

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

TIAGO MENDONÇA CAVALCANTE TEIXEIRA

AVALIAÇÃO DA INFRAESTRUTURA VIÁRIA DE ALAGOAS: UM ESTUDO DE  
CASO NA RODOVIA AL-101 NORTE À LUZ DO MANUAL DE PAVIMENTAÇÃO DO  
DNIT

MACEIÓ-AL  
2024

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

Bibliotecária: Helena Cristina Pimentel do Vale CRB-4/ 661

T266a     Teixeira, Tiago Mendonça Cavalcante.  
            Avaliação da infraestrutura viária de Alagoas : um estudo de caso na rodovia AL-101  
            Norte à luz do manual de pavimentação do DNIT / Tiago Mendonça Cavalcante  
            Teixeira. – 2024.  
            89 f. : il.

Orientadora: Aline Calheiros Espíndola.  
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Civil) – Universidade  
Federal de Alagoas, Centro de Tecnologia, Maceió, 2024.

Bibliografia: f. 88-89.

1. Construção civil. 2. Obras públicas. 3. Pavimentação. 4. Estado de conservação.  
5. Rodovia – AL-101 Norte (Alagoas, Brasil). I. Título.

CDU: 624:693.7(813.5)

## Folha de Aprovação

# AVALIAÇÃO DA INFRAESTRUTURA VIÁRIA DE ALAGOAS: UM ESTUDO DE CASO NA RODOVIA AL-101 NORTE À LUZ DO MANUAL DE PAVIMENTAÇÃO DO DNIT

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Professora Aline Calheiros Espíndola

### Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente  
 ALINE CALHEIROS ESPINDOLA  
Data: 16/12/2024 10:39:26-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Orientador: Professora Aline Calheiros Espíndola  
(Universidade Federal de Alagoas)

Documento assinado digitalmente  
 ALEXANDRE LIMA MARQUES DA SILVA  
Data: 16/12/2024 11:45:24-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Examinador Interno: Professor Dr. Alexandre Lima Marques da Silva  
(Universidade Federal de Alagoas)

Documento assinado digitalmente  
 SEBASTIAO BRAGA MOTA  
Data: 13/12/2024 09:30:07-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Examinador Externo: Engenheiro Sebastião Braga Mota  
(DER - AL)

TIAGO MENDONÇA CAVALCANTE TEIXEIRA

**AVALIAÇÃO DA INFRAESTRUTURA VIÁRIA DE ALAGOAS: UM ESTUDO DE CASO NA RODOVIA AL-101 NORTE À LUZ DO MANUAL DE PAVIMENTAÇÃO DO DNIT**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao colegiado do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. MSc. Aline Calheiros Espíndola

Maceió-AL  
2024

## **FOLHA DE ENCAMINHAMENTO**

**Avaliação da Infraestrutura Viária de Alagoas: Um Estudo de Caso na Rodovia  
AL-101 Norte à Luz do Manual de Pavimentação do DNIT**

Tiago Mendonça Cavalcante Teixeira

Aline Calheiros Espíndola (Orientadora)

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu pai, Marcos, razão de eu ter escolhido essa nobre profissão, por sempre ter sido fonte de admiração e inspiração, exercendo o papel de pai e mãe com muito cuidado e amor.

Ao meu irmão, Artur, exemplo de profissional, e meu grande companheiro e parceiro de minha trajetória acadêmica, profissional e pessoal.

À minha namorada, Duda, por se fazer presente durante todo esse processo, nos momentos mais difíceis, e me dar forças para enfrentar os obstáculos da vida, com mais leveza e amor.

À minha família, que apesar da distância, se faz presente, com muito amor e carinho.

Aos meus amigos, de graduação e de vida, pela companhia em momentos difíceis.

Aos meus professores da graduação, por estarem dispostos a lapidar a futura geração de engenheiros.

À professora Aline Espíndola, por ter aceitado me orientar neste trabalho, compartilhando seu conhecimento e auxílio ao longo do processo.

E, por fim, à minha mãe, Ana Paula, que mesmo longe, permanece comigo e continua sendo quem mais busco orgulhar.

## RESUMO

Teixeira, T. M. C. **Avaliação da Infraestrutura Viária de Alagoas: Um Estudo de Caso na Rodovia AL-101 Norte à Luz do Manual de Pavimentação do DNIT.** Plano do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil. Maceió, 2024.

A malha rodoviária brasileira é a mais extensa e mais utilizada dentre os diversos modais de transporte e, à medida que é amplamente utilizada também está suscetível a patologias e irregularidades, sendo provenientes das intempéries climáticas, solicitações contínuas ou más execuções e manutenções de suas vias. O presente trabalho propõe um diagnóstico avaliativo do estado de conservação de um trecho de rodovia que faz parte da malha rodoviária estadual alagoana. Embasado nos textos normativos do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), levantando as principais patologias presentes, bem como os pontos críticos dos trechos analisados, culminando em um relatório de estado de conservação.

**Palavra-Chave:** pavimentação; estado de conservação; rodovia.

## **ABSTRACT**

The Brazilian road network is the most extensive and utilized among various transportation modes, and as it is widely used, it is also susceptible to pathologies and irregularities, stemming from climatic conditions, continuous demands, or poor execution and maintenance of its roads. This paper proposes an evaluative diagnosis of the conservation status of a section of a highway that is part of the state road network in Alagoas. Based on the normative texts of the National Department of Transportation Infrastructure (DNIT), it identifies the main pathologies present, as well as the critical points of the analyzed sections, culminating in a conservation status report.

**Keyword:** Paving; Conservation Status; Highway.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Série histórica da frota de veículos no Brasil .....	13
Figura 2 - Série histórica da frota de veículos em Alagoas .....	14
Figura 3 - Diferenças básicas entre as estruturas dos pavimentos.....	17
Figura 4 - Estruturas básicas de pavimento rígido e flexível .....	18
Figura 5 - Trinca isolada longitudinal .....	19
Figura 6 – Afundamento plástico .....	19
Figura 7 - Ondulação.....	20
Figura 8 - Painela.....	20
Figura 9 - Remendo .....	20
Figura 10 - Esquema de trincas e deformações permanentes.....	23
Figura 11 - Esquemáticas patologias diversas .....	24
Figura 12 – Faixa dupla contínua.....	27
Figura 13 – Linha contínua/seccionada .....	27
Figura 14 – Linha de bordo .....	28
Figura 15 - Formulário do levantamento visual contínuo.....	32
Figura 16 - Formulário de cálculo do IGGE .....	36
Figura 17 - Quadro resumo do levantamento .....	38
Figura 18 - Ficha de avaliação de serventia .....	42
Figura 19 - Trecho de análise .....	44
Figura 20 - Placas de advertência consideradas no estudo.....	45

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Esquemáticas patologias diversas .....	25
Quadro 2 - Codificação das frequências dos defeitos .....	33
Quadro 3 - Conceitos do ICPF .....	34
Quadro 4 - Fatores para cálculo .....	35
Quadro 5 - Pesos para cálculo.....	35
Quadro 6 - Quadro de determinação do IES .....	37
Quadro 7 - Nível de conservação .....	45
Quadro 8 - ICPFs da UP 1 .....	48
Quadro 9 - Levantamento de trincas da UP 1 .....	50
Quadro 10 - Levantamento de deformações da UP 1 .....	50
Quadro 11 - Levantamento de panelas e remendos da UP 1 .....	51
Quadro 12 - Cálculo do IGGE das UCs da UP 1 .....	55
Quadro 13 - Determinação do IES das UCs da UP 1.....	55
Quadro 14 - ICPFs da UP 2 .....	56
Quadro 15 - Levantamento de trincas da UP 2 .....	58
Quadro 16 - Levantamento de deformações da UP 2 .....	58
Quadro 17 - Levantamento de panelas e remendos da UP 2 .....	59
Quadro 18 - Cálculo do IGGE das UCs da UP 2.....	59
Quadro 19 - Determinação do IES das UCs da UP 2.....	60
Quadro 20 - VSA dos subtrechos da UP 1 .....	64
Quadro 21 - VSA dos subtrechos da UP 2 .....	64
Quadro 22 - Comparativo das conceituações - LVC x VSA .....	65
Quadro 23 - Placas de sinalização - UP 1 .....	66
Quadro 24 - Placas de sinalização - UP 2 .....	67
Quadro 25 - Classificação da sinalização - UP 2.....	72
Quadro 26 - Classificação da sinalização - UP 2.....	72

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Foto 1 - Panela no Km 1 .....	48
Foto 2 - Panela no Km 5 .....	49
Foto 3 - Desgaste no Km 9 .....	49
Foto 4 - Remendo no Km 2 .....	51
Foto 5 - Remendo no Km 3 .....	52
Foto 6 - Trinca “Couro de Jacaré” no Km 4 .....	52
Foto 7- Remendo no Km 6 .....	53
Foto 8 - Trinca longitudinal no Km 7 .....	53
Foto 9 - Trincas longitudinais no Km 8 .....	54
Foto 10 - Trinca com buraco no Km 10 .....	54
Foto 11 - Remendo no Km 12 .....	57
Foto 12 - Trincas, desgastes e buraco no Km 13 .....	57
Foto 13 - Remendo no Km 14 .....	57
Foto 14 - Trinca longitudinal no Km 11 .....	60
Foto 15 - Remendo com trinca isolada no Km 15 .....	61
Foto 16 - Trinca “Couro de Jacaré” no Km 16 .....	61
Foto 17 - Panela no Km 17 .....	62
Foto 18 - Ondulação no Km 18 .....	62
Foto 19 - Trinca “Couro de Jacaré” no Km 19 .....	63
Foto 20 - Trinca interligada com buraco no Km 20 .....	63
Foto 21 - Placa de velocidade máxima permitida no Km 2 .....	68
Foto 22 - Placa de velocidade máxima permitida no Km 15 .....	68
Foto 23 - Lombada sem sinalização vertical no Km 1 .....	68
Foto 24 - Lombada sem sinalização vertical e horizontal no Km 18 .....	69
Foto 25 - Placa de ponte estreita coberta por vegetação no Km 4 .....	69
Foto 26 - Placa de ponte estreita coberta por vegetação no Km 16 .....	70
Foto 27 - Placa de “acesso à Ipioca” no Km 3 .....	70
Foto 28 - Placa de “limite de município Paripueira-Maceió” no Km 10 .....	71
Foto 29 - Placas de indicação no Km 12 .....	71
Foto 30 - Sinalização vertical e horizontal no Km 2 .....	73
Foto 31 - Sinalização vertical e horizontal no Km 3 .....	73
Foto 32 - Sinalização vertical e horizontal no Km 6 .....	74
Foto 33 - Sinalização vertical e horizontal no Km 7 .....	74
Foto 34 - Sinalização horizontal no Km 8 .....	75
Foto 35 - Sinalização vertical e horizontal no Km 10 .....	75
Foto 36 - Sinalização horizontal degradada no Km 1 .....	76
Foto 37 - Sinalização horizontal degradada Km 4 .....	76
Foto 38 - Sinalização horizontal ausente no Km 5 .....	77
Foto 39 - Sinalização horizontal ausente no Km 9 .....	77
Foto 40 - Sinalização horizontal ausente no Km 12 .....	78
Foto 41 - Sinalização horizontal ausente no Km 13 .....	78
Foto 42 - Sinalização horizontal no Km 11 .....	79
Foto 43 - Sinalização horizontal no Km 15 .....	79
Foto 44 - Sinalização horizontal no Km 16 .....	80
Foto 45 - Sinalização horizontal no Km 17 .....	80
Foto 46 - Sinalização horizontal no Km 19 .....	81
Foto 47 - Sinalização horizontal no Km 20 .....	81
Foto 48 - Sinalização horizontal incompleta no Km 14 .....	82

Foto 49 - Sinalização horizontal incompleta no Km 18.....	82
Foto 50 - Guarda corpo de ponte caído , sentido Barra de Santo Antônio-AABB .....	83
Foto 51 - Guarda corpo de ponte caído , sentido Barra de Santo Antônio-AABB .....	84
Foto 52 – Desgaste acentuado no Km 9 .....	85
Foto 53 – Desgaste acentuado no Km 12 .....	85

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AABB	Associação Atlética do Banco do Brasil
CAP	Cimento Asfáltico de Petróleo
CNT	Confederação Nacional de Transportes
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
GEE	Gases de Efeito Estufa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
UP	Unidade de Pesquisa
UC	Unidade de Coleta

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1</b>	<b>Comentários iniciais</b> .....	<b>12</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>15</b>
1.2.1	Objetivo geral .....	15
1.2.2	Objetivos específicos .....	15
<b>1.3</b>	<b>Justificativa</b> .....	<b>15</b>
<b>1.4</b>	<b>Delimitação do trabalho</b> .....	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>Sinalização</b> .....	<b>25</b>
2.2.1	Sinalização vertical .....	26
2.2.2	Sinalização horizontal .....	26
<b>2.3</b>	<b>Formas de avaliação de pavimento e sinalização</b> .....	<b>28</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>30</b>
<b>3.1</b>	<b>Levantamento visual contínuo (LVC)</b> .....	<b>30</b>
<b>3.2</b>	<b>Avaliação subjetiva da superfície do pavimento</b> .....	<b>38</b>
<b>3.3</b>	<b>Parâmetros propostos de obtenção de resultados e exposição</b> .....	<b>43</b>
3.3.1	Escopo da pesquisa.....	43
3.3.2	Defeitos no pavimento .....	44
3.3.3	Sinalização .....	44
3.3.4	Pontos críticos.....	46
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>47</b>
<b>4.1</b>	<b>Levantamento visual contínuo do trecho</b> .....	<b>47</b>
<b>4.2</b>	<b>Valor de serventia atual do trecho</b> .....	<b>63</b>
<b>4.3</b>	<b>Comparativo LVC x VSA dos trechos</b> .....	<b>65</b>
<b>4.4</b>	<b>Sinalização do trecho</b> .....	<b>66</b>
<b>4.5</b>	<b>Pontos críticos</b> .....	<b>83</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>87</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>89</b>

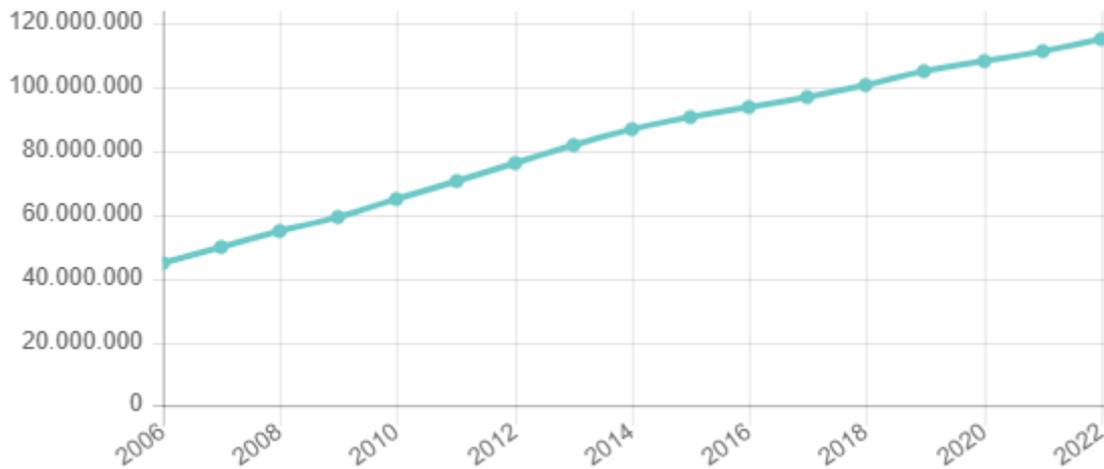
# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 COMENTÁRIOS INICIAIS

A rede de transporte brasileira é constituída em sua maioria por 5 modais, são eles: rodoviário, ferroviário, hidroviário ou aquaviário, aeroviário e dutoviário. No Brasil, eles correspondem a 95,4% de todo transporte de carga. No que diz respeito a distribuição desses modais em território nacional, o modal rodoviário corresponde a 65% de todo transporte de carga e 95% de todo transporte de passageiros, de acordo com dados disponibilizados pela Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2023).

