



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE ENGENHARIAS
ENGENHARIA CIVIL

MARIA MARIANA SALDANHA DE QUEIROZ XAVIER

**AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE UM TRECHO DA AVENIDA
DOS AUTOMÓVEIS, LOCALIZADA EM MOSSORÓ/RN, ATRAVÉS DO MÉTODO
DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)**

MOSSORÓ/RN

2023

MARIA MARIANA SALDANHA DE QUEIROZ XAVIER

**AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE UM TRECHO DA AVENIDA
DOS AUTOMÓVEIS, LOCALIZADA EM MOSSORÓ/RN, ATRAVÉS DO MÉTODO
DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Bruno Tiago Angelo da
Silva

MOSSORÓ/RN

2023

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

XX3a Xavier, Maria Mariana Saldanha de Queiroz.
 Avaliação do estado de conservação de um trecho
 da Avenida dos Automóveis, localizada em
 Mossoró/RN, através do método do Índice de
 Gravidade Global (IGG) / Maria Mariana Saldanha
 de Queiroz Xavier. - 2023.
 82 f. : il.

 Orientador: Bruno Tiago Angelo da Silva.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
 2023.

 1. Manifestações patológicas. 2. Pavimentos
 asfálticos. 3. Estudo de caso. 4. Técnicas de
 recuperação. I. Silva, Bruno Tiago Angelo da,
 orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MARIA MARIANA SALDANHA DE QUEIROZ XAVIER

**AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE UM TRECHO DA AVENIDA
DOS AUTOMÓVEIS, LOCALIZADA EM MOSSORÓ/RN, ATRAVÉS DO MÉTODO
DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Defendida em: 15/05/2023.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



BRUNO TIAGO ANGELO DA SILVA

Data: 19/05/2023 14:47:16-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Bruno Tiago Angelo da Silva, Prof. Me. (UFERSA)

Documento assinado digitalmente

Documento assinado digitalmente



MARILIA PEREIRA DE OLIVEIRA

Data: 19/05/2023 07:24:22-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Marília Pereira de Oliveira, Prof^a. Dra. (UFERSA)

Membro Examinador

Documento assinado digitalmente



MARIA ARIDENISE MACENA FONTENELLE

Data: 19/05/2023 12:26:45-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Maria Aridenise Macena Fontenelle, Prof^a. Dra. (UFERSA)

Membro Examinador

Dedico este trabalho a Deus.
Aos meus pais, Terciana e Júnior Xavier.
Ao meu irmão, Daniel.
Ao meu noivo, Matheus.

AGRADECIMENTOS

Gratidão primeiramente a Deus, por ter me dado forças em toda a minha jornada acadêmica, fazendo com que eu sempre seguisse em frente, e me proporcionando oportunidades incríveis.

Sou grata eternamente aos meus pais, Terciana Saldanha e Júnior Xavier, por nunca medirem esforços para me verem feliz, apoiando-me nas decisões e estando presentes em todos os momentos da minha vida, além de sempre acreditarem no meu potencial.

Agradeço ao meu irmão, Daniel Victor, por sempre estar disponível nos momentos em que eu precisei.

Gratidão ao meu noivo, Matheus Medeiros, por ter acompanhado minha trajetória desde o início, ajudando no que foi preciso e me incentivando a ser cada vez melhor.

Ao orientador, Me. Bruno Tiago Angelo da Silva, agradeço por estar comigo desde as disciplinas e estágios supervisionados, até o Trabalho Final de Graduação, mostrando-se solícito em todos os momentos que precisei de ajuda, além de engrandecer o meu trabalho com suas dicas.

À banca examinadora, obrigada por estar presente em minha defesa, e por acrescentar conhecimento para o meu trabalho.

Grata aos professores da UFERSA por todos os ensinamentos repassados, e por contribuírem para o meu crescimento profissional.

Agradeço aos meus amigos que acompanharam a minha jornada, desejando-me coisas boas e torcendo por mim.

É justo que muito custe o que muito vale.

Santa Teresa D'Ávila

RESUMO

É de conhecimento geral que o sistema rodoviário possui grande importância para a sociedade, e que para proporcionar conforto e segurança aos usuários, é necessário que haja manutenção periódica das vias, porém, não é isso que acontece em muitos dos casos. O bairro Nova Mossoró, localizado na cidade de Mossoró/RN, enfrenta graves problemas relacionados a manifestações patológicas em pavimentos asfálticos, atingindo quase que a maioria das suas ruas, assim como a avenida principal. Esse é um problema muito recorrente em diferentes bairros da cidade, e que muitas vezes não é dada a devida importância, fazendo com que os moradores passem por diversos prejuízos. Diante disso, o presente trabalho teve como principal objetivo avaliar o pavimento asfáltico de um trecho da Avenida dos Automóveis, do bairro Nova Mossoró, quanto à classificação do seu estado de conservação, e sugerir técnicas de recuperação para solucionar o problema. O método utilizado foi o Índice de Gravidade Global, considerado de fácil aplicação e sem custos gerados, que utiliza como referências as normas DNIT 005/2003 – TER e DNIT 006/2003 – PRO. Quanto à metodologia, sua abordagem é quali-quantitativa, e os procedimentos técnicos utilizados foram a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso, pois além de realizar uma revisão de literatura inicial, também foi feita uma visita no local para levantamento de dados, com fotos, vídeos e preenchimento de formulário. O trecho foi dividido em duas faixas, e como resultados, a faixa 01 foi considerada “ruim”, com o IGG de 156, e a faixa 02 foi considerada “péssima”, com IGG de 164, pois foram encontrados defeitos variados no decorrer do trecho. As causas se deram pela execução inadequada, material de péssima qualidade, falta de sistemas de drenagem, tráfego de veículos pesados, e a ação do meio ambiente. Por fim, foram sugeridas técnicas de recuperação, utilizando a fresagem e o recapeamento para melhorar o trecho.

Palavras-chave: manifestações patológicas; pavimentos asfálticos; estudo de caso; técnicas de recuperação.

ABSTRACT

It is common knowledge that the road system is of great importance to society, and that to provide comfort and safety to users, it is necessary to carry out periodic maintenance of the roads, however, this is not what happens in many cases. The Nova Mossoró neighborhood, located in the city of Mossoró/RN, faces serious problems related to pathological manifestations on asphalt pavements, affecting almost most of its streets, as well as the main avenue. This is a very recurrent problem in different neighborhoods of the city, and that is often not given due importance, causing residents to experience various losses. In view of this, the present work had as its main objective to evaluate the asphalt pavement of a stretch of Avenida dos Automóveis, in the Nova Mossoró neighborhood, regarding the classification of its state of conservation, and to suggest recovery techniques to solve the problem. The method used was the Global Severity Index, considered easy to apply and without generated costs, which uses the DNIT 005/2003 – TER and DNIT 006/2003 – PRO standards as references. As for the methodology, its approach is quali-quantitative, and the technical procedures used were the bibliographical research and the case study, because in addition to carrying out an initial literature review, a visit was also made to the site for data collection, with photos, videos and form filling. The stretch was divided into two ranges, and as a result, track 01 was considered “bad”, with an GSI of 156, and track 02 was considered “terrible”, with an GSI of 164, as varied defects were found over the course of the process. snippet. The causes were due to inadequate execution, poor quality material, lack of drainage systems, heavy vehicle traffic, and the action of the environment. Finally, recovery techniques were suggested, using milling and resurfacing to improve the section.

Keywords: pathological manifestations; asphalt pavements; case study; recovery techniques.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Camadas de um pavimento rígido	21
Figura 2 - Camadas de um pavimento semirrígido	22
Figura 3 - Camadas de um pavimento flexível.....	23
Figura 4 - Representação do pavimento flexível.....	24
Figura 5 - Trincas transversais	28
Figura 6 - Trinca longitudinal	28
Figura 7 - Trinca de retração	29
Figura 8 - Trinca tipo couro de jacaré	30
Figura 9 - Trincas em bloco.....	30
Figura 10 - Afundamento plástico local	31
Figura 11 - Afundamento plástico em trilha de roda.....	32
Figura 12 - Afundamento de consolidação local.....	32
Figura 13 - Afundamento de consolidação em trilha de roda	33
Figura 14 - Ondulações ou corrugações	33
Figura 15 - Escorregamento	34
Figura 16 - Exsudação	35
Figura 17 - Desgaste.....	36
Figura 18 - Painéis ou buracos.....	37
Figura 19 - Remendo.....	38
Figura 20 - Trecho analisado na Avenida dos Automóveis, Nova Mossoró.....	46
Figura 21 - Representação das estações.	48
Figura 22 – Manifestações patológicas presentes nas estações 01, 02, 03 e 04 da faixa 01 ...	52
Figura 23 - Manifestações patológicas presentes nas estações 05, 06, 07 e 08 da faixa 01	53
Figura 24 - Manifestações patológicas presentes nas estações 09, 10, 11 e 12 da faixa 01	53
Figura 25 - Manifestações patológicas presentes nas estações 13, 14, 15 e 16 da faixa 01	54

Figura 26 - Manifestações patológicas presentes nas estações 17, 18, 19 e 20 da faixa 01	54
Figura 27 - Manifestações patológicas presentes nas estações 21, 22, 23 e 24 da faixa 01	55
Figura 28 - Manifestações patológicas presentes nas estações 25, 26, 27 e 28 da faixa 01	56
Figura 29 - Manifestações patológicas presentes nas estações 29, 30, 31 e 32 da faixa 01 ...	56
Figura 30 - Manifestações patológicas presentes nas estações 33, 34, 35 e 36 da faixa 01	57
Figura 31 - Manifestações patológicas presentes nas estações 37, 38, 39 e 40 da faixa 01	57
Figura 32 - Manifestações patológicas presentes nas estações 41, 42, 43 e 44 da faixa 01	58
Figura 33 - Manifestações patológicas presentes nas estações 45, 46 e 47 da faixa 01	58
Figura 34 - Manifestações patológicas presentes nas estações 48, 49 e 50 da faixa 01	59
Figura 35 - Manifestações patológicas presentes nas estações 01, 02, 03 e 04 da faixa 02	59
Figura 36 - Manifestações patológicas presentes nas estações 05, 06, 07 e 08 da faixa 02	60
Figura 37 - Manifestações patológicas presentes nas estações 09, 10, 11 e 12 da faixa 02	60
Figura 38 - Manifestações patológicas presentes nas estações 13, 14, 15 e 16 da faixa 02	61
Figura 39 - Manifestações patológicas presentes nas estações 17, 18, 19, 20 da faixa 02	61
Figura 40 - Manifestações patológicas presentes nas estações 21, 22, 23 e 24 da faixa 02	62
Figura 41 - Manifestações patológicas presentes nas estações 25, 26, 27 e 28 da faixa 02	62
Figura 42 - Manifestações patológicas presentes nas estações 29, 30, 31 e 32 da faixa 02	63
Figura 43 - Manifestações patológicas presentes nas estações 33, 34, 35 e 36 da faixa 02	63
Figura 44 - Manifestações patológicas presentes nas estações 37, 38, 39 e 40 da faixa 02	64
Figura 45 - Manifestações patológicas presentes nas estações 41, 42, 43 e 44 da faixa 02	65
Figura 46 - Manifestações patológicas presentes nas estações 45, 46 e 47 da faixa 02	65
Figura 47 - Manifestações patológicas presentes nas estações 48, 49 e 50 da faixa 02	66

