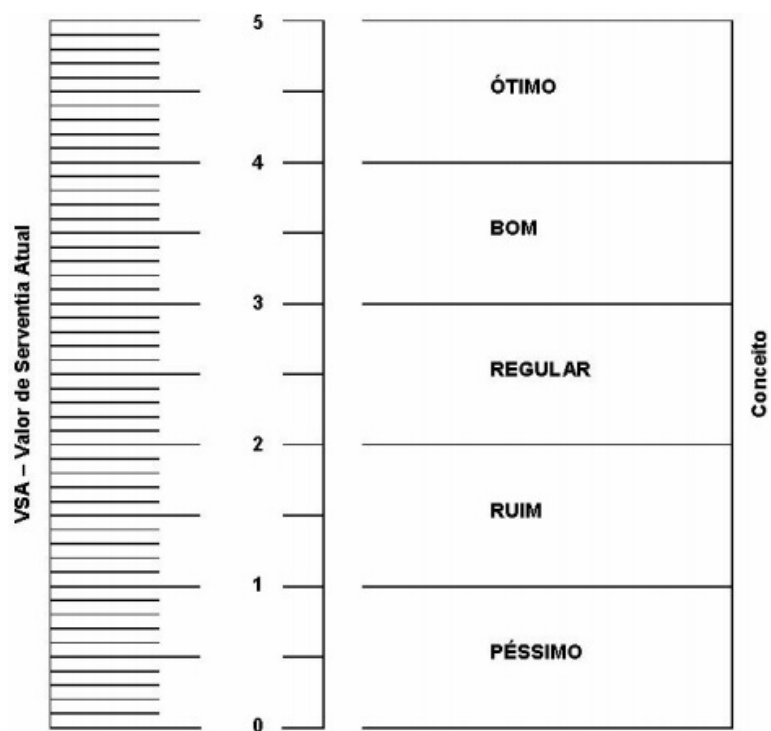
VSA = Valor de Serventia Atual;

$\sum x$  = Valores de Serventia Atual individuais, sendo atribuídos por cada avaliador;

$n$  = número de membros do grupo de avaliação.

Calculado o VSA, por fim, basta determinar seu conceito. Como mostrado na Figura 21 os conceitos são: “ÓTIMO”, “BOM”, “REGULAR”, “RUIM” ou “PÉSSIMO”.

Figura 21 - Conceitos do VSA



Fonte: DNIT (2003d)

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste tópico é mostrado os procedimentos aplicados na pesquisa para obtenção de conceitos da Av. Daniel de La Touche, São Luís - MA. Além disso, é apresentado os materiais utilizados em todos os métodos de levantamento com o objetivo de descrever detalhadamente o trabalho feito.

#### 3.1. Tipo de Pesquisa

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa e experimental com aplicação dirigida à solução de problemas específicos, com caráter descritivo e exploratório. O levantamento bibliográfico foi feito através de livros, artigos, revistas, dissertações e teses sobre assuntos relacionados aos pavimentos e os tipos de Avaliações Funcionais. Através disso, foi possível entender os principais defeitos encontrados em uma via e identificar sua serventia.

#### 3.2. Local de Estudo

A avenida avaliada corresponde a Daniel de La Touche, conforme delimitado no mapa de localização da Figura 22. Sua escolha para esta pesquisa se fez devido à sua importância à capital São Luís, uma vez que é uma das avenidas mais longas da cidade (de aproximadamente 6,3 km), interligando diversos bairros, além de ser uma das vias que dá acesso à praia Litorânea, uma das principais da cidade.

Convencionou-se os dois sentidos, o Sentido 1 e o Sentido 2, conforme representado na Figura 22. Para os fins deste trabalho, a Avaliação Funcional Objetiva de Pavimentos Flexíveis foi realizada, apenas, no Sentido 1 em toda a sua extensão.

Os estudos bibliográficos aconteceram na biblioteca da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, e as análises e o levantamento de dados aconteceram na Avenida Daniel de La Touche na cidade de São Luís - MA. Foi feita a avaliação dos defeitos conforme preconizado pela norma DNIT-PRO 006/2003.

Informações específicas da avenida escolhida:



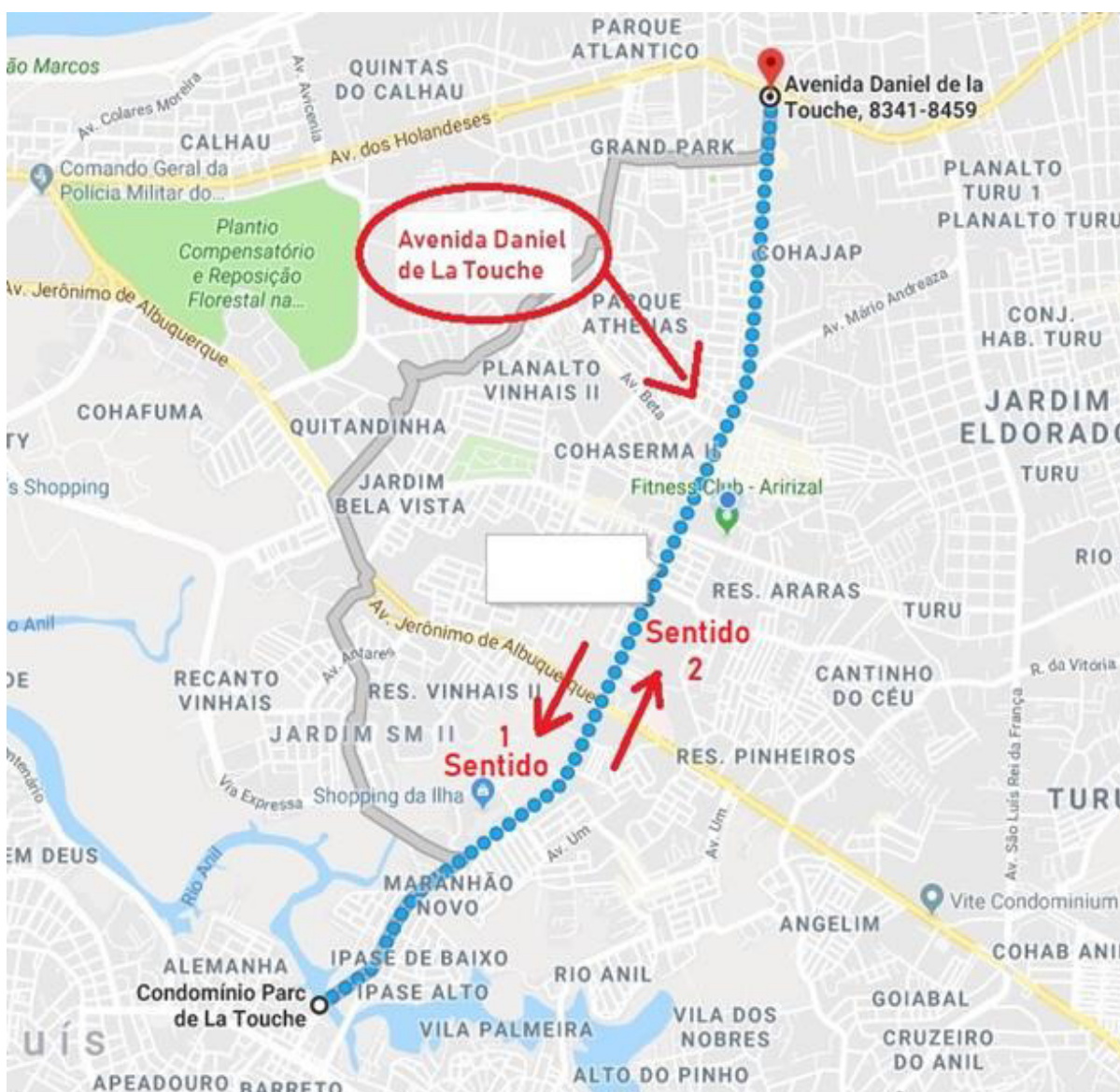
A Avenida Daniel de La Touche tem início a partir do cruzamento com a Av. dos Holandeses até a altura da Avenida A (Bequimão), pode-se observar no mapa de localização da Figura 22. Classifica-se como corredor primário (CP), conforme estabelecida pela Lei Municipal nº 3.253/92 (SÃO LUÍS, 1992). Ilustra-se na tabela 6 as características geométricas da avenida.

Tabela 6 - dados da avenida

COMPRIMENTO	NÚMERO DE VIAS	LARGURA DA VIA	NÚMERO DE FAIXAS POR VIA
6,3 Km	2	10,5 m	3

Fonte: autor (2018)

Figura 22 - Planta de localização da Avenida Daniel de La Touche



Fonte: adaptado do Google Maps (2018)

### 3.3 Características do Pavimento

Antes de realizar a avaliação objetiva funcional do pavimento em questão, foi pesquisado suas propriedades de superfície. As informações coletadas foram fornecidas pela Prefeitura Municipal de São Luís e consta no trabalho de (SILVA, 2017, p. 79). Os revestimentos flexíveis da cidade são de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ). No aspecto estrutural do pavimento, a prefeitura não contém registros de seus estados iniciais.

### 3.4 Avaliação Funcional do Pavimento

Foi tomado a norma do DNIT (2003b) como método de Avaliação Funcional Objetiva de Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos para a avenida escolhida. Que expressa as técnicas de levantamento de defeitos com seus respectivos fatores de ponderação, no qual, gera, o valor do Índice de Gravidade Global (IGG), que por sua vez, fornece o conceito de serventia do pavimento.