Segundo dados do Anuário de Transporte da Confederação Nacional de Transportes (CNT, 2023), a malha rodoviária brasileira em 2021 apresentava uma extensão total de 1.720.909 km, dos quais 213.500 km são devidamente pavimentados, 157.309 km estão planejados e 1.350.100 km ainda não são pavimentados. Observando através de uma perspectiva histórica, entre os anos de 2012 e 2022 houve um crescimento de 2,5% da extensão de rodovias federais pavimentadas. Essa mesma tendência é observada, ainda que com uma taxa de crescimento maior, na frota de automóveis no Brasil. Em 2021 a frota de automóveis que utilizavam essa infraestrutura de transporte era de 111.446.870 veículos, dos quais 53,2% desse total era de veículos comerciais, 22,2% eram de motocicletas, 2,6% eram de caminhões e 0,6% era de ônibus. A Figura 1 ilustra a série histórica da frota de automóveis em geral no Brasil entre 2006 e 2022. O crescimento constatado evidencia uma maior solicitação da malha rodoviária do país.

**Figura 1 - Série histórica da frota de veículos no Brasil**



Fonte: IBGE (2022)

Tendo em vista sua grande extensão, bem como seu papel proeminente no transporte, tanto de cargas quanto de passageiros, o modal rodoviário tem um papel de destaque dentro da infraestrutura de transporte brasileira, também sendo evidente sua importância no que diz respeito à logística econômica nacional. O Fórum Econômico Mundial, em sua publicação de 2019 do relatório de competitividade global, posicionou o Brasil em 69º no que diz respeito à conectividade de rodovias e na 116ª posição em qualidade de infraestrutura rodoviária. Demonstrando uma disparidade em relação a esse modal tão importante.

Além disso, em sua pesquisa de Rodovias de 2023, a CNT levantou que nos 111.502 km de rodovias avaliadas apenas 13,7% recebem uma avaliação de ótimo ou bom em relação ao seu estado geral, sendo os 86,3% restantes avaliados em regular, ruim ou péssimo. Em relação à qualidade do pavimento, 43,2% receberam avaliação de bom ou ótimo, no que diz respeito a sinalização das vias 36,6% receberam essa classificação e 34% no quesito geometria da via. (CNT, 2023)

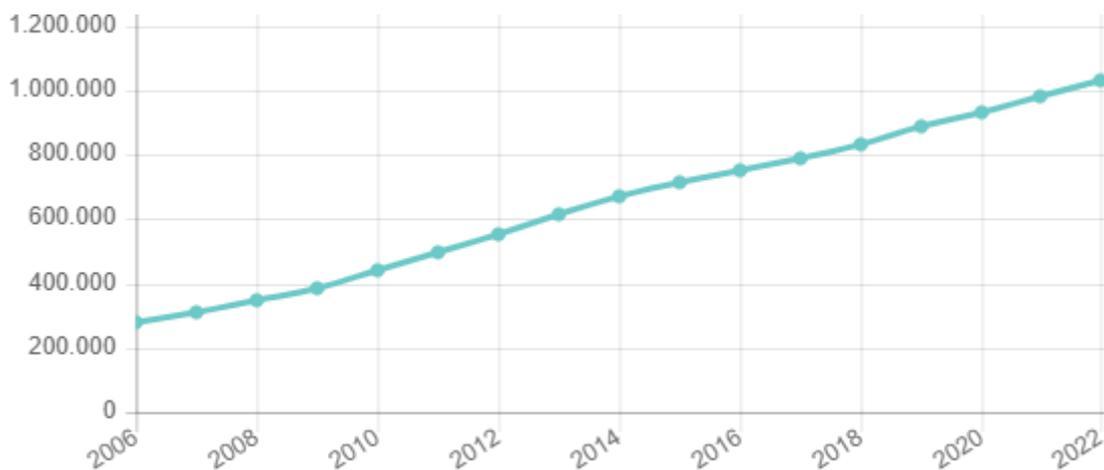
Um pavimento de má qualidade acarreta uma série de impactos a um país ou um estado, sendo eles de natureza social, ambiental e econômica. Rodovias em um pobre estado de conservação geram custos adicionais às transportadoras, decorrente tanto de um gasto excessivo de combustível, em torno de 5% a mais quando comparado com estradas com bom estado de conservação, quanto de manutenções com maior recorrência dos veículos, gerando um aumento no custo final do produto, afetando o consumidor (Bartholomeu, 2006). Além do impacto econômico, esse consumo extra de combustível contribui para uma maior emissão

de Gases de Efeito Estufa (GEE). No mais, foram registrados 1.652.403 acidentes entre 2007 e 2017 em rodovias federais policiadas no Brasil, bem como 57.762 acidentes com vítimas só em 2021 em rodovias federais (CNT, 2022), um dos reflexos de uma malha rodoviária que apresenta um estado de conservação precário.

Em 2023, no estado de Alagoas houve 3.572 sinistros registrados, com o envolvimento de 6.371 veículos e 7.661 pessoas, destas, 618 foram a óbito. Dentre as vias críticas do estado, a rodovia AL-101 Norte se encontra na 4º posição, com 159 sinistros registrados, ficando atrás somente do corredor Durval de Góes Monteiro e Avenida Fernandes Lima, AL-101 Sul e AL-220. (DETRAN-AL, 2023)

Explicitada a importância do modal rodoviário, bem como da sua devida conservação, é de interesse falar da malha alagoana. No ano de 2000, o estado de Alagoas apresentou uma infraestrutura de transporte composta majoritariamente por rodovias e ferrovias, sendo as rodovias o principal modal proposto com uma extensão rodoviária de 13.000 km, dos quais 771 km são federais, 2.343 km são estaduais e 7.897 são municipais. Cerca de 2.350 km desse montante estavam devidamente pavimentados. O estado apresentou também uma frota de veículos em 2022 de 1.034.187 unidades. (Governo Federal, 2000)

**Figura 2 - Série histórica da frota de veículos em Alagoas**



Fonte: IBGE (2022)

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Realizar um levantamento quantitativo e qualitativo do estado de conservação de um trecho de uma rodovia estadual de Alagoas, levando em conta aspectos executivos e de utilização.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar o estado de conservação de um trecho da AL-101 Norte;
- Identificar os trechos mais críticos da via analisada, bem como suas principais patologias;
- Avaliar a sinalização viária do trecho, focando na segurança de seus usuários;
- Identificação das deficiências mais relevantes dos trechos, focando no conforto de rolamento e funcionalidade.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

O modal rodoviário é, sem dúvida, um dos pilares fundamentais para o desenvolvimento e a sustentação de uma economia robusta. A infraestrutura rodoviária permite a circulação eficiente de mercadorias, produtos e pessoas, viabilizando o comércio, a indústria e a mobilidade social. Sem uma malha viária bem mantida e segura, o fluxo de bens e serviços seria severamente prejudicado, afetando diretamente a competitividade da economia, a qualidade de vida da população e o meio ambiente. Em um contexto global onde a interdependência entre setores é cada vez mais acentuada, a boa conservação das rodovias se torna não apenas uma necessidade, mas uma prioridade estratégica para o desenvolvimento sustentável.

Para que essa dinâmica de transporte e logística seja eficiente e segura, a manutenção das vias deve ser uma tarefa contínua e bem estruturada. Porém, não basta apenas realizar reparos ou intervenções pontuais nas rodovias. É preciso uma gestão eficaz baseada em dados concretos, objetivos e atualizados sobre o estado de conservação da malha viária. A coleta e o processamento dessas informações devem ser realizados de forma sistemática e rigorosa, utilizando tecnologias e

métodos que permitam uma análise precisa das condições das vias. Dessa forma, os órgãos responsáveis pela gestão das rodovias, como o DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) e as secretarias estaduais e municipais de transportes, são capazes de tomar decisões embasadas e direcionadas para a melhoria da qualidade da infraestrutura rodoviária.

Nesse sentido, o conteúdo abordado neste trabalho é de grande relevância, pois contribui para o aprimoramento da gestão rodoviária, identificando de forma eficiente e objetiva não conformidades nas rodovias. A metodologia proposta visa não apenas detectar falhas e deteriorações nas vias, mas também estabelecer uma classificação clara do nível de degradação de cada segmento rodoviário, permitindo que as ações corretivas sejam planejadas de forma mais estratégica e priorizadas de acordo com a gravidade dos problemas. Ao possibilitar um diagnóstico preciso e sistemático, este trabalho não só possibilita a melhora da qualidade da malha rodoviária, mas também pode impactar positivamente a sociedade como um todo.

#### **1.4 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO**

O presente trabalho foca no levantamento e avaliação qualitativa e quantitativa do pavimento em um trecho de 20 km da rodovia AL-101. Ele tem como embasamento técnico e teórico as normas de pavimentação do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Foi realizada inicialmente uma revisão bibliográfica dos critérios abordados, em seguida será conduzido um estudo de campo para coleta de dados.

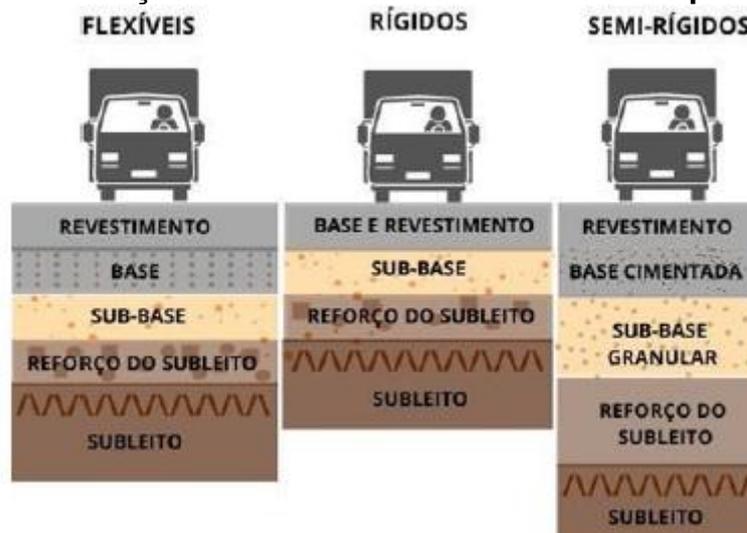
Esse estudo de campo contempla um trecho de 20 km, com ele tendo início na AL-101 Norte, na altura da Associação Atlética Banco do Brasil (AABB) de Maceió-AL e tendo fim na cidade de Barra de Santo Antônio-AL.

Após o levantamento de campo, os dados coletados foram processados e analisados, no intuito de gerar discussões e conclusões acerca do estado de conservação da via.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O pavimento é uma estrutura composta por camadas finitas que tem como principal objetivo absorver e resistir aos esforços oriundos do tráfego e intempéries. A estrutura base de um pavimento é composta por uma camada de reforço de subleito, caso haja necessidade estrutural, uma camada de sub-base, uma camada de base e o revestimento. Em geral as camadas de reforço de subleito e sub-base são constituídas por solo, ou seja, material granular, a camada de base é formada por material britado que tenha uma boa capacidade de suporte, e por fim o revestimento que varia de acordo com a solução proposta. Os pavimentos podem ser classificados em 3 tipos, são eles: Pavimento Rígido, Pavimento Semi-Rígido e Pavimento Flexível. (BERNUCCI et al. 2008). A diferenciação entre as camadas das estruturas desses 3 tipos de pavimento pode ser observada na Figura 3.

**Figura 3 - Diferenças básicas entre as estruturas dos pavimentos**



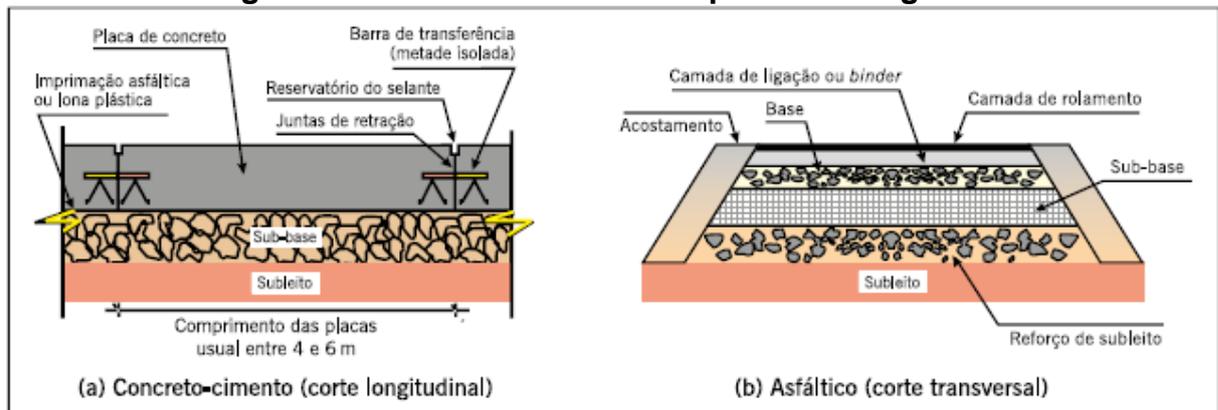
Fonte: Moraes, 2023

A diferenciação entre os tipos de pavimento é dada pela variedade na disposição dessas camadas e dos materiais que as constituem. Em um pavimento rígido, o revestimento é constituído por uma placa de concreto, podendo ser ele armado ou não, e que faz o papel da camada de base e de revestimento, tendo como camada restante apenas a sub-base e o reforço de subleito, caso necessário. Isso dá a esse pavimento uma alta durabilidade e resistência à esforços, porém também faz com que ele carregue consigo um alto valor agregado (BERNUCCI et al. 2008).

O pavimento flexível, por outro lado, apresenta as camadas de sub-base e

base bem definidas, seu revestimento é em geral constituído por uma mistura asfáltica de agregados, graúdos e/ou miúdos, filer e ligante asfáltico (CAP). Essa camada de revestimento pode ser subdividida em duas camadas, são elas: binder e capa. Sendo diferenciadas pela granulometria de seus agregados, e conseqüentemente na densidade de sua mistura, onde a capa de rolamento apresenta uma mistura mais densa que a do binder. Tal diferenciação está ilustrada na Figura 4 (BERNUCCI et al. 2008).