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2 – Porcentagem dos defeitos da faixa 01	68
Gráfico 2 – Porcentagem dos defeitos da faixa 02	70
Gráfico 3 – Comparativo da ocorrência de defeitos entre as faixas 01 e 02	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Codificação e classificação dos defeitos	44
Tabela 2 - Codificação e classificação dos demais defeitos	44
Tabela 3 - Valores do fator de ponderação	50
Tabela 4 - Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG	51
Tabela 5 - Inventário da ocorrência de defeitos na faixa 01	67
Tabela 6 - Planilha de cálculo do IGG da faixa 01	69
Tabela 7 - Inventário da ocorrência de defeitos na faixa 02	70
Tabela 8 - Planilha de cálculo do IGG da faixa 02	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALP	Afundamento plástico local
ATP	Afundamento plástico da trilha de roda
ALC	Afundamento de consolidação local
ALP	Afundamento de consolidação da trilha de roda
CNT	Confederação Nacional de Transportes
CPA	Camada porosa de atrito
D	Desgaste
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
E	Escorregamento
EX	Exsudação
FI	Fissura
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGI	Índice de Gravidade Individual
IGG	Índice de Gravidade Global
J	Trinca tipo couro de jacaré
JE	Trinca tipo couro de jacaré com erosão
O	Ondulação
P	Panela
PCI	<i>Paviment Conditions Index</i>
R	Remendo
RN	Rio Grande do Norte
TB	Trinca tipo bloco
TBE	Trinca tipo bloco com erosão

TLC	Trinca longitudinal curta
TLL	Trinca longitudinal longa
TRE	Trilhas de rodas externas
TRI	Trilhas de rodas internas
TRR	Trinca de retração
TTC	Trinca transversal curta
TTL	Trinca transversal longa
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
1.1	Objetivos.....	19
1.1.1	Objetivo geral	19
1.1.2	Objetivos específicos	19
1.2	Estrutura do trabalho.....	19
2	REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1	Pavimentos asfálticos.....	20
2.2	Classificação dos pavimentos.....	20
2.2.1	Pavimentos rígidos.....	20
2.2.2	Pavimentos semirrígidos e invertidos	21
2.2.3	Pavimentos flexíveis	22
2.3	Composição de um pavimento flexível.....	23
2.3.1	Subleito	24
2.3.2	Reforço do subleito	24
2.3.3	Base e Sub-base	25
2.3.4	Imprimação	25
2.3.5	Revestimento	25
2.4	Manifestações patológicas nos pavimentos flexíveis	26
2.4.1	Fendas: Fissuras e Trincas	27
2.4.1.1	Trincas transversais.....	27
2.4.1.2	Trincas longitudinais.....	28
2.4.1.3	Trincas de retração.....	29
2.4.1.4	Trincas couro de jacaré	29
2.4.1.5	Trincas em blocos	30
2.4.2	Afundamentos.....	31
2.4.2.1	Afundamento plástico	31

2.4.2.2 Afundamento de consolidação.....	32
2.4.3 Ondulações ou Corrugações	33
2.4.4 Escorregamento	34
2.4.5 Exsudação	34
2.4.6 Desgaste	35
2.4.7 Panela ou Buraco	36
2.4.8 Remendo	37
2.4.9 Drenagem defeituosa	38
2.5 Manutenção e recuperação de pavimentos asfálticos	38
2.5.1 Principais atividades de manutenção do pavimento	39
2.5.1.1 Conservação.....	40
2.5.1.2 Recuperação.....	41
2.5.1.3 Reforço estrutural	41
2.5.1.4 Reconstrução.....	42
2.6 Avaliação funcional do pavimento	42
2.6.1 Índice de Gravidade Global - IGG.....	43
3 METODOLOGIA.....	45
3.1 Classificação da pesquisa	45
3.2 Caracterização do local de estudo	45
3.3 Etapas da pesquisa.....	46
3.4 Aplicação do método IGG.....	47
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
4.1 Levantamento das manifestações patológicas presentes no trecho	52
4.1.1 Estações 01, 02, 03 e 04 – Faixa 01.....	52
4.1.2 Estações 05, 06, 07 e 08 – Faixa 01.....	52
4.1.3 Estações 09, 10, 11 e 12 – Faixa 01.....	53
4.1.4 Estações 13, 14, 15 e 16 – Faixa 01.....	53

4.1.5	Estações 17, 18, 19 e 20 – Faixa 01.....	54
4.1.6	Estações 21, 22, 23 e 24 – Faixa 01.....	55
4.1.7	Estações 25, 26, 27 e 28 – Faixa 01.....	55
4.1.8	Estações 29, 30, 31 e 32 – Faixa 01.....	56
4.1.9	Estações 33, 34, 35 e 36 – Faixa 01.....	56
4.1.10	Estações 37, 38, 39 e 40 – Faixa 01.....	57
4.1.11	Estações 41, 42, 43 e 44 – Faixa 01.....	58
4.1.12	Estações 45, 46 e 47 – Faixa 01.....	58
4.1.13	Estações 48, 49 e 50 – Faixa 01.....	58
4.1.14	Estações 01, 02, 03 e 04 – Faixa 02.....	59
4.1.15	Estações 05, 06, 07 e 08 – Faixa 02.....	59
4.1.16	Estações 09, 10, 11 e 12 – Faixa 02.....	60
4.1.17	Estações 13, 14, 15 e 16 – Faixa 02.....	60
4.1.18	Estações 17, 18, 19 e 20 – Faixa 02.....	61
4.1.19	Estações 21, 22, 23 e 24 – Faixa 02.....	62
4.1.20	Estações 25, 26, 27 e 28 – Faixa 02.....	62
4.1.21	Estações 29, 30, 31 e 32 – Faixa 02.....	63
4.1.22	Estações 33, 34, 35 e 36 – Faixa 02.....	63
4.1.23	Estações 37, 38, 39 e 40 – Faixa 02.....	64
4.1.24	Estações 41, 42, 43 e 44 – Faixa 02.....	64
4.1.25	Estações 45, 46 e 47 – Faixa 02.....	65
4.1.26	Estações 48, 49 e 50 – Faixa 02.....	65
4.2	Avaliação do pavimento pelo Índice de Gravidade Global.....	66
4.2.1	Faixa 01	66
4.2.2	Faixa 02	69
4.2.3	Análise geral	71
4.3	Técnicas de recuperação do pavimento	73

5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
5.1	Sugestões para trabalhos futuros	75
	REFERÊNCIAS.....	76
	ANEXO A – MODELO DE FORMULÁRIO DE INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO	81
	ANEXO B – MODELO DE PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)	82

1 INTRODUÇÃO

As rodovias brasileiras, utilizadas desde 1940, são de grande relevância para o desenvolvimento do país, pois a circulação dos insumos e o tráfego de pessoas são realizados através delas, movimentando a economia do país. Dessa forma, é importante fazer análises sobre as condições dos pavimentos flexíveis, já que constitui a maior parte das vias terrestres brasileiras (DNIT, 2006).

Segundo a CNT (2018b), mesmo que existam uma quantidade elevada de rodovias pavimentadas federais, estaduais e municipais, elas não apresentam um padrão de aceitabilidade, havendo a necessidade de melhorias como construção, pavimentação e duplicação, pois há a ocorrência de diversos problemas tanto nas vias pavimentadas como nas não pavimentadas.

Isso se deve geralmente pelo fato do custo da manutenção de pavimentos ser bastante alto, por isso a importância de considerar todos os fatores que possam vir a prejudicar a sua estrutura no momento da construção, incluindo análise do solo, do clima e dimensionamento adequado (PANAZZOLO; FRANTZ, 2012).

Segundo a CNT (2018a), a deterioração dos pavimentos pode estar relacionada a diversos fatores, como à sua vida útil, já que os materiais utilizados mudam com o uso e se deterioram com o tempo; às condições climáticas e às características do tráfego. Por esses motivos, é de extrema importância tomar medidas para a manutenção ou restauração dos pavimentos, a fim de evitar ou minimizar o processo de deterioração.

São várias as consequências causadas pela deterioração do pavimento, como a danificação dos veículos; o aumento do risco de acidentes; a influência no consumo de combustível e tempo das viagens; e o aumento do custo operacional do transporte, o que interfere diretamente no preço dos produtos que chegam aos consumidores (CNT, 2019).

Para minimizar esses prejuízos, deve-se realizar análises periódicas dos defeitos presentes no pavimento, compreendendo suas causas para facilitar em uma escolha assertiva das técnicas a serem utilizadas para manutenção preventiva ou corretiva, associando requisitos orçamentários, estruturais, funcionais, entre outros (PORTO, 2017).

Diante do desconforto dos moradores do bairro Nova Mossoró, na cidade de Mossoró/RN, em relação à deterioração da pavimentação de suas ruas, surgiu o interesse de analisar in loco a situação desses pavimentos, visto que recentemente as notícias estão cada vez mais frequentes nas redes sociais.

Dessa forma, foi realizada uma análise das manifestações patológicas presentes em um trecho de 1,00 km da avenida principal do bairro, a Avenida dos Automóveis, através do Método do Índice de Gravidade Global (IGG), a fim de analisar os defeitos e identificar seu estado de conservação, podendo assim sugerir técnicas adequadas para recuperar a via.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo do presente trabalho é avaliar o estado de conservação de um trecho da Avenida dos Automóveis, no bairro Nova Mossoró, através do Método IGG (Índice de Gravidade Global), e sugerir possíveis técnicas de recuperação para melhorias no local.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar levantamento em campo da situação atual, para a análise das manifestações patológicas presentes no pavimento asfáltico;
- Preencher os formulários de acordo com a análise do trecho, e obter a classificação do seu estado de conservação, de acordo com o Método IGG;
- Determinar as causas patológicas, através de comparações entre o referencial teórico e os dados coletados;
- Sugerir correções para o trecho analisado por meio de técnicas de recuperação.

1.2 Estrutura do trabalho

Este trabalho está dividido em 5 capítulos. A Introdução, presente no capítulo 1, abordou uma breve explicação sobre o tema, assim como a justificativa e objetivos do estudo.

O Referencial Teórico, no capítulo 2, explicou alguns conceitos relevantes para uma melhor compreensão do trabalho, através de uma revisão de literatura.