#### 3.4.1 Levantamento de Dados

A avaliação objetiva funcional dos defeitos da avenida foi realizada pelo Grupo de Pesquisa em Infraestrutura de Transportes (GPIT), no qual o autor está inserido, do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

A operação foi feita em duas etapas: a primeira ocorreu no dia 29 de abril, com análise de uma parte da extensão do pavimento, da estaca 1 a 100, na via de Sentido 1; a segunda fase ocorreu no dia 6 de maio, com análise do restante da via no Sentido 1, da estaca 101 a 294. Para a execução das instruções contidas na norma do DNIT (2003b) foi necessária a utilização dos seguintes materiais:

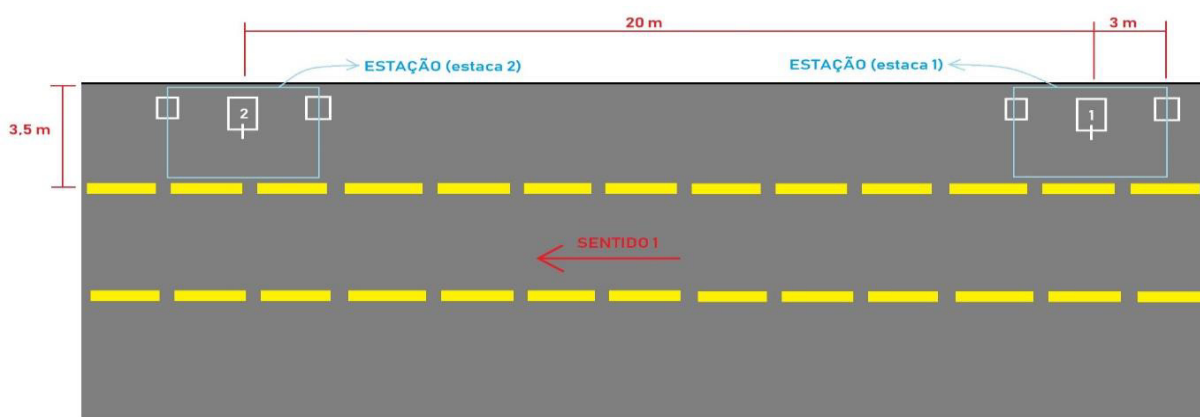
- ✓ Trena de 30m e giz, materiais utilizados para demarcação das estacas;
- ✓ Treliza de alumínio de dimensões padronizadas, conforme a norma do DNIT PRO-006/2003, que foi fornecida pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Instrumento responsável pela medição dos afundamentos de trilhas de rodas internos e externos;

- ✓ Inventários de ocorrências de defeitos (no Apêndice A), é o documento que os avaliadores utilizam para registrar os defeitos.

O levantamento teve início com uma breve reunião para a divisão de equipes, em grupo de avaliação, marcação e apoio. Logo após a equipe de marcação começou a delimitar as áreas de avaliação (estação) com auxílio da trena e do giz (ou gesso). Conforme a primeira equipe demarcava a via, a equipe de avaliação anotava nos inventários os tipos e as quantidades de defeitos encontrados nas áreas demarcadas. Ao mesmo tempo, a equipe de apoio sinalizava ao trânsito a operação de levantamento durante todo o percurso de avaliação.

Por se referir de uma via de três faixas, atuou-se na demarcação das estacas, a cada 20 m, na pista de tráfego mais intensa, ou seja, na faixa da direita, corredor dos veículos mais pesados. A área de cada estação, enumerada com o respectivo número de estaca, foi delimitada pelas bordas da faixa de tráfego e por duas seções transversais, situadas, a 3 m a ré e 3 m avante, de área equivalente a 21 m<sup>2</sup> (6x3,5), conforme representado na Figura 23.

Figura 23 - Ilustração do levantamento na Avenida Daniel de La Touche



Fonte: autor (2018)

Foram marcadas as estações 1 a 100 na primeira etapa do sentido 1, o correspondente à extensão de 2 km, e as estações 101 a 294 na segunda fase, obtendo mais 3,88 km de análise. Ao final, 294 estações foram totalizadas em 5,88 km de avaliação funcional.

As avaliações (constatação de ocorrências) dos defeitos nas áreas delimitadas foram feitas de acordo com os defeitos abordados no inventário para o levantamento

de defeitos de superfície, conforme a norma do DNIT (2003b). Ilustra-se na Figura ... um dos avaliadores catalogando na planilha do inventário.

Todos os avaliadores foram previamente treinados para o preenchimento dos inventários, com conhecimentos dos tipos defeitos estabelecidos pela norma do DNIT (2003a) e da Avaliação Objetiva Funcional da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos abordado na norma do DNIT (2003b). Os avaliadores, juntamente com o autor, foram os responsáveis por coordenar todo o levantamento de dados.

Em cada estação foi mensurada as trincas isoladas em seguida classificadas como curtas ou longas. Já os afundamentos para classificação em consolidação/plástico local ou da trilha de roda. E por fim, as deformações permanentes foram avaliadas a partir das medidas das flechas nas trilhas de roda com o auxílio da treliça metálica.

Todos as análises foram acompanhadas de registros fotográficos, onde, buscou-se apresentar a atual situação da superfície da avenida. Finalizado a etapa de levantamento, os dados obtidos foram analisados pelo autor em computador, todos os cálculos de acordo com a norma do DNIT (2003b), resultando em gráficos que serviram de base para a conclusão do trabalho.

#### 3.4.2 Determinação do Índice de Gravidade Global (IGG)

Para a determinação do Índice de Gravidade Global (IGG), primeiramente, efetuou-se a contagem das frequências absolutas de cada defeito, para posteriormente obter suas frequências relativas, conforme preconizado no procedimento DNIT PRO 006/2003.

Foram calculados a média e a variância dos valores das flechas das Trilhas de Rodas Internas (TRI) e Externas (TER) medidos com a treliça. Posteriormente, foi determinado o Índice de Gravidade Individual (IGI) para cada área de cada estação. Na sequência, obteve-se o Fator de Ponderação de cada defeito, conforme ilustrado na Tabela 4.

O Índice de Gravidade Global (IGG) foi calculado em cada região homogênea, a fim de classificar a serventia do pavimento. E foram determinados pelo somatório dos IGI's calculados. Posteriormente foi conceituado o nível de degradação do pavimento de acordo com a Tabela 2 do item 2.4.2.

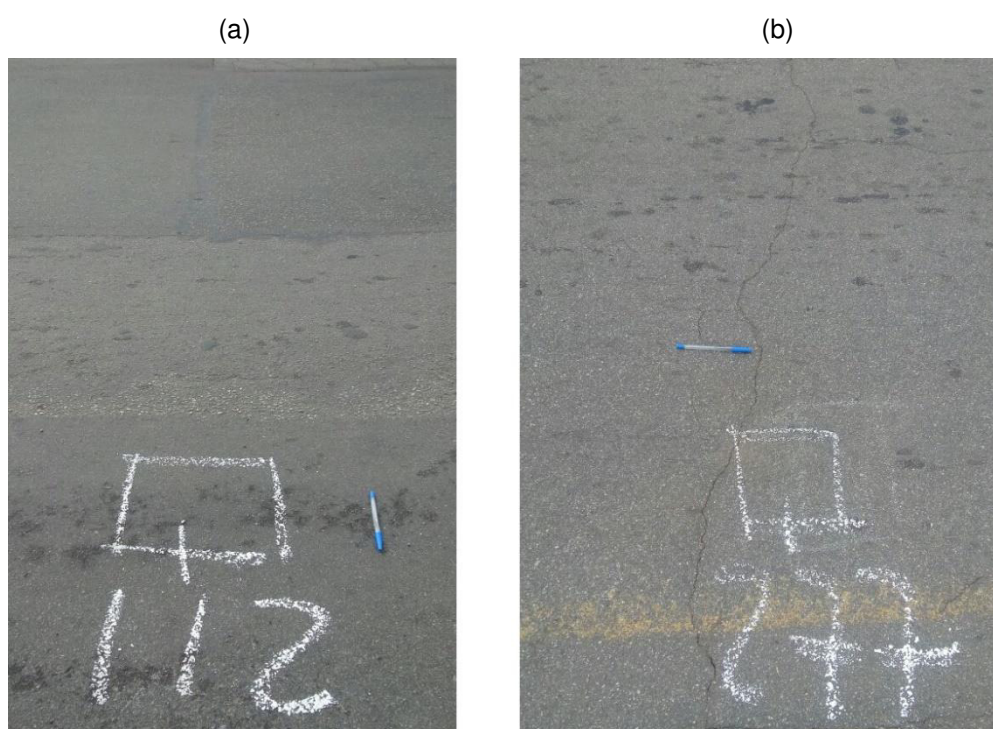
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico, são mostrados os resultados numéricos e gráficos das avaliações feitas no pavimento da avenida. Após o levantamento de dados obtidos do campo, os dados tabulados foram analisados para a determinação do IGG das estações.

### 4.1 Condições Superficiais das Estações Avaliadas

Diante de todos os dados levantados na avaliação das 294 estações do Sentido 1, foi possível observar variados defeitos, em grande parte, de trincas isoladas, desgaste e remendos, conforme apresentado nos inventários do Apêndice A. Ilustre-se na Figura 24 os principais defeitos encontrados.

