

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

SEBASTIÃO ATHAYDE BEZERRA

**Análise Comparativa entre Levantamentos Visuais Contínuos pelos métodos manual e semiautomático em Pavimento Flexível**

Maceió-AL,

2022

SEBASTIÃO ATHAYDE BEZERRA

**Análise Comparativa entre Levantamentos Visuais Contínuos pelos métodos manual e semiautomático em Pavimento Flexível**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora - Prof.<sup>a</sup> Aline Calheiros Espindola

Maceió-AL

2022

**Catálogo na Fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

B574a Bezerra, Sebastião Athayde.

Análise comparativa entre levantamentos visuais contínuos pelos métodos manual e semiautomático em pavimento flexível / Sebastião Athayde Bezerra. – Maceió, 2022.

78 f. : il., grafs. e tabs. color.

Orientador: Jobson de Araújo Nascimento .

Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2022.

Bibliografia: f. 66-68.

Apêndices: f. 69-78.

1. Levantamento visual contínuo (Pavimentos flexíveis). 2. Levantamento manual (Pavimentos flexíveis). 3. Levantamento semiautomático (Pavimentos flexíveis). 4. Pavimentos - Defeitos. I. Título.

CDU: 625.021

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Domingos Sávio e Claudia Maria, pelo amor, carinho, auxílio, companheirismo e incentivo a minha formação e a todas as etapas e percalços que tive em toda minha vida.

Aos meus irmãos, Cleane, Milton e Clara, que trouxeram alegria, amizade e bons momentos, principalmente quando estivemos longe de nossos pais e da nossa cidade natal.

Aos meus amigos das cidades de Delmiro Gouveia, Maceió, Água Branca e Palmeira dos Índios pela amizade durante todos esses anos.

A professora Aline Calheiros pela ajuda e atenção durante a orientação deste trabalho.

Aos meus colegas de classe do curso de engenharia civil pela união durante toda esta nossa jornada.

Aos docentes e demais colaboradores da UFAL e, em especial, da unidade de ensino do CTEC por proporcionarem um excelente ambiente dedicado a formação de bons profissionais.

## RESUMO

Um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) é um conjunto de ferramentas desenvolvidas para auxiliar no processo de tomada de decisão na gestão da qualidade, nas intervenções e manutenções de um pavimento. Dentro de um SGP, existem as avaliações das condições do pavimento, que são as atividades que alimentam o sistema com dados referentes a históricos – de implementações, manutenções e restaurações-, orografia da região, características regionais e condições estruturais, funcionais e operacionais de uma via. As avaliações podem ser realizadas manualmente e automatizadas (semiautomática e automática), havendo diferenças relacionadas a contratação de mão de obra, tempo de execução e processamento de dados, quantitativo de equipamentos e custo. Sendo assim, o presente trabalho propõe-se a verificar a viabilidade da avaliação da condição de superfícies de pavimentos flexíveis de forma semiautomática com um Levantamento Visual Contínuo, comparando-a com uma avaliação manual. Os levantamentos foram executados na BR-424/AL entre os quilométricos 92 e 108, totalizando 16 km de pavimento avaliado. O levantamento manual ocorreu a partir da visualização direta dos defeitos e da condição do pavimento em campo, enquanto que o semiautomático se deu através da gravação em vídeo do revestimento. Os resultados apontaram fortes similaridades entre as conceituações dos segmentos da rodovia em ambos levantamentos. Evidenciando que o levantamento semiautomático é uma alternativa viável e confiável para ser aplicada, podendo apresentar grandes reduções do custo associado as avaliações.

**Palavras-chave - levantamento visual contínuo; manual; semiautomático; avaliação; pavimento; flexível; defeitos.**

## ABSTRACT

A Pavement Management System (PMS) is a set of tools developed to assist in the decision-making process in quality management, interventions and maintenance of a pavement. Within an PMS, there are assessments of pavement conditions, which are the activities that feed the system with data referring to history of implementation, maintenance and restoration, orography of the region, regional characteristics and structural, functional and operational conditions of a highway. Assessments can be performed manually and automated (semi-automatic and automatic), with differences related to the hiring of labor, execution and data processing time, quantity of equipment and cost. Therefore, the present work proposes to verify the feasibility of evaluating the condition of flexible pavement surfaces in a semi-automatic way with a Continuous Visual Survey, comparing it with a manual evaluation. The surveys were carried out on BR-424/AL between the kilometers 92 and 108, totaling 16 km of evaluated pavement. The manual survey took place from the direct visualization of the defects and the condition of the pavement in the field, while the semi-automatic one took place through the video recording of the runway coating. The results showed strong similarities between the conceptualizations of the highway segments in both surveys. Evidencing that the semi-automatic survey is a viable and reliable alternative method to be applied, and can present great reductions in the cost associated with the evaluations.

**Keywords** - continuous visual survey; evaluation; manual; semi-automatic; pavement; flexible; defects.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 01 - Aumento do custo operacional devido a qualidade da via por região ..... | 14 |
| Figura 02 - Condição da superfície do pavimento da malha total do Brasil .....      | 15 |
| Figura 03 - Ilustração das camadas de um pavimento.....                             | 18 |
| Figura 04 - Camadas de um pavimento flexível.....                                   | 19 |
| Figura 05 - Sistema de Gerência de Pavimentos .....                                 | 20 |
| Figura 06 - Buraco em um pavimento .....  | 21 |
| Figura 07 - Execução de um remendo .....  | 22 |
| Figura 08 - Trinca isolada transversal .....  | 23 |
| Figura 09 - Trinca isolada longitudinal .....                                       | 23 |
| Figura 10 - Trinca tipo “Couro de Jacaré” .....                                     | 24 |
| Figura 11 - Trinca tipo “Bloco”.....  | 24 |
| Figura 12 - Afundamento plástico localizado.....                                    | 25 |
| Figura 13 - Afundamento de consolidação em trilha de roda.....                      | 25 |
| Figura 14 - Ondulações na pista .....   | 26 |
| Figura 15 - Desgaste em rodovia.....  | 26 |
| Figura 16 - Exsudação .....   | 27 |
| Figura 17 - Escorregamento de massa.....  | 27 |
| Figura 18 - Viga Benkelman usada em campo.....                                      | 29 |
| Figura 19 - Medidor tipo-resposta para IRI.....                                     | 30 |
| Figura 20 - Pêndulo Britânico .....   | 31 |
| Figura 21 - Realização do teste da Mancha de Areia .....                            | 31 |
| Figura 22 - Simulador do IPR no Rio de Janeiro .....                                | 32 |
| Figura 23 - Mapa de localização da BR424 .....                                      | 34 |
| Figura 24 - Veículo utilizado.....  | 35 |
| Figura 25 - Câmera usada no levantamento semiautomático .....                       | 36 |
| Figura 26 - Registro durante levantamento semiautomático .....                      | 38 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 27 - Filmagem referenciada através de coordenadas .....       | 38 |
| Figura 28 - Ferramenta de velocidade de reprodução .....             | 39 |
| Figura 29 - Desgaste no Km 92,47 no lado direito.....                | 44 |
| Figura 30 - Trinca isolada no Km 92,2 no lado direito .....          | 44 |
| Figura 31 - Trinca isolada no Km 105,19 no lado direito .....        | 45 |
| Figura 32 - Trina do tipo couro de Jacaré no Km 105,15.....          | 45 |
| Figura 33 - Trinca Jacaré com buraco no Km 92,42 .....               | 46 |
| Figura 34 - Panela no pavimento no Km 92,65 .....                    | 46 |
| Figura 35 - Buraco em remendo no Km 105,51 .....                     | 47 |
| Figura 36 - Remendos, buraco e trincas no Km 93,18 .....             | 47 |
| Figura 37 - Trincas jacaré e remendo no Km 105 no lado esquerdo..... | 48 |
| Figura 38 - Trinca Jacaré no Km 104 no lado esquerdo.....            | 48 |
| Figura 39 - Trincas jacaré com buracos no Km 92,1 .....              | 49 |
| Figura 40 - Buraco com trincas no Km 92,7 .....                      | 49 |
| Figura 41 - Buraco no Km 92,4 no lado direito.....                   | 50 |
| Figura 42 - Trinca isolada entre os quilômetros 95 e 96 .....        | 50 |
| Figura 43 - Remendo no Km 93 no lado direito.....                    | 51 |
| Figura 44 - Faixa ocultada devido a sombra de uma árvore.....        | 59 |
| Figura 45 - Faixa com tráfego lento de veículos .....                | 59 |
| Figura 46 - Marca de pneu com coloração semelhante a remendo .....   | 60 |
| Figura 47 - Sujeira na via que dificulta o levantamento.....         | 60 |



## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| Tabela 01 - Estado de qualidade do pavimento por região.....                        | 15 |
| Tabela 02 - Exemplos de classificações das avaliações .....                         | 32 |
| Tabela 03 - Referência de registro.....   | 37 |
| Tabela 04 - Valores do ICPF.....  | 40 |
| Tabela 05 - Valores dos pesos para o cálculo do IGGE .....                          | 40 |
| Tabela 06 - Valores das frequências para o cálculo do IGGE.....                     | 41 |
| Tabela 07 - Valores do IES .....  | 42 |
| Tabela 08 - Localização dos defeitos .....  | 43 |
| Tabela 09 - Presença dos defeitos nos segmentos da rodovia .....                    | 43 |
| Tabela 10 - Frequência dos defeitos encontrados no levantamento manual .....        | 52 |
| Tabela 11 - Formulário do levantamento manual.....                                  | 53 |
| Tabela 12 - Cálculo do IGGE pelo levantamento manual.....                           | 54 |
| Tabela 13 - Obtenção do IES pelo levantamento manual .....                          | 54 |
| Tabela 14 - Formulário do levantamento semiautomático .....                         | 56 |
| Tabela 15 - Frequência dos defeitos encontrados no levantamento semiautomático..... | 57 |
| Tabela 16 - Cálculo do IGGE pelo levantamento semiautomático .....                  | 58 |
| Tabela 17 - Índices e conceitos dos segmentos no levantamento semiautomático .....  | 58 |
| Tabela 18 - Resultados dos levantamentos.....                                       | 62 |
| Tabela 19 - Frequências dos defeitos nos levantamentos.....                         | 63 |
| Tabela 20 - Diagrama unifilar dos levantamentos.....                                | 64 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|       |  |
|-------|--|
| CNT   | Confederação Nacional do Transporte                        |
| DNIT  | Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes     |
| IMD   | International Institute for Management Development         |
| SGP   | Sistema de Gerência de Pavimentos                          |
| LVC   | Levantamento Visual Contínuo                               |
| GPS   | Global Position System                                     |
| VSA   | Valor de Serventia Atual                                   |
| DNER  | Departamento Nacional de Estradas e Rodagem                |
| ISC   | Índice de Suporte Califórnia                               |
| IRI   | International Roughness Index                              |
| IPR   | Instituto de Pesquisas em Transportes                      |
| USP   | Universidade de São Paulo                                  |
| ASTM  | American Society for Testing and Materials                 |
| AFNBR | Associação Francesa de Normalização                        |
| ICPF  | Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos |
| IGGE  | Índice de Gravidade Global Expedito                        |
| IES   | Índice do Estado de Superfície do Pavimento                |
| HD    | High Definition  |
| MQV   | Marcos Quilométricos Virtuais                              |
| IGG   | Índice de Gravidade Global                                 |

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO.....                                    | 14 |
| 1.1 Comentários iniciais .....                        | 14 |
| 1.2. Objetivos.....                                   | 16 |
| 1.2.1 Objetivo geral .....                            | 16 |
| 1.2.2 Objetivos específicos.....                      | 16 |
| 1.3. Justificativa.....                               | 17 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA .....                        | 17 |
| 2.1 Pavimentos flexíveis.....                         | 17 |
| 2.2 Sistema de gerência de pavimentos .....           | 19 |
| 2.3 Defeitos em pavimentos flexíveis.....             | 20 |
| 2.3.1 Panelas .....                                   | 21 |
| 2.3.2 Remendos .....                                  | 21 |
| 2.3.3 Fissuras .....                                  | 22 |
| 2.3.4 Trincas isoladas .....                          | 22 |
| 2.3.5 Trincas tipo “Couro de Jacaré”.....             | 23 |
| 2.3.6 Trincas tipo “Bloco”.....                       | 24 |
| 2.3.7 Afundamentos.....                               | 24 |
| 2.3.8 Ondulações .....                                | 25 |
| 2.3.9 Desgaste.....                                   | 26 |
| 2.3.10 Exsudação.....                                 | 26 |
| 2.3.11 Escorregamento .....                           | 27 |
| 2.4 Métodos de avaliação do pavimento.....            | 27 |
| 2.4.1 Levantamento visual contínuo.....               | 32 |
| 3. MÉTODO .....                                       | 33 |
| 3.1 Estudo de caso .....                              | 33 |
| 3.2 Equipamentos .....                                | 34 |
| 3.3 Levantamento manual.....                          | 36 |
| 3.4 Levantamento semiautomático .....                 | 37 |
| 3.5 Determinação dos índices .....                    | 39 |
| 4. RESULTADOS .....                                   | 42 |
| 4.1 Levantamento dos defeitos .....                   | 43 |
| 4.2 Levantamento manual.....                          | 51 |
| 4.3 Levantamento semiautomático .....                 | 55 |
| 4.3.1 Empecilhos no levantamento semiautomático ..... | 59 |
| 4.4 Análise comparativa dos levantamentos.....        | 61 |

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES ..... | 64 |
| REFERÊNCIAS .....               | 67 |
| Anexo I.....                    | 70 |
| Anexo II.....                   | 71 |

# 1. INTRODUÇÃO

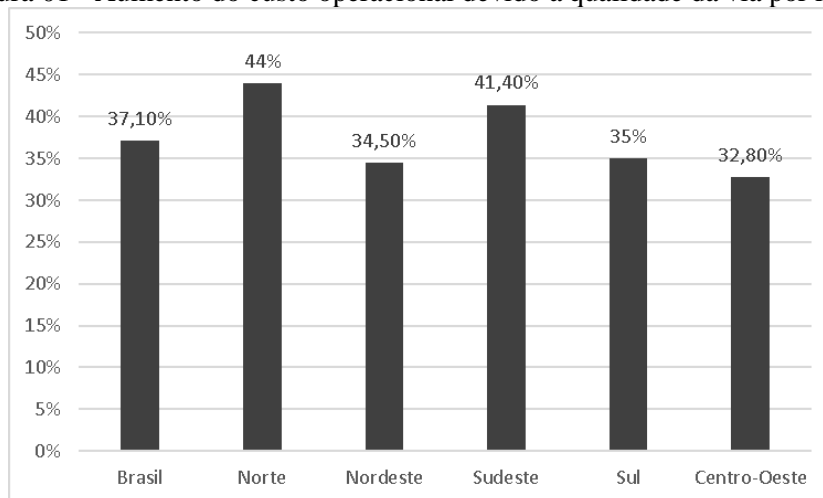
## 1.1 Comentários iniciais

O Brasil possui uma malha rodoviária de 1.720.909 km de extensão, porém apenas 12,4% desta extensão era pavimentada, 9,1% estava em fase de planejamento e 78,5% não era pavimentada. O modal rodoviário foi responsável por 95% da movimentação dos passageiros e 65% do transporte de cargas em 2022 (CNT, 2022).

De acordo com a CNT (2021), as falhas nas vias levam ao aumento das emissões de gases por parte dos veículos. Em pontos críticos da rodovia, o condutor necessita executar mais frenagens, prejudicando a vida útil dos freios, pneus e suspensão. Ademais, defeitos na superfície do pavimento levam ao aumento de vibração do veículo, podendo danificar a parte mecânica automotiva e ocasionar acidentes. Além disto, a velocidade média é reduzida, pois o veículo enfrenta descontinuidades na pista que ocasionam alternância entre aceleração e frenagem com grandes variações de rotações por minuto do motor. Somados tais problemas, acarretam maior consumo de combustível (consequentemente aumentando o custo energético e a emissão de gases), os caminhões e os ônibus precisam de manutenções com mais frequência, levando a redução da vida útil dos componentes automotivos.

Ainda segundo a CNT (2022), a redução da qualidade do pavimento ou a ausência de um pavimento adequado possui um impacto negativo na operação do serviço de transporte. Uma via com uma ocorrência grande de defeitos aumenta os custos com a manutenção do veículo, a solicitação do motor e o consumo de combustíveis. O aumento médio do custo operacional do transporte rodoviário causado exclusivamente pela qualidade do pavimento brasileiros é de 33,1%, como mostrado na Figura 01.

Figura 01 - Aumento do custo operacional devido a qualidade da via por região



Fonte: CNT (2022)

Considerando o critério da qualidade do pavimento, apresentado na Tabela 01, dentre as 5 regiões do Brasil, a região Norte possui o maior percentual de rodovias em péssimo estado, chegando a ordem de 15%, seguida pelas regiões Nordeste (9%); Sudeste (4%); Centro-Oeste (3%) e Sul (3%). Conseqüentemente, a região Norte é aquela que apresenta o maior custo operacional. Quanto as regiões com rodovias em estado ruim, a ainda Norte possui o maior percentual (27,1%), seguida pela Nordeste (20%), Sudeste (17,5%), Sul (16,12%) e Centro-Oeste (15,17%). (CNT, 2022).