No capítulo 3, Materiais e Métodos, foram apresentadas a classificação do estudo, caracterização do local analisado, as etapas da pesquisa, e a aplicação do método escolhido.

Os Resultados e Discussão, no capítulo 4, levaram em conta os resultados obtidos a partir do levantamento em campo e preenchimento de formulários, assim como foram sugeridas técnicas de recuperação para o pavimento.

No capítulo 5, Considerações Finais, foram apresentadas as conclusões obtidas de acordo com o estudo realizado, e sugeridas novas análises para trabalhos futuros.

As Referências se encontram no final da monografia, assim como os anexos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Pavimentos asfálticos

O pavimento asfáltico é uma estrutura composta por cinco camadas, de espessuras finitas, executado sobre a superfície final de terraplenagem. A camada mais superficial é o revestimento, constituído por misturas de agregados, fíler e ligantes asfálticos, e é responsável por resistir às ações do tráfego e impermeabilizar o pavimento; seguido pela base, logo após a sub-base, depois o reforço do subleito e por fim o subleito. No geral, o pavimento asfáltico tem o objetivo de resistir aos esforços oriundos dos veículos e do clima, e proporcionar melhorias aos usuários, como conforto, segurança e economia. (BERNUCCI *et al.*, 2022).

2.2 Classificação dos pavimentos

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2006), o pavimento asfáltico pode ser flexível, semirrígido, e rígido. Neste trabalho foi analisado um pavimento flexível, porém são explicados todos eles para que sejam identificadas as suas diferenças.

Enquanto que no pavimento flexível as cargas não são bem distribuídas uniformemente, e sim verticalmente, sobrecarregando o solo e sofrendo deformações elásticas maiores; no pavimento rígido as cargas se distribuem melhor nas placas de concreto, fazendo com que o solo tenha menor responsabilidade na distribuição (RIBAS, 2017). Já o pavimento semirrígido está em uma situação intermediária entre os dois pavimentos já citados (BIANCHI *et al.*, 2008).

Franco (2007) complementa que a grande diferença de dimensionamento entre o pavimento flexível e o rígido, é que o primeiro é comandado pela resistência do subleito, e o segundo pelo próprio pavimento.

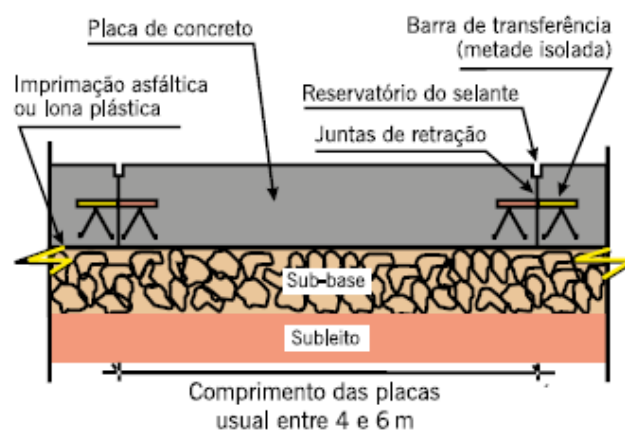
2.2.1 Pavimentos rígidos

O pavimento rígido, representado pela Figura 1, tem sua camada de revestimento constituída de concreto de Cimento Portland e apresenta dureza superior, podendo ser armada ou não. Ela absorve a maior parte dos esforços e distribui as tensões sobre uma área relativamente maior, executada sobre a camada da sub-base, dispensando a aplicação da camada da base (DNIT, 2017).

Já para Franco (2007), as camadas dos pavimentos rígidos atuam essencialmente à tração, sendo feitas considerações em relação à fadiga, coeficiente de reação do subleito e cargas aplicadas para a determinação da espessura.

Algumas vantagens que podem ser citadas sobre o pavimento rígido são a vida útil superior a 20 anos; a não oxidação; a resistência à ação de combustíveis, óleos veiculares e à ação das chuvas e do sol, atuando como impermeabilizante, e impedindo de passar para outras camadas (SILVA FILHO, 2011).

Figura 1 - Camadas de um pavimento rígido



Fonte: Bernucci *et al.*, 2010.

Além da boa durabilidade, a ABCP (2009) mostra que o pavimento rígido necessita de baixa manutenção; assim como o pavimento de concreto tem um alto índice de desempenho devido às propriedades do concreto, tais como a elevada resistência mecânica e ao desgaste.

2.2.2 Pavimentos semirrígidos e invertidos

Para Bianchi *et al.* (2008), o pavimento semirrígido, mostrado na Figura 2, é composto pela mistura do solo-cimento, solo-cal, solo-betume, dentre outras, que apresentam razoável resistência à tração, apresentando uma base cimentada abaixo do revestimento betuminoso. Diferentemente se for aplicado concreto asfáltico sobre placa de concreto de cimento Portland, sendo considerado pavimento composto.

Existem dois tipos de pavimento semirrígido, o direto e o indireto ou invertido. Ao contrário do pavimento semirrígido direto que o revestimento asfáltico é executado sobre a base cimentada, o pavimento semirrígido indireto ou invertido apresenta o revestimento asfáltico sobre a base granular e sub-base cimentada (RAMOS, NAYARA, *et al.*, 2017).

Figura 2 - Camadas de um pavimento semirrígido



Fonte: Bianchi et. al., 2008.

Muitas vezes, segundo Rodrigues (2007), este tipo de pavimento asfáltico só se torna eficaz quando outras alternativas são inviáveis, visto que possui um alto custo e grau de dificuldade elevado. Dessa forma, a execução deve ser criteriosa, evitando problemas que comprometam a qualidade.

2.2.3 Pavimentos flexíveis

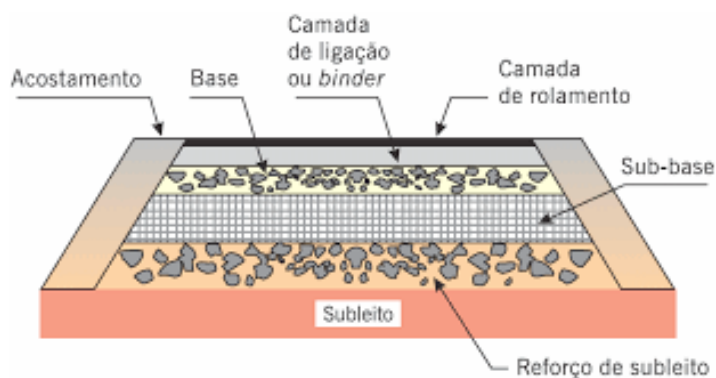
Conforme Rodrigues (2017), o pavimento flexível, Figura 3, é composto por um revestimento betuminoso, tendo o asfalto como material que forma o revestimento, em seguida um material granular que constitui o substrato e outro material granular ou solo que constitui a base.

Já de acordo com o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT (2006), os pavimentos flexíveis são compostos por uma camada superficial asfáltica, que se apresenta apoiada em camadas de base, sub-base e de reforço do subleito. Sofre deformação elástica em todas as camadas quando agem sob carregamento, ou seja, há distribuição da carga em parcelas aproximadamente equivalentes e com pressões concentradas.

Segundo Melo (2019), o pavimento flexível age basicamente por compressão, no qual tem seu revestimento betuminoso sobre camadas granulares, com a de melhor qualidade encontrada mais próxima da carga aplicada; e deve-se considerar as características geotécnicas dos materiais a serem usados no processo de dimensionamento.

Para Silva (2008), algumas patologias encontradas nos pavimentos flexíveis são defeitos de superfície (exsudação e desgaste), deformações de superfície, escorregamento do revestimento betuminoso, fendas, panelas e remendos.

Figura 3 - Camadas de um pavimento flexível



Fonte: Bernucci *et al.*, 2010.

Uma das maiores vantagens do pavimento flexível é a sua aplicabilidade simples, tornando-o o mais utilizado no Brasil, e devendo apresentar boas condições de rolamento para seus usuários, com a realização de manutenções preventivas e corretivas quando necessárias (DNIT, 2006).

Em contrapartida, existem algumas desvantagens, segundo Silva Filho (2011), como possuir vida útil menor que dez anos, já que as altas temperaturas, o excesso de chuvas ou os combustíveis e óleos dos veículos causam a deterioração da sua superfície.

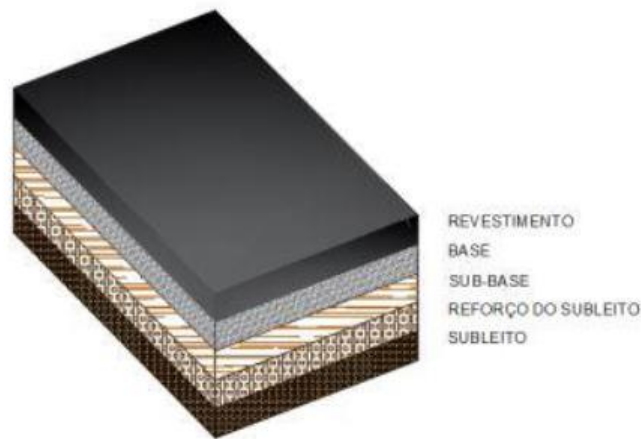
2.3 Composição de um pavimento flexível

De acordo com Ferreira et al. (2021), a estrutura do pavimento asfáltico é formada por camadas que são classificadas em subleito, regularização, reforço do subleito, sub-base, base e revestimento, apresentando-se do interior até a superfície, como identificado na Figura 4. Essas camadas devem ser moldadas de forma que mesmo submetidas a cargas estáticas ou dinâmicas não sofram grandes deformações, desagregação de componentes ou, ainda, perda de compactação.

Deve haver um método de seleção dos materiais das camadas de base, sub-base e reforço do sub-leito, assim como a caracterização das propriedades, com o objetivo de analisar esses materiais para que possam ser empregados na estrutura dos pavimentos. Eles devem ser resistentes, pouco deformáveis e com permeabilidade compatível com sua função na estrutura,

sendo a maioria deles constituídos de agregados, solos e eventualmente, aditivos como cimento, cal, emulsão asfáltica, entre outros (BERNUCCI; MOTTA, et al.,2008).

Figura 4 - Representação do pavimento flexível



Fonte: Silva, 2018.

2.3.1 Subleito

Segundo Balbo (2016), o subleito serve como o terreno de fundação do pavimento flexível, pois é a camada mais profunda dentre todas citadas. Se a estrada for cortada, o leito é formado de materiais naturais consolidados e compactados, já se for para aterros, é formado de transportados e compactados. O efeito exercido na superfície do leito será reduzido em sua profundidade, sendo assim, sugere-se dar atenção à camada superior, na qual a força de tração é mais efetiva (DNIT, 2006).