Figura 24 - (a) Remendos (estação 112) e (b) Trinca isolada (estação 277)



Fonte: autor (2018)

Diante das atividades de levantamento de dados, procedeu-se a classificação dos defeitos de acordo com a classificação adotada pelo DNIT (2003a). A partir disso, calculou-se a frequência absoluta e relativa de cada defeito, conforme ilustrado na Tabela 7 e no Gráfico 2. Observa-se no Gráfico 2 que o desgaste e as trincas isoladas

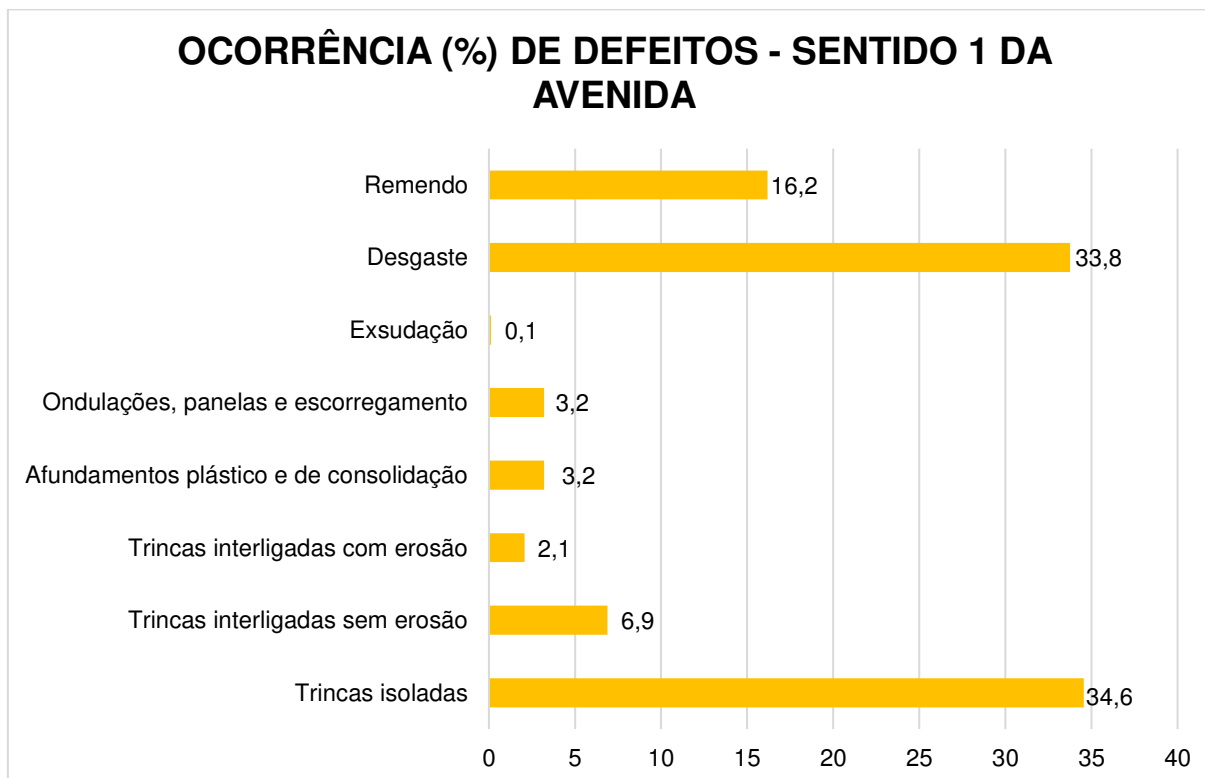
são os defeitos mais encontrados no revestimento, o primeiro correspondendo a 33,8% dos defeitos atuantes, enquanto o outro com 34,6 % das ocorrências observadas. Na mesma tabela é possível perceber que o defeito menor frequente no pavimento é a exsudação, com apenas uma ocorrência ao longo de toda a avenida no Sentido 1.

Tabela 7 - Ocorrências de defeitos ao longo da avenida no Sentido 1

DEFEITOS	OCORRÊNCIA ABS.	OCORRÊNCIA REL. (%)
Trincas isoladas	301	34,6
Trincas interligadas sem erosão	60	6,9
Trincas interligadas com erosão	18	2,1
Afundamentos plástico e de consolidação	28	3,2
Ondulações, painelas e escorregamento	28	3,2
Exsudação	1	0,1
Desgaste	294	33,8
Remendo	141	16,2
<b>TOTAL</b>	<b>871</b>	<b>100</b>

Fonte: autor (2018)

Gráfico 2 - Ocorrências de defeitos ao longo da avenida no Sentido 1



Fonte: autor (2018)



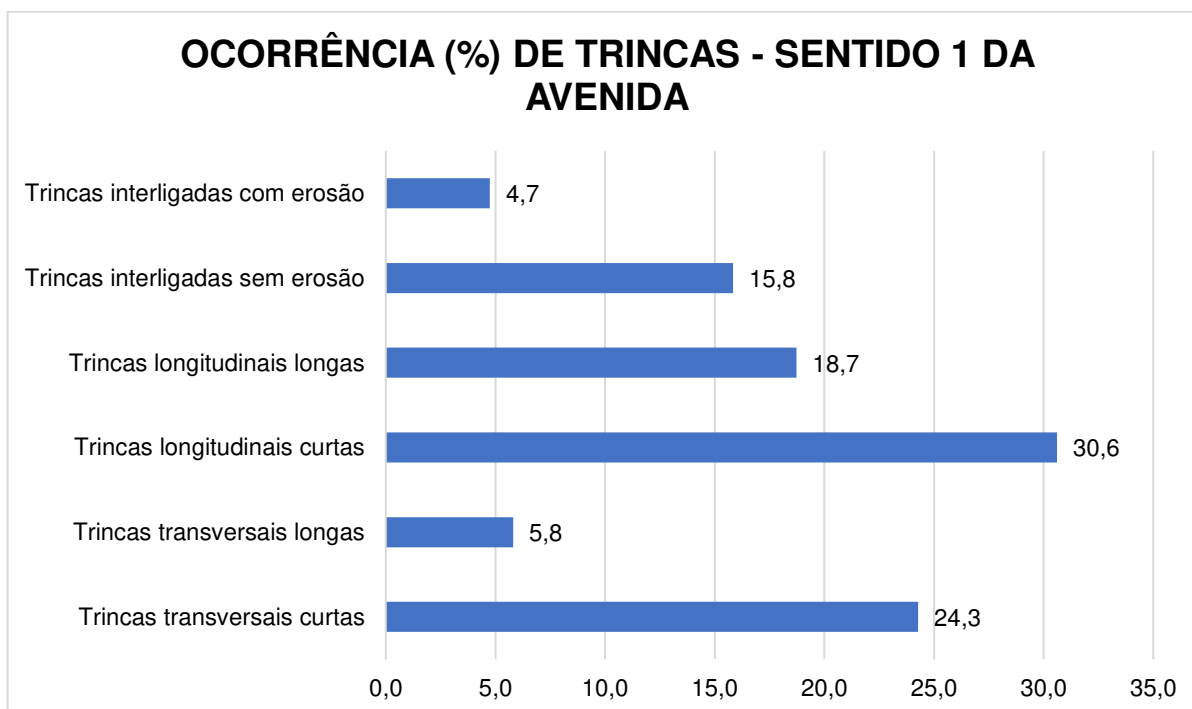
Entre as trincas observadas, as que tiveram mais destaques foram as transversais (Figura 25 (a)) e longitudinais curtas (Figura 25 (b)), totalizando 79,4% de todas as ocorrências de trincas, conforme mostrado no Gráfico 3 e na Tabela 8. O grande número de trincas demonstra um estágio após a fissuração e início de ruptura do revestimento. De acordo com o Gráfico 3, para as trincas interligadas as mais frequentes foram as sem erosão (Figura 26), 15,8% das frequências totais de trincas. Esses defeitos estão relacionados com a má execução, falta de manutenção e demonstram as consequências das diversas ações sofridas pelo pavimento.

Tabela 8 - Ocorrências de trincas ao longo da avenida no Sentido 1

TRINCAS	OCORRÊNCIA ABS.	OCORRÊNCIA REL. (%)
Trincas transversais curtas	92	24,3
Trincas transversais longas	22	5,8
Trincas longitudinais curtas	116	30,6
Trincas longitudinais longas	71	18,7
Trincas interligadas sem erosão	60	15,8
Trincas interligadas com erosão	18	4,7
<b>TOTAL</b>	<b>379</b>	<b>100</b>