Tabela 01 - Estado de qualidade do pavimento por região

| Região       | Estado Geral (km) |        |         |        |         |         | Percentual de Estado Péssimo |
|--------------|-------------------|--------|---------|--------|---------|---------|------------------------------|
|              | Ótimo             | Bom    | Regular | Ruim   | Péssimo | Total   |                              |
| Brasil       | 9.421             | 28.149 | 44.910  | 20.696 | 7.157   | 110.333 | 6%                           |
| Norte        | 328               | 2.532  | 5.087   | 3.725  | 2.073   | 13.745  | 15%                          |
| Nordeste     | 989               | 7.496  | 12.328  | 5.922  | 2.802   | 29.537  | 9%                           |
| Sudeste      | 5.295             | 8.110  | 10.260  | 5.297  | 1335    | 30.297  | 4%                           |
| Sul          | 1.687             | 4.804  | 8.679   | 3.009  | 491     | 18.670  | 3%                           |
| Centro-Oeste | 1.122             | 5.207  | 8.556   | 2.743  | 456     | 18.084  | 3%                           |

Fonte: CNT (2022)

Da extensão da malha rodoviária brasileira, apenas 8,9% encontra-se em perfeito estado e 91,1% apresentam algum tipo de defeito, sendo o desgaste do pavimento o tipo de defeito mais frequente nas rodovias, estando presente em uma extensão de 50,5%, seguido pelo trincamento e remendo, presentes em 35% da extensão, conforme pode ser observado da Figura 02 (CNT, 2022).

Figura 02 - Condição da superfície do pavimento da malha total do Brasil

| Condição da superfície do pavimento | Extensão total |              |
|-------------------------------------|----------------|--------------|
|                                     | km             | %            |
| Perfeito                            | 9.770          | 8,9          |
| Desgastado                          | 55.679         | 50,5         |
| Trincas em malha/remendos           | 38.618         | 35,0         |
| Afundamentos/ondulações/buracos     | 5.565          | 5,0          |
| Destruído                           | 700            | 0,6          |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>110.332</b> | <b>100,0</b> |

Fonte: CNT (2022)

Na edição de 2022 do Anuário Internacional de Competitividade, realizado pelo Instituto Internacional de Desenvolvimento Gerencial (IMD), o Brasil ocupou o 53º lugar entre 63 países no critério de infraestrutura, um fator utilizado para a classificação no ranking de competitividade econômica, no qual o Brasil ocupou a 59ª posição, ficando a frente apenas da África do Sul, Mongólia, Argentina e Venezuela. O país ainda ficou atrás

de nações com economias muito menores a dele, como a Eslovênia, Hungria, Filipinas e Botsuana

Segundo o DNIT (2006), a condição do pavimento evidencia o grau de deterioração ocasionado pela interação do pavimento com o meio ambiente e o tráfego. A determinação das condições (estruturais, de aderência, de rugosidade, das solicitações de tráfego ou, em especial, da superfície) do pavimento é possível através de avaliações que utilizam parâmetros normatizados como referências.

De acordo com KAFI (2012), a avaliação do pavimento é a informação de entrada essencial para um Sistema de Gerenciamento de Pavimento (SGP), a partir da avaliação obtém-se os principais tipos de defeitos, suas severidades e dimensões, podendo-se determinar os índices de condição do pavimento que possuem finalidade de nortear a tomada de decisão quanto à seleção de projetos prioritários, estratégias de manutenção e restauração, estimativa orçamentária, aplicação de recursos e programação de implementação dentro do SGP.

Segundo SANTOS *et al.* (2019), a ausência de planejamento da programação e escolha de técnicas e estratégias de intervenção, são algumas das principais dificuldades enfrentadas pelos gestores das redes do transporte rodoviário (urbanas ou não). Portanto, é fundamental a adoção de metodologias de avaliação que se adequem a necessidade de diagnóstico do pavimento, tendo em vista o seu nível particular de deterioração.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Verificar a viabilidade da avaliação da condição de superfícies de pavimentos flexíveis (Levantamento Visual Contínuo - LVC) de forma semiautomática.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Levantar os requisitos necessários para a realização do Levantamento Visual Contínuo (DNIT 008/2003 – PRO) de forma manual e semiautomática;
- Efetuar análise comparativa dos métodos de avaliação em um estudo de caso de rodovia rural;
- Identificar o segmento crítico e defeito crítico do estudo de caso;
- Analisar a viabilidade de migração de avaliação manual para semiautomática.

### **1.3. Justificativa**

A avaliação do pavimento além de ser uma das etapas fundamentais para um SGP, é o ponto de partida para as futuras tomadas de decisões do sistema e a principal fonte de dados que alimentam o SGP sobre a condição da malha viária em determinado momento. A avaliação, através dos diversos métodos de levantamento, permite a definição das condições funcionais, estruturais e operacionais dos pavimentos de cada um dos segmentos que compõem a malha viária (DNIT, 2011).

Segundo o DNIT (2011), há duas maneiras para a execução da avaliação visual da superfície do pavimento, a direta (manual) e a indireta (semiautomática e automática). A primeira deve ser executada por profissionais qualificados e experientes acerca dos defeitos em pavimentos, em veículo equipado com odômetro de precisão, GPS e sistema computacional para registro das ocorrências, este tipo de avaliação é essencialmente subjetivo e dependente da experiência e argúcia dos operadores.

A avaliação indireta é realizada através de sistema computacional, que permita o sequenciamento de imagens de alta definição, equipado com recursos de zoom, capaz de cadastrar as ocorrências em diversas configurações e que possibilite níveis de velocidade de reprodução progressiva e regressiva, sendo um tipo de avaliação caracteristicamente objetivo. Quando o tratamento das imagens e cadastro das ocorrências são feitos por um profissional, a avaliação é dita como semiautomática. As avaliações semiautomáticas e automáticas apresentam menores quantidades de mão de obra e tempos de levantamento e processamento de dados em comparação com as avaliações manuais. O custo da realização das avaliações manuais é sempre elevado, enquanto que as automatizadas são inicialmente elevadas devido a aquisição do equipamento computacional, sendo compensado futuramente pela reutilização do mesmo e pela possibilidade de redução da equipe técnica envolvida na operação (DNIT, 2011).

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

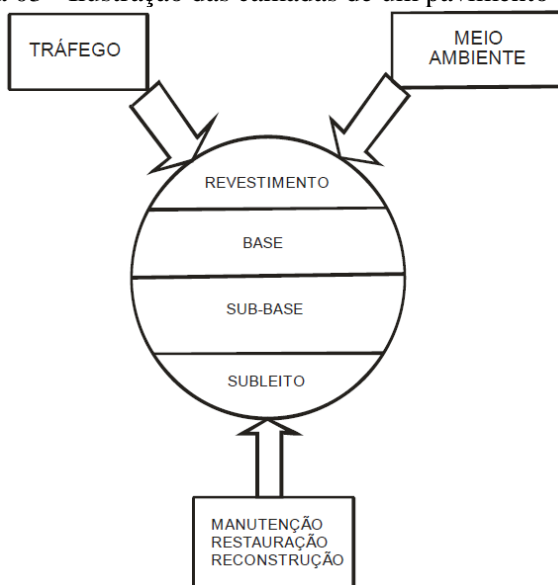
### **2.1 Pavimentos flexíveis**

Pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos, do clima e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança. (BERNUCCI, *et al.*, 2006).



De acordo com o DNIT (2006), o pavimento flexível possui camadas que sofrem deformações elásticas quando aplicado o carregamento, que se distribui em partes aproximadamente iguais para cada camada da estratificação, do tráfego. Geralmente, a configuração da estratificação do pavimento (Figura 03) é subleito, sub-base, base e revestimento (capa de rolamento e camada de ligação ou binder), podendo ou não ocorrer a camada de reforço do subleito a depender das características do subleito. Sendo o revestimento a camada que possui contato direto com as intempéries climáticas e com o uso dos usuários.

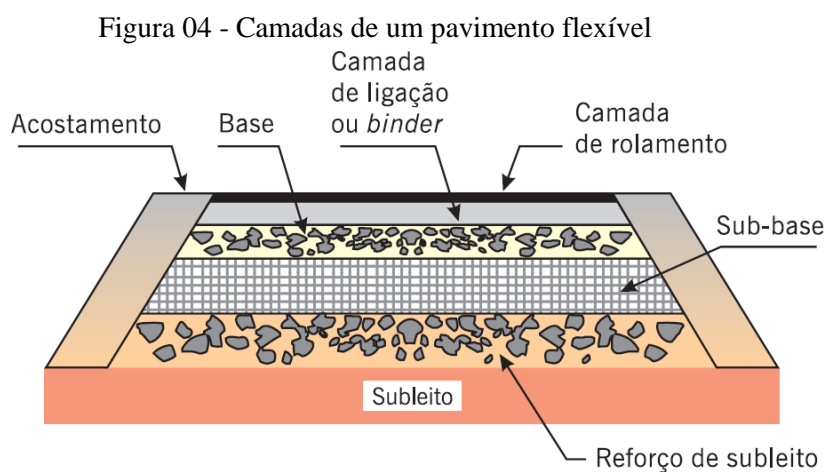
Figura 03 - Ilustração das camadas de um pavimento



Fonte: DNIT (2011)

O subleito é o terreno natural e atua como fundação para a estrutura do pavimento, apresentando características geométricas do projeto. O reforço do subleito trata-se de uma camada com características superiores ao encontrado no subleito e inferiores ao encontrado na camada de sub-base, sendo construída entre estas duas camadas e existindo apenas no caso do subleito não possuir as condições de suporte necessárias para o projeto. A sub-base é construída acima do reforço do subleito ou do próprio subleito e possui características inferiores a camada de base, sendo uma camada complementar a esta. A base possui a função de resistir aos esforços verticais provenientes do tráfego de veículos e distribuí-los até as camadas inferiores, não afetando a estrutura do projeto. A camada de ligação (binder) é composta por cimento asfáltico com agregados e tem o papel de unir o revestimento com a base. Por fim, o revestimento é a camada que recebe diretamente os esforços do tráfego, tem a destinação de melhorar a superfície de rodagem dando conforto e segurança, de resistir ao desgaste devido ao fluxo de veículos, mantendo sua

impermeabilização e protegendo as camadas inferiores (DNIT, 2006). A Figura 04 traz a configuração de uma estrutura de pavimento flexível contendo todas as camadas possíveis.



Fonte: BERNUCCI (2006)

## 2.2 Sistema de gerência de pavimentos

O Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) é uma ferramenta ou um conjunto delas que recebe diversas conceituações entre estudiosos, entretanto, sua função básica e diretrizes são conservadas em certo grau em todas elas. Algumas definições são contempladas a seguir:

O foco principal de um SGP é incrementar a eficiência das decisões tomadas pelos gestores de uma rede de vias qualquer, aumentando suas extensões e, simultaneamente, proporcionando o feedback dos resultados positivos e negativos daquelas decisões tomadas em diferentes níveis da mesma organização (HAAS et al., 1994).

Em suma, um SGP é um conjunto de ferramentas que facilitam o processo de tomada de decisão, sendo necessário o monitoramento constante e a coleta de dados que permitam a continuidade da alimentação de um banco de dados, viabilizando e embasando possíveis reavaliações dos critérios e concepções adotadas no pavimento. Utilizada para auxiliar a organização das atividades de manutenção a serem realizadas nas rodovias. Tais atividades propostas no sistema tem como objetivo a manutenção do melhor nível de serviço do pavimento e são executadas com o intuito de racionalizar o processo de solução dos problemas (CAUSIM, 2001).

Um SGP objetiva a otimização dos recursos investidos para a extração dos melhores retornos possíveis, pavimentos seguros, confortáveis e econômicos são fornecidos aos usuários ao final do processo, contemplando também a necessidade de

promover custos de operação, manutenção e reabilitação, com considerável aprimoramento das condições do pavimento (FERNANDES 2001).

De acordo com CAUSIM (2001), a implementação de um Sistema de Gerência de Pavimentos, pode apresentar algumas dificuldades, como a obtenção e armazenamento de dados referentes ao pavimento, sendo que os dados históricos estão mais suscetíveis a este problema. Além disso, a falta de destacamento de profissionais tecnicamente qualificados e o receio que a destinação de recursos financeiros para este fim sejam uma aplicação eficiente e sensata, são outras dificuldades enfrentadas durante a aplicação do sistema.

Segundo DNIT (2011), as atividades básicas de um SGP são agrupadas em grandes áreas, tais como: sistema de referência; avaliação dos pavimentos (compreende históricos de implementação manutenção e melhoramentos da rodovia; orografia da região; características regionais; condições funcionais e estruturais; além do tráfego das rodovias); determinação das propriedades e elaboração de um programa plurianual de investimentos. Um exemplo de SGP é mostrado na Figura 05.

Figura 05 - Sistema de Gerência de Pavimentos



Fonte: DNIT (2011)

### 2.3 Defeitos em pavimentos flexíveis

Segundo SEGRE (2019), os defeitos em pavimentos flexíveis são refletidos em prejuízos a continuidade da superfície de rolamento e podem ser originados por

imperfeições construtivas, ações do meio ambiente e pelas solicitações impostas pelo fluxo de automóveis. Os defeitos alteram negativamente as capacidades funcionais e estruturais do pavimento, comprometendo o conforto, segurança e serviço da estrutura. Diversos defeitos são abordados e definidos pela norma DNIT 005/2003 – TER.

### 2.3.1 Panelas

Panelas ou buracos são depressões no revestimento ocasionadas pelo deslocamento das camadas que podem provocar desagregações ao alcançar camadas inferiores (DNIT, 2003). Podem surgir devido à falta de aderência (imprimação errônea), trincas de fadiga, compactação insuficiente, presença de alta umidade no solo e fragmentação superficial localizada. A Figura 06 ilustra a ocorrência de um buraco.

Figura 06 - Buraco em um pavimento



Fonte: DNIT (2003)

### 2.3.2 Remendos

Os remendos (Figura 07) ocorrem quando panelas são preenchidas durante o serviço de “tapa buraco”. O remendo superficial é a solução dada pela execução de uma camada asfáltica sobre uma superfície localizada. O remendo é dito como profundo quando há substituição do revestimento e uma ou mais camadas inferiores, geralmente apresentam forma retangular (DNIT, 2003). Eles ainda podem indicar pontos de vulnerabilidade da via e ocasionar incômodos durante o rolamento, principalmente quando ocorre erros construtivos e uso de materiais de péssima qualidade.

Figura 07 - Execução de um remendo



Fonte: DNIT (2003)

### 2.3.3 Fissuras

São fendas capilares incipientes que não causam problemas ao revestimento no momento, não sendo consideradas quanto à gravidade nos métodos de avaliação das condições de superfície. Podem assumir as posições longitudinal, transversal ou oblíqua ao sentido da via, são observadas apenas a vista desarmada de uma distância inferior a 1,5 m (DNIT, 2003). Ocorrem por conta de compactação excessiva ou erros de dosagem que causam grande concentração de finos.

### 2.3.4 Trincas isoladas

Trincas são descontinuidades na superfície do revestimento observáveis a uma distância superior a 1,5 metros a uma vista desarmada. As trincas isoladas podem ser transversais (Figura 08), longitudinais (Figura 09) ou de retração e não apresentam conexões com outras trincas, sendo curtas quando sua extensão for inferior a 100 centímetros e longas em caso contrário. As trincas isoladas transversais possuem direção majoritariamente perpendicular ao eixo da via e as trincas isoladas longitudinais têm sua direção paralela ao eixo da via, ambas relacionadas ao fenômeno de fadiga do pavimento. A trinca isolada de retração é atribuída aos fenômenos de retração térmica do material do revestimento ou da base subjacente a este, defeito que não é encontrado no país, que este não possui grandes variações de temperatura ou ciclos de gelo/desgelo (DNIT, 2003). Estão relacionadas a propagação de trincas em camadas inferiores, recalques diferenciais,

juntas de separação de faixas má executadas e contrações da capa devido ao endurecimento do asfalto.

Figura 08 - Trinca isolada transversal



Fonte: DNIT (2003)

Figura 09 - Trinca isolada longitudinal



Fonte: DNIT (2003)

### 2.3.5 Trincas tipo “Couro de Jacaré”

Trincas que se interligam entre elas, formando uma malha (Figura 10), não apresentam direções principais e são as mais frequentes no território nacional. As erosões nas bordas podem não ocorrer ou até existir de forma acentuada (DNIT, 2003). As principais causas são o fim da vida útil do pavimento, dimensionamento errôneo, péssima qualidade ou falência da estrutura, capacidade de suporte do solo insuficiente e uso de asfalto duro.

Figura 10 - Trinca tipo “Couro de Jacaré”

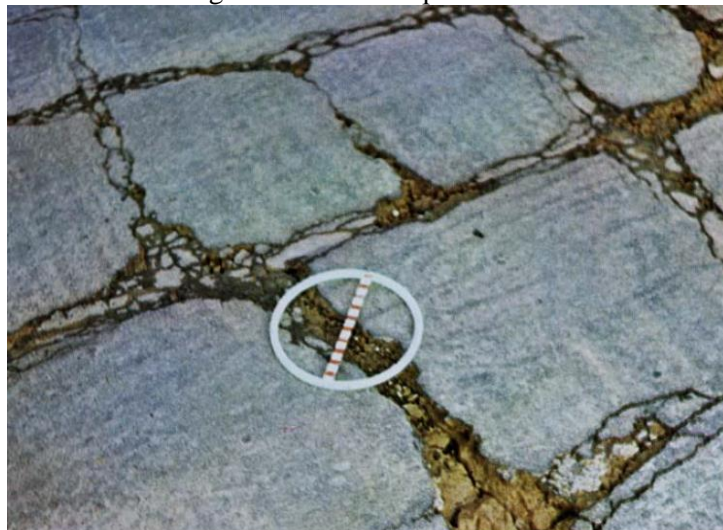


Fonte: DNIT (2003)

### 2.3.6 Trincas tipo “Bloco”

Caracterizados pelo aglomerado de trincas interligadas em configuração de blocos (Figura 11) formados por lados bem definidos, apresentando ou não, erosão acentuada nas bordas (DNIT, 2003). Ocorrem devido a variações de temperaturas e baixa resistência a tração da mistura usada.