No subleito será apoiado todo o pavimento, podendo variar sua espessura de 60 a 150 cm, e deve ser considerado e estudado até as profundidades em que atuam significativamente as cargas impostas pelo tráfego. A regularização do subleito é opcional, dependendo das condições do leito, e tem a função de receber o leito, transversal e longitudinalmente (NAKAMURA, 2011).

Segundo Senço (2007), pode ou não haver a utilização de armadura de subleito, não sendo obrigatória, pois a maior espessura da camada superior pode aliviar a pressão sobre o subleito, mas a resistência vertical é pequena. Porém, por razões econômicas, orienta-se utilizar esse reforço, pois com a baixa resistência para os subleitos, haveria a necessidade de camadas mais espessas de base e sub-base, para os pavimentos flexíveis.

2.3.2 Reforço do subleito

De acordo com o DNIT (2009), o reforço do subleito está situado sobre a terraplenagem do subleito compactado e regularizado, sendo uma camada granular estabilizada. Geralmente sua função é reduzir a espessura da sub-base, que está logo acima, e faz-se necessária devido à baixa capacidade de suporte do subleito; além de melhorar a capacidade de suporte de carga do subleito no quesito estrutural (DNIT, 2006).

Andrade (2018) complementa que o reforço do subleito é um solo tipicamente argiloso, de qualidades superiores ao subleito, e quando existente, trata-se de uma camada de espessura constante sobre o subleito regularizado. Tipicamente um solo argiloso de qualidades superiores ao subleito.

2.3.3 Base e Sub-base

A sub-base está localizada entre a base e o reforço do subleito, sendo complementar à camada base, pois também tem a função de regularizar a espessura da base. Pode ser utilizada quando não é viável executar a base diretamente sobre o leito ou reforço, por questões técnicas e econômicas. Já a base tem a função de resistir e disseminar ao subleito todos os esforços provenientes do tráfego, e a camada na qual o revestimento irá repousar (DNIT, 2009).

Andrade (2018) complementa que o material da sub-base deve ter boa capacidade de suporte, pois previne o bombeamento do solo do subleito para a camada de base. Já a base fornece suporte estrutural, e sua rigidez alivia as tensões no revestimento e distribui as tensões nas camadas inferiores.

Existem três tipos de base, sendo as cimentadas, tratadas quimicamente, e as granulares (não-cimentadas). Para haver uma melhor escolha do tipo, deve-se levar em consideração as cargas presentes no piso, assim como a oferta de materiais disponíveis na região (LPE Blog, 2017).

2.3.4 Imprimação

A imprimação está relacionada com a aplicação de um filme asfáltico entre as camadas de base e do revestimento, podendo ser uma pintura de ligação, com a função de aderir uma camada à outra, executada com emulsões asfálticas; ou imprimação impermeabilizante, com a função de impermeabilizar a camada, realizada com asfalto diluído (BALBO, 2007).

2.3.5 Revestimento

Segundo Balbo (2016), o revestimento é a camada que se encontra na superfície do pavimento, devendo ser composta por materiais aglutinados que evitem sua movimentação horizontal. Tem a função de absorver as cargas estáticas ou dinâmicas, sem sofrer grandes modificações elásticas, desagregação de componentes ou perda de compactação.

Já para Bernucci et al. (2010), o revestimento é uma camada impermeável, que recebe diretamente a ação do rolamento dos veículos, e tem o objetivo de melhorar as condições do rolamento quanto à comodidade e segurança; assim como resistir aos esforços horizontais que nele atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento.

Souza (2015) defende que o revestimento é o maior custo do pavimento, representando alta importância técnica e econômica na estrutura. Por ser a camada mais nobre, devem haver ensaios detalhados de dosagem e controle para a sua execução (SENÇO, 2007).

2.4 Manifestações patológicas nos pavimentos flexíveis

Segundo a CNT (2013), 63,8% das rodovias federais e estaduais pavimentadas apresentam algum tipo de comprometimento no pavimento, na sinalização ou na geometria da via. Anualmente as rodovias brasileiras estão se deteriorando, e já existem várias delas em mau estado de conservação, não sendo viável a revitalização em curto prazo devido aos custos (ANDRADE, 2018).

As patologias que causam essa deterioração dos pavimentos ocorrem por diversos fatores, como as falhas na execução, falta de planejamento ou previsão e fluxo intenso de veículos (REIS, 2009). A CNT (2018a) complementa que os erros de projeto e execução podem contribuir para o surgimento ou desenvolvimento de patologias que irão prejudicar a funcionalidade da rodovia. Além disso, a falta de manutenção e expansão da infraestrutura de transportes também contribuem para o aparecimento de defeitos (COLARES, 2011).

As patologias podem ser classificadas em dois tipos, sendo as estruturais, que apresentam uma diminuição da capacidade no suporte de cargas; e as funcionais, associadas às condições de segurança e trafegabilidade do pavimento em termos de rolamento (DNIT, 2006).

Segundo a CNT (2017), alguns dos principais defeitos presentes nos pavimentos asfálticos são trincamentos, fissuras, exsudação, escorregamento, desagregação, deformações, fendas, panelas e remendos.

Para evitar ou reduzir a ocorrência de patologias nos pavimentos, Lacerda (2015) defende que deve haver um estudo prévio minucioso, desde a escolha dos materiais de base e produtos asfálticos, até a finalização do pavimento para haver o tráfego dos veículos.

Já para DYNATEST (2017), a durabilidade de uma rodovia está diretamente relacionada a três fatores, como a preparação de um bom projeto, detalhando as camadas do pavimento de acordo com a realidade do local e volume de tráfego; o desempenho satisfatório das obras, com fiscalização da qualidade dos serviços e materiais empregados; e a manutenção preventiva e corretiva do pavimento.

Além de todos os pontos já citados, é importante entender as causas dos defeitos para a investigação da condição do pavimento, pois cada um deles está relacionado a possíveis causas para seu aparecimento na superfície, facilitando o diagnóstico da situação funcional e a definição da solução adequada para restaurar o pavimento (MARCATO; OLIVEIRA, 2021).

2.4.1 Fendas: Fissuras e Trincas

As fendas são qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, que se apresentam de várias formas, conduzindo a aberturas de menor ou maior porte. São divididas em fissuras e trincas, sendo diferenciadas por aspectos visuais (DNIT, 2003).

As fissuras são aberturas no revestimento asfáltico, que inicialmente não afetam o funcionamento nem a estrutura da rodovia. Elas podem se apresentar de forma longitudinal, transversal ou obliquamente, e pode ser vista a uma distância de até 1,50 m, com extensão de no máximo 30 cm, e aberturas inferiores a 1,00 mm (DNIT, 2003).

As trincas são fendas visíveis a olho nu, podendo ser em formato de trinca isolada ou interligada, e tem espessura maior que a da fissura. Podem ser longitudinais ou transversais, ou seja, paralelas ou perpendiculares ao eixo da rodovia (DNIT, 2003).

As principais causas das fissuras, de acordo com o CNT (2017), são a má dosagem do asfalto, o excesso de finos no revestimento e a compactação excessiva ou em momento inadequado.

2.4.1.1 Trincas transversais

A trinca transversal, de acordo com Figura 5, é isolada, e se apresenta perpendicular ao eixo da via, ou seja, se forma em ângulos retos à linha central da pista, sendo espaçados regularmente (ADLINGE E GUPTA, 2013). Pode ser dividida em trinca transversal curta, quando seu comprimento vai até 1,00 m; e trinca transversal longa, quando ultrapassa de 1,00 m. (CNT, 2018a).

Figura 5 - Trincas transversais



Fonte: DNIT, 2003a.

Elas ocorrem por propagação de trincas nas camadas inferiores ao revestimento, e pela contração da capa asfáltica causada devido ao endurecimento do asfalto ou a baixas temperaturas (CNT, 2017).

2.4.1.2 Trincas longitudinais

A trinca longitudinal, mostrada na Figura 6, também é isolada, porém diferentemente da transversal, ela se manifesta paralelamente ao eixo da via, podendo ser curta, com extensão de até um metro; ou longa, com extensão superior a um metro (CNT, 2018a).

Para Bernucci et al., (2008), existem algumas causas para o surgimento das trincas paralelas, porém elas podem eventualmente se formar a partir de uma fissura inicial.

Figura 6 - Trinca longitudinal



Fonte: DNIT, 2003a.

Suas principais causas são a má execução da junta longitudinal de separação entre as faixas de tráfego, o recalque diferencial, a propagação de trincas nas camadas inferiores ao revestimento, e a contração da capa asfáltica causada devido ao endurecimento do asfalto ou a baixas temperaturas (CNT, 2017).

2.4.1.3 Trincas de retração

As trincas de retração, conforme Figura 7, segundo o DNIT (2003), são isoladas e não se relacionam com o problema de fadiga, e sim devido aos fenômenos de retração térmica do material do revestimento ou do material de base rígida ou semirrígida, situadas abaixo do revestimento trincado.

Figura 7 - Trinca de retração



Fonte: VIANA, 2014.

2.4.1.4 Trincas couro de jacaré

As trincas do tipo couro de jacaré, de acordo com a Figura 8, são interligadas, sem direções preestabelecidas, com a textura que lembra o couro de um jacaré ou crocodilo, e dependendo da severidade, existirá erosão nas bordas (DNIT, 2005).

Segundo Adlinge e Gupta (2013), esse tipo de trinca pode ocasionar o surgimento de buracos no pavimento asfáltico, pois rachaduras levam à desintegração da superfície. Geralmente estão associadas a problemas de base ou drenagem.

Figura 8 - Trinca tipo couro de jacaré



Fonte: DNIT, 2003a.

O surgimento delas ocorre pelo colapso do revestimento asfáltico devido à repetição das ações do tráfego, à baixa capacidade de suporte do solo, ao envelhecimento do pavimento, ao asfalto quebradiço ou duro, à má qualidade da estrutura ou de uma das camadas do pavimento, e ao subdimensionamento (CNT, 2017).

2.4.1.5 Trincas em blocos

Segundo o DNIT (2005), as trincas em blocos, Figura 9, são interligadas com lados bem definidos, em formato de blocos compostos, como o próprio nome sugere, e aspecto mais ou menos retangular, podendo ou não exibir erosões acentuadas nas bordas.

Figura 9 - Trincas em bloco



Fonte: DNIT, 2003a.

Surgem devido à baixa resistência à tração da mistura asfáltica, e à contração da capa asfáltica em virtude da alternância entre baixas e altas temperaturas CNT (2017).

2.4.2 Afundamentos

2.4.2.1 Afundamento plástico

O afundamento plástico, segundo Réus et al. (2016), é causado pela repetição da ação das cargas dos pneus, e podem ocorrer devido à compactação insuficiente de alguma camada do pavimento, à mistura asfáltica inadequada e ao enfraquecimento de uma ou mais camadas por causa da infiltração de água.

É dividido em dois tipos, o afundamento plástico local, presente na Figura 10, quando a extensão é de até seis metros; e o afundamento plástico em trilha de roda, Figura 11, quando a extensão ultrapassa os seis metros (SILVA, 2008).