**Figura 4 - Estruturas básicas de pavimento rígido e flexível**



Fonte: Bernucci et al, 2008

Por fim, o pavimento semirrígido tem a peculiaridade de ter uma de suas camadas subsequentes ao revestimento, podendo ela ser a base ou a sub-base, estabilizada quimicamente com cimento ou cal. (BERNUCCI et al. 2008)

## 2.1 Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos

Com o passar do tempo, da solicitação contínua ou até mesmo de uma dosagem ou execução equivocadas o revestimento asfáltico pode apresentar alguns danos que comprometem seu desempenho estrutural ou interferem no conforto de seus usuários. Os mais comuns de serem observados são as deformações permanentes, ou afundamentos, e as trincas por fadiga ou variação térmica, porém podem surgir outras patologias como a exsudação, o desgarramento de agregados graúdos e as panelas ou buracos (BERNUCCI et al. 2008).

A Norma DNIT N° 005/2003 é responsável por determinar as terminologias, definições, codificações e classificações dos principais defeitos presentes em pavimentos flexíveis ou semirrígidos. Ela os separa em 8 classificações distintas, são elas: Fendas (Fissuras e Trincas), Afundamentos (Plásticos e de Consolidação),

Ondulações ou Corrugações, Escorregamentos, Exsudações, Desgastes, Pannels ou Buracos, Remendos (Profundos e Superficiais). Como apresentados nas Figuras 5 a 9.

**Figura 5 – Trinca isolada longitudinal**



Fonte: NORMA DNIT 005/2003

**Figura 6 – Afundamento plástico**



Fonte: NORMA DNIT 005/2003

**Figura 7 – Ondulação**



Fonte: NORMA DNIT 005/2003

**Figura 8 – Panela**



Fonte: NORMA DNIT 005/2003

**Figura 9 – Remendo**



Fonte: NORMA DNIT 005/2003

As fendas são descontinuidades presentes na superfície do pavimento, que levam a aberturas de grande ou pequeno calibre, e são divididas em Fissuras ou Trincas. As **Fissuras (FI)** têm como característica sua discrição, sendo percebidas por uma vista desarmada, apenas a curtas distâncias de até 1,5 m, elas podem estar dispostas, referenciadas pelo eixo da pista, em qualquer direção.

As trincas, por outro lado, são facilmente detectadas por olhos não treinados a distâncias maiores, tendo em vista que suas aberturas são maiores que as aberturas apresentadas nas fissuras. Elas são divididas em trincas isoladas e interligadas, como ilustrado na Figura 5, sendo ambas classificações subdivididas nos seguintes tipos:

❖ Isoladas:

- **Trinca transversal curta (TTC):** Trinca isolada que é disposta de maneira perpendicular ao eixo da pista e tem um comprimento inferior a 100 cm;
- **Trinca transversal longa (TTL):** Trinca isolada que é disposta de maneira perpendicular ao eixo da pista e tem um comprimento superior a 100 cm;
- **Trinca longitudinal curta (TLC):** Trinca isolada que é disposta de maneira paralela ao eixo da pista e tem um comprimento inferior a 100 cm;
- **Trinca longitudinal longa (TLL):** Trinca isolada que é disposta de maneira paralela ao eixo da pista e tem um comprimento superior a 100 cm;
- **Trinca de retração (TRR):** Trinca isolada que não tem como causa o uso contínuo do pavimento, mas sim fenômenos de retração térmica ou problemas relacionados aos materiais que constituem o revestimento ou a base da estrutura do pavimento.

❖ Interligadas:

- **Trinca tipo “Couro de Jacaré” sem erosão (J):** Trincas interligadas sem uma direção predominante, que se assemelham à aparência de pele de jacaré e não possuem uma erosão acentuada em suas bordas;
- **Trinca tipo “Couro de Jacaré” com erosão (JE):** Trincas interligadas sem uma direção predominante, que se assemelham à aparência de pele de jacaré e possuem uma erosão acentuada em suas bordas;
- **Trinca tipo “Bloco” sem erosão (TB):** Trincas interligadas que formam blocos com bordas bem definidas e não possuem uma erosão acentuada em suas bordas;
- **Trinca tipo “Bloco” com erosão (TBE):** Trincas interligadas que

formam blocos com bordas bem definidas e não possuem uma erosão acentuada em suas bordas.

As trincas apresentam 3 grupos distintos de classificação, podendo ser classificadas em FC-1, FC-2 e FC-3. As trincas isoladas com classificação FC-1 apresentam aberturas inferiores a 1 mm, as com classificação FC-2 apresentam aberturas superiores a 1 mm, porém não é observado erosão em suas bordas, as com classificação FC-3 apresentam aberturas superiores a 1 mm e é observado erosão em suas bordas. No caso das trincas interligadas, é realizada a classificação de FC-3 e FC-2 levando em conta a existência ou não de erosão, respectivamente.

No que tange às deformações permanentes, o pavimento pode apresentar uma manifestação de afundamento plástico, afundamento de consolidação ou ondulações. O afundamento plástico é caracterizado pela ocorrência de solevamento, que seria a elevação de uma parcela de pavimento, em decorrência de uma fluência plástica sofrida em uma ou mais camadas do pavimento. O afundamento de consolidação é análogo ao plástico, porém sem a ocorrência do solevamento. Ilustrados na Figura 10. Os afundamentos são subdivididos da seguinte maneira:

❖ Plásticos:

➤ **Afundamento Plástico Local (ALP):** Afundamento que tem como causa a fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito e que apresenta uma extensão de até 6 metros;

➤ **Afundamento Plástico da Trilha (ATP):** Afundamento que tem como causa a fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito, que apresenta uma extensão superior a 6 metros e está situado ao longo dos trilhos das rodas dos veículos.

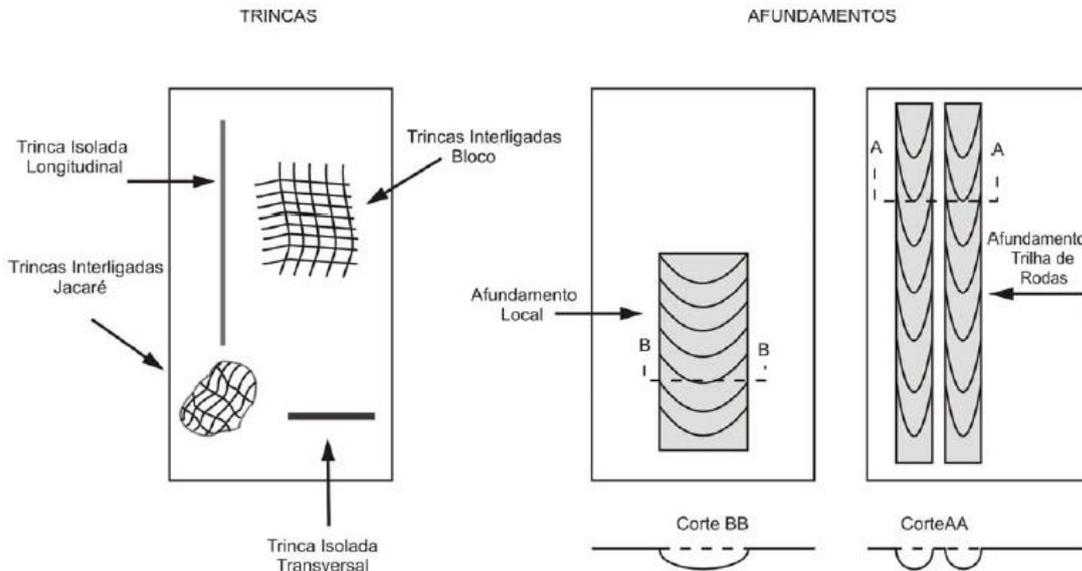
❖ De consolidação:

➤ **Afundamento de Consolidação Local (ALC):** Afundamento que tem como causa a consolidação ou recalque diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, não é acompanhado de solevamento e apresenta uma extensão de até 6 metros;

➤ **Afundamento de Consolidação Local (ATC):** Afundamento que tem como causa a consolidação ou recalque diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, não é acompanhado de solevamento, apresenta uma extensão superior a 6 metros e está situado ao longo dos trilhos das rodas dos

veículos.

**Figura 10 - Esquema de trincas e deformações permanentes**



Fonte: NORMA DNIT 005/2003

Outros defeitos passíveis de ocorrer são as Ondulações ou Corrugações, os Escorregamentos, as Exsudações, os Desgastes, as Panelas ou Buracos e os Remendos, podendo eles serem profundos ou superficiais. Como ilustrado na Figura 11. Eles são definidos e codificados da seguinte maneira:

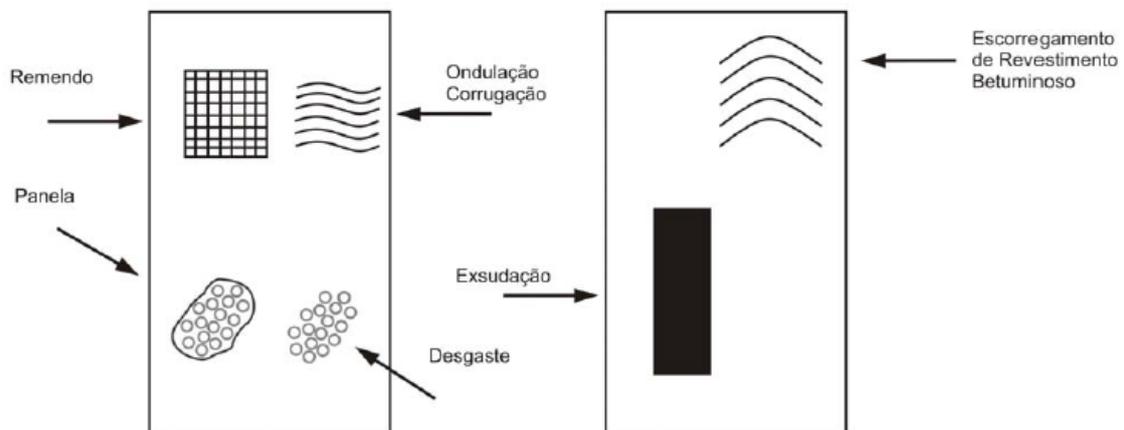
1. **Ondulação ou Corrugação (O):** As ondulações ou corrugações (O) são deformações manifestadas na forma de ondulações transversais ao eixo da via;
2. **Escorregamento (E):** Os escorregamentos se caracterizam pelo deslize da camada de revestimento em relação à camada abaixo, formando fendas no formato de meia-lua;
3. **Exsudação (EX):** As exsudações são os deslocamentos de ligante à superfície do pavimento causados por excesso dele nas misturas;
4. **Desgaste (D):** Os desgastes são efeitos causados pelo arrancamento de agregado do revestimento, causando um maior desconforto de rolagem;
5. **Panela ou Buraco (P):** As panelas ou buracos são cavidades presentes no revestimento, que podem ter como causa uma baixa aderência entre camadas, elas podem atingir camadas mais profundas do pavimento.
6. **Remendo (RS ou RP):** Preenchimento de panela ou buraco, com camadas de pavimento no procedimento conhecido por “tapa-buraco”
  - a) **Remendo Profundo (RP):** Os remendos profundos são os remendos

onde se faz necessária a substituição do revestimento, bem como de alguma camada inferior da estrutura. Eles têm, em geral, forma retangular e regular;

b) **Remendo Superficial (RS):** Os remendos superficiais são feitos em uma camada localizada da superfície do pavimento, por meio da aplicação de uma camada betuminosa.

**Figura 11 - Esquemáticas patologias diversas**

OUTROS DEFEITOS



Fonte: NORMA DNIT 005/2003

Toda essa terminologia e codificação é resumida na Quadro 1:

**Quadro 1 - Esquemáticas patologias diversas**

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

Fonte: NORMA DNIT 005/2003

## 2.2 SINALIZAÇÃO

Os sinais de trânsito têm a função de informar e auxiliar os usuários da via com relação às suas normas, peculiaridades, excepcionalidades e informações relevantes. Como disposto no artigo 87 do Código de Trânsito Brasileiro eles são classificados em 6 categorias, são elas: sinalização vertical, sinalização horizontal, dispositivos de sinalização auxiliar, sinais luminosos, sinais sonoros e gestos do agente de trânsito e do condutor. Devem ser bem definidos e dispostos para garantir um bom funcionamento e segurança de qualquer rodovia.

Também, de acordo com o Artigo 90 do CTB, não serão aplicadas sanções

por infrações relacionadas à sinalização quando a sinalização em questão for considerada insuficiente ou incorreta. Isso significa que, se a sinalização viária estiver ausente, mal posicionada ou for de alguma forma inadequada, os motoristas não poderão ser penalizados por não obedecer às suas orientações.

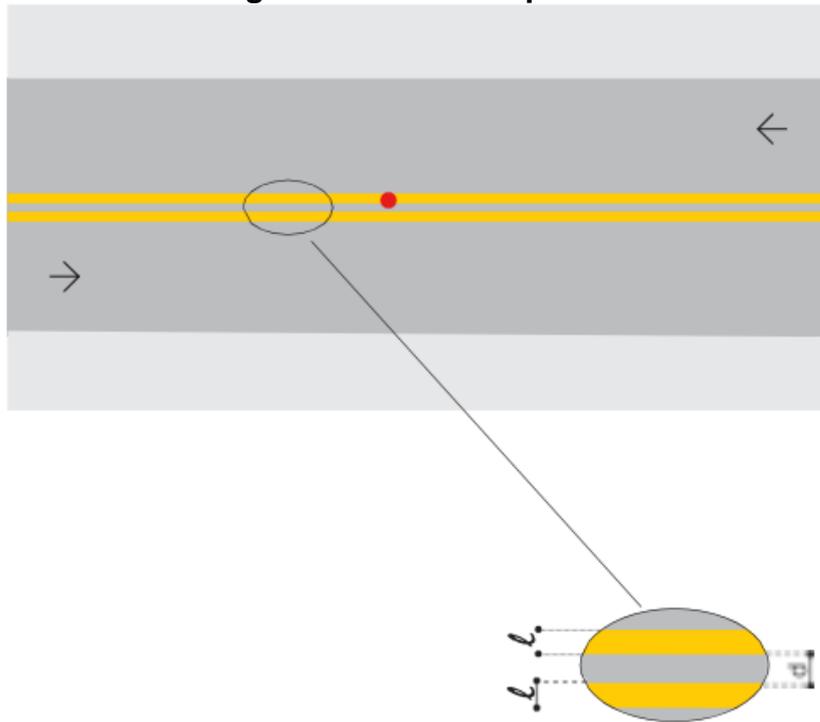
### 2.2.1 Sinalização vertical

A sinalização vertical é composta pelas placas de sinalização que são dispostas perpendiculares ao plano da via. Elas são classificadas em 3 tipos, são eles: as placas de regulamentação, as placas de advertência e as placas de indicação. As de regulamentação são responsáveis por informar os usuários da via de suas regras e restrições de uso, como por exemplo a placa de limite de velocidade, o não cumprimento de suas diretrizes impostas constitui infração ao CTB. Os sinais de advertência têm como responsabilidade o informe ao usuário sobre cenários atípicos no percurso, como uma ponte estreita. Por fim, os sinais de indicação informam e orientam o condutor quanto a sua localidade e seu trajeto. As placas devem estar a uma distância apta a serem identificadas pelo condutor, bem como legíveis e livres de qualquer tipo de obstrução, como vegetações densas (CTB, 1997).