Figura 11 - Trinca tipo “Bloco”



Fonte: DNIT (2003)

### 2.3.7 Afundamentos

Os afundamentos são depressões decorrentes de deformações permanentes que possuem, ou não, levantamento. O afundamento plástico (Figura 12) é ocasionado por erros de dosagem e pela fluência de uma ou mais camadas do revestimento ou do subleito,

havendo também solevamento. O afundamento de consolidação (Figura 13) é oriundo da falência dos dispositivos de drenagem, da compactação inadequada e de uma consolidação diferencial de uma ou mais camadas do revestimento ou do subleito, não apresenta solevamento (DNIT, 2003).

Figura 12 - Afundamento plástico localizado



Fonte: DNIT (2003)

Figura 13 - Afundamento de consolidação em trilha de roda



Fonte: DNIT (2003)

### 2.3.8 Ondulações

Ondulações ou corrugações, Figura 14, são deformações transversais na superfície da via em formato sugerido pelo nome, causadas por alta umidade no subleito e pouca estabilidade na mistura (DNIT, 2003).



Figura 14 - Ondulações na pista



Fonte: DNIT (2003)

### 2.3.9 Desgaste

Desgaste (Figura 15) é o fenômeno de remoção progressiva dos agregados que causa aspereza superficial do revestimento e ocasionado por vazios, água contida na mistura, pouca adesividade ou ligante e pelos esforços tangenciais do tráfego (DNIT, 2003).

Figura 15 - Desgaste em rodovia



Fonte: DNIT (2003)

### 2.3.10 Exsudação

A exsudação (Figura 16) ocorre pela movimentação do excesso de ligante asfáltico através do revestimento e causa acúmulo de ligante na superfície (DNIT, 2003).

Figura 16 - Exsudação



Fonte: DNIT (2003)

### 2.3.11 Escorregamento

O escorregamento (Figura 17) é o deslocamento relativo da camada de revestimento a camada posterior com fendas de forma semicircular, ocasionada por ausência ou má aplicação da pintura de ligação (DNIT, 2003).

Figura 17 - Escorregamento de massa



Fonte: DNIT (2003)

## 2.4 Métodos de avaliação do pavimento

Segundo o DNIT (2006), em seu Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos, para uma avaliação completa do pavimento é necessário realizar o estudo de algumas condições, sendo estas de superfície, estruturais, de rugosidade longitudinal, da aderência pneu/pavimento e das solicitações de tráfego.

A condição de superfície refere-se a parâmetros de qualidade, conforto e segurança de rolamento do veículo sobre a pista, não excluindo a necessidade de conhecer as patologias. Esta condição é, comumente, relacionada a sensação do usuário ao trafegar sobre a via e a quantificação dos defeitos presentes nesta.

As avaliações funcionais dizem respeito a ocorrência de defeitos na capa do pavimento e da conseqüente alteração no conforto ao rolamento, estas que podem ser divididas entre objetivas - análise decorrente da observação direta de defeitos - e subjetivas, análise da sensação de conforto de usuários ao trafegar na via (DNIT 2006).

Como exemplo de avaliação objetiva, temos a avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos, definida pela norma DNIT 006/2003 – PRO, que preconiza o cálculo de um índice combinado de falhas, o Índice de Gravidade Global (IGG), em função da incidência de defeitos para conceituar a condição da via. Este método inclui a coleta do afundamento nas trilhas de roda e o efeito da irregularidade longitudinal de forma indireta pela dispersão das flechas das trilhas de roda. A avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos, definida pela norma DNIT 009/2003 – PRO, visa a obtenção do Valor de Serventia Atual (VSA) que consiste de uma média de cinco atribuições numéricas, compreendidas em uma escala de 0 a 5, dada por cinco avaliadores quanto ao conforto do rolamento de um veículo trafegando em um trecho a um momento da vida de uma via.

As condições estruturais têm como objetivo embasar o projetista quanto a seleção e dimensionamento da solução mais eficaz de restauração, parâmetros como o módulo resiliência e o número estrutural modificado, são importantíssimos para a caracterização da capacidade estrutural do pavimento. A viga Benkelman é um equipamento utilizado para realizar medições deflectométricas, sendo largamente empregado na obtenção de parâmetros estruturais. As avaliações estruturais estão relacionadas a capacidade de resistir a cargas, fornecendo informações quanto à adequação estrutural, grau de restauração e para o dimensionamento da restauração (DNIT 2006).

Entre as avaliações estruturais, podemos citar a avaliação estrutural dos pavimentos flexíveis, pelos procedimentos A e B, definidas pelas normas DNER-PRO 010/79 e DNER-PRO 011/79, as quais surgem a partir da dificuldade de se obter a rigidez de todas as camadas do pavimento e subleito, já que a maioria dos pavimentos foram dimensionados através do Índice Suporte Califórnia (ISC). Os métodos permitem inferir os módulos de elasticidade das camadas do pavimento e subleito por interpretação das

bacias de deformação (Retroanálise), os módulos de elasticidades são obtidos a partir das deflexões usualmente determinadas pela Viga Benkelman (Figura 18).

Figura 18 - Viga Benkelman usada em campo



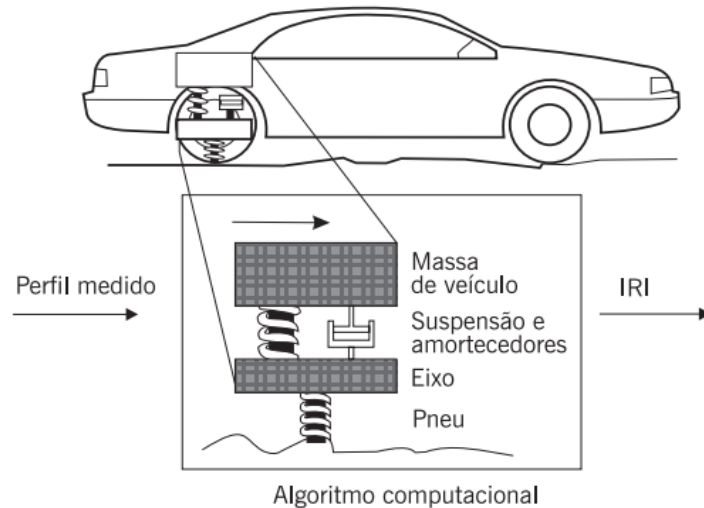
Fonte: BERNUCCI *et al.* (2006)

Os métodos possibilitam a obtenção dos módulos nas condições de campo; minimizam o número de sondagens para determinação das espessuras e coletas de amostras para determinação dos parâmetros desejados; os ensaios não-destrutivos são menos onerosos e demorados do que os destrutivos e possibilitam o uso pleno da bacia.

As condições de rugosidade longitudinais contemplam todos os desvios que a superfície da pista sofre em relação ao plano de referência, os quais serão determinados e definidos como uma irregularidade longitudinal através do Índice de Irregularidade Internacional (IRI). Estes desvios podem ser relacionados a erros construtivos e intempéries climáticas, reduzindo a qualidade de rolamento, a dinâmica dos veículos, a drenagem superficial e a ação das cargas móveis atuantes (DNIT 2006).

A medição da irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores IPR/USP e maysmeter, definida pela norma DNER-PRO 182/94, é feita para adquirir informações referentes a esta condição. Com uso de um veículo de passeio médio equipado com sensor de deslocamento vertical e quantificador de irregularidade desenvolvidos pelas instituições IPR (Instituto de Pesquisas Rodoviárias) e USP (Universidade de São Paulo), a superfície da rodovia é percorrida e as leituras das medições são registradas. O medidor nesse tipo de avaliação é denominado de medidor tipo-resposta, a Figura 19 ilustra o funcionamento deste modelo.

Figura 19 - Medidor tipo-resposta para IRI



Fonte: BERNUCCI (2006)

A condição de aderência pneu/pavimento é a propriedade do pavimento que garante a aderência e atrito entre a sua superfície e os pneus dos veículos, vias que possuem essa propriedade reduzida necessitam de intervenções ágeis com o intuito de evitar o aumento dos índices de acidentes. As avaliações de segurança dizem respeito a interação do veículo com o pavimento, como a aderência pneu/revestimento em diferentes situações (DNIT 2006).

Dentro da avaliação da segurança de uma via, dois métodos de verificação da aderência são largamente empregados. O primeiro deles é o Método de Pendulo Britânico, da norma ASTM E.303, o qual é utilizado para avaliar o Efeito de Hidroplanagem. O Pêndulo Britânico (Figura 20) é um pêndulo dinâmico de impacto usado para medir a perda de energia quando uma borda deslizante de borracha é impulsionada sobre a superfície testada. Os Valores de Resistência à Derrapagem representam as propriedades de atrito/fricção do pavimento.

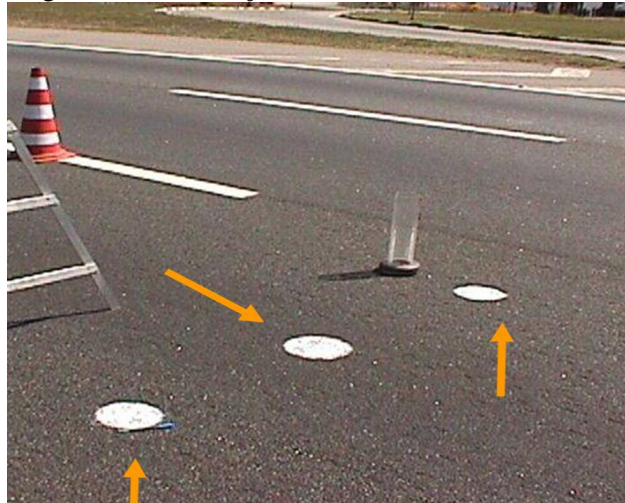
O segundo método é o da mancha de areia (Figura 21), que segue a diretriz AFNBR NF-P.98-216-7, que verifica o atrito existente na capa e que consiste em espalhar um volume conhecido de microesferas de vidro padronizadas na superfície do revestimento, em movimentos circulares com auxílio de um disco de borracha. Após o espalhamento, um círculo cobre uma área sobre o pavimento, medem-se quatro diâmetros, posicionados a 0°, 45°, 90°, 135°. Calcula-se, então, o diâmetro médio do círculo formado pela área coberta por areia.

Figura 20 - Pêndulo Britânico



Fonte: BERNUCCI (2006)

Figura 21 - Realização do teste da Mancha de Areia



Fonte: BERNUCCI (2006)

Sobre as solicitações do tráfego, um estudo de tráfego é primordial para diagnosticar o atual estado do pavimento por meio das solicitações impostas pelo fluxo de automóveis e aferir a ocorrência de uma demanda crescente, é possível identificar quais as melhores soluções a serem aplicadas dessas análises, destaca-se que o uso de simuladores de tráfego, como o da Figura 22, que são grandes equipamentos usados para obter dados sobre as futuras solicitações que vão incidir sobre o pavimento (DNIT 2006).

Figura 22 - Simulador do IPR no Rio de Janeiro



Fonte: BERNUCCI (2006)

A Tabela 02 traz exemplos de avaliações de pavimento dos tipos citados e definidas em normas.

Tabela 02 - Exemplos de classificações das avaliações

| Avaliação  | Tipo      | Norma               | Título   |
|------------|-----------|---------------------|--|
| Estrutural | -         | DNER-PRO 010/79     | Avaliação Estrutural dos Pavimentos Flexíveis - Procedimento A                                     |
|            | -         | DNER-PRO 011/79     | Avaliação Estrutural dos Pavimentos Flexíveis - Procedimento B                                     |
| Funcional  | Objetiva  | DNER-PRO 182/94     | Medição da irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores IPR/USP e maysmeter |
|            |           | DNIT 006/2003 - PRO | Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos                            |
|            |           | DNIT 008/2003 - PRO | Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos   |
|            | Subjetiva | DNIT 009/2003 - PRO | Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos                           |
| Segurança  | -         | ASTM E.303          | Método de Pendulo Britânico  |
|            | -         | AFNBR NF-P.98-216-7 | Método da Mancha de areia  |

Fonte: Autor (2022)

#### 2.4.1 Levantamento visual contínuo

O Levantamento visual contínuo (LVC) usado na avaliação da superfície de pavimentos asfálticos (DNIT 008/2003 – PRO) foi o método escolhido para o trabalho, pois este é um apanhando dos procedimentos da avaliação objetiva (DNIT 007/2003-PRO) e subjetiva (DNIT 009/2003-PRO), ou seja, é um método que possui critérios bem definidos e quantitativos para apreciação, diferentemente do levantamento subjetivo que além de não ser possível de sua aplicação de forma semiautomática, ainda é ausente de métricas para a comparação entre diferentes formas de levantamento. O método também

não é complexo em relação aos cálculos realizados, sendo possível treinar facilmente os colaboradores participantes, e não é oneroso como outros métodos são, os quais requerem a aquisição ou obtenção de equipamentos específicos como vigas benkelman e treliças padronizadas.

O levantamento visa a obtenção dos seguintes índices: ICPF (Índice da condição do Pavimento Flexível), obtido através da avaliação visual da condição atual em que a via se encontra; IGGE (Índice de Gravidade Global Expedito), índice obtido através de cálculos com a frequência de ocorrência de cada defeito e o peso atribuído a gravidade com a qual cada defeito aflige a rodovia, e do IES (Índice de Estado de Superfície), índice obtido de acordo com os valores dos dois anteriores e que permite a atribuição de notas e conceitos de qualidade da rodovia.

Em suma, o levantamento do tipo LVC foi escolhido por ter baixa complexidade, ser executável no tempo disponível, ter um baixo custo e possuir parâmetros numéricos além dos parciais, permitindo uma comparação mais concreta entre as formas manual e semiautomática.

### **3. MÉTODO**

#### **3.1 Estudo de caso**

O presente trabalho utilizou a rodovia de ligação BR-424/AL, a qual permite acesso entre as rodovias BR-316 (no Km 92) e AL-101 (no Km 108), para a realização das medições e filmagens em campo. A rodovia abrange o Polo Cloroquímico de Alagoas, criado pelo decreto presidencial nº 87.103 de 1982 pelo então presidente João Figueiredo. Localizado no município de Marechal, o polo foi criado com a intenção de receber e fazer uso do cloro resultante da extração e manipulação da sal-gema pela então empresa Salgema, atual Braskem, o local contém, principalmente, indústrias dos setores cloroquímico e polimérico, mas também possui indústrias da construção civil, como concreteiras.

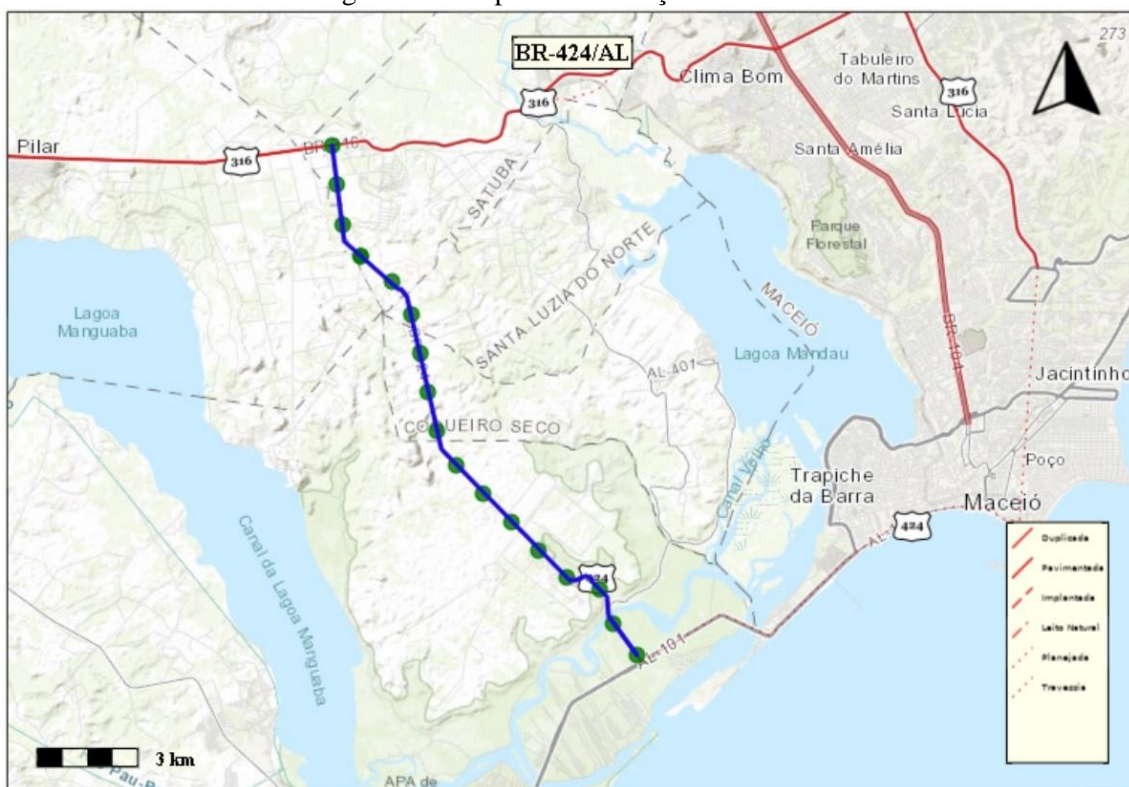
A BR-424 foi escolhida estar em uma região industrializada que garante o fluxo de veículos comerciais pesados e, conseqüentemente, defeitos mais expressivos, por não ser uma região de fluxo tão acentuado e constante de veículos não tão distante da cidade de Maceió, o que dificultaria a realização do estudo por conta da circulação de outros veículos que poderiam obstruir os defeitos e não despende tantos recursos com combustíveis e outras despesas.



Outros fatores que contribuíram para a decisão - a inexistência de grandes edificações as margens da rodovia, que poderiam de alguma forma obstruir a iluminação natural em alguns pontos, e a presença de acostamento e outros pontos de paradas, permitindo o estacionamento do veículo para a anotação ou registro de informações.