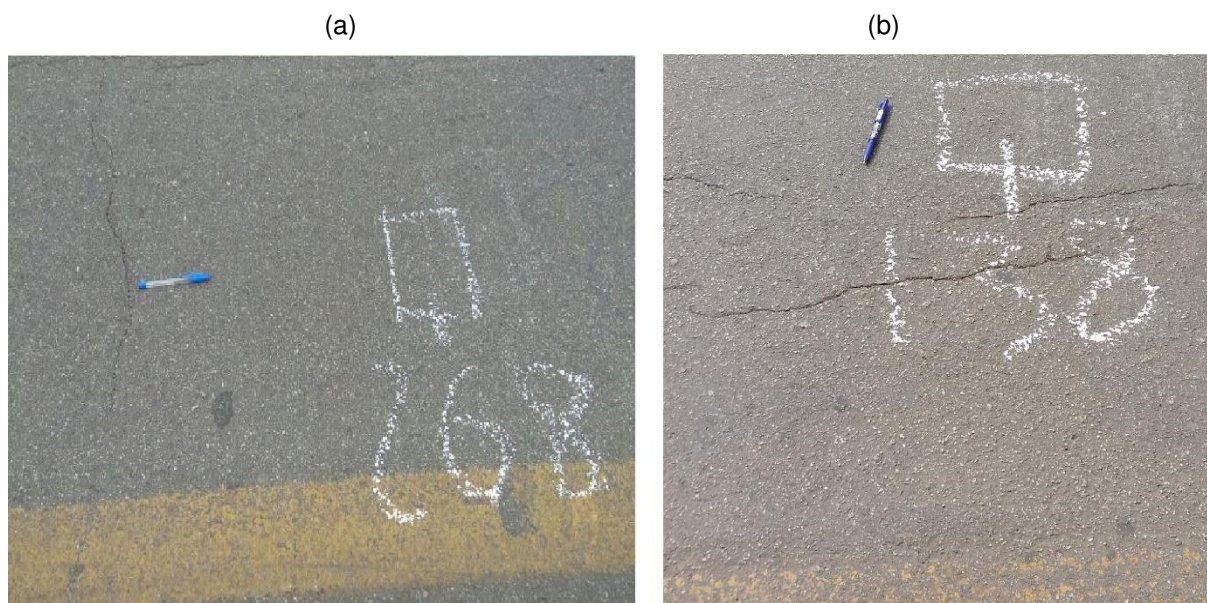
Fonte: autor (2018)

Gráfico 3 - Ocorrências de trincas ao longo da avenida no Sentido 1



Fonte: autor (2018)

Figura 25 - Trincas curtas (a) transversal (estação 268) e (b) longitudinal (estação 138)



Fonte: autor (2018)

Figura 26 - Trincas interligadas sem erosão



Fonte: autor (2018)



Em todas as estações foi verificado o desgaste, patologia resultante do intemperismo do revestimento, evidenciando rugosidade na superfície por perda de ligante, conforme mostrado na Figura 27. Tal defeito está relacionado pela falta de manutenção da avenida, resultante de um processo natural ocasionado pelo desgaste por atrito e envelhecimento da superfície alifática.

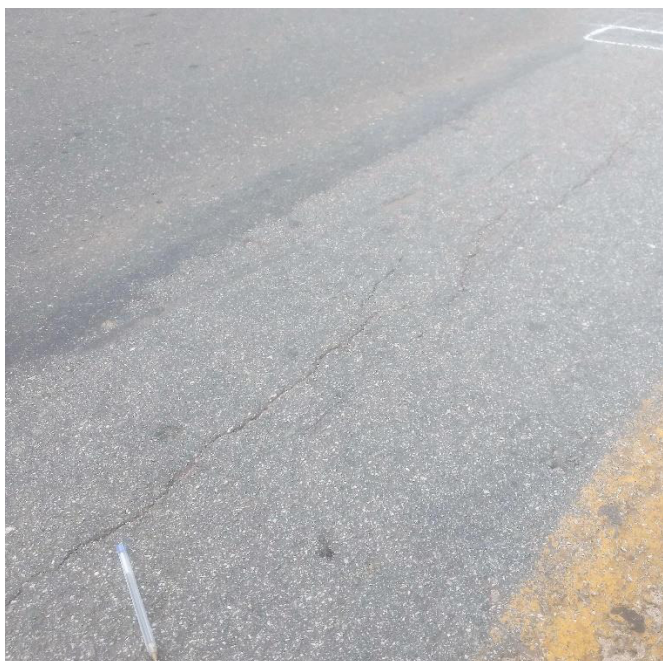
Figura 27: superfície desgastada (estação 189)



Fonte: autor (2018)

As ondulações, panelas e escorregamento não demonstram tanta ocorrência, uma vez que obtiveram apenas 3,2% do total das frequências absolutas das patologias analisadas como mostrado a Tabela 7. É possível observar uma ondulação no revestimento na Figura 28, mostra-se uma pequena movimentação plástica da mistura asfáltica, resultante do atrito do pneu dos veículos com a superfície.

Figura 28 - Ondulação (estação 143)



Fonte: autor (2018)

As panelas corresponderam apenas 7 de todas as 871 frequências absolutas obtidas no levantamento, em todas foram evidenciadas ausência de parte do revestimento e exposição das camadas inferiores, conforme ilustrado na Figura 29.

Figura 29 - Panelas (estação 247)



Fonte: autor (2018)



Os escorregamentos foram evidenciados apenas em 4 das 294 estações, seu efeito se resume a deficiência relacionada a fluência do revestimento asfáltico. Todos os escorregamentos foram acompanhados com afundamento de trilha de roda (Figura 30)

Figura 30 - Escorregamento (estação 114)



Fonte: autor (2018)

Já as deformações permanentes, mais especificamente os afundamentos plásticos, caracterizados pelos deslocamentos laterais ou elevações das áreas adjacentes do revestimento, foram os mais recorrentes. A Figura 31 ilustra o afundamento plástico de trilha de roda na estação 230 da avenida.

Figura 31 - Afundamento de trilha de roda (estação 230)



Fonte: autor (2018)

## 4.2 Divisão em Subtrechos Homogêneos

Para a realização da avaliação funcional foi utilizado a método de divisão da avenida em Segmentos Homogêneos (HS's), essa é uma das formas de facilitar a análise do pavimento mantendo a eficiência dos resultados com o objetivo de reduzir os custos em soluções de restauração rodoviária.

Os subtrechos foram divididos em defeitos predominantes e em extensões específicas. Foi subdividido em seis segmentos homogêneos, apresentados no Gráfico 4 e Tabela 9. Todos os segmentos obedeceram a extensão mínima de 300 m abordada na norma DNIT 007/2003 – PRO.

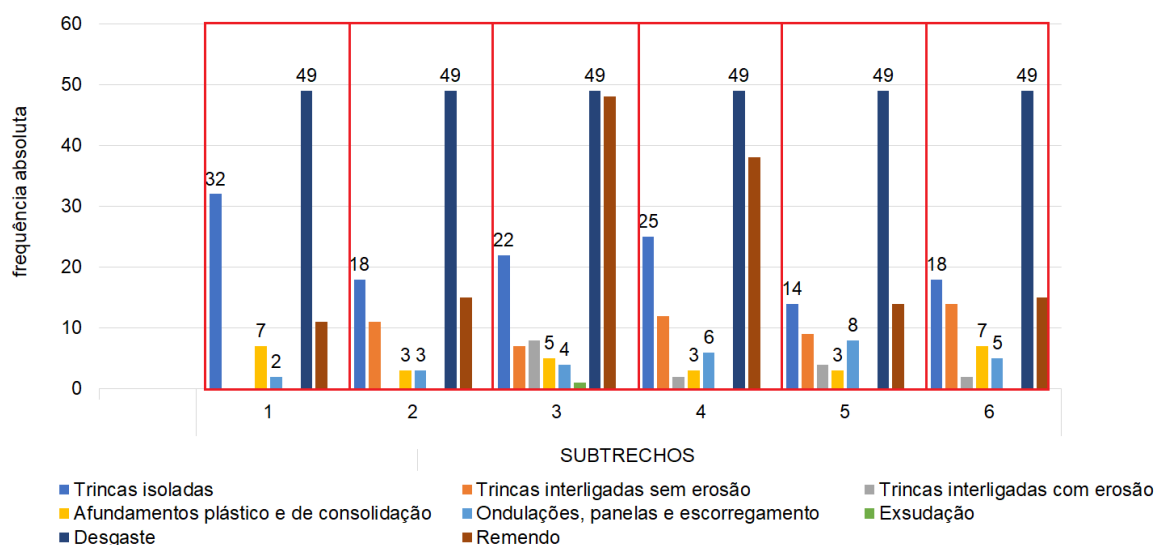
Tabela 9 - Subtrechos

SENTIDO	ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL	SUBTRECHO	EXTENSÃO (m)
1	1	49	1	960
	50	98	2	960
	99	147	3	960
	148	196	4	960
	197	245	5	960
	246	294	6	960

Fonte: autor (2018)

De acordo com os resultados da Figura 68, nota-se que em todos os segmentos SH 01, SH 02, SH 03, SH 04, SH 05 e SH 06, do Sentido 1, apresentam a predominância de trincas isoladas, desgaste e remendo.

Gráfico 4 - Divisão dos segmentos homogêneos no Sentido 1



Fonte: autor (2018)

### 4.3 Índice de Gravidade Global

Os dados obtidos no levantamento de dados foram organizados em planilhas (Apêndice B) para os respectivos cálculos do IGG de cada subtrecho. Os valores obtidos foram usados para classificar os segmentos em conceitos. A Tabela 10 contém o resumo dos IGG's e seus correspondentes conceitos.