### 2.2.2 Sinalização horizontal

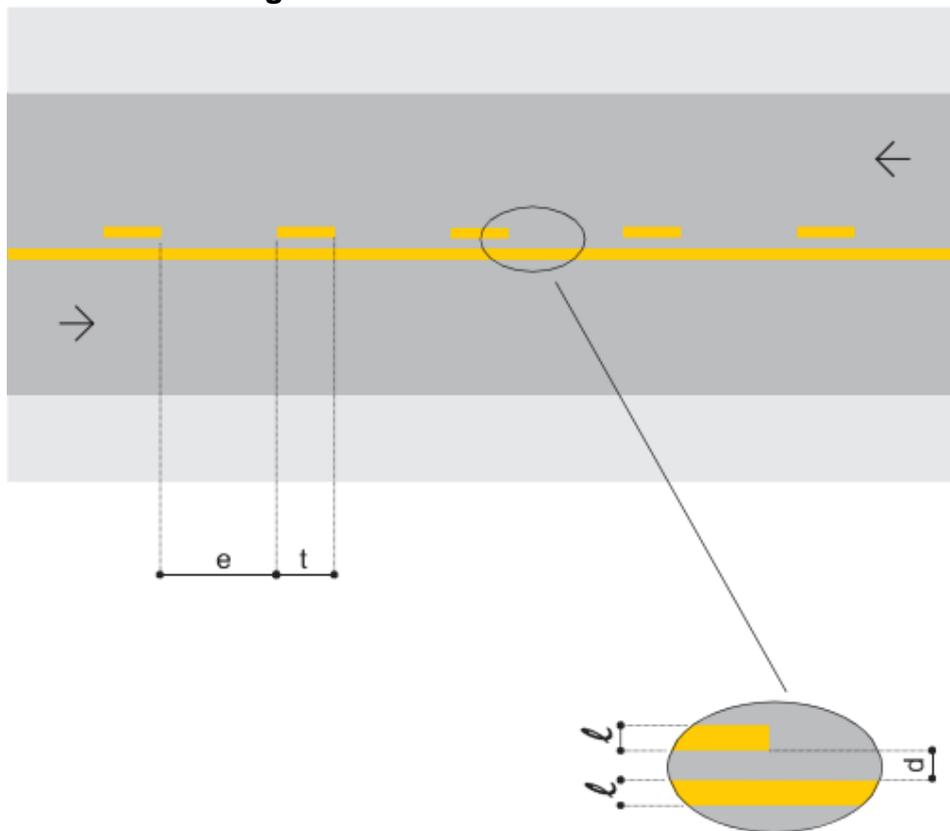
Os sinais horizontais são aqueles que estão dispostos na própria via, apresentando-se na forma de faixas, linhas, símbolos e legendas, como mostrado nas Figuras 12, 12 e 13. Eles têm como principal função a organização e orientação do fluxo de veículos em uma via de tráfego, suas manifestações mais comuns são as faixas centrais e laterais de uma via, indicando os limites laterais da pista, bem como as áreas permitidas de ultrapassagem, por meio da faixa tracejada. Devem estar com pouco ou nenhum desbotamento, propiciando uma fácil identificação por parte do condutor (CTB, 1997).

Figura 12 – Faixa dupla contínua

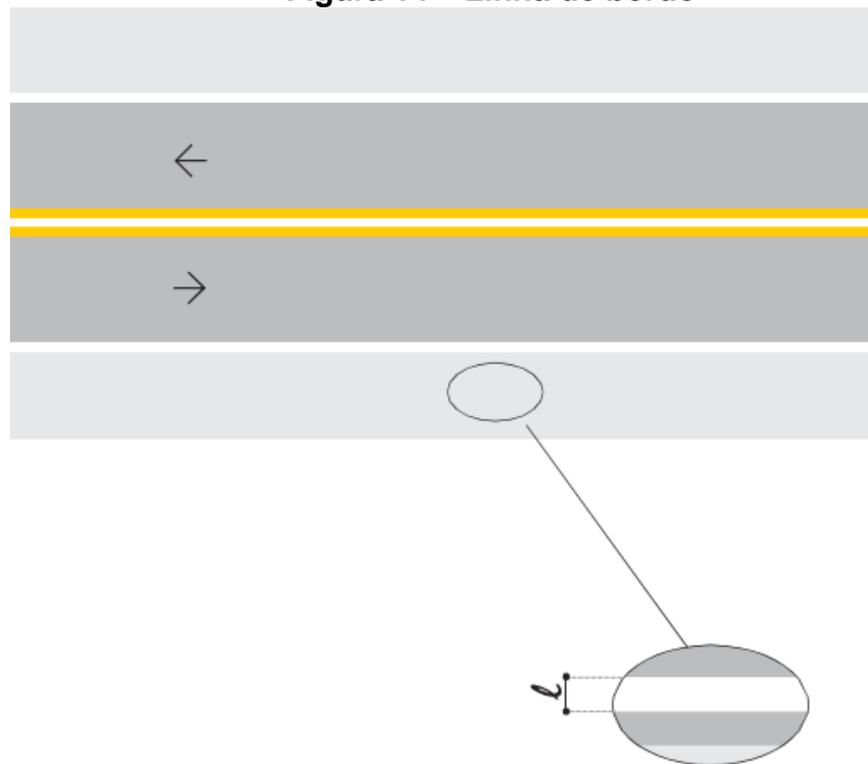


Fonte: Contran, 2022

Figura 13 – Linha contínua/seccionada



Fonte: CONTRAN, 2022

**Figura 14 – Linha de bordo**

Fonte: CONTRAN, 2022

### 2.3 Formas de avaliação de pavimento e sinalização

Existem diversas formas de avaliar o estado de conservação do pavimento e da sinalização viária de um trecho. Dentre elas, no que diz respeito à qualidade do pavimento em si, as Normas DNIT - 006 a 009/03 se destacam. A Norma DNIT 006/03, intitulada “Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos”, tem como premissa o estabelecimento dos critérios para a avaliação objetiva de pavimentos flexíveis e semi-rígidos, focando no inventário e classificação das ocorrências visíveis e nas deformações permanentes nas trilhas de roda. Ela também define os equipamentos necessários, os conceitos de degradação e o cálculo do Índice de Gravidade Global. A norma fixa os requisitos para avaliar a superfície de pavimentos rodoviários, por meio da contagem e classificação de ocorrências e medição das deformações nas trilhas de roda.

A Norma DNIT 007/03 - Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de rodovias de pavimentos flexíveis e semi-rígidos para gerência de pavimentos e estudos e projetos, tem como objetivo a fixação das condições exigidas para se realizar um levantamento para futura

avaliação objetiva de subtrechos homogêneos, dentro de uma trecho de rodovia também considerado homogêneo.

Por fim, as Normas 008/03 e 009/03 consistem na determinação das condições e do roteiro de cálculo dos índices relacionados ao processo de Levantamento Visual Contínuo, no caso da 008. Em relação à 009, ela é responsável por definir o processo determinação da conceituação relacionada ao conforto de rodagem de um trecho através da determinação de seu Valor de Serventia Atual (VSA).

Outra técnica de avaliação de trechos rodoviários é o Índice de Condição da Manutenção (ICM). O DNIT o utiliza mensalmente para classificação de segmentos rodoviários em uma das quatro categorias: péssimo, ruim, regular ou bom. O cálculo do ICM é composto por dois índices: o Índice de Pavimentação (IP), que avalia as condições do pavimento, incluindo a presença de painéis, remendos e trincas, e tem um peso de 70% no valor final do ICM; e o Índice de Conservação (IC), que leva em conta os serviços de roçada, drenagem e sinalização (horizontal e vertical), e responde pelos 30% restantes. Nota-se que por meio desse método, a sinalização viária é levada em consideração na avaliação da rodovia.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia de levantamento e processamento de dados utilizada neste trabalho tem seu embasamento teórico na pesquisa de rodovias da CNT (2023) e nas seguintes normas do DNIT:

- **NORMA DNIT 005/2003 - TER:** Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos - Terminologia;
- **NORMA DNIT 008/2003 - PRO:** Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos - Procedimento;
- **NORMA DNIT 009/2003 - PRO:** Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos - Procedimento.

#### 3.1 Levantamento visual contínuo (LVC)

A Norma DNIT N° 008/2003 estabelece os procedimentos e condições necessárias para a realização do levantamento visual contínuo, determinando o Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis (ICPF) e fornecendo dados que possibilitam o cálculo do Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) e do Índice do Estado de Superfície do Pavimento (IES), dando condições assim de realizar uma avaliação da superfície do pavimento.

Essa norma estipula primeiramente as condições gerais e específicas para que seja feito um correto processo de levantamento e coleta de dados. Dentro das condições gerais, é importante levar em conta os equipamentos usados e as condições meteorológicas no momento do processo. Se faz necessário a utilização de um veículo equipado por velocímetro e hodômetro calibrados, bem como dar preferência para dias ensolarados e horários com bastante luz natural, sem ser início ou final de dia.

Entre as condições específicas de realização, a norma estabelece uma equipe de no mínimo 3 componentes, sendo o motorista e 2 técnicos. Ela também determina uma velocidade padrão de rodagem para o veículo de 40 km/h, além disso o veículo deverá percorrer, ao longo do trecho analisado, apenas um sentido do tráfego para os casos de vias simples e em ambos os sentidos para o caso de vias duplicadas, levando em consideração todas as faixas de rolamento da via.

Em relação ao processo de levantamento em si, o texto normativo estipula que os trechos levantados devem ser divididos em segmentos com extensão entre 1

km e 6 km, sendo preferível que cada segmento tenha 1 km. Segmentos maiores só devem ser usados se houver certeza de que os defeitos são uniformes ao longo de toda a extensão, o que geralmente ocorre em pavimentos novos com condição excelente. A coleta de informações deve ser feita ao final de cada quilômetro percorrido, e segmentos menores que 1 km só são permitidos em situações especiais, como no final do trecho ou quando há mudanças significativas no estado do pavimento ou em suas características.

Uma vez determinados os trechos a serem levantados é feita a coleta de dados por meio do preenchimento do formulário de levantamento, ilustrado na Figura 15.



- **ODÔMETRO (Início e Fim):** é a quilometragem indicada no hodômetro do veículo no início e fim do segmento;
- **QUILÔMETRO (Início e Fim):** refere-se à quilometragem da rodovia, conforme o PNV, que marca o início e o fim de um segmento. Essa quilometragem é determinada pela correspondência entre o hodômetro do veículo e o marco quilométrico do PNV mais próximo. Além disso, deve-se registrar a quilometragem de pontos fixos importantes, como pontes, viadutos e entroncamentos, e utilizar a coluna de observações para quaisquer informações adicionais.

No que tange à frequência dos defeitos levantados, ela é registrada através do código demonstrado no quadro 2, caso o defeito não seja identificado, sua respectiva indicação é deixada em branco.

**Quadro 2 - Codificação das frequências dos defeitos**

<b>Panelas (P) e Remendos (R)</b>		
<b>Código</b>	<b>Frequência</b>	<b>Quant./km</b>
A	Alta	≥ 5
M	Média	2 – 5
B	Baixa	≤ 2
<b>Demais defeitos</b>		
<b>Código</b>	<b>Frequência</b>	<b>% por km</b>
A	Alta	≥ 50
M	Média	50 – 10
B	Baixa	≤ 10

Fonte: NORMA DNIT 008/2003

Já o índice de condição do pavimento flexível ou semirrígido (**ICPF**) é determinado com base na avaliação visual da superfície do pavimento e classifica o estado do segmento segundo critérios específicos, como mostrado na Quadro 3. A precisão estimada é de cerca de 0,5. Para calcular o ICPF, realiza-se a média dos índices avaliados por dois ou mais profissionais, conforme o Formulário do Levantamento. Os resultados são registrados no Quadro Resumo, para cada quilômetro ou subtrecho homogêneo avaliado.

**Quadro 3 - Conceitos do ICPF**

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

Fonte: NORMA DNIT 008/2003

Na parte de cálculo do processo de avaliação é feita a determinação do IGGE (Índice de Gravidade Global Expedito), que é mais uma métrica utilizada na avaliação da condição das superfícies de pavimentos. Ele fornece uma visão geral da gravidade dos defeitos encontrados no pavimento, considerando sua extensão e impacto. Seu cálculo é realizado por meio da equação 1 e dos dados obtidos e registrados no formulário de levantamento.

$$IGGE = (Pt * Ft) + (Poap * Foap) + (Ppr * Fpr) \quad (1)$$

Onde:

- a) Ft e Pt são, respectivamente, a frequência e o peso do conjunto de trincas;
- b) Foap e Poap são, respectivamente, a frequência e o peso do conjunto

de deformações;

c) Fpr e Ppr são, respectivamente, a frequência e o peso do conjunto de painelas e remendos.

Os valores referentes aos fatores e pesos de cada defeito, necessários para o cálculo do IGGE, são definidos pelos quadros 4 e 5. Sendo usado também um formulário auxiliar de cálculo, como ilustrado na Figura 16.

**Quadro 4 - Fatores para cálculo**

Painelas (P) e Remendos (R)		
FREQÜÊNCIA	Fator Fpr 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 (%)	GRAVIDADE
A - ALTA	$\geq 50$	3
M - MÉDIA	50 - 10	2
B - BAIXA	$\leq 10$	1

Fonte: NORMA DNIT 008/2003

**Quadro 5 - Pesos para cálculo**

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

Fonte: NORMA DNIT 008/2003

**Figura 16 - Formulário de cálculo do IGGE**

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

Fonte: NORMA DNIT 008/2003

Por fim, com os valores de ICPF e IGGE determinados é possível definir o Índice de Estado da Superfície do Pavimento (IES). Seus valores podem variar entre 0 e 10, sendo através dele que é possível definir um conceito e uma codificação para a superfície do pavimento avaliado. Seu valor é definido com o auxílio da Quadro 6.

**Quadro 6 - Quadro de determinação 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: NORMA DNIT 008/2003

Os resultados desse levantamento são dispostos no quadro resumo, ilustrado na Figura 17, com os valores referentes ao ICPF, IGGE e IES de cada trecho estudado.

**Figura 17 - Quadro resumo do levantamento**

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

Fonte: NORMA DNIT 008/2003

### 3.2 Avaliação subjetiva da superfície do pavimento

A Norma DNIT Nº 009/2003 estabelece os procedimentos para a avaliação subjetiva do conforto e suavidade de rolamento de superfícies de pavimentos flexíveis e semirrígidos. Ela detalha as condições gerais e específicas para a avaliação, incluem orientações para o preenchimento da ficha de avaliação e descreve o processo para calcular o valor da serventia atual da superfície do pavimento, indicando seu grau de conforto e suavidade ao rolamento.

Tendo em vista que a determinação do Valor de Serventia Atual é um dos objetivos propostos dessa norma, é importante definir sua conceituação. Primeiramente, a serventia atual está relacionada à capacidade de um trecho de pavimento em oferecer, segundo a percepção do usuário, uma experiência de rolamento suave e confortável em um dado momento, independentemente das condições de tráfego. Já o Valor de Serventia atual (VSA) é a avaliação subjetiva das condições da superfície de um pavimento que é realizada por um grupo de avaliadores que percorre um trecho em questão. Os avaliadores registram suas impressões sobre a capacidade do pavimento de atender às demandas do tráfego presente, focando na suavidade e no conforto durante o momento da avaliação.