O trabalho foi desenvolvido no trecho compreendido entre os marcos quilométricos do quilometro 92 ao quilometro 108 desta rodovia, totalizando 16 km, este trecho será dividido em 16 segmentos de 1 km de extensão cada (como recomendado pela norma DNIT 008/2003-PRO), delimitados pelos marcos quilométricos da rodovia (ex. segmento 1: Km 92 ao Km 93). A Figura 23 posiciona o trecho utilizado no mapa, indicando os limites municipais, pontos de referência e marcos quilométricos pontuados em verde.

Figura 23 - Mapa de localização da BR424



Fonte: Autor (2022)

### 3.2 Equipamentos

Em ambos levantamentos, manual e semiautomático, foi utilizado o mesmo veículo, um carro de passeio modelo Gol, tipo hatch, da marca Volkswagen com ano de 2013, possuindo odômetro e velocímetro calibrados. Segundo o fabricante, o veículo possui 3,895 m de comprimento, 1,656 m de largura, 1,464 m de altura e 1,63 m de altura

mínima sobre o solo. A Figura 24 ilustra as vistas frontal, lateral e a perspectiva exemplificando a posição do suporte sobre o capô do automóvel.

Figura 24 - Veículo utilizado



Fonte: Autor (2022)

Foi utilizado um smartphone da marca LG (modelo K22 plus) para a realização de uma segunda filmagem georeferenciada e do registro fotográfico dos defeitos, com câmera de 13 MP, com resolução máxima de 4163x3122 pixels para fotos e com a possibilidade de gravar vídeos com definição Full HD e resolução de 1920x1080 pixels. O aparelho possui GPS utilizado para localização e com as aplicações móveis MQV (Marcos Quilométricos Virtuais), desenvolvido pelo analista de infraestrutura de transportes Tiago Oliveira Moreira, e Timestamp Camera, sendo ambas as aplicações disponíveis de forma gratuita para qualquer dispositivo com sistema Android. O equipamento foi utilizado para fazer o registro de imagens, tanto por vídeo como em fotos, georeferenciadas por coordenadas ou marcos quilométricos.

Foi utilizada uma filmadora do modelo DC190, marca Atrio, para realizar as filmagens no levantamento semiautomático. O equipamento possui uma câmera de 12 MP e definição Full HD com 1080 pixels. A câmera não possui sistema de GPS, devido a isto, os dados de geolocalização foram obtidos através dos registros feitos pelo

smartphone e os segmentos foram filmados um por vez, já que a gravação não pode ser contínua por conta de não haver coordenadas para localizar os marcos quilométricos e nem todos os segmentos possuem placas sinalizando o quilometro. A Figura 25 mostra a câmera utilizada.

Figura 25 - Câmera usada no levantamento semiautomático



Fonte: Atrio (2022)

### 3.3 Levantamento manual

Para a execução do levantamento manual dos defeitos em campo na BR-424, foi utilizado o veículo automotivo de passeio apresentado, conduzido pelo motorista habilitado Nilton Souto - o qual possui experiência na atividade por atuar como fiscal de campo em serviços de manutenção e conserva de rodovias -, para que o autor verificasse a ocorrência de não conformidades. A velocidade do veículo não foi superior a 40 km/h durante o percurso de avaliação e a velocidade média desempenhada pelo veículo foi de 30 km/h. O levantamento atendeu as seguintes condições climáticas, exigidas pela norma DNIT 008/2003 – PRO, embora que o levantamento fosse interrompido algumas vezes para aguardar o término de chuvas localizadas e de baixa intensidade.

- Dia não chuvoso;
- Sem presença de neblina;
- Boa luz natural, não sendo recomendado realizar o levantamento no início e fim do dia.

A rodovia foi percorrida em único sentido, o crescente ou lado direito, por se tratar de uma rodovia de pista simples e possuir uma faixa de tráfego por lado em quase toda a

sua totalidade, a norma permite tal levantamento, pois é possível visualizar os defeitos na faixa contrária a que se está trafegando.

O avaliador registrou a ocorrência dos defeitos: trincas (isoladas, do tipo “couro de jacaré” e do tipo bloco), painelas (de qualquer dimensão), remendos, afundamentos, ondulações, desgaste, exsudação e escorregamento; nos segmentos, entre os marcos quilométricos, com 1 quilômetro de extensão e conforme a nomenclatura apresentada na Tabela 03.

Tabela 03 - Referência de registro

| <b>Panelas (P) e Remendos (R)</b> |                   |                  |
|-----------------------------------|-------------------|------------------|
| <b>Código</b>                     | <b>Freqüência</b> | <b>Quant./km</b> |
| A                                 | Alta              | $\geq 5$         |
| M                                 | Média             | 2 – 5            |
| B                                 | Baixa             | $\leq 2$         |
| <b>Demais defeitos</b>            |                   |                  |
| <b>Código</b>                     | <b>Freqüência</b> | <b>% por km</b>  |
| A                                 | Alta              | $\geq 50$        |
| M                                 | Média             | 50 – 10          |
| B                                 | Baixa             | $\leq 10$        |

Fonte: DNIT (2003)

O Formulário de Levantamento (Anexo I) foi preenchido em campo para a realização dos cálculos dos índices de avaliação IGGE e IES. O índice ICPF foi obtido através da visualização do pavimento durante a execução do levantamento.

### 3.4 Levantamento semiautomático

O levantamento foi realizado através de filmagem/gravação da completa extensão da superfície do pavimento no sentido crescente da rodovia, e uma outra gravação no sentido decrescente com o intuito de visualizar defeitos não observáveis na primeira filmagem, já que estão sendo coletados defeitos nas duas faixas da via. A filmagem foi realizada por equipamento, posicionado na parte superior frontal do veículo (capô), que permita a qualidade mínima de imagem com a seguinte especificação: definição Full HD ou 1080 pixels. Devido ao veículo ser relativamente baixo e a câmera não possuir uma ampla zona de captação de imagens, o equipamento não foi posicionado na parte mais extrema do automóvel, mas sim na altura do ponto médio da largura do capô. A Figura

26 traz um exemplo de registro através da câmera durante o levantamento no segmento do quilômetro 105 ao 104 sentido decrescente.

Figura 26 - Registro durante levantamento semiautomático



Fonte: Autor (2022)

Como as condições permitiram, foi realizada uma filmagem auxiliar, nos dois sentidos da via (crescente e decrescente), com a aplicação Timestamp Camera que permitiu o georreferenciamento através de coordenadas geográficas, em condições desfavoráveis a estes fins, foram executadas gravações de cada segmento por vez. As condições climáticas atenderam os mesmos requisitos do levantamento manual (dia não chuvoso, sem presença de neblina e boa luz natural). A Figura 27 mostra um exemplo de imagem captada no segmento do quilômetro 92 a 93, desta forma é possível notar que ainda foi possível registrar não conformidades nestas filmagens.

Figura 27 - Filmagem referenciada através de coordenadas



Fonte: Autor (2022)

A partir dos registros de vídeo, coletaram-se as informações necessárias para o preenchimento do Formulário de Levantamento (Anexo I) e cálculos dos mesmos índices da avaliação. Ressalta-se que as imagens foram analisadas a partir de um computador do tipo Notebook que permitia a reprodução das imagens sem afetar a qualidade destas e

com possibilidade de zoom, desaceleração ou aceleração das gravações, conforme a Figura 28.



Fonte: Autor (2022)

### 3.5 Determinação dos índices

A metodologia de avaliação com base no LVC (norma DNIT 008/2003 - PRO) calcula três índices de deterioração para determinar o conceito de qualidade do pavimento. O primeiro índice a ser obtido é o Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos (ICPF), obtido através da média dos índices presentes no Formulário de Levantamento e conclusões dos defeitos observados pelo avaliador. A Tabela 04 exemplifica a obtenção do ICPF através dos conceitos que devem ser observados durante a visualização do pavimento em campo e nas gravações.

Tabela 04 - Valores 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 "painéis" e remendos pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal.               | 3 - 2 |
| Ruim     | RECAPEAMENTO COM CORREÇÕES PRÉVIAS - defeitos generalizados com correções prévias em áreas localizadas - remendos superficiais ou profundos.                                   | 2 - 1 |
| Péssimo  | RECONSTRUÇÃO - defeitos generalizados com correções prévias em toda a extensão. Degradação do revestimento e das demais camadas - infiltração de água e descompactação da base | 1 - 0 |

Fonte: DNIT (2003)

O segundo é Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) é calculado por meio da seguinte formulação:

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

Onde:

- $(P_t \times F_t)$  → Produto do peso e da frequência do conjunto de trincas, respectivamente;
- $(P_{oap} \times F_{oap})$  → Produto do peso e da frequência do conjunto de deformações;
- $(P_{pr} \times F_{pr})$  → Produto do peso e da frequência do conjunto de painéis e remendos.

Os valores dos pesos e frequências dos defeitos são obtidos através das Tabelas 05 e 06.

Tabela 05 - Valores dos pesos para o cálculo do IGGE

| 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 (2003)

Tabela 06 - Valores das frequências para o cálculo do IGGE

| Painéis (P) e Remendos (R)             |                            |           |
|--|----------------------------|-----------|
| FREQÜÊNCIA                             | Fator Fpr<br>Quantidade/Km | GRAVIDADE |
| A - ALTA                               | $\geq 5$                   | 3         |
| M - MÉDIA                              | 2 - 5                      | 2         |
| B - BAIXA                              | $\leq 2$                   | 1         |
| Demais defeitos (trincas, deformações) |                            |           |
| FREQÜÊNCIA                             | Fatores Ft e Foap<br>(%)   | GRAVIDADE |
| A - ALTA                               | $\geq 50$                  | 3         |
| M - MÉDIA                              | 50 - 10                    | 2         |
| B - BAIXA                              | $\leq 10$                  | 1         |

Fonte: DNIT (2003)

Devido ao fato das gravações não fornecem informações ou modelos precisos de obtenção das extensões de defeitos como as trincas, desgastes e outros que não possuam a característica de serem contados de forma inteira, embora permitam uma noção da gravidade e estimativa da área atingida, padronizou-se para ambos os levantamentos (manual e semiautomático), que estes defeitos quando atingirem uma frequência alta, o fator de cálculo será de 50%; para uma frequência média, o fator será de 30% e para uma baixa frequência, será de 10%. Com isto, os resultados entre os levantamentos manual e semiautomático, não apresentaram fortes distorções quanto aos valores dos índices obtidos. Tal fixação de frequências feitas nos dois levantamentos visa manter o IGGE similar para ambos os levantamentos e não causa interferência na conceituação do estado de qualidade dos segmentos, já que o ICPF não permite a mudança abrupta do conceito.

O Índice do Estado da Superfície do pavimento (IES) será utilizado como referência qualitativa, assim como os demais, e conceitual da condição do revestimento observado em cada segmento, variando de “ÓTIMO” a “PÉSSIMO”. O IES é obtido através de relações dependentes dos valores de ICPF e IGGE, como mostrado na Tabela 07.



Tabela 07 - Valores do IES

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

Fonte: DNIT (2003)

#### 4. RESULTADOS

Por conta do motorista ser um profissional ativo da área, os levantamentos tiveram que iniciar antes do horário comercial para respeitar as limitações de tempo deste. Portanto, nas tentativas de levantamentos, optou-se por iniciar as 06:00 da manhã, ao nascer do sol. Também devido ao fato do condutor possuir experiência e auxiliar na coleta de dados, presumiu-se que não seria necessário encontrar outro avaliador passageiro, sendo os levantamentos feitos com a presença de um condutor e um avaliador passageiro somente.

Houveram várias tentativas de levantamentos, entretanto estas não se concretizaram devido a ocorrência de chuvas nos dias que elas seriam realizadas. No dia 07/09/2022, iniciou-se o levantamento manual, porém ao seu término e no início das filmagens (que seriam executados no mesmo dia do levantamento manual devido a janela de tempo possibilitar isto), uma chuva intensa ocorreu e não foi dada continuidade aos trabalhos, sendo a avaliação e os registros fotográficos guardados com a finalidade de material de apoio.

No dia 13/09/2022, ocorreu o levantamento manual iniciado 06:00 da manhã, o qual foi iniciado e finalizado sem executar registros fotográficos do pavimento, por volta das 06:40, começaram as gravações, as quais enfrentaram um tráfego maior de veículos na pista, conseqüentemente ocorreram turbulências e trepidações devido a passagem de veículos em ultrapassagens, e a maior ocorrência de sombras sobre o revestimento devido a posição do sol. As interferências não foram consideradas comprometedoras para descartar as gravações realizadas. Após as filmagens, o registro fotográfico dos defeitos existentes na rodovia iniciou as 07:50. O registro fotográfico encontra-se no Anexo II.

#### 4.1 Levantamento dos defeitos

Nos levantamentos manual e semiautomático, foram observados a ocorrência dos mesmos defeitos, sendo eles: buracos, remendos, trincas isoladas, trincas do tipo couro de jacaré e desgaste do revestimento. A Tabela 08 mostra em quais segmento estavam presentes os defeitos vistos. Caso uma avaliação objetiva da superfície do pavimento (Método do IGG da norma DNIT 006/2003 – PRO) fosse realizada, este item seria necessário e seria denominado de Inventário do Estado da Superfície do Pavimento.

Tabela 08 - Localização dos defeitos

| Segmento | Km Inicial | Km Final | Levantamento Manual |         |         |        |          | Levantamento Semiautomático |         |         |        |          |   |
|----------|------------|----------|---------------------|---------|---------|--------|----------|-----------------------------|---------|---------|--------|----------|---|
|          |            |          | Buraco              | Remendo | Trincas |        | Desgaste | Buraco                      | Remendo | Trincas |        | Desgaste |   |
|          |            |          |                     |         | Isolada | Jacaré |          |                             |         | Isolada | Jacaré |          |   |
| 1        | 92         | 93       | X                   | X       |         | X      | X        | X                           | X       | X       |        | X        | X |
| 2        | 93         | 94       | X                   | X       | X       | X      | X        | X                           | X       | X       | X      | X        | X |
| 3        | 94         | 95       | X                   |         |         |        |          | X                           | X       |         | X      |          | X |
| 4        | 95         | 96       | X                   |         | X       | X      | X        | X                           |         | X       | X      | X        | X |
| 5        | 96         | 97       | X                   |         | X       | X      | X        | X                           |         | X       | X      | X        | X |
| 6        | 97         | 98       | X                   |         | X       | X      | X        | X                           |         | X       | X      | X        | X |
| 7        | 98         | 99       |                     |         | X       | X      | X        |                             |         | X       | X      | X        | X |
| 8        | 99         | 100      | X                   | X       | X       | X      | X        | X                           | X       | X       | X      | X        | X |
| 9        | 100        | 101      | X                   |         | X       | X      | X        | X                           |         | X       | X      | X        | X |
| 10       | 101        | 102      |                     |         | X       | X      | X        |                             |         | X       | X      | X        | X |
| 11       | 102        | 103      |                     |         | X       | X      | X        |                             |         | X       | X      | X        | X |
| 12       | 103        | 104      |                     |         | X       | X      | X        |                             |         | X       | X      | X        | X |
| 13       | 104        | 105      | X                   | X       | X       | X      | X        | X                           | X       | X       | X      | X        | X |
| 14       | 105        | 106      | X                   | X       | X       | X      | X        | X                           | X       | X       | X      | X        | X |
| 15       | 106        | 107      |                     | X       | X       |        | X        |                             | X       | X       |        |          | X |
| 16       | 107        | 108      |                     |         |         |        | X        |                             |         |         |        |          | X |

Fonte: Autor (2022)

É possível observar que os defeitos foram encontrados nos mesmos segmentos ao se comparar os dois levantamentos, com a única exceção do segmento 3, no qual o levantamento manual não apontou trincas isoladas e o semiautomático apontou.

A não conformidade mais frequente foi o desgaste, presente em todos os segmentos dos levantamentos, seguido pelas trincas, buracos e remendos. A Tabela 09 contém a presença dos defeitos em cada um dos levantamentos.

Tabela 09 - Presença dos defeitos nos segmentos da rodovia

| Defeito        | Levantamento Manual | Levantamento semiautomático |
|----------------|---------------------|-----------------------------|
| Desgaste       | 100%                | 100%                        |
| Trinca Isolada | 81,25%              | 87,50%                      |
| Trinca Jacaré  | 81,25%              | 81,25%                      |
| Buraco         | 62,50%              | 62,50%                      |
| Remendo        | 37,50%              | 37,50%                      |

Fonte: Autor (2022)

As Figuras de 29 a 36 apresentam alguns dos defeitos vistos no levantamento manual e que foram registrados em campo através da aplicação MQV, que permite a localização quilométrica das fotografias.

Figura 29 - Desgaste no Km 92,47 no lado direito



Fonte: Autor (2022)

Figura 30 - Trinca isolada no Km 92,2 no lado direito



Fonte: Autor (2022)

Figura 31 - Trinca isolada no Km 105,19 no lado direito



Fonte: Autor (2022)

Figura 32 - Trina do tipo couro de Jacaré no Km 105,15



Fonte: Autor (2022)

Figura 33 - Trinca Jacaré com buraco no Km 92,42



Fonte: Autor (2022)

Figura 34 - Panela no pavimento no Km 92,65



Fonte: Autor (2022)

Figura 35 - Buraco em remendo no Km 105,51



Fonte: Autor (2022)

Figura 36 - Remendos, buraco e trincas no Km 93,18



Fonte: Autor (2022)

Como o levantamento semiautomático foi executado com uma filmadora e um smartphone auxiliar, obtivemos mais de uma fonte de dados. As Figuras de 37 a 43 apresentam alguns dos defeitos observados durante a visualização das imagens captadas durante o levantamento.