Figura 10 - Afundamento plástico local



Fonte: DNIT, 2003a.

Figura 11 - Afundamento plástico em trilha de roda



Fonte: DNIT, 2003a.

As principais causas são a fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, a falha na seleção de tipo de revestimento asfáltico para a carga solicitante, e a falha na dosagem da mistura asfáltica por excesso de ligante asfáltico (CNT, 2017).

2.4.2.2 Afundamento de consolidação

Conforme Silva (2008), o afundamento de consolidação ocorre quando a consolidação diferencial surge em camadas do pavimento e/ou do subleito, além de ser causado também pela ação das cargas dos pneus dos veículos que transitam na via. Pode ser uma consolidação local, representada na Figura 12, quando tem até seis metros de extensão; e consolidação na trilha, de acordo com Figura 13, quando sua extensão ultrapassa os seis metros.

Figura 12 - Afundamento de consolidação local



Fonte: VIANA, 2014.

Figura 13 - Afundamento de consolidação em trilha de roda



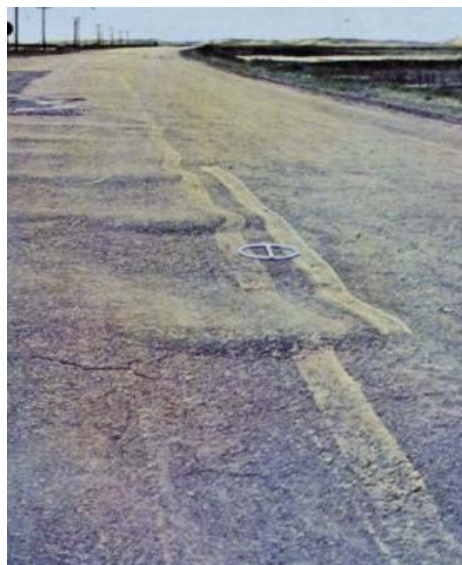
Fonte: VIANA, 2014.

O seu surgimento ocorre devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, à falha de compactação na construção, a problemas de drenagem, e à ruptura por cisalhamento de camadas subjacentes ao revestimento (CNT, 2017).

2.4.3 Ondulações ou Corrugações

As ondulações ou corrugações, conforme Figura 14, são defeitos que apresentam pequenos desvios com formato de minúsculas ondas de amplitude irregular, geralmente na posição longitudinal ao pavimento, e algumas vezes são acompanhadas por escorregamentos do revestimento (CNT, 2018a).

Figura 14 - Ondulações ou corrugações



Fonte: DNIT, 2003a.

Suas principais causas são a falta de estabilidade da mistura asfáltica, a falta de aeração das misturas líquidas de asfalto, a excessiva umidade de solo subleito, e a contaminação da mistura asfáltica (CNT, 2017).

2.4.4 Escorregamento

O escorregamento, mostrado na Figura 15, é a movimentação do revestimento em consideração às camadas inferiores do pavimento, tendo como principal característica o surgimento de trincas em figura de meia-lua. A ligação inadequada entre revestimento e a camada inferior, compactação inadequada da mistura asfáltica ou da parte superior da camada de base e, ainda, a fluência plástica do revestimento sob a alta variação de temperatura são alguns dos motivos para a ocorrência desse defeito (DNIT, 2005).

Devido à frenagem, os veículos são os responsáveis pela formação do escorregamento. Dessa forma, a baixa resistência da massa asfáltica, a falta de aderência entre as camadas de revestimento e a camada subjacente, e a fluência plástica do revestimento sob a alta variação de temperatura são os motivos para a formação dessas fendas em forma de meia-lua (PINTO, 2008).

Figura 15 - Escorregamento



Fonte: DNIT, 2003a.

Para a CNT (20017), sua ocorrência é devido às falhas construtivas e de pintura de ligação.

2.4.5 Exsudação

A exsudação, Figura 16, é uma manifestação patológica que apresenta manchas na superfície do pavimento, ocasionadas devido à película ou filme de material betuminoso ampliar-se, sendo gerada pelo deslocamento do ligante através do revestimento. A dosagem inadequada da mistura asfáltica e a temperatura do ligante asfáltico acima da especificada são alguns dos motivos que ocasionam essa movimentação (DNIT, 2005).

Bernucci et al. (2008) complementam a segregação de massa, o cravamento de agregados em base, e a ascensão de ligante à superfície como fatores que podem ocasionar a exsudação.

Figura 16 - Exsudação



Fonte: DNIT, 2003a.

Já de acordo com a CNT (2017), tem como principais causas a excessiva quantidade de ligante, e o baixo conteúdo de vazios.

2.4.6 Desgaste

Há o surgimento do desgaste, de acordo com a Figura 17, devido ao deslocamento de partículas de agregados e perda de adesividade do ligante asfáltico. O envelhecimento, endurecimento, oxidação, volatilização e intemperização são alguns dos fatores para a ocorrência dessa patologia. Para diminuir a probabilidade da ocorrência do desgaste precoce, deve-se produzir a mistura asfáltica da forma mais adequada, e em seguida fazer sua aplicação, melhorando a adesividade entre agregados e ligante asfáltico (MACHADO, 2013).

Figura 17 - Desgaste



Fonte: DNIT, 2003a.

Ocorrem por problemas executivos ou de projeto de misturas, falhas de adesividade ligante-agregado, presença de água aprisionada e sobreposição em vazios da camada de revestimento, e deficiência no teor de ligante (CNT, 2017).

2.4.7 Panela ou Buraco

De acordo com Bernucci (2008), a panela ou buraco, presente na Figura 18, é uma patologia do revestimento asfáltico em forma de uma cavidade, apresentando tamanhos variados, e podem ser profundas ou superficiais, atingindo ou não as camadas mais inferiores do pavimento.

Geralmente ocorrem em pavimentos que possuem pouca espessura da camada de revestimento ou baixa capacidade de suporte das camadas inferiores, havendo falha estrutural; assim como em locais com segregação de material ou com problemas construtivos, como a drenagem inadequada (MACHADO, 2013).

Para Adlinge e Gupta (2013), as panelas ou buracos surgem devido às rachaduras que induzem à desintegração da superfície, geralmente relacionadas a problemas de base ou drenagem.

Figura 18 - Painéis ou buracos



Fonte: DNIT, 2003a.

As principais causas são as trincas de fadiga, falha na imprimação, desintegração localizada na superfície do pavimento, deficiência na compactação e umidade excessiva em camadas de solo (CNT, 2017).

2.4.8 Remendo

O remendo, Figura 19, é a correção do defeito no pavimento em um ponto localizado, possui material igual ou similar ao revestimento, e tem o formato retangular, com a função de substituir alguma irregularidade. São classificados em remendos superficiais, que necessitam somente de correção na superfície; e remendos profundos, aqueles que as manifestações patológicas atingem camadas inferiores ao pavimento (ALVAREZ E RODGHER, 2018).

Para Bernucci (2008), o remendo irá corrigir alguns defeitos, como o preenchimento de painéis ou outros tipos de defeitos que resultem em orifícios ou depressão, por esse motivo é considerado como uma patologia, pois aponta um local de fragilidade do revestimento e provoca desconforto devido à elevação que geralmente apresentam.

Adlinge e Gupta (2013) complementam que o remendo também pode cobrir uma vala de serviço público, e é considerado uma parte do pavimento que foi removida e substituída.

Figura 19 - Remendo



Fonte: Bernucci et. al., 2010.

Sua ocorrência é devido à carga de tráfego, ao emprego de material de má qualidade, à má construção, e à ação do meio ambiente (CNT, 2017).

2.4.9 Drenagem defeituosa

De acordo com DNIT (2006) o acúmulo de água na superfície do pavimento asfáltico causa danos, podendo também propiciar a ocorrência de acidentes devido à aquaplanagem. Outro motivo que contribui para o aparecimento de defeitos no pavimento, reduzindo sua vida útil, é o clima, tendo como exemplo a ação das chuvas que proporciona o enfraquecimento da capacidade de suporte do pavimento (ROCHA et al., 2009).

Os elementos principais que constituem um sistema de drenagem são os meios-fios ou guias, sarjetas e galerias, e este sistema estando em perfeitas condições, tem como principal função coletar a água pluvial e conduzir ao local adequado, evitando o surgimento de patologias no pavimento (STUCHI, 2005).

2.5 Manutenção e recuperação de pavimentos asfálticos

De acordo com Jacques (2015), um pavimento de qualidade sem manutenção periódica é inexistente, visto que a falta de reparos periódicos aumenta consideravelmente o volume de afundamentos, trincas e buracos nas rodovias, intensificando o número de acidentes rodoviários, devido à perda de segurança no rolamento.

De acordo com Mirandola (2016), é necessário seguir vários procedimentos para que possa ser realizada uma restauração no pavimento, seja através de estudos para entender as causas e defeitos, assim como a realização de projetos a serem seguidos sequencialmente.

Dessa forma, é possível entender a situação, e assim identificar as melhores medidas de restauração para determinada rodovia.

2.5.1 Principais atividades de manutenção do pavimento

O processo de manutenção realizado em obras se torna mais rápido em pavimentos flexíveis, visto que logo depois há a liberação do tráfego de veículos, diferentemente dos pavimentos rígidos, que é necessário esperar pelo tempo de cura do concreto (RIBAS, 2017).

Zofka (2018) defende a intervenção em pavimentos mais novos, através de estratégias realizadas antes que estes se deteriore, utilizando ferramentas de planejamento para que haja a alocação objetiva de financiamento entre redes mais novas e mais antigas, como o planejamento do ciclo de vida.

Algumas medidas de reabilitação do pavimento podem ser citadas segundo Fernandes Jr. et al. (2010), entre elas a fresagem, havendo a remoção do revestimento antigo, tanto para reciclagem como para o acerto da superfície a ser recapeada; a reciclagem, na qual utiliza misturas asfálticas antigas para serem rejuvenescidas; o recapeamento, que é a recuperação total de uma via, executando um novo revestimento asfáltico; e a reconstrução, realizada quando o pavimento não é reabilitado no tempo correto e começa a deteriorar-se rapidamente.