No que tange à seleção e qualificação do grupo que realizará a avaliação, o texto normativo diz que o grupo encarregado de determinar o Valor de Serventia Atual (VSA) deve ter cinco membros com pleno conhecimento da Norma. Sempre que possível, a avaliação deste grupo deve ser comparada com a de um grupo maior, de dez a quinze especialistas no assunto, feita através de uma verificação experimental.

Essa verificação é feita através da seleção de dez trechos de pavimento, com extensão recomendada de 600 metros cada, que sejam bastante uniformes e, se possível, localizados em sequência para uma avaliação rápida. Esses trechos devem representar uma ampla gama de qualidade de rolamento. O início e o fim de cada trecho devem ser claramente marcados no pavimento.

Cada membro dos dois grupos deve atribuir subjetivamente o Valor de Serventia Atual a cada trecho usando a ficha de avaliação padronizada, ilustrada na figura 12. Após a avaliação experimental, devem ser comparadas as médias dos valores individuais de serventia atual para ambos os grupos. A sensibilidade do grupo menor será considerada adequada se as médias diferirem por no máximo 0,3. A experiência deve ser repetida para verificar a capacidade de reproduzir os resultados, sem que os membros do grupo menor conheçam as avaliações anteriores.

Na segunda avaliação, cada membro deve manter uma diferença menor que 0,3 em relação à avaliação inicial. Diferenças menores que 0,3 devem ser mantidas entre as duas experiências para cada trecho, com tolerância de até 1,5 entre as avaliações individuais dentro do grupo. Se a média do grupo menor não corresponder aos limites estabelecidos em relação ao grupo maior, substitua um ou

dois membros do grupo menor.

Uma vez selecionado o grupo de avaliadores, a norma estipula as condições para realização da avaliação, são elas:

- o trecho deve ser avaliado considerando-o como uma rodovia de tráfego intenso com veículos comerciais e de passageiros;
- o avaliador deve focar apenas no estado atual da superfície, mesmo que o pavimento possa ter problemas futuros;
- a avaliação não deve ocorrer em condições climáticas adversas, como chuva ou neblina;
- aspectos do projeto geométrico do trecho (como alinhamento e largura) devem ser desconsiderados, assumindo que o projeto é adequado para qualquer tráfego;
- a resistência à derrapagem do revestimento não deve ser considerada;
- a avaliação deve se concentrar em buracos, saliências e irregularidades na superfície, ignorando grandes depressões por recalques e irregularidades nos cruzamentos ferroviários e acessos de pontes;
- cada trecho deve ser avaliado de forma independente, sem levar em conta avaliações anteriores ou discutir as condições com outros avaliadores.

No que tange à avaliação propriamente dita, os avaliadores devem realizá-la através do preenchimento da ficha de avaliação (Figura 18) para cada trecho percorrido, apontando os valores entre 0 a 5, variando de “péssimo” a “ótimo” respectivamente. Cada avaliador deve ter em mente o seguinte: “Como se portaria este trecho de pavimento, atendendo à finalidade para a qual foi construído, durante um período de 24 horas por dia, se ele estivesse localizado em uma rodovia principal?”; “Qual o conforto que este pavimento me proporcionaria se tivesse que utilizá-lo dirigindo um veículo durante 8 horas?”; “Como me sentiria dirigindo ao longo de 800 quilômetros sobre este pavimento?”.

Outras determinações normativas para o processo de avaliação são as seguintes:

- As fichas devem conter o nome ou número de código do avaliador, data, sigla da rodovia e trecho;
- Imediatamente após ter percorrido o trecho, o avaliador deve assinalar a nota dada ao pavimento, marcando-a na escala vertical em números decimais;
- A nota deve ser marcada sem uma preocupação maior do número

exato a ser assinalado, levando-se em consideração os conceitos descritivos ou os principais números divisórios;

- Na avaliação de um grande número de trechos contíguos de rodovias de duas faixas de tráfego, todas as avaliações devem ser feitas, sempre que possível, sem retornar sobre um trecho já avaliado;

- Cada trecho deve ser percorrido, sempre que possível, em uma direção, com a velocidade próxima do seu limite permitido.

Por fim, devem ser utilizados 2 veículos nesse processo, onde o grupo de avaliadores possa ser dividido em 2 ou 3 por carro, somado a isso, os veículos utilizados devem ser de passeio do tipo médio-padrão, fabricado no país.

**Figura 18 - Ficha de avaliação de serventia**

Rodovia: \_\_\_\_\_

Observações: \_\_\_\_\_

Nº do Avaliador: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Fonte: NORMA DNIT 009/2003

Os resultados são obtidos através da média aritmética do VSA de cada avaliador em cada trecho separadamente, como mostrado na equação 2, para uma posterior comparação.

$$VSA = \sum X/n \quad (2)$$

Onde:

- a) VSA é o Valor de Serventia Atual;
- b) X é o Valor de Serventia Atual individual de cada membro do grupo avaliador;

- c)  $n$  é o número de membros do grupo avaliador.

### **3.3 Parâmetros propostos de obtenção de resultados e exposição**

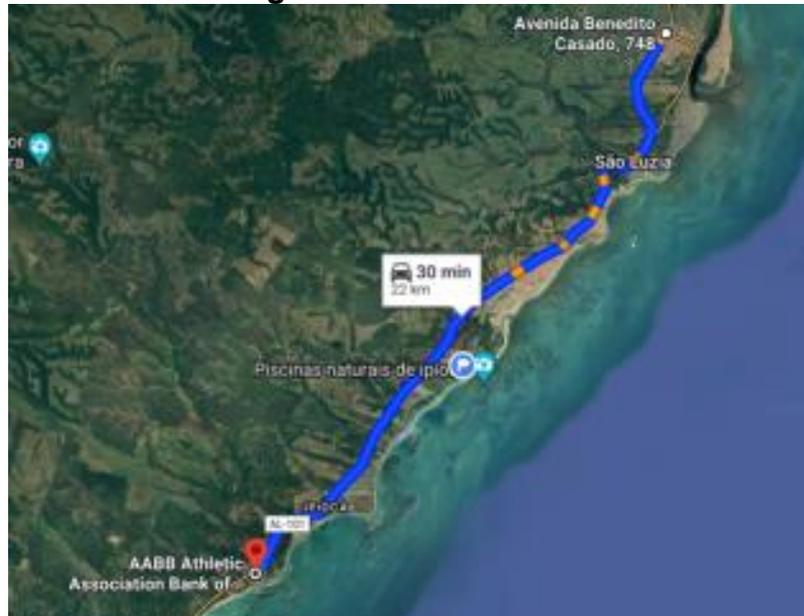
Para fins de resultado, serão considerados 3 critérios de avaliação do pavimento, são eles: os defeitos no pavimento, a sinalização viária e os pontos críticos. Na parcela de defeitos do pavimento serão realizados os processos de Levantamento Visual Contínuo e Avaliação Subjetiva da Superfície de Pavimento, como descritas nos itens 3.1 e 3.2 deste trabalho. No que tange à sinalização viária, será avaliado tanto a sinalização horizontal quanto a vertical da pista. Por fim, serão considerados os pontos críticos ao longo do trecho proposto, contabilizando situações excepcionais que impactam o fluxo ou segurança dos usuários da via, como deslizamentos de barreiras e trechos em obra.

O trecho de rodovia sujeito à avaliação será particionado em unidades de pesquisa (UP) de 10 km de extensão, as quais serão objeto de avaliação de maneira isolada, visando uma posterior convergência de dados. Tais UPs serão subdivididas em 10 unidades de coleta (UC), com 1 km de extensão cada, que serão consideradas de forma independente no que cerne a coleta de dados, preparando-se, assim, para uma subsequente consolidação no formato de UP para fins de análise.

Será estabelecida uma velocidade padrão de rodagem para o veículo no momento da coleta de 50 km/h, coleta essa que será feita por meio de filmagens para posterior análise. É estabelecido também as condições climáticas ideais para a realização desse procedimento, devendo ser realizado com tempo ensolarado sem presença de chuva ou céu encoberto por nuvens.

#### **3.3.1 Escopo da pesquisa**

A rodovia escolhida como objeto de estudo é a AL-101, mais especificamente sua parcela norte, onde foi selecionado um trecho para análise que corresponde a uma extensão de 20 km. O trecho, de extensão de 20 km, tem início na Associação Atlética do Banco do Brasil (AABB) de Maceió -AL e tem fim no município de Barra de Santo Antônio - AL, como ilustrado na Figura 19. É importante ressaltar que o quilômetro final do trecho não contempla mais a AL-101, passando a fazer parte da AL-413.

**Figura 19 - Trecho de análise**

Fonte: Google Maps (2024)

### 3.3.2 Defeitos no pavimento

A avaliação dos defeitos superficiais no pavimento, como trincas, remendos, buracos e deformações, foi feita através da implementação dos processos avaliativos descritos no item 3.1 (Levantamento Visual Contínuo (LVC)) e 3.2 (Avaliação Subjetiva da Superfície do Pavimento), obtendo os resultados de avaliação atrelados a cada um desses procedimentos, como o Índice de Estado e Superfície de Pavimento (IES) e o Valor de Serventia Atual (VSA), sendo feita uma posterior comparação de resultados.

### 3.3.3 Sinalização

A sinalização viária, tanto vertical quanto a horizontal, teve seu nível de conservação avaliado levando em consideração a Quadro 7. Foi contabilizada a presença, legibilidade, conservação e obstrução dos sinais de trânsito levantados.

**Quadro 7 - Nível de conservação**

<b>Elemento / nível</b>	<b>Bom</b>	<b>Regular</b>	<b>Ruim</b>
Roçada	Vegetação rasteira com altura máxima de 30 cm.	-	Alta, que afeta a visibilidade da sinalização vertical.
Drenagem	Íntegros e caiados.	Quebras localizadas e sem caiação.	Quebrados ou ausentes.
Sinalização	Elementos verticais e horizontais visíveis e em boas condições.	Elementos verticais e horizontais parcialmente faltantes e desgastados.	Elementos verticais e horizontais faltantes e desgastados.

Fonte: Resolução N° 5, de 27 de abril de 2022 (DNIT)

### 3.3.3.1 Sinalização Vertical

Referente à sinalização vertical, foi levado em conta as três classes existentes. Quanto às placas de regulamentação, foi levada em conta a placa de velocidade máxima permitida na via, considerando um valor de referência mínimo de 1 placa por UP, devendo ser levantado o número total de repetições caso esse valor mínimo seja excedido. No caso de sinais de advertência, 2 placas foram levadas em conta, a placa de ponte estreita e a placa de lombada ou saliência, ambas foram avaliadas quanto a sua necessidade de locação, ilustradas na Figura 20.

**Figura 20 - Placas de advertência consideradas no estudo**

Fonte: Anexo II do Código de Trânsito Brasileiro (2004)

Por fim, as placas de indicação são divididas em placas de orientação de destino, identificação, educativas, serviços auxiliares e atrativos turísticos. Para fins

de pesquisa, foram consideradas apenas as placas de indicação, responsáveis por orientar o usuário quanto a sua rota e localização. Seu critério de análise foi a sua presença em interseções relevantes ao longo do trecho.

É importante salientar que todas as placas, independentemente de sua função, foram avaliadas quanto sua legibilidade, conservação e desobstrução.

#### 3.3.3.2 Sinalização Horizontal

Na avaliação do trecho no quesito sinalização horizontal, foram levados em conta as faixas laterais, que delimitam os limites laterais da pista, que tem uma cor branca e uma forma contínua, e as faixas centrais, que no caso de pista simples, são da cor amarela e podem ser contínuas ou tracejadas, a depender da permissão de ultrapassagem. A título de classificação, foi levado em conta sua aparência visual e sua presença na via. Foi classificada em: Visível, Desbotada ou Inexistente.

#### 3.3.4 Pontos críticos

Os pontos críticos são todas aquelas irregularidades e anormalidades que podem aparecer ao longo da rodovia, podendo gerar risco ao condutor, impacto no fluxo e sentido do tráfego, e qualquer efeito significativo no funcionamento da via. Caso haja identificação de ponto crítico na UP analisada, ele deverá ser devidamente reportado e descrito no relatório final.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Neste tópico, serão apresentados os resultados referentes ao trecho proposto no Item 3.3.1, com foco no estado de conservação do pavimento e no conforto de rolamento. Os dados foram obtidos por meio dos métodos de Levantamento Visual Contínuo e avaliação do Valor de Serventia Atual, permitindo uma análise abrangente das condições do trecho em questão, bem como uma posterior comparação de resultados entre ambos os métodos.

Serão pontuados também levantamentos relacionados à sinalização viária do trecho, levando em conta sua presença, conservação e visibilidade. Sua classificação será determinada considerando a conceituação de avaliação do ICM DNIT, exposta no Quadro 7 do Item 3.3.3 deste trabalho.

A coleta dos dados foi realizada em duas etapas. A primeira se deu através da gravação da pista das unidades de coleta, para uma posterior análise de sinalização e determinação de sua conceituação através do LVC. A segunda etapa foi reservada para a avaliação, através de uma equipe composta por 4 membros, do VSA do trecho. Os resultados serão expostos e divididos em suas respectivas unidades de pesquisa (UPs) e as unidades de coleta dessas UPs serão distribuídas de forma crescente a cada quilômetro, sendo o Km 0 estipulado na Associação Atlética Banco do Brasil.

Por fim, serão destacados alguns pontos críticos do trecho analisado.

### **4.1 Levantamento visual contínuo do trecho**

Juntamente à gravação dos subtrechos da Unidade de Pesquisa 1, que compreende o Km 1 ao 10 para posterior análise de defeitos, é feita uma avaliação das patologias presentes nos mesmos, para a determinação de seus Índices de Condição de Pavimentos Flexíveis correspondentes. Os valores de ICPF correspondentes a cada UC da UP 1 estão dispostos na Quadro 8.

**Quadro 8 - ICPFs da UP 1**

ICPF	
Km	ICPF
1	3,50
2	4,00
3	4,50
4	4,50
5	3,50
6	4,00
7	4,50
8	4,50
9	3,00
10	4,00
<b>ICPF Médio</b>	<b>4,00</b>

Fonte: Autor, 2024

É possível observar uma classificação boa no que tange o ICPF desta UP, com valores indicando uma ótima condição de pavimento em 7 dos 10 subtrechos avaliados. O ICPF médio da UP é de 4,00, enquadrando-a na transição entre os conceitos “Bom” e “Ótimo”. Apesar disso, nota-se um declínio dessa avaliação nos Km 1, 5 e 9. Evidenciado pelas Fotos 1, 2 e 3.