Figura 37 - Trincas jacaré e remendo no Km 105 no lado esquerdo



Fonte: Autor (2022)

Figura 38 - Trinca Jacaré no Km 104 no lado esquerdo



Fonte: Autor (2022)

Figura 39 - Trincas jacaré com buracos no Km 92,1



Fonte: Autor (2022)

Figura 40 - Buraco com trincas no Km 92,7



Fonte: Autor (2022)



Figura 41 - Buraco no Km 92,4 no lado direito



Fonte: Autor (2022)

Figura 42 - Trinca isolada entre os quilômetros 95 e 96



Fonte: Autor (2022)

Figura 43 - Remendo no Km 93 no lado direito



Fonte: Autor (2022)

#### **4.2 Levantamento manual**

Durante a avaliação em campo, foram registrados os seguintes defeitos - panelas, trincas isoladas, trincas couro de jacaré, remendos e desgaste, portanto não foram observadas trincas em bloco, afundamentos, ondulações, exsudações e escorregamentos de massa. O defeito mais frequente foi o desgaste, presente, em diferentes severidades, na totalidade dos segmentos. A Tabela 10 apresenta as frequências dos defeitos encontrados nos segmentos.

Tabela 10 - Frequência dos defeitos encontrados no levantamento manual

| Segmento | Delimitação |          | Panela | Trincas  |        | Remendo | Desgaste |
|----------|-------------|----------|--------|----------|--------|---------|----------|
|          | KM Inicial  | KM Final |        | Isoladas | Jacaré |         |          |
| 1        | 92,00       | 93,00    | Média  |          | Alta   | Alta    | Média    |
| 2        | 93,000      | 94,000   | Média  | Média    | Média  | Alta    | Média    |
| 3        | 94,000      | 95,000   | Baixa  |          |        |         | Média    |
| 4        | 95,000      | 96,000   | Baixa  | Alta     | Baixa  |         | Média    |
| 5        | 96,000      | 97,000   | Baixa  | Média    | Média  |         | Média    |
| 6        | 97,000      | 98,000   | Baixa  | Alta     | Média  |         | Média    |
| 7        | 98,000      | 99,000   |        | Alta     | Média  |         | Média    |
| 8        | 99,000      | 100,000  | Baixa  | Média    | Alta   | Baixa   | Média    |
| 9        | 100,000     | 101,000  | Baixa  | Alta     | Média  |         | Média    |
| 10       | 101,000     | 102,000  |        | Alta     | Baixa  |         | Baixa    |
| 11       | 102,000     | 103,000  |        | Alta     | Média  |         | Baixa    |
| 12       | 103,000     | 104,000  |        | Alta     | Alta   |         | Média    |
| 13       | 104,000     | 105,000  | Alta   | Média    | Alta   | Alta    | Média    |
| 14       | 105,000     | 106,000  | Alta   | Média    | Alta   | Alta    | Média    |
| 15       | 106,000     | 107,000  |        | Baixa    |        | Média   | Baixa    |
| 16       | 107,000     | 108,000  |        |          |        |         | Baixa    |

Fonte: Autor (2022)

Na Tabela 11 é apresentado o Formulário de Levantamento completo referente ao levantamento manual, o ICPF foi determinado ainda durante a avaliação em campo.

Tabela 11 - Formulário do levantamento manual

| MT                          |          | FOLHA 1 de 1                  |      |                                       |         |    |    |                       |             |     |   |                                    |                 |                  |                     |                   |              |                                  |             |   |  |
|-----------------------------|----------|-------------------------------|------|---------------------------------------|---------|----|----|-----------------------|-------------|-----|---|------------------------------------|-----------------|------------------|---------------------|-------------------|--------------|----------------------------------|-------------|---|--|
| DNIT                        |          |                               |      |                                       |         |    |    |                       |             |     |   |                                    |                 |                  |                     |                   |              |                                  |             |   |  |
| Ext. PNV                    |          | Km                            |      | Ext. EXEC                             |         | Km |    | UNIT                  |             | 20ª |   | LADO                               |                 | DIREITO          |                     | MÊS/ANO           |              | set/22                           |             |   |  |
|                             |          | ARGURA DA PISTA: 3,5 m        |      |                                       |         |    |    |                       |             |     |   |                                    |                 |                  |                     |                   |              |                                  |             |   |  |
|                             |          | LARGURA DO ACOSTAMENTO: 2,5 m |      |                                       |         |    |    |                       |             |     |   |                                    |                 |                  |                     |                   |              |                                  |             |   |  |
| INÍCIO                      |          | km 92                         |      |                                       |         |    |    |                       |             |     |   |                                    |                 |                  |                     |                   |              |                                  |             |   |  |
| FIM                         |          | km 108                        |      |                                       |         |    |    |                       |             |     |   |                                    |                 |                  |                     |                   |              |                                  |             |   |  |
|                             |          |                               |      |                                       |         |    |    |                       |             |     |   |                                    |                 |                  |                     |                   |              | MR Nº                            |             | - |  |
|                             |          |                               |      |                                       |         |    |    |                       |             |     |   |                                    |                 |                  |                     |                   |              | MR Nº                            |             | - |  |
|                             |          |                               |      |                                       |         |    |    |                       |             |     |   |                                    |                 |                  |                     |                   |              | VMD _____ (verificar n BR-Legal) |             |   |  |
| Nº DO SEG.                  | SEGMENTO |                               |      | FREQUÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B ou S) |         |    |    |                       |             |     |   |                                    |                 | I<br>C<br>P<br>F | INF. COMPLEMENTARES |                   |              |                                  | OBSERVAÇÕES |   |  |
|                             | KM       |                               | EXT  | P                                     | TRINCAS |    |    |                       | DEFORMAÇÕES |     |   |                                    | OUTROS DEFEITOS |                  | REV.                | ESP               | IDADE (anos) |                                  |             |   |  |
|                             | INÍCIO   | FIM                           |      |                                       | TR      | TJ | TB | R                     | AF          | O   | D | EX                                 | E               |                  |                     |                   | ORIG         | REST                             |             |   |  |
| 1                           | 92,000   | 93,000                        | 1,00 | M                                     |         | A  |    | A                     |             |     |   |                                    | M               |                  |                     | 2                 | CBUQ         |                                  |             |   |  |
| 2                           | 93,000   | 94,000                        | 1,00 | M                                     | M       | M  |    | A                     |             |     |   |                                    | M               |                  |                     | 2                 | CBUQ         |                                  |             |   |  |
| 3                           | 94,000   | 95,000                        | 1,00 | B                                     |         |    |    |                       |             |     |   |                                    | M               |                  |                     | 4                 | CBUQ         |                                  |             |   |  |
| 4                           | 95,000   | 96,000                        | 1,00 | B                                     | A       | B  |    |                       |             |     |   |                                    | M               |                  |                     | 3                 | CBUQ         |                                  |             |   |  |
| 5                           | 96,000   | 97,000                        | 1,00 | B                                     | M       | M  |    |                       |             |     |   |                                    | M               |                  |                     | 3                 | CBUQ         |                                  |             |   |  |
| 6                           | 97,000   | 98,000                        | 1,00 | B                                     | A       | M  |    |                       |             |     |   |                                    | M               |                  |                     | 3                 | CBUQ         |                                  |             |   |  |
| 7                           | 98,000   | 99,000                        | 1,00 |                                       | A       | M  |    |                       |             |     |   |                                    | M               |                  |                     | 3                 | CBUQ         |                                  |             |   |  |
| 8                           | 99,000   | 100,000                       | 1,00 | B                                     | M       | A  |    | B                     |             |     |   |                                    | M               |                  |                     | 3                 | CBUQ         |                                  |             |   |  |
| 9                           | 100,000  | 101,000                       | 1,00 | B                                     | A       | M  |    |                       |             |     |   |                                    | M               |                  |                     | 3                 | CBUQ         |                                  |             |   |  |
| 10                          | 101,000  | 102,000                       | 1,00 |                                       | A       | B  |    |                       |             |     |   |                                    | B               |                  |                     | 3                 | CBUQ         |                                  |             |   |  |
| 11                          | 102,000  | 103,000                       | 1,00 |                                       | A       | M  |    |                       |             |     |   |                                    | B               |                  |                     | 3                 | CBUQ         |                                  |             |   |  |
| 12                          | 103,000  | 104,000                       | 1,00 |                                       | A       | A  |    |                       |             |     |   |                                    | M               |                  |                     | 3                 | CBUQ         |                                  |             |   |  |
| 13                          | 104,000  | 105,000                       | 1,00 | A                                     | M       | A  |    | A                     |             |     |   |                                    | M               |                  |                     | 1                 | CBUQ         |                                  |             |   |  |
| 14                          | 105,000  | 106,000                       | 1,00 | A                                     | M       | A  |    | A                     |             |     |   |                                    | M               |                  |                     | 1                 | CBUQ         |                                  |             |   |  |
| 15                          | 106,000  | 107,000                       | 1,00 |                                       | B       |    |    | M                     |             |     |   |                                    | B               |                  |                     | 4                 | CBUQ         |                                  |             |   |  |
| 16                          | 107,000  | 108,000                       | 1,00 |                                       |         |    |    |                       |             |     |   |                                    | B               |                  |                     | 5                 | CBUQ         |                                  |             |   |  |
| P - Panela                  |          |                               |      | AF - Afundamento                      |         |    |    | D - Desgaste          |             |     |   | REST - Idade da última restauração |                 |                  |                     | Avaliadores:      |              |                                  |             |   |  |
| TR - Trinca Isolada         |          |                               |      | O - Ondulações                        |         |    |    | EX - Exsudação        |             |     |   | REV - Tipo de Revestimento         |                 |                  |                     | SEBASTIÃO ATHAYDE |              |                                  |             |   |  |
| TJ - Trinca Couro de Jacaré |          |                               |      | E - Escorregamento                    |         |    |    | R - Remendo           |             |     |   | ESP - espessura do pavimento       |                 |                  |                     |                   |              |                                  |             |   |  |
| TB - Trinca em Bloco        |          |                               |      | ICPF - Índice de Condições            |         |    |    | MR - Marco Rodoviário |             |     |   | ORIG - Idade do Pav. Original      |                 |                  |                     |                   |              |                                  |             |   |  |

Fonte: Autor (2022)

De posse das frequências dos defeitos presentes, foi calculado o IGGE e posteriormente obtido o IES, as planilhas de cálculos dos índices IGGE e IES encontram-se nas Tabelas 12 e 13, a última também apresenta os conceitos de qualidade de cada segmento do trecho.

Tabela 12 - Cálculo do IGGE pelo levantamento manual

|                |           | PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS        |          |         |      |         |             |      |             |                  |      |           | Folha  |
|----------------|-----------|--|----------|---------|------|---------|-------------|------|-------------|------------------|------|-----------|--|
|                |           | IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO |          |         |      |         |             |      |             |                  |      |           |  |
| SEGMENTO       |           |  |          | TRINCAS |      |         | DEFORMAÇÕES |      |             | PANELA + REMENDO |      |           | (Rt x Pt) +<br>(Foap x Poap) +<br>(Fpr x Ppr)<br>= |
| Nº DO SEGMENTO | KM INICIO | KM FINAL                                   | EXTENSÃO | Rt %    | Pt   | Rt x Pt | Foap %      | Poap | Foap x Poap | Fpr nº           | Ppr  | Fpr x Ppr | IGGE   |
| 1              | 92,00     | 93,00                                      | 1,00     | 50,00   | 0,65 | 32,50   | 30,00       | 0,70 | 21,00       | 5,00             | 1,00 | 5,00      | 58,50  |
| 2              | 93,00     | 94,00                                      | 1,00     | 30,00   | 0,45 | 13,50   | 30,00       | 0,70 | 21,00       | 5,00             | 1,00 | 5,00      | 39,50  |
| 3              | 94,00     | 95,00                                      | 1,00     | 0,00    | 0,00 | 0,00    | 30,00       | 0,70 | 21,00       | 2,00             | 0,70 | 1,40      | 22,40  |
| 4              | 95,00     | 96,00                                      | 1,00     | 50,00   | 0,65 | 32,50   | 30,00       | 0,70 | 21,00       | 2,00             | 0,70 | 1,40      | 54,90  |
| 5              | 96,00     | 97,00                                      | 1,00     | 30,00   | 0,45 | 13,50   | 30,00       | 0,70 | 21,00       | 2,00             | 0,70 | 1,40      | 35,90  |
| 6              | 97,00     | 98,00                                      | 1,00     | 50,00   | 0,65 | 32,50   | 30,00       | 0,70 | 21,00       | 2,00             | 0,70 | 1,40      | 54,90  |
| 7              | 98,00     | 99,00                                      | 1,00     | 50,00   | 0,65 | 32,50   | 30,00       | 0,70 | 21,00       | 0,00             | 0,00 | 0,00      | 53,50  |
| 8              | 99,00     | 100,00                                     | 1,00     | 50,00   | 0,65 | 32,50   | 30,00       | 0,70 | 21,00       | 2,00             | 0,70 | 1,40      | 54,90  |
| 9              | 100,00    | 101,00                                     | 1,00     | 50,00   | 0,65 | 32,50   | 30,00       | 0,70 | 21,00       | 2,00             | 0,70 | 1,40      | 54,90  |
| 10             | 101,00    | 102,00                                     | 1,00     | 50,00   | 0,65 | 32,50   | 10,00       | 0,60 | 6,00        | 0,00             | 0,00 | 0,00      | 38,50  |
| 11             | 102,00    | 103,00                                     | 1,00     | 50,00   | 0,65 | 32,50   | 10,00       | 0,60 | 6,00        | 0,00             | 0,00 | 0,00      | 38,50  |
| 12             | 103,00    | 104,00                                     | 1,00     | 50,00   | 0,65 | 32,50   | 30,00       | 0,70 | 21,00       | 0,00             | 0,00 | 0,00      | 53,50  |
| 13             | 104,00    | 105,00                                     | 1,00     | 50,00   | 0,65 | 32,50   | 30,00       | 0,70 | 21,00       | 5,00             | 1,00 | 5,00      | 58,50  |
| 14             | 105,00    | 106,00                                     | 1,00     | 50,00   | 0,65 | 32,50   | 30,00       | 0,70 | 21,00       | 5,00             | 1,00 | 5,00      | 58,50  |
| 15             | 106,00    | 107,00                                     | 1,00     | 10,00   | 0,30 | 3,00    | 10,00       | 0,60 | 6,00        | 3,00             | 0,80 | 2,40      | 6,00   |
| 16             | 107,00    | 108,00                                     | 1,00     | 0,00    | 0,00 | 0,00    | 10,00       | 0,60 | 6,00        | 0,00             | 0,00 | 0,00      | 6,00   |

Fonte: Autor (2022)

Tabela 13 - Obtenção do IES pelo levantamento manual

|                |           | PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS               |          |            |       |       |      |          |  |  |             |  |          |
|----------------|-----------|---|----------|------------|-------|-------|------|----------|--|--|-------------|--|----------|
|                |           | RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO MANUAL |          |            |       |       |      |          |  |  |             |  | PÁG. 1/1 |
| Nº DO SEGMENTO | SEGMENTO  |   |          | RESULTADOS |       |       |      |          |  |  | OBSERVAÇÕES |  |          |
|                | KM INICIO | KM FINAL  | EXTENSÃO | ICPF       | IGGE  | IES   |      |          |  |  |             |  |          |
|                |           |   |          |            |       | VALOR | CÓD. | CONCEITO |  |  |             |  |          |
| 1              | 92,00     | 93,00   | 1,00     | 2,00       | 58,50 | 5,00  | D    | RUIM     |  |  |             |  |          |
| 2              | 93,00     | 94,00   | 1,00     | 2,00       | 39,50 | 3,00  | C    | REGULAR  |  |  |             |  |          |
| 3              | 94,00     | 95,00   | 1,00     | 4,00       | 22,40 | 2,00  | B    | BOM      |  |  |             |  |          |
| 4              | 95,00     | 96,00   | 1,00     | 3,00       | 54,90 | 4,00  | C    | REGULAR  |  |  |             |  |          |
| 5              | 96,00     | 97,00   | 1,00     | 3,00       | 35,90 | 3,00  | C    | REGULAR  |  |  |             |  |          |
| 6              | 97,00     | 98,00   | 1,00     | 3,00       | 54,90 | 4,00  | C    | REGULAR  |  |  |             |  |          |
| 7              | 98,00     | 99,00   | 1,00     | 3,00       | 53,50 | 4,00  | C    | REGULAR  |  |  |             |  |          |
| 8              | 99,00     | 100,00  | 1,00     | 3,00       | 54,90 | 4,00  | C    | REGULAR  |  |  |             |  |          |
| 9              | 100,00    | 101,00  | 1,00     | 3,00       | 54,90 | 4,00  | C    | REGULAR  |  |  |             |  |          |
| 10             | 101,00    | 102,00  | 1,00     | 3,00       | 38,50 | 3,00  | C    | REGULAR  |  |  |             |  |          |
| 11             | 102,00    | 103,00  | 1,00     | 3,00       | 38,50 | 3,00  | C    | REGULAR  |  |  |             |  |          |
| 12             | 103,00    | 104,00  | 1,00     | 3,00       | 53,50 | 4,00  | C    | REGULAR  |  |  |             |  |          |
| 13             | 104,00    | 105,00  | 1,00     | 1,00       | 58,50 | 5,00  | D    | RUIM     |  |  |             |  |          |
| 14             | 105,00    | 106,00  | 1,00     | 1,00       | 58,50 | 5,00  | D    | RUIM     |  |  |             |  |          |
| 15             | 106,00    | 107,00  | 1,00     | 4,00       | 6,00  | 0,00  | A    | ÓTIMO    |  |  |             |  |          |
| 16             | 107,00    | 108,00  | 1,00     | 5,00       | 6,00  | 0,00  | A    | ÓTIMO    |  |  |             |  |          |

Fonte: Autor (2022)

Portanto, apenas 12,5% dos segmentos estão conceituados com estado “ÓTIMO”, a maior parte dos segmentos (62,5%) está classificada em estado “REGULAR” e aqueles em situação crítica, em estado “RUIM”, representam 18,75% dos segmentos.