Além dessas já citadas, algumas outras técnicas de manutenção e restauração podem ser apresentadas:

- Lama asfáltica: técnica aplicada em recuperações superficiais, com o objetivo de impermeabilizar e rejuvenescer o pavimento, consistindo na aplicação de uma mistura fluida de agregado miúdo, “filler”, emulsão asfáltica e água em quantidades determinadas (DNIT, 2006);
- Capa selante: aplicação de emulsão asfáltica e cobertura por agregado miúdo, com a finalidade de potencializar as condições de impermeabilização e segurança da camada a ser tratada (DNIT, 2005);
- Tratamento superficial simples ou duplo: aplicações alternadas de ligante asfáltico e cobertura de agregados sem uma mistura para a compactação. Tem o objetivo de proporcionar uma alta resistência ao desgaste, e a impermeabilização, promovendo um revestimento antiderrapante e de alta flexibilidade. Essa técnica não aumenta consideravelmente a resistência estrutural e nem corrige irregularidades longitudinais ou transversais (BERNUCCI, et al., 2010);

- Microrrevestimento asfáltico: mistura a frio que pode ser comparada com a lama asfáltica, porém utiliza emulsões modificadas com polímero para aumentar a vida útil, resultando numa evolução da lama asfáltica que pode ser utilizada na recuperação funcional, capa selante, revestimento de pavimento de baixo tráfego, entre outros (BERNUCCI, et al., 2010);

- Remendo: operações corretivas realizadas por meio do preenchimento de buracos ou escavações com misturas betuminosas a quente ou a frio, para reparar alguns defeitos no pavimento. É importante e necessário realizar a compactação, selagem dos bordos e limpeza do local (DNIT, 2006);

2.5.1.1 Conservação

Existem dois tipos de manutenção, a preventiva e a corretiva. A primeira tem o objetivo de impedir o aparecimento de falhas na estrutura do pavimento, através de atividades realizadas periodicamente com critérios técnicos; e nela existem duas formas de conservação, a preventiva periódica e a rotineira. Já a segunda atua como conservação corretiva rotineira, havendo intervenção para reparar ou eliminar um defeito, de forma que melhore o funcionamento da rodovia, além de aumentar sua capacidade estrutural (DNIT, 2007).

Silva (2008) cita a selagem de trinca, e a manutenção da drenagem e camadas de selamento (microrrevestimento a frio, lama asfáltica, tratamentos superficiais, selamento com areia ou com emulsão) como exemplos de manutenção preventiva.

Já para a manutenção corretiva, o DNIT (2005) cita como exemplos o remendo profundo, selagem de trinca, tapa-buraco, recapeamentos asfálticos (reconformação), limpeza e reestruturação do sistema de drenagem, renovação de sinalização horizontal e vertical, e recomposição do guarda-corpo e defesa metálica.

Segundo Bernucci (2008), a selagem de trincas isoladas no revestimento é um tratamento eficiente para conservar o pavimento, fazendo com que haja o retardo da deterioração, até que haja a necessidade de uma maior intervenção. Pode haver o emprego de geossintéticos, com o objetivo de desviar as trincas ou convertê-las em microfissuras à medida que se propagam.

Algumas soluções de conservação para as trincas longitudinais são a aplicação de capa selante, microrrevestimento asfáltico, lama asfáltica e tratamento superficial, possibilitando o rejuvenescimento do pavimento e uma maior vida útil, impedindo o progresso de deterioração e proporcionando melhor trafegabilidade (ROCHA et al., 2009).

Já para as trincas interligadas, Bernucci et al. (2006), sugerem algumas técnicas usuais que podem ser combinadas para um eficiente tratamento, como a fresagem superficial, a reperfilagem com concreto asfáltico tipo massa fina, o tratamento superficial por penetração, o microrrevestimento asfáltico a frio, e a camada porosa de atrito (CPA).

A reperfilagem, que consiste na aplicação de uma camada fina de material betuminoso misturado, pode ser utilizada para corrigir as deformações e melhorar as condições de rodagem, assim como para os afundamentos localizados (DNIT, 2006).

Conforme Fernandes Jr. et al. (2010), a reciclagem pode ser utilizada para corrigir outros defeitos, como pequenas corrugações, agregados polidos e exsudação.

2.5.1.2 Recuperação

É importante adotar medidas de restauração nos pavimentos, visto que com o passar do tempo, os materiais utilizados vão se degradando devido a vários fatores, como as condições climáticas e o tráfego de veículos. Com isso, há a garantia da capacidade de carga de tráfego, conforto e segurança para os usuários (CNT, 2018a).

Conforme Ribeiro (2017), uma das soluções utilizadas para a recuperação dos pavimentos flexíveis é o revestimento asfáltico em vias urbanas, vicinais e de rodovias. Podem ser feitos remendos, recapeamento e regularização.

Para a restauração de patologias como o desgaste, uma das soluções é realizar o tratamento asfáltico superficial simples ou duplo, ou a incorporação das camadas, proporcionando rejuvenescimento do pavimento em desgaste e a aderência superficial (DNIT, 2006; BERNUCCI et al., 2010).

Apesar de ser considerado uma patologia, por causar desconforto, o remendo também é uma técnica de recuperação quando executada de forma adequada. Diante disso, o remendo simples é uma das soluções mais tradicionais e utilizadas para recuperar um pavimento asfáltico, como por exemplo tapando buracos (STUCHI, 2005).

Para o reparo de panelas ou buracos, a recomposição de segmentos com trincamento por fadiga, e o reperfilamento ou reparos localizados para regularização prévia da superfície, utiliza-se o remendo como solução (DNIT, 2006).

Segundo Rocha et al. (2009), a fresagem e o recapeamento podem ser utilizados para a recuperação da regularização de pavimentos asfálticos.

2.5.1.3 Reforço estrutural

O reforço estrutural consiste na execução do recapeamento, podendo ser de mistura asfáltica e/ou concreto de cimento Portland, com o objetivo de retornar à capacidade estrutural e à qualidade de rolamento, resultando na resistência da estrutura aos esforços gerados pelo tráfego. É composto de uma ou mais camadas betuminosas, podendo ser executado sobre uma camada granular (DNIT, 2006).

Balbo (2007) complementa que esse reforço proporciona uma alta resposta estrutural, resultando em boas condições de rolamento aos usuários.

Para os afundamentos de trilha de roda e afundamentos plásticos que possuem maior severidade de danos no pavimento, pode ser utilizada uma técnica mais robusta como o recapeamento (PINTO et al., 2002).

2.5.1.4 Reconstrução

A reconstrução acontece quando há a remoção da espessura parcial ou total do pavimento, com a possibilidade de chegar ao subleito, implementando novas camadas estruturais com características semelhantes ao pavimento, a fim de restaurá-lo ou reabilitá-lo. (DNIT, 2005).

O DNIT (2007) acrescenta que a reconstrução resulta em uma melhor qualidade de conforto e segurança aos usuários, pois ocorre um conjunto de atividades para que haja a reestruturação do pavimento, e assim ele resista às cargas solicitadas pelo tráfego de veículos.

Os remendos profundos serão realizados quando forem permanentes, havendo a necessidade da retirada de material da área danificada. A profundidade escolhida depende de onde é estabelecida uma fundação firme, caso seja necessário, pode-se retirar até parte do subleito (DNIT, 2006).

Segundo a AGETOP (2016), é de grande importância a presença de um sistema de drenagem adequado em um pavimento asfáltico, caso contrário, a água acumulada pode ocasionar diversos defeitos no pavimento. A drenagem inadequada é uma das principais causas da deterioração o pavimento, havendo a necessidade de realizar uma reconstrução, pois realiza a remoção e substituição de toda estrutura do pavimento, melhoramento de traçado, instalações de drenagem, e a capacidade de tráfego e segurança (FERNANDES JR. et al., 2010).

2.6 Avaliação funcional do pavimento

A avaliação funcional de pavimentos consiste na análise do grau de degradação da via, além do conforto e segurança que são proporcionados aos usuários durante o tráfego de

veículos, através da condição superficial, ou seja, relaciona-se com o conjunto de informações sobre a conservação atual do pavimento. Dessa forma, as informações serão importantes para o planejamento e projeto dos serviços necessários, como manutenção e restauração da rodovia (LOPES, 2012).

Existem alguns métodos que servem para avaliar o estado do pavimento, como por exemplo o Índice de Gravidade Global (IGG), o qual foi abordado neste trabalho. O IGG atua como parâmetro numérico para avaliar o grau de deterioração do pavimento asfáltico, através da análise de defeitos e da realização de cálculos para se chegar aos resultados (DNIT, 2003b).

2.6.1 Índice de Gravidade Global - IGG

O Índice de Gravidade Global (IGG) é definido pela norma DNIT 006/2003-PRO, sendo um método que avalia as condições superficiais de pavimentos flexíveis e semirrígidos de forma objetiva, mediante a contagem e classificação de ocorrências aparentes e da medida das deformações permanentes nas trilhas de roda, e estabelecendo as definições, os critérios e os equipamentos utilizados.

Ele consiste em um levantamento da superfície, através de uma avaliação baseada em índices que expressam o estado geral do pavimento de acordo com a ocorrência de defeitos que caracterizem seu grau de degradação, não utilizando os níveis de severidade para os seus defeitos. Esse índice é resultado da soma dos Índices de Gravidades Individuais (IGI), obtidos por meio do produto entre a frequência relativa (fr) e os fatores de ponderação (fp) dos grupos de defeitos (VIEIRA et al., 2016).

O método considera a ocorrência dos defeitos no pavimento asfáltico, com o objetivo de encontrar um resultado expresso por um valor numérico que represente as condições da superfície de rolamento. Caso seja analisada uma pista simples, as estações são demarcadas a cada 20,00 m em relação ao eixo da pista de rolamento (de 40,00 m em 40,00 m em cada faixa de tráfego); já se o estudo for realizado em pista dupla, com duas faixas de rolamento em cada sentido e canteiro no meio, as estações são analisadas a cada 20,00 m, na faixa de tráfego mais solicitada de cada pista. Além disso, deve-se considerar nas demarcações de cada estação 3 metros avante e 3 metros à ré da estaca e pelo eixo de separação das pistas de rolamento, em ambas as análises (DNIT, 2003b).

As Tabelas 1 e 2 detalham os defeitos de acordo com a norma DNIT 005/2003 – TER.

Tabela 1 - Codificação e classificação dos defeitos

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

Fonte: DNIT, 2003b.

Tabela 2 - Codificação e classificação dos demais defeitos

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
"Painelas" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores				P
Remendos			Remendo Superficial	RS
			Remendo Profundo	RP

Fonte: DNIT, 2003b.

Segundo o DNIT (2003b), os defeitos analisados na norma são as trincas isoladas transversais e longitudinais curtas e longas, trincas interligadas tipo couro de jacaré e bloco, afundamento plástico local e de trilha, afundamento de consolidação local e de trilha, ondulação/corrugação, escorregamento, exsudação, desgaste, panela ou buraco, e remendos superficiais e profundos.

3 METODOLOGIA

3.1 Classificação da pesquisa

Esse estudo se caracteriza, quanto ao objetivo, como uma pesquisa exploratória, pois segundo Gil (2019), ela tem o intuito de proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o mais explícito e construindo hipóteses. É importante considerar os mais variados aspectos relativos ao fato ou fenômeno estudado, podendo ser realizado um planejamento flexível.