**Foto 1 - Painela no Km 1**

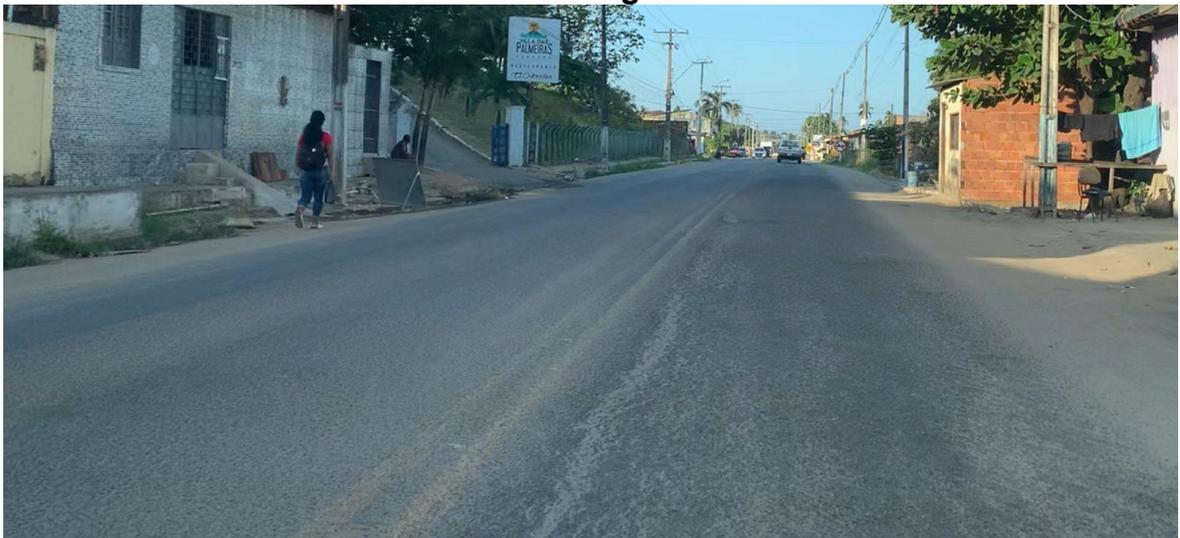
Fonte: Autor, 2024

**Foto 2 - Panela no Km 5**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 3 - Desgaste no Km 9**



Fonte: Autor, 2024

Posterior à determinação dos ICPFs da UP 1, são quantificadas, com o auxílio das filmagens, as frequências das trincas, deformações e panelas/remendos de cada UC, bem como a determinação de suas respectivas gravidades e pesos para o cálculo do Índice de Gravidade Global Expedido das UCs, demonstrados nos Quadros 9, 10 e 11

**Quadro 9 - Levantamento de trincas da UP 1**

<b>TRINCAS</b>			
<b>Km</b>	<b>Ft (%)</b>	<b>Gravidade</b>	<b>Pt</b>
1	15	2	0,45
2	10	1	0,30
3	5	1	0,30
4	30	2	0,45
5	10	1	0,30
6	15	2	0,45
7	10	1	0,30
8	5	1	0,30
9	40	2	0,45
10	20	2	0,45

Fonte: Autor, 2024

**Quadro 10 - Levantamento de deformações da UP 1**

<b>DEFORMAÇÕES</b>			
<b>Km</b>	<b>Foap (%)</b>	<b>Gravidade</b>	<b>Poap</b>
1	1	1	0,60
2	5	1	0,60
3	0	1	0,60
4	5	1	0,60
5	0	1	0,60
6	0	1	0,60
7	5	1	0,60
8	0	1	0,60
9	15	2	0,70
10	0	1	0,60

Fonte: Autor, 2024

**Quadro 11 - Levantamento de panelas e remendos da UP 1**

PANELAS E REMENDOS			
Km	Fpr (Qnt/ Km)	Gravidade	Ppr
1	8	3	1,00
2	7	3	1,00
3	2	1	0,70
4	4	2	0,80
5	7	3	1,00
6	2	1	0,70
7	5	3	1,00
8	4	2	0,80
9	8	3	1,00
10	3	2	0,80

Fonte: Autor, 2024

Todos os subtrechos avaliados apresentaram defeitos. Contudo os Km 3, 5, 6, 8 e 10 apresentaram apenas trincas e panelas/remendos, excluindo-se deformações. É possível observar alguns desses defeitos nas Fotos 4 a 10.

**Foto 4 - Remendo no Km 2**

Fonte: Autor, 2024

**Foto 5 - Remendo no Km 3**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 6 - Trinca “Couro de Jacaré” no Km 4**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 7- Remendo no Km 6**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 8 - Trinca longitudinal no Km 7**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 9 - Trincas longitudinais no Km 8**

Fonte: Autor, 2024

**Foto 10 - Trinca com buraco no Km 10**

Fonte: Autor, 2024

Uma vez determinadas as frequências e pesos de cada defeito, são realizados os cálculos dos Índices de Gravidade Global Expeditos, como evidenciado pelo Quadro 12. Em seguida, com os ICPFs determinados e IGGEs calculados, é feita a determinação do Índice de Estado de Superfície de cada subtrecho, bem como sua conceituação e codificação, como mostrado no Quadro 13.

**Quadro 12 - Cálculo do IGGE das UCs da UP 1**

IGGE				
Km	Pt x Ft	Poap x Foap	Ppr x Fpr	IGGE
1	6,75	0,60	8,00	15,35
2	3,00	3,00	7,00	13,00
3	1,50	0,00	1,40	2,90
4	13,50	3,00	3,20	19,70
5	3,00	0,00	7,00	10,00
6	6,75	0,00	1,40	8,15
7	3,00	3,00	5,00	11,00
8	1,50	0,00	3,20	4,70
9	18,00	10,50	8,00	36,50
10	9,00	0,00	2,40	11,40
<b>IGGE Médio</b>				<b>13,27</b>

Fonte: Autor, 2024

**Quadro 13 - Determinação do IES das UCs da UP 1**

IES					
Km	ICPF	IGGE	IES	CÓDIGO	CONCEITO
1	3,50	15,35	1	B	BOM
2	4,00	13,00	0	A	ÓTIMO
3	4,50	2,90	0	A	ÓTIMO
4	4,50	19,70	0	A	ÓTIMO
5	3,50	10,00	1	B	BOM
6	4,00	8,15	0	A	ÓTIMO
7	4,50	11,00	0	A	ÓTIMO
8	4,50	4,70	0	A	ÓTIMO
9	3,00	36,50	3	C	REGULAR
10	4,00	11,40	0	A	ÓTIMO
<b>Médio</b>	<b>4,00</b>	<b>13,27</b>	0	A	ÓTIMO

Fonte: Autor, 2024

Dentre os subtrechos que contemplam a UP 1, 7 deles foram conceituados como “ÓTIMO”, no que tange a qualidade da superfície do pavimento. São eles: Km 2, 3, 4, 6, 7, 8 e 10. Os Km 1 e 5 receberam uma classificação de “BOM” enquanto o Km 9 foi classificado como “REGULAR”. O conceito atribuído à UP 1, de acordo com os valores médios de suas UCs é de “ÓTIMO”, com um ICPF médio de 4,00 e um IGGE médio de 13,27.

A coleta de dados da UP 2, que compreende o Km 11 ao 20, ocorreu de forma contínua e subsequente à coleta da UP 1, sendo realizada da mesma forma e

na mesma visita à campo. Os resultados também foram obtidos e calculados de forma análoga. No Quadro 14 é possível observar os ICPFs dos subtrechos que compreendem essa unidade de pesquisa.

**Quadro 14 - ICPFs da UP 2**

<b>ICPF</b>	
<b>Km</b>	<b>ICPF</b>
<b>11</b>	4,50
<b>12</b>	2,50
<b>13</b>	2,50
<b>14</b>	3,50
<b>15</b>	4,00
<b>16</b>	4,00
<b>17</b>	4,00
<b>18</b>	4,00
<b>19</b>	4,00
<b>20</b>	4,00
<b>ICPF Médio</b>	<b>3,7</b>

Fonte: Autor, 2024

A UP 2 apresenta um conjunto de resultados semelhantes, porém com algumas diferenças em relação à UP 1. Também é observada uma classificação de “ÓTIMO”, na condição de 7 subtrechos (Km 11 e Km 15 a 20), porém 2 das 3 Unidades de Coleta restantes (Km 12 e 13) receberam um ICPF de 2,50, enquadrando-as na classificação “REGULAR”. O Km 14 recebeu uma avaliação de 3,50 de ICPF, sendo classificado como “BOM”. O valor do ICPF médio da UP 2 foi de 3,7, classificando-a como “BOM” no que tange a condição de seu pavimento. Nas Fotos 11, 12 e 13 é possível observar parte do estado do pavimento que resultou em uma classificação reduzida nos Km 12, 13 e 14.

**Foto 11 - Remendo no Km 12**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 12 - Trincas, desgastes e buraco no Km 13**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 13 - Remendo no Km 14**



Fonte: Autor, 2024

Posterior à determinação dos ICPFs, foram determinados as frequências e pesos dos defeitos em questão, de forma análoga ao processo de cálculo e análise realizado na UP 1. Isso foi feito para posterior deliberação dos IGGEs e IESs, bem como para as codificações e conceituações correspondentes à UP 2. Como mostrado nos Quadros 15, 16, 17, 18 e 19.

**Quadro 15 - Levantamento de trincas da UP 2**

TRINCAS			
Km	Ft (%)	Gravidade	Pt
11	5	1	0,30
12	45	2	0,45
13	40	2	0,45
14	20	2	0,45
15	20	2	0,45
16	20	2	0,45
17	5	1	0,30
18	25	2	0,45
19	10	1	0,30
20	30	2	0,45

Fonte: Autor, 2024

**Quadro 16 - Levantamento de deformações da UP 2**

DEFORMAÇÕES			
Km	Foap (%)	Gravidade	Poap
11	0	1	0,60
12	15	2	0,70
13	15	2	0,70
14	0	1	0,60
15	5	1	0,60
16	0	1	0,60
17	0	1	0,60
18	5	1	0,60
19	0	1	0,60
20	0	1	0,60

Fonte: Autor, 2024

Quadro 17 - Levantamento de painelas e remendos da UP 2

PANELAS E REMENDOS			
Km	Fpr (Qnt/ Km)	Gravidade	Ppr
11	1	1	0,70
12	9	3	1,00
13	10	3	1,00
14	6	3	1,00
15	9	3	1,00
16	3	2	0,80
17	1	1	0,70
18	2	1	0,70
19	2	1	0,70
20	4	2	0,80

Fonte: Autor, 2024

Quadro 18 - Cálculo do IGGE das UCs da UP 2

IGGE				
Km	Pt x Ft	Poap x Foap	Ppr x Fpr	IGGE
11	1,50	0,00	0,70	2,20
12	20,25	10,50	9,00	39,75
13	18,00	10,50	10,00	38,50
14	9,00	0,00	6,00	15,00
15	9,00	3,00	9,00	21,00
16	9,00	0,00	2,40	11,40
17	1,50	0,00	0,70	2,20
18	11,25	3,00	1,40	15,65
19	3,00	0,00	1,40	4,40
20	13,50	0,00	3,20	16,70
<b>IGGE Médio</b>				<b>16,68</b>

Fonte: Autor, 2024

**Quadro 19 - Determinação do IES das UCs da UP 2**

IES					
Km	ICPF	IGGE	IES	CÓDIGO	CONCEITO
11	4,50	2,20	0	A	ÓTIMO
12	2,50	39,75	3	C	REGULAR
13	2,50	38,50	3	C	REGULAR
14	3,50	15,00	1	B	BOM
15	4,00	21,00	2	B	BOM
16	4,00	11,40	0	A	ÓTIMO
17	4,00	2,20	0	A	ÓTIMO
18	4,00	15,65	0	A	ÓTIMO
19	4,00	4,40	0	A	ÓTIMO
20	4,00	16,70	0	A	ÓTIMO
<b>Médio</b>	<b>3,70</b>	<b>16,68</b>	0	A	ÓTIMO

Fonte: Autor, 2024

Foi observado um leve aumento na frequência das trincas e deformações, quando comparado às UCs da UP 1. É possível notar os defeitos existentes nas Fotos 14 a 20. As conceituações resultantes foram de 6 subtrechos recebendo a classificação de “ÓTIMO”, são eles: Km 11 e Km 16 a 20. Os Km 14 e 15 recebem a classificação de “BOM”, já os Km 12 e 13 são classificados como “REGULAR”. Apesar dos subtrechos citados, que receberam avaliações menores, o IGGE médio da UP 2 foi de 16,68, e com um ICPS médio de 3,7. Dessa forma, foi atribuída a ela uma classificação de “ÓTIMO”.

**Foto 14 - Trinca longitudinal no Km 11**

Fonte: Autor, 2024

**Foto 15 - Remendo com trinca isolada no Km 15**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 16 - Trinca “Couro de Jacaré” no Km 16**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 17 - Panela no Km 17**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 18 - Ondulação no Km 18**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 19 - Trinca “Couro de Jacaré” no Km 19**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 20 - Trinca interligada com buraco no Km 20**



Fonte: Autor, 2024

Vale ressaltar que boa parte dos defeitos levantados, é observada em áreas mais populosas e de contexto urbano. Isso é evidenciado pelos Km 9 a 12, que atravessam a cidade de Paripueira e povoados adjacentes.

#### **4.2 Valor de serventia atual do trecho**

A avaliação do Valor de Serventia Atual foi realizada por quatro avaliadores, os quais atribuíram uma nota de 0 a 5 para as UCs que contemplam a UP 1 e UP 2. As notas atribuídas por cada avaliador estão dispostas nos Quadros 20 e 21.

**Quadro 20 - VSA dos subtrechos da UP 1**

VSA							
Km	Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3	Avaliador 4	Desvio Padrão	VSA	Conceito
1	4,4	4,2	4,0	3,4	0,37	4,0	BOM/ÓTIMO
2	4,4	4,2	4,2	3,6	0,30	4,1	ÓTIMO
3	4,4	4,0	4,2	3,4	0,37	4,0	BOM/ÓTIMO
4	4,2	4,2	4,2	3,5	0,30	4,0	BOM/ÓTIMO
5	4,0	4,0	4,2	3,6	0,22	4,0	BOM/ÓTIMO
6	4,2	4,2	4,4	3,5	0,34	4,1	ÓTIMO
7	4,2	4,2	4,4	3,6	0,30	4,1	ÓTIMO
8	4,4	4,0	4,2	3,4	0,37	4,0	BOM/ÓTIMO
9	3,6	3,2	3,4	2,8	0,30	3,3	BOM
10	4,0	3,8	3,8	3,3	0,26	3,7	BOM

Fonte: Autor, 2024

**Quadro 21 - VSA dos subtrechos da UP 2**

VSA							
Km	Avaliador 1	Avaliador 2	Avaliador 3	Avaliador 4	Desvio Padrão	VSA	Conceito
11	4,0	3,6	3,6	3,4	0,22	3,7	BOM
12	3,2	3,2	3,0	2,8	0,17	3,1	BOM
13	3,4	3,2	3,0	3,0	0,17	3,2	BOM
14	4,0	4,0	3,8	3,5	0,20	3,8	BOM
15	4,4	4,0	4,0	3,6	0,28	4,0	BOM/ÓTIMO
16	4,0	4,0	4,0	3,4	0,26	3,9	BOM
17	3,8	4,0	4,0	3,5	0,20	3,8	BOM
18	3,8	4,2	4,2	3,6	0,26	4,0	BOM/ÓTIMO
19	4,0	4,2	4,0	3,6	0,22	4,0	BOM/ÓTIMO
20	4,2	4,2	4,2	3,7	0,22	4,1	ÓTIMO

Fonte: Autor, 2024

É possível notar, pela observação dos dados apresentados nos, uma maior criteriosidade por parte do avaliador 4, proveniente de sua experiência técnica de anos trabalhando na área de pavimentação. No entanto, apesar de uma maior rigorosidade na deliberação das notas, observa-se um desvio padrão baixo em todas as 20 UCs, com valor de desvio máximo de 0,37. Tendo em vista que o valor de desvio recomendável pela norma é de 0,3, pode-se dizer que os resultados apresentaram valores aceitáveis.