#### **4.3 Levantamento semiautomático**

Com as filmagens realizadas no dia 13/09/2022, não foram registradas as frequências exatas dos defeitos visualizados, devido, principalmente, a incapacidade dos equipamentos utilizados de captar as imagens com precisão em suas coordenadas ou ainda de captá-las com coordenadas e outras referências de posição. O Formulário de Levantamento Semiautomático encontra-se na Tabela 14.

Tabela 14 - Formulário do levantamento semiautomático

| MT                               |          | FOLHA 1 de 1 |      |                                       |         |    |    |      |             |     |                 |              |   |                  |                     |         |              |        |             |   |  |
|----------------------------------|----------|--------------|------|---------------------------------------|---------|----|----|------|-------------|-----|-----------------|--------------|---|------------------|---------------------|---------|--------------|--------|-------------|---|--|
| DNIT                             |          |              |      |                                       |         |    |    |      |             |     |                 |              |   |                  |                     |         |              |        |             |   |  |
| Ext. PNV                         |          | Km           |      | Ext. EXEC                             |         | Km |    | UNIT |             | 20ª |                 | Nº PISTA/LAD |   | DIREITO          |                     | MÉS/ANO |              | set/22 |             |   |  |
| LARGURA DA PISTA: _____          |          |              |      |                                       |         |    |    |      |             |     |                 |              |   |                  |                     |         |              |        |             |   |  |
| LARGURA DO ACOSTAMENTO: _____    |          |              |      |                                       |         |    |    |      |             |     |                 |              |   |                  |                     |         |              |        |             |   |  |
| INÍCIO                           |          | km 92        |      |                                       |         |    |    |      |             |     |                 |              |   |                  |                     |         |              |        |             |   |  |
| FIM                              |          | km 108       |      |                                       |         |    |    |      |             |     |                 |              |   |                  |                     |         |              |        |             |   |  |
| VMD _____ (verificar n BR-Legal) |          |              |      |                                       |         |    |    |      |             |     |                 |              |   |                  |                     |         |              | MR Nº  |             | - |  |
|                                  |          |              |      |                                       |         |    |    |      |             |     |                 |              |   |                  |                     |         |              | MR Nº  |             | - |  |
| Nº DO SEG.                       | SEGMENTO |              |      | FREQUÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B ou S) |         |    |    |      |             |     |                 |              |   | I<br>C<br>P<br>F | INF. COMPLEMENTARES |         |              |        | OBSERVAÇÕES |   |  |
|                                  | KM       |              | EXT  | P                                     | TRINCAS |    |    | R    | DEFORMAÇÕES |     | OUTROS DEFEITOS |              |   |                  | REV.                | ESP     | IDADE (anos) |        |             |   |  |
|                                  | INÍCIO   | FIM          |      |                                       | TR      | TJ | TB |      | AF          | O   | D               | EX           | E |                  |                     |         | ORIG         | REST   |             |   |  |
| 1                                | 92,000   | 93,000       | 1,00 | M                                     |         | A  |    | A    |             |     |                 |              |   | 2                | CBUQ                |         |              |        |             |   |  |
| 2                                | 93,000   | 94,000       | 1,00 | M                                     | M       | M  |    | A    |             |     |                 |              |   | 2                | CBUQ                |         |              |        |             |   |  |
| 3                                | 94,000   | 95,000       | 1,00 | B                                     | B       |    |    |      |             |     |                 |              |   | 4                | CBUQ                |         |              |        |             |   |  |
| 4                                | 95,000   | 96,000       | 1,00 | B                                     | A       | B  |    |      |             |     |                 |              |   | 3                | CBUQ                |         |              |        |             |   |  |
| 5                                | 96,000   | 97,000       | 1,00 | B                                     | M       | M  |    |      |             |     |                 |              |   | 3                | CBUQ                |         |              |        |             |   |  |
| 6                                | 97,000   | 98,000       | 1,00 | B                                     | A       | M  |    |      |             |     |                 |              |   | 3                | CBUQ                |         |              |        |             |   |  |
| 7                                | 98,000   | 99,000       | 1,00 |                                       | A       | B  |    |      |             |     |                 |              |   | 3                | CBUQ                |         |              |        |             |   |  |
| 8                                | 99,000   | 100,000      | 1,00 | B                                     | M       | A  |    | B    |             |     |                 |              |   | 3                | CBUQ                |         |              |        |             |   |  |
| 9                                | 100,000  | 101,000      | 1,00 | B                                     | A       | M  |    |      |             |     |                 |              |   | 3                | CBUQ                |         |              |        |             |   |  |
| 10                               | 101,000  | 102,000      | 1,00 |                                       | M       | B  |    |      |             |     |                 |              |   | 3                | CBUQ                |         |              |        |             |   |  |
| 11                               | 102,000  | 103,000      | 1,00 |                                       | A       | M  |    |      |             |     |                 |              |   | 3                | CBUQ                |         |              |        |             |   |  |
| 12                               | 103,000  | 104,000      | 1,00 |                                       | M       | A  |    |      |             |     |                 |              |   | 3                | CBUQ                |         |              |        |             |   |  |
| 13                               | 104,000  | 105,000      | 1,00 | A                                     | M       | A  |    | A    |             |     |                 |              |   | 1                | CBUQ                |         |              |        |             |   |  |
| 14                               | 105,000  | 106,000      | 1,00 | A                                     | M       | A  |    | A    |             |     |                 |              |   | 1                | CBUQ                |         |              |        |             |   |  |
| 15                               | 106,000  | 107,000      | 1,00 |                                       | B       |    |    | M    |             |     |                 |              |   | 4                | CBUQ                |         |              |        |             |   |  |
| 16                               | 107,000  | 108,000      | 1,00 |                                       |         |    |    |      |             |     |                 |              |   | 5                | CBUQ                |         |              |        |             |   |  |

|                             |                            |                       |                                    |  |
|-----------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------------------|--|
| P - Painela                 | AF - Afundamento           | D - Desgaste          | REST - Idade da última restauração | Avaliadores:<br><b>SEBASTIÃO ATHAYDE</b> |
| TR - Trinca Isolada         | O - Ondulações             | EX - Exsudação        | REV - Tipo de Revestimento         |  |
| TJ - Trinca Couro de Jacaré | E - Escorregamento         | R - Remendo           | ESP - espessura do pavimento       |  |
| TB - Trinca em Bloco        | ICPF - Índice de Condições | MR - Marco Rodoviário | ORIG - Idade do Pav. Original      |  |

Fonte: Autor (2022)

Assim como o levantamento manual, não foram encontradas trincas em bloco, ondulações, exsudações, afundamentos e escorregamentos de massa, restando apenas painelas, trincas isoladas e do tipo couro de jacaré, remendo e desgaste. A Tabela 15 apresenta a frequência dos defeitos.

Tabela 15 - Frequência dos defeitos encontrados no levantamento semiautomático

| Segmento | Delimitação |          | Panela | Trincas  |        | Remendo | Desgaste |
|----------|-------------|----------|--------|----------|--------|---------|----------|
|          | KM Inicial  | KM Final |        | Isoladas | Jacaré |         |          |
| 1        | 92,00       | 93,00    | Média  |          | Alta   | Alta    | Média    |
| 2        | 93,000      | 94,000   | Média  | Média    | Média  | Alta    | Média    |
| 3        | 94,000      | 95,000   | Baixa  | Baixa    |        |         | Média    |
| 4        | 95,000      | 96,000   | Baixa  | Alta     | Baixa  |         | Média    |
| 5        | 96,000      | 97,000   | Baixa  | Média    | Média  |         | Média    |
| 6        | 97,000      | 98,000   | Baixa  | Alta     | Média  |         | Média    |
| 7        | 98,000      | 99,000   |        | Alta     | Baixa  |         | Baixa    |
| 8        | 99,000      | 100,000  | Baixa  | Média    | Alta   | Baixa   | Média    |
| 9        | 100,000     | 101,000  | Baixa  | Alta     | Média  |         | Média    |
| 10       | 101,000     | 102,000  |        | Média    | Baixa  |         | Baixa    |
| 11       | 102,000     | 103,000  |        | Alta     | Média  |         | Baixa    |
| 12       | 103,000     | 104,000  |        | Média    | Alta   |         | Baixa    |
| 13       | 104,000     | 105,000  | Alta   | Média    | Alta   | Alta    | Média    |
| 14       | 105,000     | 106,000  | Alta   | Média    | Alta   | Alta    | Média    |
| 15       | 106,000     | 107,000  |        | Baixa    |        | Média   | Baixa    |
| 16       | 107,000     | 108,000  |        |          |        |         | Baixa    |

Fonte: Autor (2022)

O ICPF foi obtido a partir da visualização da condição do revestimento em vídeo. De posse das frequências dos defeitos, foi verificada a gravidade destes e calculado o IGGE e posteriormente obtido o IES, as planilhas de cálculos dos índices IGGE e IES encontram-se nas Tabelas 16 e 17, a última ainda apresenta o conceito da qualidade de cada segmento.



Tabela 16 - Cálculo do IGGE pelo levantamento semiautomático

|                |           | PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS        |          |         |      |         |             |      |             |                  |      |           | Folha  |
|----------------|-----------|--|----------|---------|------|---------|-------------|------|-------------|------------------|------|-----------|--|
|                |           | IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO |          |         |      |         |             |      |             |                  |      |           |  |
| SEGMENTO       |           |  |          | TRINCAS |      |         | DEFORMAÇÕES |      |             | PANELA + REMENDO |      |           | (Rt x Pt) +<br>(Foap x Poap) +<br>(Fpr x Ppr)<br>= |
| Nº DO SEGMENTO | KM INICIO | KM FINAL                                   | EXTENSÃO | Rt %    | Pt   | Rt x Pt | Foap %      | Poap | Foap x Poap | Fpr nº           | Ppr  | Fpr x Ppr | IGGE   |
| 1              | 92,00     | 93,00                                      | 1,00     | 50,00   | 0,65 | 32,50   | 30,00       | 0,70 | 21,00       | 5,00             | 1,00 | 5,00      | 58,50  |
| 2              | 93,00     | 94,00                                      | 1,00     | 30,00   | 0,45 | 13,50   | 30,00       | 0,70 | 21,00       | 5,00             | 1,00 | 5,00      | 39,50  |
| 3              | 94,00     | 95,00                                      | 1,00     | 10,00   | 0,30 | 3,00    | 30,00       | 0,70 | 21,00       | 2,00             | 0,70 | 1,40      | 25,40  |
| 4              | 95,00     | 96,00                                      | 1,00     | 50,00   | 0,65 | 32,50   | 30,00       | 0,70 | 21,00       | 2,00             | 0,70 | 1,40      | 54,90  |
| 5              | 96,00     | 97,00                                      | 1,00     | 30,00   | 0,45 | 13,50   | 30,00       | 0,70 | 21,00       | 2,00             | 0,70 | 1,40      | 35,90  |
| 6              | 97,00     | 98,00                                      | 1,00     | 50,00   | 0,65 | 32,50   | 30,00       | 0,70 | 21,00       | 2,00             | 0,70 | 1,40      | 54,90  |
| 7              | 98,00     | 99,00                                      | 1,00     | 50,00   | 0,65 | 32,50   | 10,00       | 0,60 | 6,00        | 0,00             | 0,00 | 0,00      | 38,50  |
| 8              | 99,00     | 100,00                                     | 1,00     | 50,00   | 0,65 | 32,50   | 30,00       | 0,70 | 21,00       | 2,00             | 0,70 | 1,40      | 54,90  |
| 9              | 100,00    | 101,00                                     | 1,00     | 50,00   | 0,65 | 32,50   | 30,00       | 0,70 | 21,00       | 2,00             | 0,70 | 1,40      | 54,90  |
| 10             | 101,00    | 102,00                                     | 1,00     | 30,00   | 0,45 | 13,50   | 10,00       | 0,60 | 6,00        | 0,00             | 0,00 | 0,00      | 19,50  |
| 11             | 102,00    | 103,00                                     | 1,00     | 50,00   | 0,65 | 32,50   | 10,00       | 0,60 | 6,00        | 0,00             | 0,00 | 0,00      | 38,50  |
| 12             | 103,00    | 104,00                                     | 1,00     | 50,00   | 0,65 | 32,50   | 10,00       | 0,60 | 6,00        | 0,00             | 0,00 | 0,00      | 38,50  |
| 13             | 104,00    | 105,00                                     | 1,00     | 50,00   | 0,65 | 32,50   | 30,00       | 0,70 | 21,00       | 5,00             | 1,00 | 5,00      | 58,50  |
| 14             | 105,00    | 106,00                                     | 1,00     | 50,00   | 0,65 | 32,50   | 30,00       | 0,70 | 21,00       | 5,00             | 1,00 | 5,00      | 58,50  |
| 15             | 106,00    | 107,00                                     | 1,00     | 10,00   | 0,30 | 3,00    | 10,00       | 0,60 | 6,00        | 3,00             | 0,80 | 2,40      | 6,00   |
| 16             | 107,00    | 108,00                                     | 1,00     | 0,00    | 0,00 | 0,00    | 10,00       | 0,60 | 6,00        | 0,00             | 0,00 | 0,00      | 6,00   |

Fonte: Autor (2022)

Tabela 17 - Índices e conceitos dos segmentos no levantamento semiautomático

|                |            | PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS                       |          |            |       |       |      |          |  |  |             |  | PÁG. 1/1 |
|----------------|------------|---|----------|------------|-------|-------|------|----------|--|--|-------------|--|----------|
|                |            | RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO SEMIAUTOMÁTICO |          |            |       |       |      |          |  |  |             |  |          |
| Nº DO SEGMENTO | SEGMENTO   |   |          | RESULTADOS |       |       |      |          |  |  | OBSERVAÇÕES |  |          |
|                | KM INICIAL | KM FINAL  | EXTENSÃO | ICPF       | IGGE  | IES   |      |          |  |  |             |  |          |
|                |            |   |          |            |       | VALOR | CÓD. | CONCEITO |  |  |             |  |          |
| 1              | 92,00      | 93,00   | 1,00     | 2,00       | 58,50 | 5,00  | D    | RUIM     |  |  |             |  |          |
| 2              | 93,00      | 94,00   | 1,00     | 2,00       | 39,50 | 3,00  | C    | REGULAR  |  |  |             |  |          |
| 3              | 94,00      | 95,00   | 1,00     | 4,00       | 25,40 | 2,00  | B    | BOM      |  |  |             |  |          |
| 4              | 95,00      | 96,00   | 1,00     | 3,00       | 54,90 | 4,00  | C    | REGULAR  |  |  |             |  |          |
| 5              | 96,00      | 97,00   | 1,00     | 3,00       | 35,90 | 3,00  | C    | REGULAR  |  |  |             |  |          |
| 6              | 97,00      | 98,00   | 1,00     | 3,00       | 54,90 | 4,00  | C    | REGULAR  |  |  |             |  |          |
| 7              | 98,00      | 99,00   | 1,00     | 3,00       | 38,50 | 3,00  | C    | REGULAR  |  |  |             |  |          |
| 8              | 99,00      | 100,00  | 1,00     | 3,00       | 54,90 | 4,00  | C    | REGULAR  |  |  |             |  |          |
| 9              | 100,00     | 101,00  | 1,00     | 3,00       | 54,90 | 4,00  | C    | REGULAR  |  |  |             |  |          |
| 10             | 101,00     | 102,00  | 1,00     | 3,00       | 19,50 | 1,00  | B    | BOM      |  |  |             |  |          |
| 11             | 102,00     | 103,00  | 1,00     | 3,00       | 38,50 | 3,00  | C    | REGULAR  |  |  |             |  |          |
| 12             | 103,00     | 104,00  | 1,00     | 3,00       | 38,50 | 3,00  | C    | REGULAR  |  |  |             |  |          |
| 13             | 104,00     | 105,00  | 1,00     | 1,00       | 58,50 | 5,00  | D    | RUIM     |  |  |             |  |          |
| 14             | 105,00     | 106,00  | 1,00     | 1,00       | 58,50 | 5,00  | D    | RUIM     |  |  |             |  |          |
| 15             | 106,00     | 107,00  | 1,00     | 4,00       | 6,00  | 0,00  | A    | ÓTIMO    |  |  |             |  |          |
| 16             | 107,00     | 108,00  | 1,00     | 5,00       | 6,00  | 0,00  | A    | ÓTIMO    |  |  |             |  |          |

Fonte: Autor (2022)

Assim como no levantamento manual, apenas 12,5% dos segmentos estão conceituados com estado “ÓTIMO”, ainda assim a maior parte dos segmentos (56,25%) está classificada em estado “REGULAR” e aqueles em estado “RUIM” se mantiveram em 18,75% dos segmentos.

#### 4.3.1 Empecilhos no levantamento semiautomático

É importante destacar algumas dificuldades que este levantamento apresentou, entre elas estão a ocorrência de sombras, ocasionado pela hora do levantamento que não foi a ideal (começo de dia), que ocultam as faixas, como a Figura 44 evidencia, e o fluxo lento de carros que acabavam cobrindo a faixa sob eles, a Figura 45 mostra um momento em que isto foi observado.