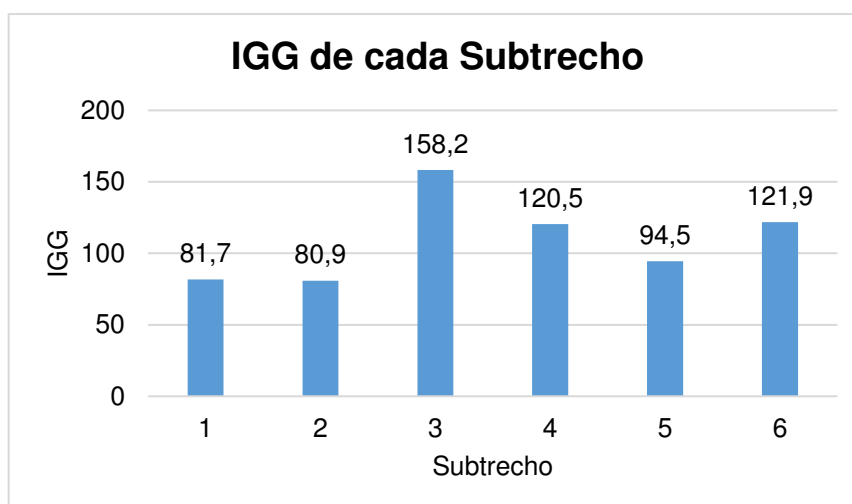
Tabela 10 - Resumo da avaliação

SENTIDO	ESTACA INICIAL	ESTACA FINAL	SUBTRECHO	IGG	CONCEITO
1	1	49	1	81,7	RUIM
	50	98	2	80,9	RUIM
	99	147	3	158,2	RUIM
	148	196	4	120,5	RUIM
	197	245	5	94,5	RUIM
	246	294	6	121,9	RUIM

Fonte: autor (2018)

Observa-se na Tabela 10 que todos os subtrechos receberam o conceito "RUIM", isso mostra um elevado grau de deterioração da superfície do pavimento avaliado, causando situações de risco e pouco conforto para os usuários. O Gráfico 5 relaciona os valores dos IGG com os segmentos analisados, nota-se que o segmento com o maior grau de deterioração é o 3, por possuir o maior valor de IGG. Ilustra-se no Gráfico 6 as frequências absolutas consideradas de cada tipo de defeito encontrado no segmento nesse segmento.

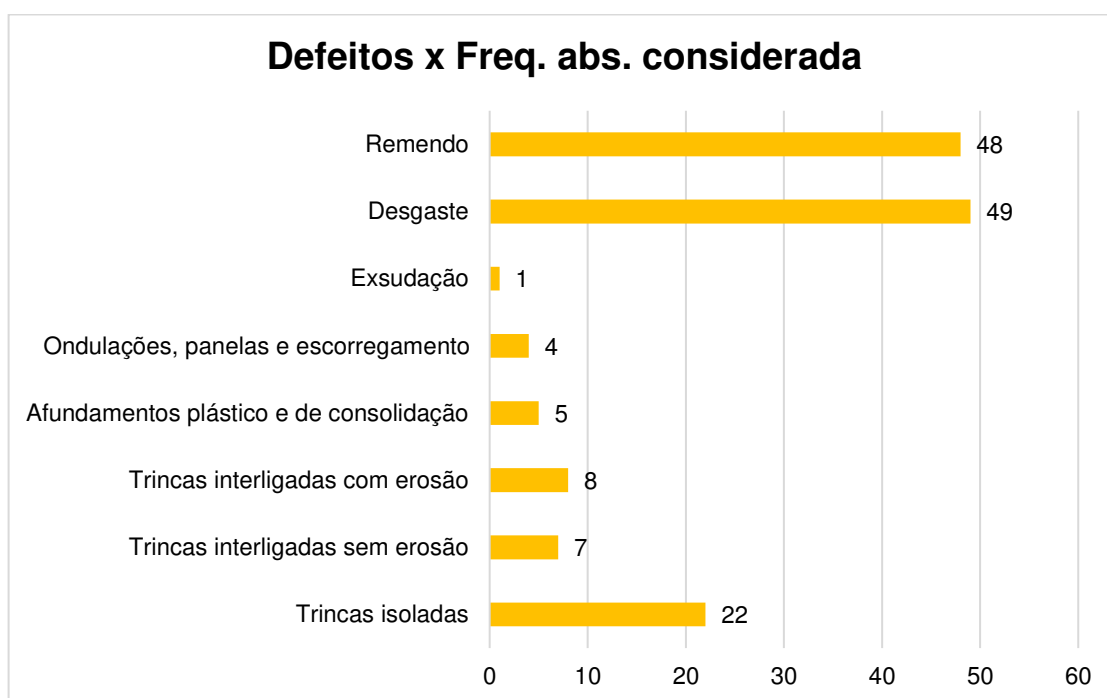
Gráfico 5 - IGG obtido para cada subtrecho



Fonte: autor (2018)

No Subtrecho 3, é observado maior taxa de trincas isoladas, desgaste e remendo, esses foram os defeitos responsáveis pelo alto valor do IGG, de 158,2, justificando as condições superficiais mais desfavoráveis entre os outros segmentos.

Gráfico 6 - Frequências Absolutas consideradas no Segmento 3



Fonte: autor (2018)

O sentido avaliado, de um modo geral, tem maior incidência de trincas interligadas isoladas, isso está relacionado com a fadiga sofrida pelo pavimento que indica o início do processo de ruptura.

A maior patologia encontrada foi o desgaste, deficiência resultante do envelhecimento e endurecimento do ligante. Causada pela perda da estabilidade da mistura asfáltica (CBUQ), resultado também do tráfego intenso.

Através dos conceitos obtidos do revestimento, todos Ruins atribuídos à cada subtrecho homogêneo avaliado, demonstra a necessidade de manutenção na Av. Daniel de La Touche com a o intuito de reestabelecer as condições funcionais da sua superfície afim de proporcionar melhores condições de conforto e segurança aos usuários.

## 5 CONCLUSÃO

Salientar-se que todas as conclusões estão relacionadas com os dados obtidos durante o levantamento de dados, sendo específicas apenas para a Avenida Daniel de La Touche no Sentido 1.

Diante dos resultados obtidos na avaliação funcional do pavimento da avenida escolhida, as principais conclusões foram:

- ✓ A via analisada sofre muita fadiga, provavelmente relacionada com o clima local e a densidade de tráfego, e pode ser comprovada pelo alto índice de trincas identificadas;
- ✓ Toda avenida no sentido analisado possui desgaste, defeito relativo do envelhecimento da mistura asfáltica, perda de estabilidade do ligante com o agregado. Fato gerado pela falta de manutenção da via;
- ✓ Como forma de reverter a situação “RUIM” do pavimento, praticamente em todas as estações foram encontrados remendos, muito deles foram mal executados que acabaram não melhorando a situação da via;
- ✓ A tarefa de dividir as análises em subtrechos facilitaram nos cálculos e permitiu um diagnóstico mais preciso, facilitando na escolha de alternativas de recuperação;
- ✓ O trecho no Sentido 1 analisado da Avenida Daniel de La Touche apresentou resultados não satisfatórios, o que demonstra o elevado grau de deterioração da superfície da via. Em todos os segmentos avaliados no Sentido 1 apresentou resultados em condições “ruins”;

Baseado nas conclusões expostas fica evidente a necessidade de intervenção na avenida para a realização de correções de funcionalidade, objetivando reestabelecer suas condições de conforto e segurança, melhorando a trafegabilidade dos veículos que transitam na via. Desta forma, espera-se que os Órgãos responsáveis realizem trabalhos de recuperação e conservação da via.

## REFERÊNCIAS

- \_\_\_\_\_. DNIT IPR - 719/2006 – **Manual de pavimentação 3 ed.** Rio de Janeiro: IPR, 719.
- BALBO, J. T. **Pavimentação Asfáltica: Materiais, Projetos e Restauração**, São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- BASTOS, J. **Considerações sobre a deformação permanente de pavimentos asfálticos no dimensionamento mecanístico-empírico.** Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Ceará, Fortaleza,CE, 2016.
- BERNUCCI, L. B., et al. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros.** Rio de Janeiro: Petrobrás, Associação Brasileira das Empresas Distribuidoras de Asfalto, 2008.
- BIANCH, F. R., BRITO, I.R.T., CASTRO, V. A. B. **Viabilidade da aplicação do CBUQ 2 cm ao tst para pavimentação (tráfego leve) de vias urbanas.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.
- BITTENCOURT, E. **Caminhos e estradas na geografia dos transportes.** Rio de Janeiro: Editôra Rodovia, 1958.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de Rodovias 2017: relatório gerencial.** 21. ed. Brasília: CNT: SEST: SENAT, 2017.
- COSTA, E. A. L.; ROCHA, R. S. **Pavimentos Asfálticos e suas Recuperações - Estudo de Caso da Avenida Pinto de Aguiar.** Universidade Católica de Salvador: Bahia,. 2009.
- DANIELESKI, M. **Proposta de metodologia para avaliação superficial de pavimentos urbanos: aplicação à rede viária de Porto Alegre.** Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- de pavimentos: disposições normativas:** Caemed. Rio de Janeiro, 2009.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - PRO 006. **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos.** Rio de Janeiro, 2003b. 10 p.



DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - PRO 007. **Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de rodovias de pavimentos flexíveis e semi-rígidos para gerência de pavimentos e estudos e projetos.** Rio de Janeiro, 2003c. 11 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - PRO 008. **Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos.** Rio de Janeiro, 2003d. 11 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - PRO 009. **Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos.** Rio de Janeiro, 2003e. 6 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES TER 005. **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos: Ter 005.** Rio de Janeiro, 2003a. 12 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 005/2003 – TER – **Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semi-rígidos – Terminologia.** Rio de Janeiro: IPR, 2003a. 12 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de projeto e práticas operacionais para segurança nas rodovias.** Rio de Janeiro, 2010a.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES-ES 150. **Pavimentação asfáltica: lama asfáltica.** Rio de Janeiro, 2010b. 9 p.

DRESCH, F. **Gerência de pavimentos urbanos: utilização de levantamento visual contínuo para avaliação das vias principais pavimentadas de Santa Rosa/RS.** 2014. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil), Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Ijuí, Brasil.