A UP 2 apresenta 3 de seus 10 subtrechos classificados como “ÓTIMO” (Km 2, 6 e 7), e 5 classificados na zona de transição entre “BOM” E “ÓTIMO” (Km 1, 3 a 5 e 8). Por fim, os subtrechos 9 e 10 recebem a classificação de “BOM”. No que tange a UP 2, apenas 1 de seus 10z subtrechos é conceituado como “ÓTIMO” (Km 20), enquanto 3 deles se encontram na zona de transição “BOM/ÓTIMO” (Km 15, 18 e

19) e os 6 restantes (Km 11 a 14, 16 e 17) são conceituados como “BOM”.

### 4.3 Comparativo LVC x VSA dos trechos

No Quadro 22 é observado o comparativo entre as conceituações referentes à qualidade do pavimento, obtidas pelo método o Levantamento Visual Contínuo e Valor de Serventia Atual, dos 20 subtrechos analisados.

**Quadro 22 - Comparativo das conceituações - LVC x VSA**

<b>Km</b>	<b>LVC</b>	<b>VSA</b>
<b>1</b>	BOM	BOM/ÓTIMO
<b>2</b>	ÓTIMO	ÓTIMO
<b>3</b>	ÓTIMO	BOM/ÓTIMO
<b>4</b>	ÓTIMO	BOM/ÓTIMO
<b>5</b>	BOM	BOM/ÓTIMO
<b>6</b>	ÓTIMO	ÓTIMO
<b>7</b>	ÓTIMO	ÓTIMO
<b>8</b>	ÓTIMO	BOM/ÓTIMO
<b>9</b>	REGULAR	BOM
<b>10</b>	ÓTIMO	BOM
<b>11</b>	ÓTIMO	BOM
<b>12</b>	REGULAR	BOM
<b>13</b>	REGULAR	BOM
<b>14</b>	BOM	BOM
<b>15</b>	BOM	BOM/ÓTIMO
<b>16</b>	ÓTIMO	BOM
<b>17</b>	ÓTIMO	BOM
<b>18</b>	ÓTIMO	BOM/ÓTIMO
<b>19</b>	ÓTIMO	BOM/ÓTIMO
<b>20</b>	ÓTIMO	ÓTIMO

Fonte: Autor, 2024

Observa-se uma pequena divergência de resultados entre ambos os métodos, porém de pouca significância. Nos Km 1 a 8, 14, 15 e 18 a 20, ou seja 13 das 20 UCs, a classificação atribuída por meio dos dois métodos foi a mesma. Já nos subtrechos 9, 12 e 13 a conceituação por parte do LVC foi pior em relação a

determinada pelo VSA, onde foram conceituados em “REGULAR” e “BOM”, respectivamente. Por fim, aos subtrechos 10, 11, 16 e 17 foi atribuído um conceito de “ÓTIMO” por parte do LVC, e “BOM” por parte do VSA. Apesar das disparidades evidenciadas, ambos os métodos apresentam resultados coesos e coerentes entre si e com relação ao estado real do pavimento.

#### 4.4 Sinalização do trecho

No que tange à sinalização do trecho, a análise foi feita também com o auxílio das filmagens coletadas em campo. Primeiramente, foi feito o levantamento das placas de sinalização. Como explicado no item de metodologia, serão levadas em conta os três tipos de placas: a de velocidade máxima permitida, representando as placas de regulamentação, as de lombada ou ponte estreita, representando as de advertência, e as de indicação, que englobam aquelas com o intuito de orientar o motorista. Seus respectivos quantitativos, referentes à cada UP, estão representados nos Quadros 23 e 24.

**Quadro 23 - Placas de sinalização - UP 1**

Km	Sinalização Vertical		
	Regulamentação	Advertência	Indicação
1	3	2	0
2	2	1	0
3	1	2	1
4	1	2	0
5	0	2	0
6	1	2	0
7	1	1	0
8	0	0	0
9	1	2	0
10	1	1	1
<b>Total</b>	11	15	2

Fonte: Autor, 2024

**Quadro 24 - Placas de sinalização - UP 2**

Km	Sinalização Vertical		
	Regulamentação	Advertência	Indicação
<b>11</b>	0	0	0
<b>12</b>	1	4	1
<b>13</b>	4	3	0
<b>14</b>	0	2	0
<b>15</b>	2	1	0
<b>16</b>	1	1	0
<b>17</b>	0	0	0
<b>18</b>	1	0	0
<b>19</b>	1	0	0
<b>20</b>	0	0	0
<b>Total</b>	10	11	1

Fonte: Autor, 2024

No que diz respeito à sinalização vertical de advertência, ambas as UPs apresentaram placas de velocidade máxima permitida na via ao longo de todo o trecho analisado, como se pode ver nas Fotos 21 e 22. Em relação às placas de advertência, apesar de aparecerem com uma frequência considerável, foi possível observar pontos onde a mesma estava ausente, como no caso das faltas da sinalização de lombada no Km 1, da UP 1, e no Km 18, da UP 2, evidenciadas nas Fotos 23 e 24. Foram observados também pontos onde a placa de ponte estreita se encontrava encoberta por vegetação, no Km 4, da UP 1, e no Km 16, da UP 2, como mostrado nas Fotos 25 e 26. Além disso, foram identificadas duas placas de indicação na UP 1 e uma na UP 2, evidenciadas nas Fotos 27, 28 e 29.

**Foto 21 - Placa de velocidade máxima permitida no Km 2**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 22 - Placa de velocidade máxima permitida no Km 15**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 23 - Lombada sem sinalização vertical no Km 1**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 24 - Lombada sem sinalização vertical e horizontal no Km 18**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 25 - Placa de ponte estreita coberta por vegetação no Km 4**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 26 - Placa de ponte estreita coberta por vegetação no Km 16**



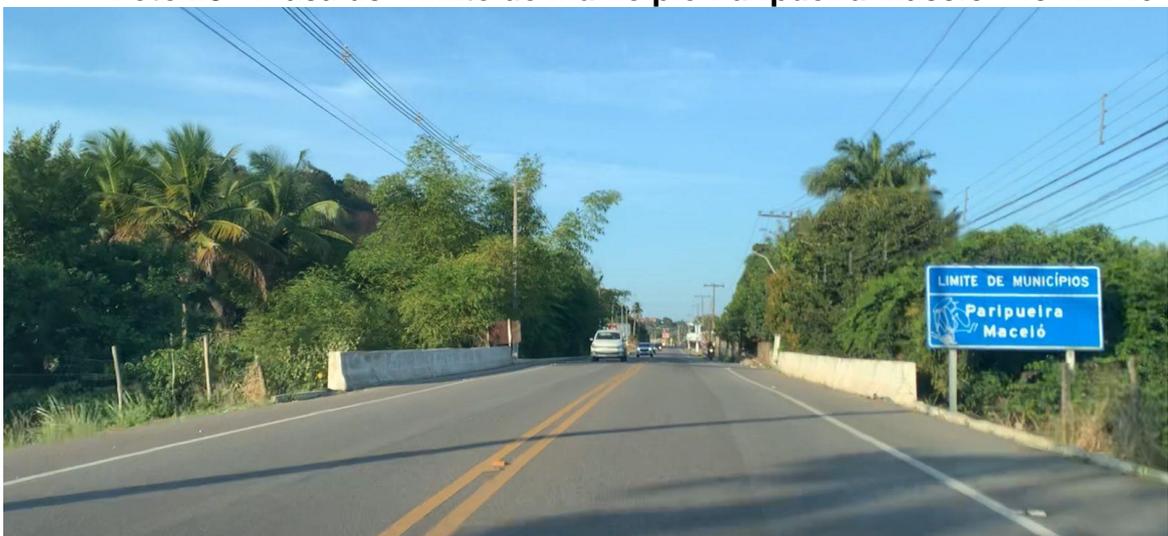
Fonte: Autor, 2024

**Foto 27 - Placa de “acesso à Ipioca” no Km 3**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 28 - Placa de “limite de município Paripueira-Maceió” no Km 10**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 29 - Placas de indicação no Km 12**



Fonte: Autor, 2024

A conceituação, relacionada à sinalização em geral, atribuída a ambas as

UPs, pode ser observada nos Quadros 25 e 26.

**Quadro 25 - Classificação da sinalização - UP 2**

UP	Km	Sinalização Horizontal	Sinalização Vertical	Classificação
1	1	Parcialmente Faltante e Parcialmente Coberta	Parcialmente Faltante e Visível	Regular
	2	Em Boa Condição e Visível	Em Boa Condição e Visível	Bom
	3	Em Boa Condição e Visível	Em Boa Condição e Visível	Bom
	4	Parcialmente Faltante e Parcialmente Coberta	Em Boa Condição e Parcialmente Coberta	Regular
	5	Parcialmente Faltante e Parcialmente Coberta	Em Boa Condição e Visível	Regular
	6	Em Boa Condição e Visível	Em Boa Condição e Visível	Bom
	7	Em Boa Condição e Visível	Em Boa Condição e Visível	Bom
	8	Em Boa Condição e Visível	Em Boa Condição e Visível	Bom
	9	Parcialmente Faltante e Parcialmente Coberta	Em Boa Condição e Visível	Regular
	10	Em Boa Condição e Visível	Em Boa Condição e Visível	Bom

Fonte: Autor, 2024

**Quadro 26 - Classificação da sinalização - UP 2**

UP	Km	Sinalização Horizontal	Sinalização Vertical	Classificação
2	11	Em Boa Condição e Visível	Em Boa Condição e Visível	Bom
	12	Faltante	Em Boa Condição e Parcialmente Coberta	Ruim
	13	Faltante	Em Boa Condição e Visível	Ruim
	14	Parcialmente Faltante e Parcialmente Coberta	Em Boa Condição e Visível	Regular
	15	Em Boa Condição e Visível	Em Boa Condição e Visível	Bom
	16	Em Boa Condição e Visível	Em Boa Condição e Parcialmente Coberta	Bom
	17	Em Boa Condição e Visível	Em Boa Condição e Visível	Bom
	18	Em Boa Condição e Parcialmente Coberta	Parcialmente Faltante e Visível	Regular
	19	Em Boa Condição e Visível	Em Boa Condição e Visível	Bom
	20	Em Boa Condição e Visível	Em Boa Condição e Visível	Bom

Fonte: Autor, 2024

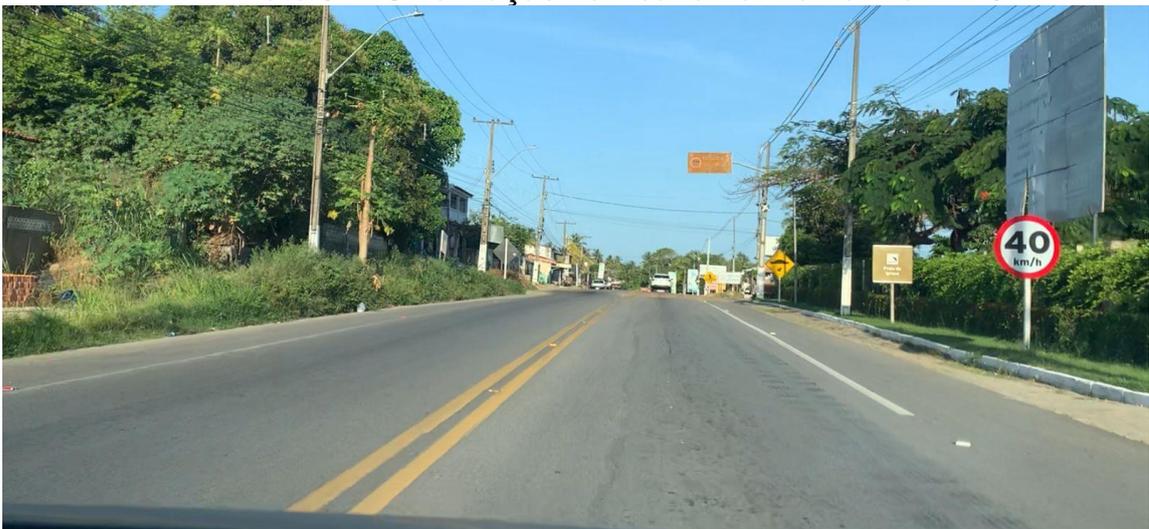
É perceptível, quando se analisa a Quadro 25, que a UP 1 tem 6 de suas UCs classificadas como “Bom” (Km 2, 3, 6, 7, 8 e 10), indicando um bom estado de conservação e visibilidade em sua sinalização, tanto vertical quanto horizontal, como mostrado nas Fotos 30 e 35. Os 4 subtrechos restantes, por outro lado, recebem uma conceituação de “Regular”, acusando uma degradação parcial de sua sinalização, o que pode ser observado nas Fotos 36 a 39.

**Foto 30 - Sinalização vertical e horizontal no Km 2**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 31 - Sinalização vertical e horizontal no Km 3**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 32 - Sinalização vertical e horizontal no Km 6**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 33 - Sinalização vertical e horizontal no Km 7**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 34 - Sinalização horizontal no Km 8**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 35 - Sinalização vertical e horizontal no Km 10**



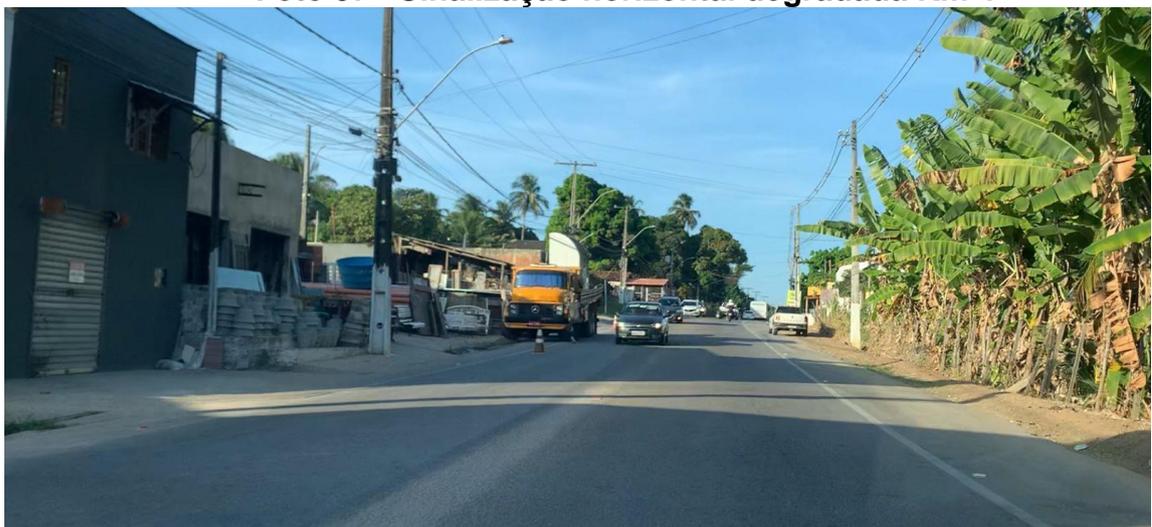
Fonte: Autor, 2024

**Foto 36 - Sinalização horizontal degradada no Km 1**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 37 - Sinalização horizontal degradada Km 4**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 38 - Sinalização horizontal ausente no Km 5**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 39 - Sinalização horizontal ausente no Km 9**



Fonte: Autor, 2024

Por último, analisando a UP 2, foi observado um cenário diferente em relação

à análise anterior. Ela apresenta os mesmos 6 subtrechos com conceituação “Bom”, são eles: Km 11, 15 a 17, 19 e 20. Porém, nos Km 12 e 13 a classificação foi de “Ruim”, decorrente de uma ausência completa de sinalização horizontal ao longo da extensão dos subtrechos, como evidenciado nas Fotos 40 e 41.