Figura 44 - Faixa ocultada devido a sombra de uma árvore



Fonte: Autor (2022)

Figura 45 - Faixa com tráfego lento de veículos



Fonte: Autor (2022)

Neste método, o trabalho de distinguir defeitos de manchas ou sujeira na pista fica ainda mais complicado. A título de exemplo estão as Figuras 46 e 47, que mostram que a marca deixada por um pneu possui coloração semelhante a um remendo e detritos que podem ser confundidos com descolamento de placas ou buracos, respectivamente. Algumas outras perturbações nas imagens podem ser citadas, como as trepidações sofridas pela câmera durante o rolamento na pista, as ações do vento e a perda de foco do dispositivo com a passagem de objetos, tais como outros veículos e árvores. O problema não ocorreria com câmeras de alta qualidade, visto que estas possuem sistemas de estabilização óptica inserida em seus hardwares, sistemas esses que impedem que as imagens feitas pelo aparelho saiam tremidas.

Figura 46 - Marca de pneu com coloração semelhante a remendo



Fonte: Autor (2022)

Figura 47 - Sujeira na via que dificulta o levantamento



Fonte: Autor (2022)

O veículo utilizado também influencia no que é registrado, sendo aqueles mais altos, como SUV's, melhores para captar as faixas adjacentes a que está sendo percorrida, bem como utilizar veículos oficiais e sinalizados para evitar transtornos e interferências dos demais usuários da via, vantagens que não foram possíveis de serem aplicadas.

Outro ponto importante é verificar se o levantamento está sendo feito na faixa que apresenta obstáculos, como árvores e edificações, entre ela e o sol, a partir disso buscar aplicar medidas para contornar a falta de iluminação sobre o revestimento, pois as sombras podem dificultar a visão dos defeitos que tendem a não possuir grandes extensões ou profundidades, como as trincas isoladas. Uma solução para este problema seria o uso de equipamentos que realizem o ajuste automático do brilho.

#### **4.4 Análise comparativa dos levantamentos**

Após comparar os resultados obtidos em ambos levantamentos, constata-se que não houveram distorções severas entre os resultados. Como é possível observar nos destaques presentes na Tabela 18, a qual expressa um resumo dos índices encontrados nos levantamentos, houve apenas uma diferença entre os conceitos dos segmentos, onde o segmento 10 (Km 101 ao Km 102) passou do estado “REGULAR” no manual para “BOM” no semiautomático. Não houve alteração no ICPF de ambos levantamentos, devido ao fato de que foram observados os mesmos defeitos nos dois levantamentos e os levantamentos foram efetuado no mesmo dia, embora que as frequências de alguns defeitos tenham sido diferentes em alguns segmentos, como pode ser constatado na obtenção de valores distintos do IGGE nos segmentos 3, 7, 10 e 12.

Tabela 18 - Resultados dos levantamentos

| Segmento | Levantamento Manual |             |          |                | Levantamento Semiautomático |             |          |            |
|----------|---------------------|-------------|----------|----------------|-----------------------------|-------------|----------|------------|
|          | ICPF                | IGGE        | IES      | Conceito       | ICPF                        | IGGE        | IES      | Conceito   |
| 1        | 2                   | 58,5        | 5        | RUIM           | 2                           | 58,5        | 5        | RUIM       |
| 2        | 2                   | 39,5        | 3        | REGULAR        | 2                           | 39,5        | 3        | REGULAR    |
| 3        | 4                   | <b>22,4</b> | 2        | BOM            | 4                           | <b>25,4</b> | 2        | BOM        |
| 4        | 3                   | 54,9        | 4        | REGULAR        | 3                           | 54,9        | 4        | REGULAR    |
| 5        | 3                   | 35,9        | 3        | REGULAR        | 3                           | 35,9        | 3        | REGULAR    |
| 6        | 3                   | 54,9        | 4        | REGULAR        | 3                           | 54,9        | 4        | REGULAR    |
| 7        | 3                   | <b>53,5</b> | 4        | REGULAR        | 3                           | <b>38,5</b> | 3        | REGULAR    |
| 8        | 3                   | 54,9        | 4        | REGULAR        | 3                           | 54,9        | 4        | REGULAR    |
| 9        | 3                   | 54,9        | 4        | REGULAR        | 3                           | 54,9        | 4        | REGULAR    |
| 10       | 3                   | <b>38,5</b> | <b>3</b> | <b>REGULAR</b> | 3                           | <b>19,5</b> | <b>1</b> | <b>BOM</b> |
| 11       | 3                   | 38,5        | 3        | REGULAR        | 3                           | 38,5        | 3        | REGULAR    |
| 12       | 3                   | <b>53,5</b> | <b>4</b> | REGULAR        | 3                           | <b>38,5</b> | <b>3</b> | REGULAR    |
| 13       | 1                   | 58,5        | 5        | RUIM           | 1                           | 58,5        | 5        | RUIM       |
| 14       | 1                   | 58,5        | 5        | RUIM           | 1                           | 58,5        | 5        | RUIM       |
| 15       | 4                   | 6           | 0        | ÓTIMO          | 4                           | 6           | 0        | ÓTIMO      |
| 16       | 5                   | 6           | 0        | ÓTIMO          | 5                           | 6           | 0        | ÓTIMO      |

Fonte: Autor (2022)

Ocorreram diferenças quanto as trincas isoladas (segmentos 3, 10 e 12), trincas do tipo couro de jacaré (segmento 7) e desgaste (segmentos 7 e 12). No segmento 7, as frequências das trincas do tipo couro de jacaré e do desgaste foram consideradas como médias, porém no levantamento semiautomático, elas foram baixas. No segmento 10, foi visualizada uma alta ocorrência de trincas isoladas, mas essa ocorrência foi média no levantamento semiautomático. No segmento 12, a frequência das trincas isoladas foi alta e do desgaste foi média no levantamento manual, enquanto no levantamento semiautomático, elas foram médias e baixas, respectivamente.

No segmento 3 (Km 94 ao Km 95), foi observada a baixa presença de trincas isoladas no levantamento semiautomático, enquanto que no levantamento manual, elas não foram observadas, fato que pode ter sido desencadeado pela ocultação da placa de sinalização do marco quilométrico pela vegetação e, também, pela filmagem deste segmento extrapolar a fronteira com o segmento adjacente, ou seja, o problema que

pertence a um segmento distinto foi extrapolado para este por conta que a filmagem englobou um trecho maior do que deveria. Na Tabela 19, que expressa as frequências de cada defeito nos segmentos, são destacadas as alterações entre o registro dos defeitos nos levantamentos manual e semiautomático.

Tabela 19 - Frequências dos defeitos nos levantamentos

| Segmento | Levantamento Manual |          |          |   |          | Levantamento Semiautomático |          |          |   |          |
|----------|---------------------|----------|----------|---|----------|-----------------------------|----------|----------|---|----------|
|          | P                   | TR       | TJ       | R | D        | P                           | TR       | TJ       | R | D        |
| 1        | M                   |          | A        | A | M        | M                           |          | A        | A | M        |
| 2        | M                   | M        | M        | A | M        | M                           | M        | M        | A | M        |
| 3        | B                   |          |          |   | M        | B                           | <b>B</b> |          |   | M        |
| 4        | B                   | A        | B        |   | M        | B                           | A        | B        |   | M        |
| 5        | B                   | M        | M        |   | M        | B                           | M        | M        |   | M        |
| 6        | B                   | A        | M        |   | M        | B                           | A        | M        |   | M        |
| 7        |                     | A        | <b>M</b> |   | <b>M</b> |                             | A        | <b>B</b> |   | <b>B</b> |
| 8        | B                   | M        | A        | B | M        | B                           | M        | A        | B | M        |
| 9        | B                   | A        | M        |   | M        | B                           | A        | M        |   | M        |
| 10       |                     | <b>A</b> | B        |   | B        |                             | <b>M</b> | B        |   | B        |
| 11       |                     | A        | M        |   | B        |                             | A        | M        |   | B        |
| 12       |                     | <b>A</b> | A        |   | <b>M</b> |                             | <b>M</b> | A        |   | <b>B</b> |
| 13       | A                   | M        | A        | A | M        | A                           | M        | A        | A | M        |
| 14       | A                   | M        | A        | A | M        | A                           | M        | A        | A | M        |
| 15       |                     | B        |          | M | B        |                             | B        |          | M | B        |
| 16       |                     |          |          |   | B        |                             |          |          |   | B        |

Fonte: Autor (2022)

Acredita-se que a distorção do segmento 3 ocorre devido as trincas estarem na fronteira entre os segmentos, a diferença entre a precisão do GPS e a posição da sinalização do marco quilométrico pode ter acarretado no posicionamento do defeito no segmento anterior e não neste. Nos demais segmentos, as frequências dos defeitos foram reduzidas no levantamento semiautomático em comparação ao manual.

Com os dados levantados, ainda foi produzido um Diagrama Unifilar, Tabela 20, que apresenta os resultados dos índices em cada levantamento. Durante o levantamento manual, os defeitos não foram coletados fazendo-se a distinção do lado em que eles ocorrem, por conta disso, o diagrama não pode apresentar os resultados por lado da rodovia. Embora isto pudesse ser feito através das filmagens salvas para o levantamento

semiautomático, não foi realizado por não haver comparação igual com os lados do levantamento manual.

Tabela 20 - Diagrama unifilar dos levantamentos

| Unifilar de Dados Técnicos | Rodovia  | Quilômetro | Levantamento Manual |      |      | Levantamento Semiautomático |      |      | Quilômetro |     |     |
|----------------------------|----------|------------|---------------------|------|------|-----------------------------|------|------|------------|-----|-----|
|                            |          |            | IES                 | IGGE | ICPF | ICPF                        | IGGE | IES  |            |     |     |
| REGULAR                    | Legenda: | BR-424/AL  | 92                  | 5    | 58,5 | 2                           | 2    | 58,5 | 5          | 92  |     |
|                            |          | BR-424/AL  | 93                  | 3    | 39,5 | 2                           | 2    | 39,5 | 3          | 93  |     |
|                            |          | BR-424/AL  | 94                  | 2    | 22,4 | 4                           | 4    | 25,4 | 2          | 94  |     |
|                            |          | BR-424/AL  | 95                  | 4    | 54,9 | 3                           | 3    | 54,9 | 4          | 95  |     |
|                            |          | BR-424/AL  | 96                  | 3    | 35,9 | 3                           | 3    | 35,9 | 3          | 96  |     |
|                            |          | BR-424/AL  | 97                  | 4    | 54,9 | 3                           | 3    | 54,9 | 4          | 97  |     |
|                            |          | ÓTIMO      | BR-424/AL           | 98   | 4    | 53,5                        | 3    | 3    | 38,5       | 3   | 98  |
|                            |          |            | BR-424/AL           | 99   | 4    | 54,9                        | 3    | 3    | 54,9       | 4   | 99  |
|                            |          |            | BR-424/AL           | 100  | 4    | 54,9                        | 3    | 3    | 54,9       | 4   | 100 |
|                            |          |            | BR-424/AL           | 101  | 3    | 38,5                        | 3    | 3    | 19,5       | 1   | 101 |
| RUM                        | BOM      | BR-424/AL  | 102                 | 3    | 38,5 | 3                           | 3    | 38,5 | 3          | 102 |     |
|                            |          | BR-424/AL  | 103                 | 4    | 53,5 | 3                           | 3    | 38,5 | 3          | 103 |     |
|                            |          | BR-424/AL  | 104                 | 5    | 58,5 | 1                           | 1    | 58,5 | 5          | 104 |     |
|                            |          | BR-424/AL  | 105                 | 5    | 58,5 | 1                           | 1    | 58,5 | 5          | 105 |     |
|                            |          | BR-424/AL  | 106                 | 0    | 6    | 4                           | 4    | 6    | 0          | 106 |     |
|                            |          | BR-424/AL  | 107                 | 0    | 6    | 5                           | 5    | 6    | 0          | 107 |     |

Fonte: Autor (2022)

Em ambos levantamentos, os segmentos críticos foram os mesmos, sendo eles o 1 (Km 92 ao Km 93), 13 (Km 104 ao Km 105) e 14 (Km 105 ao Km 106). Os melhores segmentos também foram os mesmos nos levantamentos manual e semiautomático, os quais foram os segmentos 15 (Km 106 ao Km 107) e o 16 (Km 107 ao Km 108).

## 5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Conclui-se que, apesar dos cuidados necessários e interferências externas que o levantamento semiautomático possa sofrer, e mesmo ainda que ele tenha se mostrado mais sensível e dependente com relação a equipamentos de qualidade em comparação com o método de levantamento manual, o semiautomático se mostrou como aquele mais ágil de executar, no caso deste estudo, o levantamento semiautomático tomou um tempo de execução de aproximadamente metade do tempo necessário para o levantamento manual, visto que a realização de duas gravações por dois aparelhos distintos durou poucos minutos a mais que a execução do manual.

Ademais, o semiautomático não apresentou variações severas em relação aos resultados obtidos, mesmo utilizando equipamentos considerados inferiores em comparação com outros disponíveis largamente no varejo e com operados não muito experientes. Defeitos que possam ser contados, tais como os buracos e remendos, e aqueles que possuam maiores extensões e profundidade, sofrem poucas alterações

independentemente do tipo de coleta. Do ponto de vista comercial, o levantamento semiautomático possui um custo menor de realização devido a um custo menor de uso de combustível, que o tempo de tráfego é inferior, e a possibilidade de redução da equipe, pois é necessário apenas um operador para realizar as filmagens, sendo que o mesmo ainda pode realizar o tratamento de dados caso a opção do uso de inteligências artificiais não seja possível, situação essa enfrentada neste trabalho, tais vantagens podem compensar o fato da coleta não abranger todos ou a maior parte dos defeitos existentes, o que pode tornar os resultados um pouco mais positivos do que o constatado na ida a campo, mas ainda assim é um tipo de levantamento que pode ser recomendado para fazer parte de um SGP a nível de rede, pois fornece informações de forma ágil, sem grandes alterações e que podem ser armazenadas, para entre outras coisas, visualizar o histórico e situações em dados momentos da via.

Dos resultados obtidos nos dois levantamentos, foi verificado conceitos condizentes com a realidade, que não existem trechos classificados com conceito “PÉSSIMO”, que se refere a vias consideradas quase como intrafegáveis. Por outro lado, as vias não obtiveram conceitos tão positivos, o que vai de encontro com a expectativa idealizada sobre a via, que possui anos de uso com reparos e manutenções localizadas. Os defeitos mais esperados também foram aqueles vistos na literatura, sendo o desgaste e as trincas as não conformidades que mais afligem as rodovias brasileiras, também foram aqueles que estão mais presentes na rodovia trabalhada. Salienta-se que, não é possível aferir o erro humano e não há parâmetros para isto, assim como, não foi possível medir a influência de se ter um mesmo operador para tratar as informações coletadas nos distintos levantamentos, sendo preferível que haja a realização de estudos concomitantes e independentes para a obtenção de contraprovas.

Como recomendações para trabalhos futuros, sugere-se avaliar a influência do horário do levantamento nos resultados (início, meio e término de dia), respeitando-se a exigência de haver luz natural e evitar os horários de pico, começo e fim de expedientes. Avaliar diferentes dispositivos de filmagem e qual velocidade indicada para cada um deles, pois dispositivos com maior qualidade de registro de imagens podem ser submetidos a velocidade de tráfego maiores sem sofrer grandes distorções nas imagens. Sendo importante sempre prezar por dispositivos de alta qualidade, visto que eles possuem um detalhamento melhor da imagem, sofrendo menos com detritos, manchas e sujeiras deixados na via, assim como podem possuir um foco de imagem mais estável, controle do brilho do vídeo e uma amplitude maior de gravação. Buscar tecnologias que



permitam o registro digital da extensão das não conformidades é extremamente recomendável, pois realizar uma filmagem que efetue a coleta das extensões proporcionam resultados mais fidedignos e precisos, tal ferramenta pode ser pautada tanto através de tecnologia que determine o quanto o veículo andou (análoga ao odômetro), quanto com a vinculação com banco de dados que tenham a correspondência entre coordenadas geográficas e marcos quilométricos da rodovia. Verificar a influência do tipo de automóvel utilizado e aferir qual seria o mais recomendável para realizar o serviço de levantar as ocorrências de defeitos com mais eficiência nas rodovias. Por fim, indica-se fazer um comparativo entre como os diversos defeitos são visualizados em campo durante os levantamentos manuais e em vídeo nos levantamentos semiautomáticos e automáticos.

## **REFERÊNCIAS**

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de pavimentação**. 3.ed. Rio de Janeiro, Publicação IPR-719, 2006.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 005/2003 – TER: defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos - terminologia**. Rio de Janeiro, 2003.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 008/2003 – PRO: Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Restauração de pavimentos asfálticos**. 2º Edição. Rio de Janeiro, Publicação IPR-720, 2006.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de gerência de pavimentos**. Rio de Janeiro, Publicação IPR-745, 2011.

CNT, Confederação Nacional do Transporte. **Pesquisa CNT de rodovias 2021**. Brasília, 2021.

CNT, Confederação Nacional do Transporte. **Pesquisa CNT de rodovias 2022**. Brasília, 2022.

CNT, Confederação Nacional do Transporte. **Anuário CNT do transporte**. Brasília, 2021.

IMD, International Institute for Management Development. **World Competitiveness Ranking of 2022**. Switzerland, 2022.

CAUSIM, Patrícia Bolsonaro. **Estudo de um sistema de gerência de pavimentos para cidades de pequeno e médio porte**. Campinas, SP, 2001.

SANTOS, Felipe Alves; MENDES, Eric Guilherme; GOLTZ, Claudir José. **Avaliação objetiva da superfície do revestimento asfáltico da avenida Ranulfo Paes de Barros no município de Nova Xavantina/MT.** Mato Grosso, 2019.

KAFI, Mehran Farashah. **Development Practices for Municipal Pavement Management Systems Application.** Dissertation (master's degree) - Civil Engineering. University of Waterloo. Ontario, Canadá, 2012.

FERNANDES, Jr. J. L. **Investigação dos efeitos das solicitações do tráfego sobre o desempenho de pavimentos.** Tese (Doutorado em Engenharia de Transporte) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

BERNUCCI, et al. **Pavimentação asfáltica - formação básica para engenheiros.** Rio de Janeiro, ABEDA, 2006.