Com relação à finalidade, é uma pesquisa aplicada, ou também conhecida como pesquisa prática, que tem o objetivo de solucionar os problemas encontrados na realidade, ou seja, há uma busca de conhecimento para a aplicação imediata dos resultados (LEÃO, 2017).

Referente à abordagem, é uma pesquisa quali-quantitativa, pois além do estudo ter uma fundamentação teórica baseada em diversos autores, também são utilizados elementos quantificáveis para complementar o trabalho. Segundo Creswell (2007), essa pesquisa é formada por um conjunto de dados qualitativos, que buscam explicar algum fenômeno de forma subjetiva, e dados quantitativos, que analisam o fenômeno através de quantificações; ou seja, a coleta e análise de dados de um determinado estudo envolve informações textuais, assim como dados numéricos ou estatísticos, agindo de forma complementar.

Quanto ao procedimento técnico, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, que de acordo com Pizzani et al. (2012), é desenvolvida através de um material já elaborado, resultando basicamente em uma revisão de literatura com as referências condizentes ao tema do trabalho, podendo ter como base livros, artigos de jornais, monografias, periódicos, sites da internet, e outras fontes. Além disso, também foi feito um estudo de caso, que segundo Clemente Jr (2012), é uma investigação prática que analisa um novo fenômeno em seu contexto da realidade, mesmo que ainda não haja definição entre o fenômeno estudado e o contexto.

3.2 Caracterização do local de estudo

Este trabalho foi realizado na cidade de Mossoró, no estado do Rio Grande do Norte. O município possui uma população estimada de 303.792 habitantes, com área territorial de 2.099,334 km², localizado no Oeste Potiguar, e pertencendo ao bioma Caatinga (IBGE, 2021).

A pesquisa foi desenvolvida na Avenida dos Automóveis, conforme Figura 20, no Nova Mossoró, bairro fundado em 2012 por um construtor. É situado na zona oeste de Mossoró, necessitando antes passar pela BR-304, e tem a avenida em questão como principal do bairro,

com extensão total em média de 2,08 km, sendo pista dupla, dividida por um canteiro (EARTH, 2023).

Apesar da avenida possuir um pouco mais de 2,00 km de extensão, foi decidido analisar seu trecho inicial, com extensão de 1,00 km, visto que é o mais utilizado e, consequentemente, o mais crítico, pois todos os moradores obrigatoriamente devem passar por ele, já que é a entrada do bairro. É uma pista dupla, com duas faixas de rolamento em cada sentido, e com largura de 6,40 metros, sendo 3,20 metros cada faixa em ambos os sentidos. Como estabelecido por norma, deve-se escolher uma faixa de cada sentido para fazer a análise, então foram escolhidas as faixas da direita, visto que são mais solicitadas.

Figura 20 - Trecho analisado na Avenida dos Automóveis, Nova Mossoró



Fonte: Google Earth, 2023.

Essa escolha teve como motivação a degradação dos pavimentos de todo o bairro, assim como o desconforto dos moradores, explanado em redes sociais, pois além da avenida principal se encontrar em um estado crítico, todas as ruas também estão na mesma situação, causando transtornos e prejuízos para os residentes, muitas vezes tendo o tráfego interrompido.

3.3 Etapas da pesquisa

O primeiro passo foi realizar a pesquisa bibliográfica sobre o tema, utilizando livros, normas, métodos, artigos, sites e autores que serviram de embasamento para o estudo, facilitando o entendimento e trazendo credibilidade ao trabalho. Diante disso, foi possível compreender sobre a funcionalidade do pavimento, e as possíveis causas das manifestações patológicas presentes nele.

Depois de compreender mais sobre o tema e o que foi abordado no referencial, foi realizada uma visita no bairro Nova Mossoró, no dia 12 de março de 2023, para analisar o

estado tanto da avenida principal como das ruas em geral, para então decidir qual local seria estudado de fato. Foram feitos vídeos e fotos para análise, chegando à conclusão que todas as ruas estavam em estado crítico de degradação, e para o método em questão o ideal seria analisar um trecho da avenida principal.

No dia 06 de abril de 2023, no período da manhã, foi feita uma nova visita para a realização do levantamento em campo através do Método IGG. Dessa forma, foi seguido o procedimento presente na NORMA DNIT 006/2003 – PRO, através das demarcações do pavimento, análise das manifestações patológicas nas estações, cálculo da frequência relativa a partir da absoluta, cálculo do IGI e IGG, e do resultado do estado de conservação do trecho.

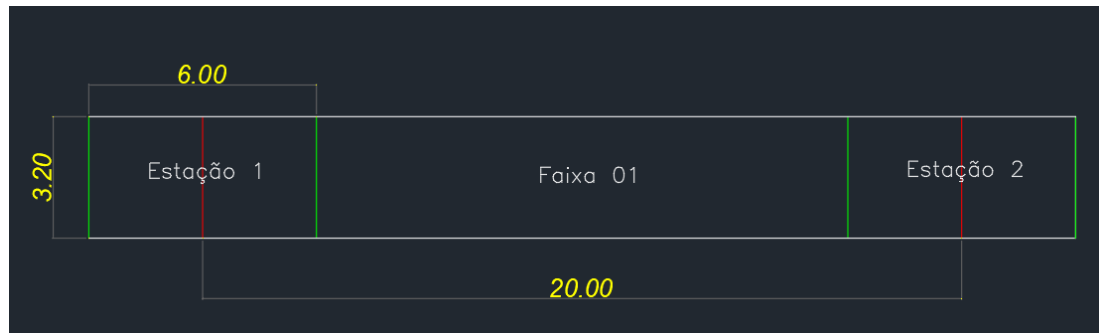
Foram feitas várias fotografias de cada estação analisada, e inseridas no presente trabalho, para que fosse possível a visualização dos defeitos de forma a complementar os resultados apresentados em dados numéricos. Os vídeos foram feitos com o objetivo de auxiliar no momento da elaboração dos resultados. Por fim, foram sugeridas possíveis técnicas de recuperação do pavimento, a fim de minimizar os problemas ocasionados.

3.4 Aplicação do método IGG

Para iniciar o estudo no trecho, foi necessário fazer as demarcações, conforme Figura 21, de acordo com o tipo da pista, que por ser uma pista dupla, com 1,00 km de extensão, as estacas numeradas foram demarcadas a cada 20,00 m em cada faixa, considerando 3 metros avanço e 3 metros à ré da estaca para representar a estação, e assim analisar as manifestações patológicas presentes em cada uma delas, como já explicado no referencial teórico (DNIT, 2003b).

Dessa forma, foram analisadas 50 estações na faixa direita 1, sentido utilizado para entrar no bairro, e 50 estações na faixa direita 2, sentido utilizado para sair do bairro, totalizando em 100 estações observadas, pois foi necessário escolher a faixa mais solicitada de cada sentido da pista para ser feito o estudo. Cada estação possui 6,00 m de comprimento e 3,20 m de largura.

Para fazer as demarcações, foi utilizada uma trena de fita de 20,00 m, giz para delimitar as estações, e formulário. Esse processo foi realizado a pé durante toda a extensão da pista, nas duas faixas.

Figura 21 - Representação das estações.

Fonte: Autoria própria, 2023.

Após fazer todas as demarcações necessárias, o próximo passo foi analisar todos os defeitos presentes em cada estação, e foi preenchido o Formulário de Inventário (Anexo A) e calculado o valor do IGG por meio da planilha de cálculo (Anexo B), de acordo com o DNIT (2003b).

Para isso, são considerados alguns tipos de ocorrências, para a análise do fator de ponderação, que são:

- Tipo 1: Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR);
- Tipo 2: FC-2 (J e TB);
- Tipo 3: FC-3 (JE e TBE);
- Tipo 4: ALP e ATP;
- Tipo 5: O e P;
- Tipo 6: EX;
- Tipo 7: D;
- Tipo 8: R.

Após analisar visualmente as manifestações patológicas, encontrou-se a frequência absoluta (f_a), que é a quantidade de ocorrências desses defeitos. E, consequentemente, foi calculada a frequência relativa (f_r), utilizando a Equação 1 (DNIT, 2003b).

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

onde:

f_r - frequência relativa;

f_a - frequência absoluta;

n - número de estações inventariadas.

Segundo o DNIT (2003b), caso existam trilhas de roda no trecho, para as flechas medidas, devem ser calculados os seguintes parâmetros:

a) Rodovias de pista simples: a média ($\bar{x}$) e a variância (s^2) das flechas medidas nas Trilhas de Rodas Internas (TRI) e Trilhas de Rodas Externas (TRE) de ambas as faixas de tráfego;

b) Rodovias de pista dupla: a média ($\bar{x}$) e a variância (s^2) das flechas medidas nas TRI e TRE das faixas de tráfego mais solicitadas de cada pista, separadamente.

Os cálculos da média e da variância das flechas em TRI e TRE são realizados a partir das Equações 2 e 3, definidas pelo DNIT (2003b).

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (2)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3)$$

onde:

$\bar{x}$ - média aritmética dos valores das flechas medidas;

x_i - valores individuais;

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

s^2 - variância;

n - número de estações inventariadas.

Como não foram encontradas trilhas de rodas no trecho estudado, não foi necessário calcular a média e a variância das flechas em trilhas de rodas internas e externas, seguindo para o próximo passo.

Depois de obter a frequência relativa, foi calculado o Índice de Gravidade Individual (IGI), que utiliza os fatores de ponderação de acordo com as ocorrências verificadas no pavimento, como mostrado na Tabela 3, assim como a Equação 4 (DNIT, 2003b).

$$IGI = f_r \times f_p \quad (4)$$

onde:

IGI – Índice de Gravidade Individual

f_r - frequência relativa;

f_p - fator de ponderação.

Tabela 3 - Valores do fator de ponderação

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

Fonte: DNIT, 2003b.

De acordo com o DNIT (2003b), para flechas, o fator de ponderação utilizado depende do valor das médias aritméticas, conforme as observações abaixo:

a) Quando a média aritmética das médias das flechas for igual ou inferior a 30, o fator de ponderação é igual a 4/3; quando superior a 30, o IGI é igual a 40;

b) Quando a média das variâncias das flechas for igual ou inferior a 50, o fator de ponderação é igual a 1; quando superior a 50, o IGI é igual a 50;

Esse processo também não foi necessário ser realizado, por não haver a presença de trilhas de rodas no trecho observado.

Em seguida, para encontrar o Índice de Gravidade Global (IGG), foi utilizada a Equação 5, que é o somatório de todos os Índices de Gravidade Individual (IGI) encontrados anteriormente (DNIT, 2003b).

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

onde:

$\sum IGI$ - somatório dos Índices de Gravidade Individuais. O IGG deve ser calculado para cada trecho homogêneo.

Por fim, após encontrar o IGG, estabeleceu-se o grau de degradação atingido pelo pavimento inventariado, utilizando a Tabela 4 (DNIT, 2003b).