**Foto 40 - Sinalização horizontal ausente no Km 12**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 41 - Sinalização horizontal ausente no Km 13**



Fonte: Autor, 2024

No Km 14 e no Km 18, a conceituação proferida foi de “Regular”. Nas Fotos 42 a 49 são apresentadas as condições gerais de sinalização horizontal do restante dos subtrechos.

**Foto 42 - Sinalização horizontal no Km 11**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 43 - Sinalização horizontal no Km 15**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 44 - Sinalização horizontal no Km 16**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 45 - Sinalização horizontal no Km 17**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 46 - Sinalização horizontal no Km 19**



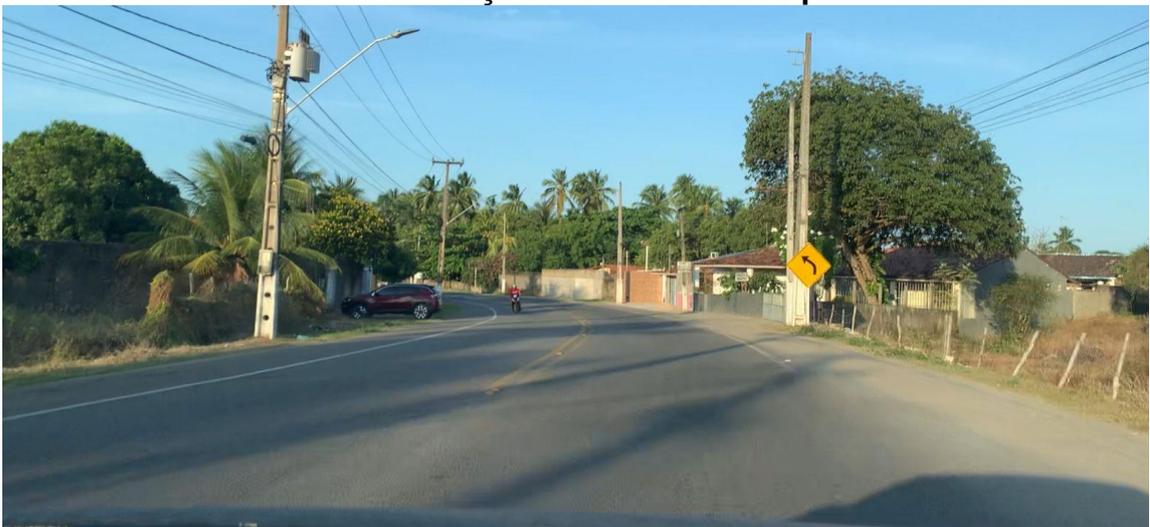
Fonte: Autor, 2024

**Foto 47 - Sinalização horizontal no Km 20**



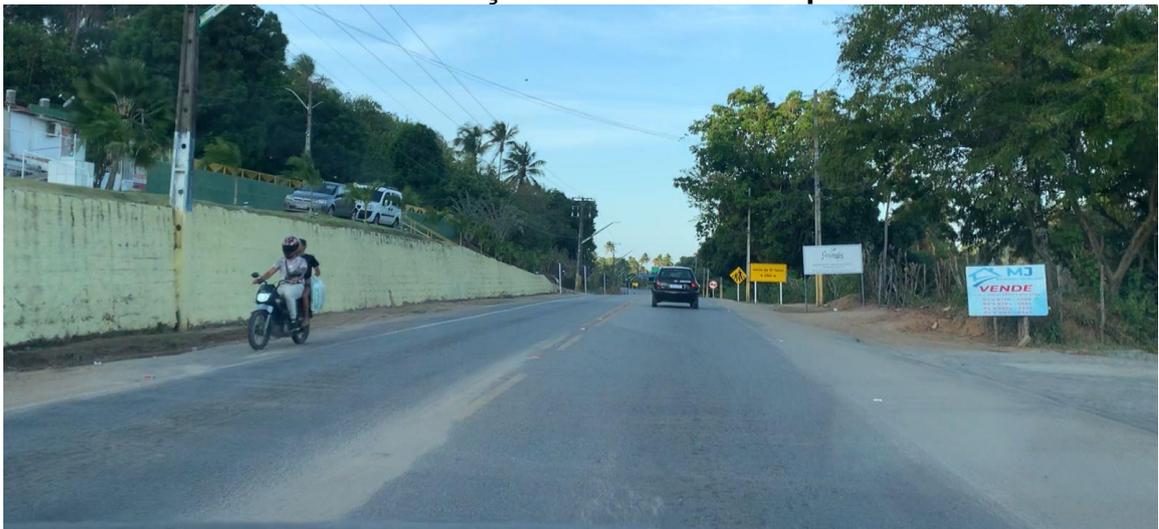
Fonte: Autor, 2024

**Foto 48 - Sinalização horizontal incompleta no Km 14**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 49 - Sinalização horizontal incompleta no Km 18**



Fonte: Autor, 2024

Observa-se, ao analisar as 20 UCs, uma condição de estado de conservação da sinalização viária bem preservada. Não foi possível realizar uma análise mais objetiva quanto a presença da sinalização vertical, tendo em vista a falta de acesso

ao projeto de sinalização proposto da via. Porém, em ambas as sinalizações, o trecho analisado apresentou um resultado satisfatório, com alguns pontos de maior deficiência, como no Km 12 e no Km 13.

#### **4.5 Pontos críticos**

Ao longo dos 20 quilômetros analisados por este trabalho, foram encontrados 3 pontos passíveis de uma maior atenção e, conseqüentemente, de uma intervenção mais urgente, objetivando preservar a segurança dos usuários da via.

No Km 7, foi observado que o guarda corpo de um dos lados de uma ponte foi completamente desmoronado, como visto nas Fotos 50 e 51. Isso causa um risco aos motoristas e pedestres que trafegam ao longo do trecho

#### **Foto 50 - Guarda corpo de ponte caído, sentido Barra de Santo Antônio-AABB**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 51 - Guarda corpo de ponte caído, sentido Barra de Santo Antônio-AABB**



Fonte: Autor, 2024

Observou-se também um desgaste excessivo no pavimento em um ponto do Km 9 e outro ponto do Km 12, ambos no município de Paripueira-AL, evidenciados nas Fotos 52 e 53. Esses trechos de desgaste exacerbado geram prejuízo ao condutor, por possíveis danos mecânicos ao veículo. Além disso, geram um risco adicional, tendo em vista que muitos condutores buscam desviar deste obstáculo, podendo causar acidentes com outros automóveis ou pedestres.

**Foto 52 – Desgaste acentuado no Km 9**



Fonte: Autor, 2024

**Foto 53 – Desgaste acentuado no Km 12**



Fonte: Autor, 2024

## 5 CONCLUSÃO

No presente trabalho, foi possível observar as diferenças na obtenção de resultados utilizando dois métodos de avaliação. Primeiramente, é notável que o método de avaliação subjetiva, através do Valor de Serventia atual, carrega com ele uma praticidade de execução, tendo em vista seu caráter unicamente experimental do usuário para com o trecho analisado. Porém, isso também faz com que o VSA esteja bastante sujeito à interpretação de cada avaliador, o que pode resultar em avaliações com resultados, por vezes, diferentes. Como esse valor pode ser influenciado significativamente pelo nível de conhecimento dos avaliadores, é essencial que as orientações sobre como realizar a avaliação sejam claras e objetivas, sendo possível minimizar, porém dificilmente excluir, as variações nas análises.

O Levantamento Visual Contínuo, por outro lado, carrega com si uma maior complexidade metodológica. Assim, a avaliação do trecho proposto é feita de forma mais minuciosa, com um caráter quantitativo na catalogação dos defeitos presentes na superfície dos pavimentos. Apesar das diferenças no processo de conceituação, ambos os métodos apresentaram resultados coesos entre si e quando comparados à real situação do trecho analisado. Tendo isso em vista, o LVC foi melhor capaz de acusar parcelas mais críticas da área de análise.

Como já esperado, a maior parte dos 20 quilômetros analisados apresentaram um bom estado de conservação de pavimento, fazendo necessária apenas ações corretivas em pontos localizados, através de tapa-buracos e remendos superficiais. No entanto, em trechos mais desgastados, como nos Km 9, 12 e 13, uma intervenção mais imediata se faz necessária, por meio de recapeamentos ou até mesmo uma reconstrução total do pavimento, para que ele volte a níveis aceitáveis de conservação. Foi possível notar também, que os trechos mais afetados por essa degradação estão inseridos em meio urbano, dentro da área populada do município de Paripueira, por exemplo. Tal realidade demonstra uma necessidade de trabalho conjunto entre poder estadual e municipal para preservação da via, com o poder estadual tendo a incumbência de manter manutenções rotineiras da rodovia e o municipal a de garantir uma infraestrutura adequada à seus residentes, como um saneamento básico adequado, evitando ligações clandestinas pela via ou o derramamento de compostos reagentes na superfície da via.

No contexto de sinalização vertical, o trecho sob análise se apresentou de maneira bem sinalizada, e, apesar da falta de um projeto executivo para comparação, foi perceptível uma tendência positiva. Em apenas quatro pontos, ao longo dos 20 quilômetros percorridos, foram notadas não conformidades, duas referentes a placas de advertência faltantes (nos Km 1 e Km 18) e outras duas referentes à vegetação atrapalhando a visualização das placas (nos Km 4 e Km 16). Por outro lado, no tocante da sinalização horizontal, foi possível observar diversos trechos com faixas degradadas ou obstruídas, como no caso dos Km 1, 4, 14 e 18, como também trechos de ausência completa das mesmas, como nos Km 3, 9, 12 e 13. Novamente, essa tendência de degradação foi notada em áreas urbanas.

Tal degradação é influenciada pelo fato de, nesses trechos urbanos, o motorista é obrigado a trafegar em cima das faixas de sinalização para desviar de possíveis obstáculos, aumentando dessa forma o atrito sobre a sinalização, gerando uma degradação mais acelerada da mesma. Porém, o impacto gerado aos usuários da via é reduzido em função da boa iluminação dos trechos, em especial os urbanos.

Por fim, faz-se necessário pontuar a ocorrência do guarda-corpo caído de uma ponte no Km 7, um risco significativo para todos os usuários da rodovia.

Como recomendações para trabalhos futuros, tendo em vista o crescimento pulsante do litoral norte alagoano, é sugerida a avaliação do mesmo trecho proposto através de outros métodos de avaliação, a exemplo da utilização plena do software ICM do DNIT.

## REFERÊNCIAS

BARTHOLOMEU, D. B. **Quantificação dos impactos econômicos e ambientais decorrentes do estado de conservação das rodovias brasileiras**. [S.l.]: [s.n.], 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/t.11.2006.tde-08052008-172034>. Acesso em: 23 fev. 2024.

BERNUCCI, L. L. B. *et al.* Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros. **Pavimentação Asfáltica**, 1 jan. 2008. v. 2. Disponível em: <https://bdpi.usp.br/item/001735737>. Acesso em: 27 fev. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF: Presidência da República, 1997. Disponível em: [planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9503compilado.htm](http://planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503compilado.htm). Acesso em: 27 fev. 2024.

CNT - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. Acidentes rodoviários e infraestrutura. **CNT**, 1 jan. 2018. Disponível em: <https://repositorio.itl.org.br/jspui/bitstream/123456789/170/1/Acidentes%20Rodoviarios%20e%20a%20Infraestrutura.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2024.

CNT - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Anuário CNT do Transporte**. [2022]. Disponível em: <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2022/Apresentacao>. Acesso em: 27 fev. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. **NORMA DNIT 005/2003 - TER**: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Terminologia. 5 ed. [S.l.], 2003. 12 p. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/terminologia-ter/dnit\\_005\\_2003\\_ter-1.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/terminologia-ter/dnit_005_2003_ter-1.pdf). Acesso em: 23 fev. 2024

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. **NORMA DNIT 006/2003 - PRO**: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento. [S.l.], 2003. 10 p. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/dnit006\\_2003\\_pro.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/dnit006_2003_pro.pdf). Acesso em: 23 fev. 2024

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. **NORMA DNIT 007/2003 - PRO**: Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de rodovias de pavimentos flexíveis e semi-rígidos para gerência de pavimentos e estudos e projetos Procedimento. [S.l.], 2003. 11 p. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT\\_007\\_2003\\_PRO](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT_007_2003_PRO). Acesso em: 23 fev. 2024

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. **NORMA DNIT 008/2003 - PRO**: Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos Procedimento. [S.l.], 2003. 11 p. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e>

pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT\_008\_2003\_PRO. Acesso em: 23 fev. 2024

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE.

**NORMA DNIT 009/2003 - PRO:** Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento. [S.l.], 2003. 6 p. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT\\_009\\_2003\\_PRO](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT_009_2003_PRO). Acesso em: 23 fev. 2024

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE,

**RESOLUÇÃO N° 5, DE 27 DE ABRIL DE 2022.** Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/central-de-conteudos/atos-normativos/tipo/resolucoes/resolucao-5-2022-dir-publ.pdf>. Acesso 05 out. 2024

GOVERNO FEDERAL. **Transportes em Alagoas.** gov.br, May. 2000. Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/centrais-de-conteudo/al-2000-pdf>. Acesso em: 23 fev. 2024

MORAIS, Bianca Gomes; HOLANDA, Roberto Pimentel; LOPES, Elis Ferreira; PEREIRA, Maurício de Sousa; VASCONCELOS, José Osmildo. Avaliação de desempenho de rodovia utilizando a metodologia proposta no manual de pavimentação do DNIT: estudo de caso da avenida jatobá, sobral-ce. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 12, n. 10, p. 61121043412, 8 out. 2023. Research, Society and Development. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i10.43412>. Acesso em: 23 fev. 2024

TRUCKPAD. Matriz De Transporte No Brasil: Qual é A Mais Importante? | Blog

TruckPad. **TruckPad**, 18 Sep. 2023. Disponível em: <https://www.truckpad.com.br/blog/matriz-de-transporte-no-brasil-quais-sao-e-qual-e-a-mais-importante/>. Acesso em: fev. 2024.

WORLD ECONOMIC FORUM (WEF). **The Global Competitiveness Report 2019.**

Geneva, Switzerland: WEF, 2019. Disponível em: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf). Acesso em: fev. 2024.