HAAS, R. S., HUDSON, W. R., ZANEWSKI, J. **Modern Pavement Management.** Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, USA, 1994.

VERAS, Luan Soares. **Avaliação da serventia de um trecho de pavimento da cidade de Mossoró/RN através do levantamento visual contínuo (LVC).** Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró/RN, 2017.

SEGRE, Thiago Stefano Passos. **Pavimentos flexíveis - análise dos defeitos em função da sua origem e suas consequências na vida útil.** Brasília, Distrito Federal, 2019.

ARTERIS. **Determinação do valor de resistência à derrapagem utilizando o pêndulo britânico.** Centro de Desenvolvimento Tecnológico (CDT), novembro de 2020.

VIEIRA, Tiago et al. **Avaliação da macrotextura média de superfícies de pavimentos - comparação entre as técnicas com drenômetro e com mancha de areia.** Universidade De São Paulo, Escola Politécnica.

DNER, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **DNER-PRO 182/94: Medição da irregularidade de superfície de pavimento com sistemas integradores IPR/USP e maysmeter.** Brasil, 1994.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 006/2003 – PRO: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos.** Rio de Janeiro, 2003.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 009/2003 – PRO: Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos.** Rio de Janeiro, 2003.

DNER, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **DNER-PRO 10/79: Avaliação estrutural dos pavimentos flexíveis, procedimento A.** Rio de Janeiro, 1979.

DNER, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **DNER-PRO 11/79: Avaliação estrutural dos pavimentos flexíveis, procedimento B.** Rio de Janeiro, 1979.







# Anexo I







## Formulário de Levantamento Visual Contínuo







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

Fonte: DNIT (2003)







## Anexo II







| <b>Relatório Fotográfico</b>  |          |                  |  |          |                  |
|---|----------|------------------|--|----------|------------------|
| Responsável: Sebastião Athayde Bezerra  |          |                  |  |          |                  |
| Foto  | 1        | Data: 13/09/2022 | Foto   | 2        | Data: 13/09/2022 |
| Km  | 92,20 LD |                  | Km   | 92,20 LD |                  |
| Descrição: Trinca isolada.  |          |                  | Descrição: Remendo.  |          |                  |
|    |          |                  |    |          |                  |
| Foto  | 3        | Data: 13/09/2022 | Foto   | 4        | Data: 13/09/2022 |
| Km  | 92,35 LD |                  | Km   | 92,32 LD |                  |
| Descrição: Buracos e Trincas.   |          |                  | Descrição: Trincas Couro de Jacaré.  |          |                  |
|   |          |                  |   |          |                  |
| Foto  | 5        | Data: 13/09/2022 | Foto   | 6        | Data: 13/09/2022 |
| Km  | 92,42 LD |                  | Km   | 92,32 LD |                  |
| Descrição: Trinca Couro de Jacaré.  |          |                  | Descrição: Trincas e Buracos.  |          |                  |
|  |          |                  |  |          |                  |







| <b>Relatório Fotográfico</b>   |          |                  |  |          |                  |
|--|----------|------------------|--|----------|------------------|
| Responsável: Sebastião Athayde Bezerra   |          |                  |  |          |                  |
| Foto   | 7        | Data: 13/09/2022 | Foto   | 8        | Data: 13/09/2022 |
| Km   | 92,47 LD |                  | Km   | 92,47 LE |                  |
| Descrição: Desgaste no pavimento.  |          |                  | Descrição: Remendo e Trinca.   |          |                  |
|  <p style="text-align: right; font-size: small;">BR 424/AL - Km 92,47 - LD<br/>Lat/Lon: -09,59203/-35,87931<br/>13/09/2022 08:10<br/>Aut: 080.737.692.783-7 SNV/ago/22</p>                    |          |                  |  <p style="text-align: right; font-size: small;">BR 424/AL - Km 92,47 - LE<br/>Lat/Lon: -09,59203/-35,87931<br/>13/09/2022 08:10<br/>Aut: 080.737.692.783-7 SNV/ago/22</p>                   |          |                  |
| Foto   | 9        | Data: 13/09/2022 | Foto   | 10       | Data: 13/09/2022 |
| Km   | 92,65 LD |                  | Km   | 92,65 LD |                  |
| Descrição: Buracos e Trincas.  |          |                  | Descrição: Trincas Isolada.  |          |                  |
|  <p style="text-align: right; font-size: small;">BR 424/AL - Km 92,65 - LD - dist lat: 12 m<br/>Lat/Lon: -09,59369/-35,87913<br/>13/09/2022 08:12<br/>Aut: 481.737.692.403-7 SNV/ago/22</p>  |          |                  |  <p style="text-align: right; font-size: small;">BR 424/AL - Km 92,65 - LD - dist lat: 12 m<br/>Lat/Lon: -09,59369/-35,87913<br/>13/09/2022 08:12<br/>Aut: 481.737.692.403-7 SNV/ago/22</p> |          |                  |
| Foto   | 11       | Data: 13/09/2022 | Foto   | 12       | Data: 13/09/2022 |
| Km   | 92,65 LD |                  | Km   | 92,72 LD |                  |
| Descrição: Buraco.   |          |                  | Descrição: Trinca Couro de Jacaré.   |          |                  |
|  <p style="text-align: right; font-size: small;">BR 424/AL - Km 92,65 - LD - dist lat: 12 m<br/>Lat/Lon: -09,59369/-35,87913<br/>13/09/2022 08:12<br/>Aut: 481.737.692.403-7 SNV/ago/22</p> |          |                  |  <p style="text-align: right; font-size: small;">BR 424/AL - Km 92,72 - LD<br/>Lat/Lon: -09,59406/-35,87900<br/>13/09/2022 08:14<br/>Aut: 481.737.692.123-7 SNV/ago/22</p>                 |          |                  |







| <b>Relatório Fotográfico</b>   |          |                  |  |          |                  |
|--|----------|------------------|--|----------|------------------|
| Responsável: Sebastião Athayde Bezerra   |          |                  |  |          |                  |
| Foto   | 13       | Data: 13/09/2022 | Foto   | 14       | Data: 13/09/2022 |
| Km   | 92,73 LD |                  | Km   | 92,75 LD |                  |
| Descrição: Buraco e Trincas.   |          |                  | Descrição: Remendos e Trincas.   |          |                  |
|  <p style="text-align: right; font-size: small; color: yellow;">BR 424/AL - Km 92,73 - LD<br/>Lat/Lon: -09,59440/-35,87885<br/>13/09/2022 08:14<br/>Aut: 881.737.692.128-7 SNV-ago/22</p>                   |          |                  |  <p style="text-align: right; font-size: small; color: yellow;">BR 424/AL - Km 92,75 - LD - dist lat: 13 m<br/>Lat/Lon: -09,59460/-35,87902<br/>13/09/2022 08:14<br/>Aut: 881.737.692.128-7 SNV-ago/22</p>   |          |                  |
| Foto   | 15       | Data: 13/09/2022 | Foto   | 16       | Data: 13/09/2022 |
| Km   | 92,85 LD |                  | Km   | 92,90 LD |                  |
| Descrição: Remendos e Trincas.   |          |                  | Descrição: Remendos e Trincas.   |          |                  |
|  <p style="text-align: right; font-size: small; color: yellow;">BR 424/AL - Km 92,85 - LD - dist lat: 13 m<br/>Lat/Lon: -09,59544/-35,87891<br/>13/09/2022 08:16<br/>Aut: 281.737.692.939-7 SNV-ago/22</p> |          |                  |  <p style="text-align: right; font-size: small; color: yellow;">BR 424/AL - Km 92,90 - LD<br/>Lat/Lon: -09,59589/-35,87881<br/>13/09/2022 08:18<br/>Aut: 281.737.692.939-7 SNV-ago/22</p>                   |          |                  |
| Foto   | 17       | Data: 13/09/2022 | Foto   | 18       | Data: 13/09/2022 |
| Km   | 92,93 LD |                  | Km   | 93 LD    |                  |
| Descrição: Buraco e Trincas.   |          |                  | Descrição: Remendos e Trincas.   |          |                  |
|  <p style="text-align: right; font-size: small; color: yellow;">BR 424/AL - Km 92,93 - LD<br/>Lat/Lon: -09,59620/-35,87874<br/>13/09/2022 08:17<br/>Aut: 981.737.692.745-7 SNV-ago/22</p>                 |          |                  |  <p style="text-align: right; font-size: small; color: yellow;">BR 424/AL - Km 92,99 - LD - dist lat: 12 m<br/>Lat/Lon: -09,59659/-35,87871<br/>13/09/2022 08:18<br/>Aut: 681.737.692.653-7 SNV-ago/22</p> |          |                  |















| <b>Relatório Fotográfico</b>  |          |                  |  |          |                  |
|---|----------|------------------|--|----------|------------------|
| Responsável: Sebastião Athayde Bezerra  |          |                  |  |          |                  |
| Foto  | 19       | Data: 13/09/2022 | Foto   | 20       | Data: 13/09/2022 |
| Km  | 93 LD    |                  | Km   | 93,13 LD |                  |
| Descrição: Remendo e Trincas.   |          |                  | Descrição: Remendo e Trincas.  |          |                  |
|    |          |                  |    |          |                  |
| Foto  | 21       | Data: 13/09/2022 | Foto   | 22       | Data: 13/09/2022 |
| Km  | 93,18 LD |                  | Km   | 93,23 LD |                  |
| Descrição: Remendo, buraco e trinca   |          |                  | Descrição: Trincas gerando buracos.  |          |                  |
|   |          |                  |   |          |                  |
| Foto  | 23       | Data: 13/09/2022 | Foto   | 24       | Data: 13/09/2022 |
| Km  | 93,34 LD |                  | Km   | 93,37 LD |                  |
| Descrição: Trincas e Desgaste.  |          |                  | Descrição: Trinca Couro de Jacaré.   |          |                  |
|  |          |                  |  |          |                  |

| <b>Relatório Fotográfico</b>  |          |                  |  |          |                  |
|---|----------|------------------|--|----------|------------------|
| Responsável: Sebastião Athayde Bezerra  |          |                  |  |          |                  |
| Foto  | 25       | Data: 13/09/2022 | Foto   | 26       | Data: 13/09/2022 |
| Km  | 93,41 LE |                  | Km   | 93,43 LD |                  |
| Descrição: Remendo e Trincas.   |          |                  | Descrição: Trincas gerando buracos.  |          |                  |
|  <p style="text-align: right; font-size: small; color: yellow;">BR 424/AL - Km 93,41 - LE<br/>Lat/Lon: -09,60040/-35,87816<br/>13/09/2022 08:22<br/>Aut: 481.737.692.193-7 SNV:ago/22</p>                    |          |                  |  <p style="text-align: right; font-size: small; color: yellow;">BR 424/AL - Km 93,43 - LD<br/>Lat/Lon: -09,60069/-35,87813<br/>13/09/2022 08:23<br/>Aut: 182.737.692.003-7 SNV:ago/22</p>                    |          |                  |
| Foto  | 27       | Data: 13/09/2022 | Foto   | 28       | Data: 13/09/2022 |
| Km  | 93,47 LD |                  | Km   | 93,52 LD |                  |
| Descrição: Trinca Couro de Jacaré.  |          |                  | Descrição: Remendo e Desgaste.   |          |                  |
|  <p style="text-align: right; font-size: small; color: yellow;">BR 424/AL - Km 93,47 - LD - dist lat: 11 m<br/>Lat/Lon: -09,60109/-35,87811<br/>13/09/2022 08:23<br/>Aut: 182.737.692.003-7 SNV:ago/22</p>  |          |                  |  <p style="text-align: right; font-size: small; color: yellow;">BR 424/AL - Km 93,52 - LE - dist lat: 12 m<br/>Lat/Lon: -09,60149/-35,87806<br/>13/09/2022 08:24<br/>Aut: 882.737.692.803-7 SNV:ago/22</p>  |          |                  |
| Foto  | 29       | Data: 13/09/2022 | Foto   | 30       | Data: 13/09/2022 |
| Km  | 93,55 LD |                  | Km   | 94 LD    |                  |
| Descrição: Trincas e Buracos.   |          |                  | Descrição: Trinca Couro de Jacaré.   |          |                  |
|  <p style="text-align: right; font-size: small; color: yellow;">BR 424/AL - Km 93,55 - LD - dist lat: 11 m<br/>Lat/Lon: -09,60177/-35,87801<br/>13/09/2022 08:26<br/>Aut: 582.737.692.713-7 SNV:ago/22</p> |          |                  |  <p style="text-align: right; font-size: small; color: yellow;">BR 424/AL - Km 93,99 - LD - dist lat: 11 m<br/>Lat/Lon: -09,60573/-35,87745<br/>13/09/2022 08:27<br/>Aut: 982.737.692.433-7 SNV:ago/22</p> |          |                  |

| <b>Relatório Fotográfico</b>  |          |                  |  |          |                  |
|---|----------|------------------|--|----------|------------------|
| Responsável: Sebastião Athayde Bezerra  |          |                  |  |          |                  |
| Foto  | 31       | Data: 13/09/2022 | Foto   | 32       | Data: 13/09/2022 |
| Km  | 94,03 LE |                  | Km   | 97,38 LD |                  |
| Descrição: Trinca Couro de Jacaré.  |          |                  | Descrição: Trinca Couro de Jacaré.   |          |                  |
|    |          |                  |    |          |                  |
| Foto  | 33       | Data: 13/09/2022 | Foto   | 34       | Data: 13/09/2022 |
| Km  | 97,39 LD |                  | Km   | 97,69 LD |                  |
| Descrição: Trinca Couro de Jacaré.  |          |                  | Descrição: Buraco e Trincas.   |          |                  |
|   |          |                  |   |          |                  |
| Foto  | 35       | Data: 13/09/2022 | Foto   | 36       | Data: 13/09/2022 |
| Km  | 99,91 LD |                  | Km   | 99,91 LD |                  |
| Descrição: Trinca Couro de Jacaré.  |          |                  | Descrição: Trinca Couro de Jacaré.   |          |                  |
|  |          |                  |  |          |                  |

| <b>Relatório Fotográfico</b>  |           |                  |  |           |                  |
|---|-----------|------------------|--|-----------|------------------|
| Responsável: Sebastião Athayde Bezerra  |           |                  |  |           |                  |
| Foto  | 37        | Data: 13/09/2022 | Foto   | 38        | Data: 13/09/2022 |
| Km  | 105,14 LD |                  | Km   | 105,14 LD |                  |
| Descrição: Trinca Couro de Jacaré.  |           |                  | Descrição: Buraco e Trincas.   |           |                  |
|    |           |                  |    |           |                  |
| Foto  | 39        | Data: 13/09/2022 | Foto   | 40        | Data: 13/09/2022 |
| Km  | 105,15 LD |                  | Km   | 105,16 LD |                  |
| Descrição: Trinca Couro de Jacaré.  |           |                  | Descrição: Trinca Couro de Jacaré.   |           |                  |
|   |           |                  |   |           |                  |
| Foto  | 41        | Data: 13/09/2022 | Foto   | 42        | Data: 13/09/2022 |
| Km  | 105,19 LD |                  | Km   | 105,20 LD |                  |
| Descrição: Trinca Transversal.  |           |                  | Descrição: Trinca Couro de Jacaré.   |           |                  |
|  |           |                  |  |           |                  |

| <b>Relatório Fotográfico</b>  |           |                  |  |           |                  |
|---|-----------|------------------|--|-----------|------------------|
| Responsável: Sebastião Athayde Bezerra  |           |                  |  |           |                  |
| Foto  | 43        | Data: 13/09/2022 | Foto   | 44        | Data: 13/09/2022 |
| Km  | 105,19 LD |                  | Km   | 105,21 LD |                  |
| Descrição: Trinca Couro de Jacaré.  |           |                  | Descrição: Remendo, buraco e trinca  |           |                  |
|    |           |                  |    |           |                  |
| Foto  | 45        | Data: 13/09/2022 | Foto   | 46        | Data: 13/09/2022 |
| Km  | 105,22 LD |                  | Km   | 105,49 LD |                  |
| Descrição: Buracos em Remendo.  |           |                  | Descrição: Trincas e Desgaste.   |           |                  |
|   |           |                  |   |           |                  |
| Foto  | 47        | Data: 13/09/2022 | Foto   | 48        | Data: 13/09/2022 |
| Km  | 105,47 LD |                  | Km   | 105,51 LE |                  |
| Descrição: Trinca Couro de Jacaré.  |           |                  | Descrição: Remendo, buraco e trinca  |           |                  |
|  |           |                  |  |           |                  |

| <b>Relatório Fotográfico</b>  |           |                  |  |           |                  |
|---|-----------|------------------|--|-----------|------------------|
| Responsável: Sebastião Athayde Bezerra  |           |                  |  |           |                  |
| Foto  | 49        | Data: 13/09/2022 | Foto   | 50        | Data: 13/09/2022 |
| Km  | 105,51 LD |                  | Km   | 105,52 LD |                  |
| Descrição: Remendo, buraco e trinca   |           |                  | Descrição: Trincas Isolada e Jacaré.   |           |                  |
|    |           |                  |    |           |                  |
| Foto  | 51        | Data: 07/09/2022 | Foto   | 52        | Data: 07/09/2022 |
| Km  | 92 LD     |                  | Km   | 92 LD     |                  |
| Descrição: Início do Trecho.  |           |                  | Descrição: Início do Trecho.   |           |                  |
|   |           |                  |   |           |                  |
| Foto  | 53        | Data: 13/09/2022 | Foto   | 54        | Data: 13/09/2022 |
| Km  | 108 LE    |                  | Km   | 108 LD    |                  |
| Descrição: Final do Trecho.   |           |                  | Descrição: Final do Trecho.  |           |                  |
|  |           |                  |  |           |                  |