ECHEVERRIA, J. A. S. **Avaliação do Efeito de Restaurações com Fresagem e Recapeamento nas Condições Funcional e Estrutural de Pavimentos com Volume de Tráfego Médio.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, BR-RS, 2011.

FERREIRA, J. M. **Pavimentos em Espaços Públicos Urbanos :contribuição para a Análise e Concepção de Soluções**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2007.

FRANCISCO, A. P. S. **Comportamento Estrutural de Pavimentos Rodoviários Flexíveis**. Instituto Politécnico de Bragança, Bragança Paulista - SP. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**: Sinopse do Censo demográfico 2010, Maranhão. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=29&uf=21>>. Acesso em: 03 dezembro 2017.

INSTITUTO DE INFRA-ESTRUTURAS RODOVIÁRIAS. **Diretivas para a concepção JUSTINO, M. REFORÇO DE SOLOS UTILIZADOS EM BASE E SUB-BASE DE PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS COM CINZA COM ALTO TEOR DE CÁLCIO**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Ouro preto, Ouro Preto – MG, 2017.

MAGALHÃES, S. L. M, JUNIOR, E. P. T. **Análise do Estado do Pavimento da Avenida Coronel Escolástico em Cuiabá – MT**. Publicado: Engineering and Science, 2014.

PAIXÃO, M., CORDEIRO, C. C. C., CORREIA, M. C. N. **Pavimentos semirrígidos: prevenção e tratamento da reflexão de trincas**. XVI SEPA - Seminário Estudantil de Produção Acadêmica, UNIFACS, 2017.

PESSOA, F. H. C. **Avaliações Funcional e Estrutural de Trechos de Rodovias no Distrito Federal Construídos com Diferentes Materiais**. Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2012.

RODRIGUES, R. M. **Gerência de Pavimentos**. Apostila do Curso GEO-51. Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2003.

SÃO LUÍS. Lei municipal no 3.253, 29 de dezembro de 1992. dispõe sobre o zoneamento, parce-lamento, uso e ocupação do solo urbano e dá outras providências. **Diário Oficial do Município**, 1992. São Luís, MA, 1992.

SENÇO, W. de. **Manual de técnicas de pavimentação**. [S.l.]: Pini, 1997.

SILVA, M. L. **Avaliação funcional objetiva de pavimento flexível: um estudo de caso da Avenida Getúlio Vargas em São Luís - MA.** Universidade Federal do Maranhão, São Luís – MA, 2017.

SILVA, P. F. A. **Manual de Patologia e Manutenção dos Pavimentos.** São Paulo: Editora PINI, 2005.

VIERA, C. S. **Desempenho de um pavimento flexível solicitado por um simulador de tráfego.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2002.

**APÊNDICE A – INVENTÁRIOS DE OCORRÊNCIAS DE DEFEITOS**

Quadro 6 - Inventário 1

RODOVIA: AVENIDA DANIEL DE LA TOUCHE			OPERADOR: ADRIANO RICARDO LINHARES												FOLHA 01										
TRECHO: SENTIDO 1			REVESTIMENTO TIPO: CBUQ																						
DATA:			TRINCAS										AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						TRINCAS RODAS		Observações:
Estaca ou Km	Seção Terrap.	OK	ISOLADAS						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLIDADO								TRI mm	TRE mm	
			FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC - 2		FC - 3		ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4	O 5	P 5	E 5	EX 6	D 7	R 8			
									J 2	TB 2	JE 3	TBE 3													
1							X						X								X	X		8	
2																					X	X		5	
3							X													X	X				
4						X														X	X				
5				X		X														X	X				
6																				X					
7						X	X													X	X				
8						X	X													X	X				
9				X		X							X							X				8	
10						X														X	X				
11						X	X									X				X	X				
12						X												X		X					
13							X													X	X				
14						X														X	X				
15																				X					
16				X			X													X					
17						X														X					
18						X														X					
19				X		X	X													X					
20																				X					
21																				X					

Fonte: autor (2018)

Quadro 7 - Inventário 2

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																											
RODOVIA: AVENIDA DANIEL DE LA TOUCHE										OPERADOR: ADRIANO RICARDO LINHARES										FOLHA 02							
TRECHO: SENTIDO 1										REVESTIMENTO TIPO: CBUQ																	
DATA:																											
Estaca ou Km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS								TRINCAS RODAS		Observações:
			ISOLADAS						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLIDADO										TRI mm	TRE mm	
			FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC - 2		FC - 3		ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4	O 5	P 5	E 5	EX 6	D 7	R 8					
						J 2	TB 2	JE 3	TBE 3																		
22						X																			X		
23																									X		
24				X																					X		
25						X	X																		X		
26				X		X																			X		5
27																									X		
28				X		X	X							X											X		10
29						X																			X		3 5
30				X		X																			X		
31						X																			X		
32				X		X																			X		
33								X																	X		
34				X		X																			X		
35				X	X	X	X																		X		5
36				X										X											X		18
37				X											X										X		5
38				X	X																				X		
39				X	X									X											X		5 5
40															X										X		5
41																									X		
42																									X		

Fonte: autor (2018)

Quadro 8 - Inventário 3

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																									
RODOVIA: AVENIDA DANIEL DE LA TOUCHE										OPERADOR: ADRIANO RICARDO LINHARES										FOLHA 03					
TRECHO: SENTIDO 1										REVESTIMENTO TIPO: CBUQ															
DATA:																									
Estaca ou Km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						TRINCAS RODAS		Observações:
			ISOLADAS						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLIDADO								TRI	TRE	
			FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC - 2		FC - 3		ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4	O 5	P 5	E 5	EX 6	D 7	R 8	mm	mm	
						J 2	TB 2	JE 3	TBE 3																
43																								X	
44																								X	
45																								X	
46																								X	
47																								X	
48																								X	
49																								X	
50																								X	
51																								X	
52																								X	
53																								X	
54																								X	
55																								X	
56																								X	
57				X	X	X			X															X	
58				X		X			X				X											X	
59																								X	
60																								X	
61																								X	
62																								X	
63				X																				X	

Fonte: autor (2018)

Quadro 9 - Inventário 4

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																									
RODOVIA: AVENIDA DANIEL DE LA TOUCHE										OPERADOR: ADRIANO RICARDO LINHARES										FOLHA 04					
TRECHO: SENTIDO 1										REVESTIMENTO TIPO: CBUQ															
DATA:																									
Estaca ou Km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS								AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						TRINCAS RODAS		Observações:		
			ISOLADAS				INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLIDADO								TRI mm	TRE mm			
			FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC - 2		FC - 3		ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4	O 5	P 5	E 5	EX 6				D 7	R 8
						J 2	TB 2	JE 3	TBE 3																
64				X																				X	
65																								X	
66				X																				X	
67																								X	
68																								X	
69																								X	
70						X	X						X											X	6
71						X	X																	X	
72				X						X														X	
73				X		X																		X	3
74				X		X				X														X	3
75				X									X											X	8 7
76				X																				X	
77				X		X	X																	X	X
78										X														X	
79							X																	X	X
80								X																X	X
81				X																				X	
82							X																	X	X
83						X																		X	X
84				X																				X	

Fonte: autor (2018)



Quadro 10 - Inventário 5

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																							
RODOVIA: AVENIDA DANIEL DE LA TOUCHE										OPERADOR: ADRIANO RICARDO LINHARES										FOLHA 05			
TRECHO: SENTIDO 1										REVESTIMENTO TIPO: CBUQ													
DATA:																							
Estaca ou Km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS								AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						TRINCAS RODAS		Observações:
			ISOLADAS				INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLIDADO								TRI mm	TRE mm	
			FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC - 2		FC - 3		ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4	O 5	P 5	E 5	EX 6			
						J 2	TB 2	JE 3	TBE 3														
85					X		X														X	X	
86				X			X	X													X	X	
87									X	X											X	X	
88									X												X	X	
89				X			X			X											X	X	
90									X												X	X	
91									X												X	X	
92																X					X	X	
93																					X	X	
94																					X	X	
95				X			X				X										X	X	
96				X	X		X														X	X	
97							X														X	X	
98																					X	X	
99																					X	X	
100																					X	X	
101									X		X										X	X	
102							X														X	X	
103				X	X																X	X	8
104											X										X	X	17

Fonte: autor (2018)

Quadro 11 - Inventário 6

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																										
RODOVIA: AVENIDA DANIEL DE LA TOUCHE										OPERADOR: ADRIANO RICARDO LINHARES										FOLHA 06						
TRECHO: SENTIDO 1										REVESTIMENTO TIPO: CBUQ																
DATA:																										
Estaca ou Km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						TRINCAS RODAS		Observações:	
			ISOLADAS					INTERLIGADAS					PLÁSTICO		CONSOLIDADO								TRI mm	TRE mm		
			FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC - 2		FC - 3			ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4	O 5	P 5	E 5	EX 6	D 7				R 8
						J 2	TB 2	JE 3	TBE 3																	
106				X	X																		X	X	15	
107						X	X																X	X		
108																							X	X		
109																							X	X	10	
110				X		X																	X	X		
111						X				X													X	X		
112																							X	X		
113				X		X								X				X					X	X	18	
114						X				X									X				X	X	21	
115																							X	X		
116						X																	X	X		
117						X																	X	X		
118														X									X	X	10	
119				X		X	X			X						X							X	X		
120				X		X																	X	X	10	
121				X						X		X											X	X		
122				X		X						X											X	X	16	
123						X														X			X	X	9	
124						X																	X	X		
125				X						X													X	X		
126				X		X																	X	X		

Fonte: autor (2018)

Quadro 12 - Inventário 7

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																											
RODOVIA: AVENIDA DANIEL DE LA TOUCHE										OPERADOR: ADRIANO RICARDO LINHARES										FOLHA 07							
TRECHO: SENTIDO 1										REVESTIMENTO TIPO: CBUQ																	
DATA:																											
Estaca ou Km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						TRINCAS RODAS		Observações:		
			ISOLADAS						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLIDADO								TRI mm	TRE mm			
			FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC - 2		FC - 3		ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4	O 5	P 5	E 5	EX 6	D 7	R 8					
						J 2	TB 2	JE 3	TBE 3																		
127				X																				X	X		
128													X											X	X		7
129				X			X																	X	X		3
130																								X	X		5
131							X	X																X	X		
132								X																X	X		
133				X			X						X											X	X		
134				X																				X	X		
135						X					X													X	X		4
136																								X	X		
137				X	X		X	X																X	X		
138											X													X	X		
139				X			X					X												X	X		
140				X																				X	X		
141							X	X																X	X		
142				X			X																	X	X		
143							X												X					X	X		
144				X			X													X				X	X		
145																			X					X	X		
146																								X	X		
147							X	X																X	X		

Fonte: autor (2018)

Quadro 13 - Inventário 8

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																									
RODOVIA: AVENIDA DANIEL DE LA TOUCHE										OPERADOR: ADRIANO RICARDO LINHARES										FOLHA 08					
TRECHO: SENTIDO 1										REVESTIMENTO TIPO: CBUQ															
DATA:																									
Estaca ou Km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						TRINCAS RODAS		Observações:
			ISOLADAS					INTERLIGADAS					PLÁSTICO		CONSOLIDADO								TRI mm	TRE mm	
			FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC - 2		FC - 3			ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4	O 5	P 5	E 5	EX 6	D 7			
						J 2	TB 2	JE 3	TBE 3																
148						X												X					X	X	
149						X																	X	X	
150								X													X		X	X	5
151				X		X	X					X											X	X	
152						X					X	X											X	X	
153								X			X												X	X	
154											X							X					X	X	
155				X				X				X											X	X	
156								X															X	X	
157						X																	X	X	
158						X																	X	X	
159								X															X	X	
160																							X	X	
161				X				X			X												X	X	
162								X			X												X	X	
163				X			X																X	X	
164							X																X	X	
165						X					X												X	X	
166				X			X																X	X	
167																							X	X	
168								X			X												X	X	

Fonte: autor (2018)

Quadro 14 - Inventário 9

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																										
RODOVIA: AVENIDA DANIEL DE LA TOUCHE										OPERADOR: ADRIANO RICARDO LINHARES										FOLHA 09						
TRECHO: SENTIDO 1										REVESTIMENTO TIPO: CBUQ																
DATA:																										
Estaca ou Km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						TRINCAS RODAS		Observações:	
			ISOLADAS					INTERLIGADAS					PLÁSTICO		CONSOLIDADO								TRI mm	TRE mm		
			FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC - 2		FC - 3			ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4	O 5	P 5	E 5	EX 6	D 7				R 8
						J 2	TB 2	JE 3	TBE 3																	
169				X			X												X					X	X	
170							X	X																X	X	
171							X																	X	X	
172							X	X																X	X	
173																								X	X	
174										X														X	X	
175																								X	X	
176							X							X	X									X	X	
177				X			X	X																X	X	
178				X			X											X						X	X	
179																								X	X	
180																								X	X	
181							X	X																X		
182																								X	X	
183				X						X														X		
184				X			X																	X	X	
185				X			X			X														X	X	
186																								X	X	
187				X			X						X											X		
188																								X		
189																								X	X	

Fonte: autor (2018)

Quadro 15 - Inventário 10

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																									
RODOVIA: AVENIDA DANIEL DE LA TOUCHE										OPERADOR: ADRIANO RICARDO LINHARES										FOLHA 10					
TRECHO: SENTIDO 1										REVESTIMENTO TIPO: CBUQ															
DATA:																									
Estaca ou Km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS								AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS								TRINCAS RODAS		Observações:
			ISOLADAS				INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLIDADO										TRI	TRE	
			FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC - 2		FC - 3		ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4	O 5	P 5	E 5	EX 6	D 7	R 8	mm	mm	
						J 2	TB 2	JE 3	TBE 3																
190				X			X											X						X	
191							X	X																X	
192								X																X	
193							X	X																X	
194							X						X											X	
195										X														X	
196							X	X																X	
197							X	X		X														X	
198										X														X	
199				X	X		X	X																X	
200							X	X																X	
201																								X	
202																								X	
203																								X	
204																								X	
205							X						X											X	
206																							X	15	
207																						X		X	
208																						X		X	
209													X									X		X	
210							X															X		X	

Fonte: autor (2018)

Quadro 16 - Inventário 11

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																									
RODOVIA: AVENIDA DANIEL DE LA TOUCHE										OPERADOR: ADRIANO RICARDO LINHARES										FOLHA 11					
TRECHO: SENTIDO 1										REVESTIMENTO TIPO: CBUQ															
DATA:																									
Estaca ou Km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						TRINCAS RODAS		Observações:
			ISOLADAS						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLIDADO								TRI mm	TRE mm	
			FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC - 2		FC - 3		ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4	O 5	P 5	E 5	EX 6	D 7	R 8			
						J 2	TB 2	JE 3	TBE 3																
211						X	X																	X	
212						X	X																	X	
213																							X	X	
214				X	X	X	X									X	X						X	X	
215				X		X						X	X										X	X	
216										X													X		
217											X		X										X	X	
218				X		X	X																X		
219							X			X													X		
220				X		X	X																X		
221				X		X	X			X													X		
222										X													X	X	
223																							X		
224																							X		9
225																							X		
226																							X		
227						X	X																X		
228				X			X			X													X	X	
229				X			X																X		
230						X							X										X		
231																							X		

Fonte: autor (2018)

Quadro 17 - Inventário 12

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																										
RODOVIA: AVENIDA DANIEL DE LA TOUCHE										OPERADOR: ADRIANO RICARDO LINHARES										FOLHA 12						
TRECHO: SENTIDO 1										REVESTIMENTO TIPO: CBUQ																
DATA:																										
Estaca ou Km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						TRINCAS RODAS		Observações:	
			ISOLADAS						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLIDADO								TRI mm	TRE mm		
			FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC - 2		FC - 3		ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4	O 5	P 5	E 5	EX 6	D 7	R 8				
						J 2	TB 2	JE 3	TBE 3																	
232																			X					X		
233																								X		X
234																								X		
235																			X					X		
236										X			X							X	X			X	X	
237																								X		
238				X			X													X				X	X	
239										X	X										X			X	X	
240																			X					X		
241																								X		
242												X	X											X	X	
243										X														X	X	
244						X																		X		
245																								X	X	
246										X														X		
247				X			X	X																X		
248				X			X							X										X	X	
249										X														X		
250												X							X					X	X	
251																								X	X	8
252					X																			X		

Fonte: autor (2018)



Quadro 18 - Inventário 13

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																													
RODOVIA: AVENIDA DANIEL DE LA TOUCHE										OPERADOR: ADRIANO RICARDO LINHARES										FOLHA 13									
TRECHO: SENTIDO 1										REVESTIMENTO TIPO: CBUQ																			
DATA:																													
Estaca ou Km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS								TRINCAS RODAS		Observações:		
			ISOLADAS						INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLIDADO										TRI mm	TRE mm			
			FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC - 2		FC - 3		ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4	O 5	P 5	E 5	EX 6	D 7	R 8							
									J 2	TB 2	JE 3	TBE 3																	
253														X										X		7,5	12		
254																								X					
255				X																				X					
256							X	X																X					
257				X			X							X										X		X			
258				X																				X		X			
259				X	X		X	X																X					
260				X			X																	X		X			
261																								X					
262				X			X																	X		10,5	3		
263																								X		X			
264																								X					
265																								X					
266				X			X																	X		X			
267																								X					
268						X	X	X																X					
269							X	X																X		X			
270																								X					
271																								X					
272																								X		X			
273					X			X																X					

Fonte: autor (2018)

Quadro 19 - Inventário 14

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO																										
RODOVIA: AVENIDA DANIEL DE LA TOUCHE										OPERADOR: ADRIANO RICARDO LINHARES										FOLHA 14						
TRECHO: SENTIDO 1										REVESTIMENTO TIPO: CBUQ																
DATA:																										
Estaca ou Km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS							AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						TRINCAS RODAS		Observações:				
			ISOLADAS				INTERLIGADAS			PLÁSTICO		CONSOLIDADO								TRI mm	TRE mm					
			FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC - 2		FC - 3		ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4	O 5	P 5	E 5				EX 6	D 7	R 8	
						J 2	TB 2	JE 3	TBE 3																	
274						X																	X			
275				X			X	X			X												X	X		
276											X												X			
277				X	X	X	X					X											X			
278				X										X					X				X	X		
279											X												X		17	10
280				X			X								X				X				X		27,5	18
281				X	X			X															X	X		
282				X							X												X			
283				X	X	X	X					X											X		5	10
284				X	X	X	X																X			
285											X												X			
286				X	X	X	X					X											X		11	9
287				X			X	X			X												X		10	11
288											X												X			
289												X					X	X					X		10	8
290																							X			
291											X												X	X		
292																							X			
293																							X			
294											X												X			

Fonte: autor (2018)

**APÊNDICE B – PLANILHAS DE ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL**

Quadro 20 - Segmento 1

PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)						LOCALIZAÇÃO	
TRECHO: SENTIDO 1			SUB-TRECHO:			Estação inicial: 1	Estação final: 49
DATA:			FOLHA:				
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA ABSOLUTA CONSIDERADA	FREQUÊNCIA RELATIVA (%)	FATOR DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL	OBSERVAÇÕES
1	(FC-1) FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	52	32	65,3	0,2	13,1	
2	(FC-2) J, TB	0	0	0,0	0,5	0,0	
3	(FC-3) JE, TBE	0	0	0,0	0,8	0,0	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	7	-	14,3	0,9	12,9	
5	O, P, E	2	-	4,1	1,0	4,1	
6	EX	0	-	0,0	0,5	0,0	
7	D	49	-	100,0	0,3	30,0	
8	R	11	-	22,4	0,6	13,5	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 1	TRI = 0,7	F = 0,85	(4/3)	1,1	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 6,2	TRiv = 7,9	Fv = 7,05	1	7,1	
<b>Nº TOTAL DE ESTAÇÕES</b>		n = 49	<b>ΣIND. GRAVID. IND. = IGG</b>			81,7	<b>CONCEITO: RUIM</b>
1A) IGI = F x 4/3 quando F ≤ 30			2A) IGI = FV x 1 quando FV ≤ 50			<b>OPERADOR</b>	Adriano Ricardo Linhares
						<b>CÁLCULO</b>	Adriano Ricardo Linhares
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) IGI = 50 quando FV > 50			<b>VISTO</b>	Ana Carolina da Cruz Reis

Fonte: autor (2018)

Quadro 21 - Segmento 2

PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)						LOCALIZAÇÃO	
TRECHO: SENTIDO 1			SUB-TRECHO:			Estação inicial: 50	Estação final: 98
DATA:			FOLHA:				
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA ABSOLUTA CONSIDERADA	FREQUÊNCIA RELATIVA (%)	FATOR DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL	OBSERVAÇÕES
1	(FC-1) FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	40	18	36,7	0,2	7,3	
2	(FC-2) J, TB	12	11	22,4	0,5	11,2	
3	(FC-3) JE, TBE	0	0	0,0	0,8	0,0	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	3	-	6,1	0,9	5,5	
5	O, P, E	3	-	6,1	1,0	6,1	
6	EX	0	-	0,0	0,5	0,0	
7	D	49	-	100,0	0,3	30,0	
8	R	15	-	30,6	0,6	18,4	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 0,5	TRI = 0,2	F = 0,35	(4/3)	0,5	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 2,4	TRIV = 1,3	Fv = 1,85	1	1,9	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n = 49	ΣIND. GRAVID. IND. = IGG			80,9	CONCEITO: RUIIM
1A) IGI = F x 4/3 quando F ≤ 30			2A) IGI = FV x 1 quando FV ≤ 50			OPERADOR	Adriano Ricardo Linhares
						CÁLCULO	Adriano Ricardo Linhares
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) IGI = 50 quando FV > 50			VISTO	Ana Carolina da Cruz Reis

Fonte: autor (2018)

Quadro 22 - Segmento 3

PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)						LOCALIZAÇÃO	
TRECHO: SENTIDO 1			SUB-TRECHO:			Estação inicial: 99	Estação final: 147
DATA:			FOLHA:				
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQÜÊNCIA ABSOLUTA	FREQÜÊNCIA ABSOLUTA CONSIDERADA	FREQÜÊNCIA RELATIVA (%)	FATOR DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL	OBSERVAÇÕES
1	(FC-1) FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	54	22	44,9	0,2	9,0	
2	(FC-2) J, TB	9	7	14,3	0,5	7,1	
3	(FC-3) JE, TBE	8	8	16,3	0,8	13,1	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	5	-	10,2	0,9	9,2	
5	O, P, E	4	-	8,2	1,0	8,2	
6	EX	1	-	2,0	0,5	1,0	
7	D	49	-	100,0	0,3	30,0	
8	R	48	-	98,0	0,6	58,8	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 1,1	TRI = 2,2	F = 1,65	(4/3)	2,2	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 29,5	TRIV = 9,9	Fv = 19,7	1	19,7	
<b>Nº TOTAL DE ESTAÇÕES</b>		n = 49	<b>ΣIND. GRAVID. IND. = IGG</b>			158,2	<b>CONCEITO: RUIM</b>
1A) IGI = F x 4/3 quando F ≤ 30			2A) IGI = FV x 1 quando FV ≤ 50			<b>OPERADOR</b>	Adriano Ricardo Linhares
						<b>CÁLCULO</b>	Adriano Ricardo Linhares
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) IGI = 50 quando FV > 50			<b>VISTO</b>	Ana Carolina da Cruz Reis

Fonte: autor (2018)

Quadro 23 - Segmento 4

PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)						LOCALIZAÇÃO	
TRECHO: SENTIDO 1			SUB-TRECHO:			Estação inicial: 148	Estação final: 196
DATA:			FOLHA:				
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA ABSOLUTA CONSIDERADA	FREQUÊNCIA RELATIVA (%)	FATOR DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL	OBSERVAÇÕES
1	(FC-1) FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	56	25	51,0	0,2	10,2	
2	(FC-2) J, TB	13	12	24,5	0,5	12,2	
3	(FC-3) JE, TBE	2	2	4,1	0,8	3,3	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	3	-	6,1	0,9	5,5	
5	O, P, E	6	-	12,2	1,0	12,2	
6	EX	0	-	0,0	0,5	0,0	
7	D	49	-	100,0	0,3	30,0	
8	R	38	-	77,6	0,6	46,5	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 0	TRI = 0,1	F = 0,05	(4/3)	0,215	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 0	TRIV = 0,5	Fv = 0,25	1	0,25	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n = 49	$\Sigma$ IND. GRAVID. IND. = IGG			120,5	CONCEITO: RUIM
1A) IGI = F x 4/3 quando F ≤ 30			2A) IGI = FV x 1 quando FV ≤ 50			<b>OPERADOR</b>	Adriano Ricardo Linhares
						<b>CÁLCULO</b>	Adriano Ricardo Linhares
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) IGI = 50 quando FV > 50			<b>VISTO</b>	Ana Carolina da Cruz Reis

Fonte: autor (2018)

Quadro 24 - Segmento 5

PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)						LOCALIZAÇÃO	
TRECHO: SENTIDO 1			SUB-TRECHO:			Estação inicial: 197	Estação final: 245
DATA:			FOLHA:				
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQÜÊNCIA ABSOLUTA	FREQÜÊNCIA ABSOLUTA CONSIDERADA	FREQÜÊNCIA RELATIVA (%)	FATOR DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL	OBSERVAÇÕES
1	(FC-1) FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	40	14	28,6	0,2	5,7	
2	(FC-2) J, TB	12	9	18,4	0,5	9,2	
3	(FC-3) JE, TBE	6	4	8,2	0,8	6,5	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	3	-	6,1	0,9	5,5	
5	O, P, E	8	-	16,3	1,0	16,3	
6	EX	0	-	0,0	0,5	0,0	
7	D	49	-	100,0	0,3	30,0	
8	R	14	-	28,6	0,6	17,1	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 0	TRI = 0,7	F = 0,35	(4/3)	0,5	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 0	TRiv = 7,6	Fv = 3,6	1	3,6	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n = 49	$\Sigma$ IND. GRAVID. IND. = IGG			94,5	CONCEITO: RUIM
1A) IGI = F x 4/3 quando F ≤ 30			2A) IGI = FV x 1 quando FV ≤ 50			OPERADOR	Adriano Ricardo Linhares
						CÁLCULO	Adriano Ricardo Linhares
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) IGI = 50 quando FV > 50			VISTO	Ana Carolina da Cruz Reis

Fonte: autor (2018)



Quadro 25 - Segmento 6

PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)						LOCALIZAÇÃO	
TRECHO: SENTIDO 1			SUB-TRECHO:			Estação inicial: 246	Estação final: 294
DATA:			FOLHA:				
ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA ABSOLUTA CONSIDERADA	FREQUÊNCIA RELATIVA (%)	FATOR DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL	OBSERVAÇÕES
1	(FC-1) FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	59	18	36,7	0,2	7,3	
2	(FC-2) J, TB	14	14	28,6	0,5	14,3	
3	(FC-3) JE, TBE	2	2	4,1	0,8	3,3	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	7	-	14,3	0,9	12,9	
5	O, P, E	5	-	10,2	1,0	10,2	
6	EX	0	-	0,0	0,5	0,0	
7	D	49	-	100,0	0,3	30,0	
8	R	15	-	30,6	0,6	18,4	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 1,7	TRI = 2,2	F = 1,95	(4/3)	2,6	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 16,9	TRIV = 29	Fv = 22,95	1	23,0	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n = 49	ΣIND. GRAVID. IND. = IGG			121,9	CONCEITO: <b>RUIM</b>
1A) IGI = F x 4/3 quando F ≤ 30			2A) IGI = FV x 1 quando FV ≤ 50			<b>OPERADOR</b>	Adriano Ricardo Linhares
						<b>CÁLCULO</b>	Adriano Ricardo Linhares
1B) IGI = 40 quando F > 30			2B) IGI = 50 quando FV > 50			<b>VISTO</b>	Ana Carolina da Cruz Reis

Fonte: autor (2018)