Tabela 4 - Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG

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

Fonte: DNIT, 2003b.

Desse modo, comparou-se o resultado do IGG com os intervalos presentes na tabela acima, e foi possível obter o estado de conservação do trecho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Levantamento das manifestações patológicas presentes no trecho

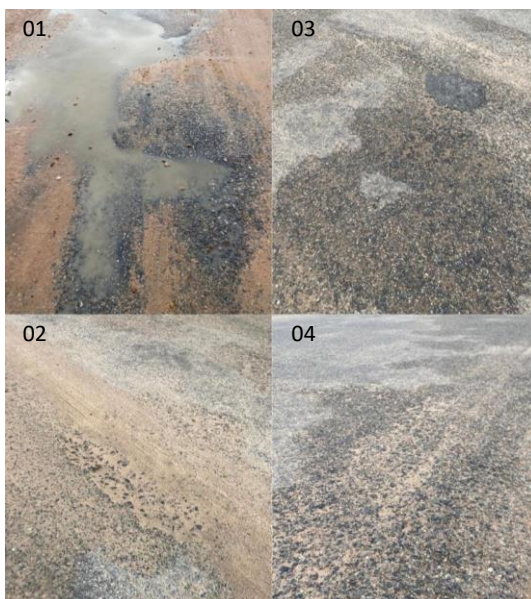
Como foram encontradas manifestações patológicas nas 100 estações analisadas, decidiu-se escolher uma foto para representar cada estação, porém todos os defeitos encontrados em cada uma delas estão detalhados através de tabelas e gráficos logo após a apresentação das fotos.

Foi possível identificar os tipos de defeitos através de um comparativo com o estudo bibliográfico realizado inicialmente, podendo ser descritos nas figuras a seguir.

4.1.1 Estações 01, 02, 03 e 04 – Faixa 01

A estação 01 apresenta panelas, desgaste e exsudação; a estação 02 desgaste; a estação 03 desgaste e exsudação; e a estação 04 desgaste, conforme Figura 22.

Figura 22 – Manifestações patológicas presentes nas estações 01, 02, 03 e 04 da faixa 01

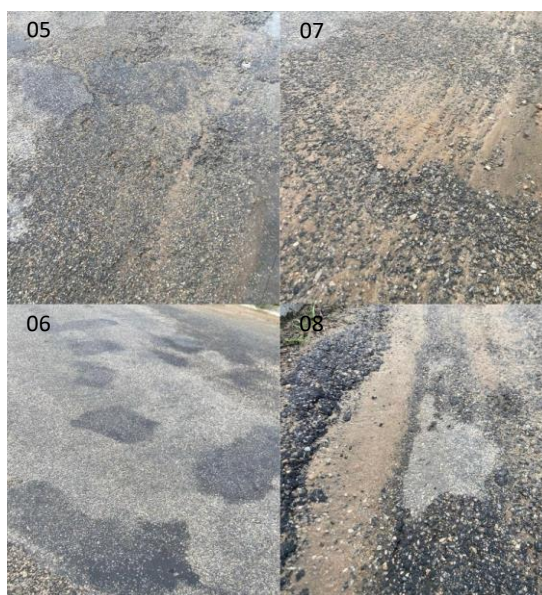


Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.2 Estações 05, 06, 07 e 08 – Faixa 01

As estações 05 e 06 apresentam desgaste e exsudação; e as estações 07 e 08 desgaste, como mostra a Figura 23.

Figura 23 - Manifestações patológicas presentes nas estações 05, 06, 07 e 08 da faixa 01

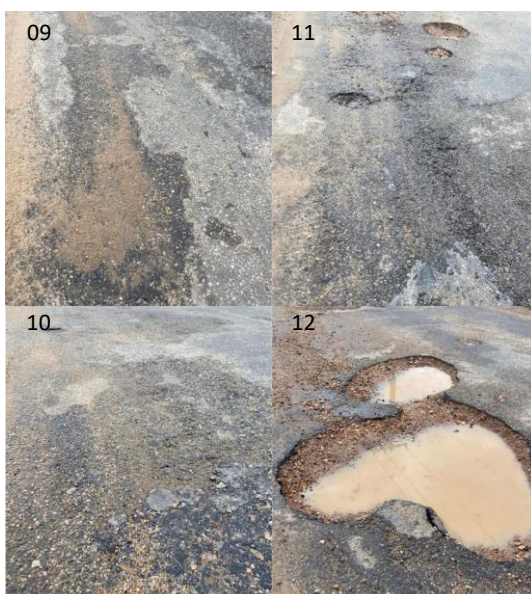


Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.3 Estações 09, 10, 11 e 12 – Faixa 01

As estações 09 e 10 apresentam desgaste e exsudação; enquanto a estação 11 apresenta desgaste, remendo, exsudação e panelas; e a 12 desgaste, exsudação e panelas, de acordo com a Figura 24.

Figura 24 - Manifestações patológicas presentes nas estações 09, 10, 11 e 12 da faixa 01



Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.4 Estações 13, 14, 15 e 16 – Faixa 01

A estação 13 apresenta desgaste, remendo, exsudação e panelas; a 14 desgaste, remendo e exsudação; e as 15 e 16 desgaste e panelas, além de reforçar a falta de sistemas de drenagem, devido à água acumulada, conforme Figura 25.

Figura 25 - Manifestações patológicas presentes nas estações 13, 14, 15 e 16 da faixa 01

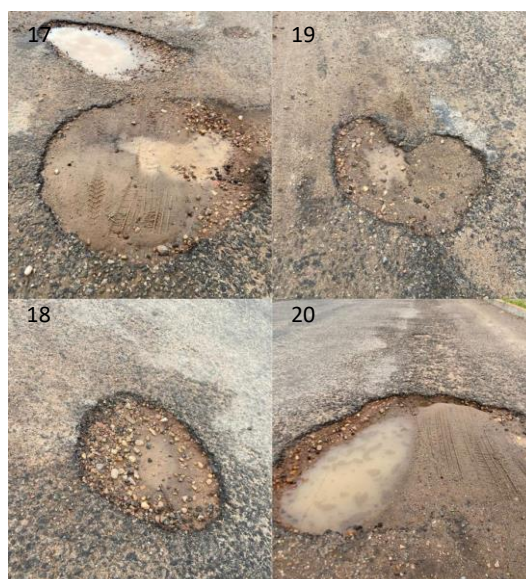


Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.5 Estações 17, 18, 19 e 20 – Faixa 01

As estações 17, 18, 19 e 20 apresentam desgaste e panelas, como mostrado na Figura 26.

Figura 26 - Manifestações patológicas presentes nas estações 17, 18, 19 e 20 da faixa 01



Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.6 Estações 21, 22, 23 e 24 – Faixa 01

A estação 21 apresenta desgaste, panela e ondulação; a estação 22 desgaste e exsudação; a estação 23 desgaste e panela; e a estação 24 desgaste, panela e exsudação, de acordo com a Figura 27.

Figura 27 - Manifestações patológicas presentes nas estações 21, 22, 23 e 24 da faixa 01



Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.7 Estações 25, 26, 27 e 28 – Faixa 01

A estação 25 apresenta desgaste e exsudação; a 26 desgaste, exsudação e trinca transversal curta; a 27 desgaste e panelas; e a 28 desgaste, panelas e exsudação, como mostrado na Figura 28.

Figura 28 - Manifestações patológicas presentes nas estações 25, 26, 27 e 28 da faixa 01

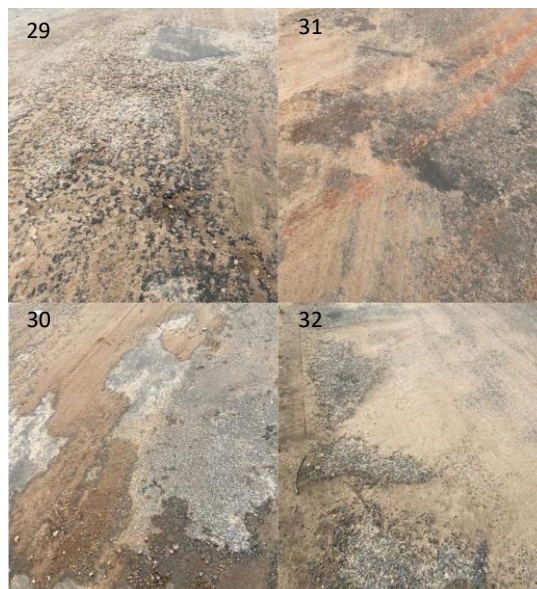


Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.8 Estações 29, 30, 31 e 32 – Faixa 01

A estação 29 apresenta desgaste e remendo; a 30 desgaste; a 31 desgaste, remendo e exsudação; e a 32 desgaste, de acordo com Figura 29.

Figura 29 - Manifestações patológicas presentes nas estações 29, 30, 31 e 32 da faixa 01

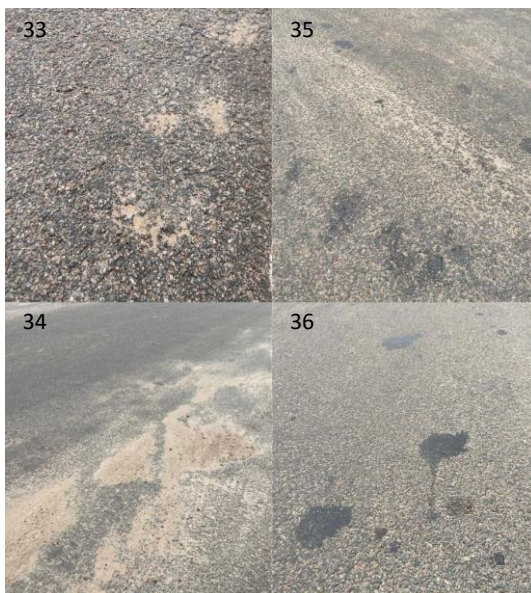


Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.9 Estações 33, 34, 35 e 36 – Faixa 01

As estações 33 e 34 apresentam desgaste; enquanto que a 35 e a 36 apresentam desgaste e exsudação, conforme Figura 30.

Figura 30 - Manifestações patológicas presentes nas estações 33, 34, 35 e 36 da faixa 01



Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.10 Estações 37, 38, 39 e 40 – Faixa 01

A estação 37 apresenta desgaste; a 38 trinca tipo couro de jacaré; a 39 desgaste; e a 40 desgaste e exsudação, representadas pela Figura 31.

Figura 31 - Manifestações patológicas presentes nas estações 37, 38, 39 e 40 da faixa 01



Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.11 Estações 41, 42, 43 e 44 – Faixa 01

A estação 41 apresenta desgaste e remendo; a 42 desgaste e exsudação, e a 43 e 44 apresentam desgaste, conforme Figura 32.

Figura 32 - Manifestações patológicas presentes nas estações 41, 42, 43 e 44 da faixa 01

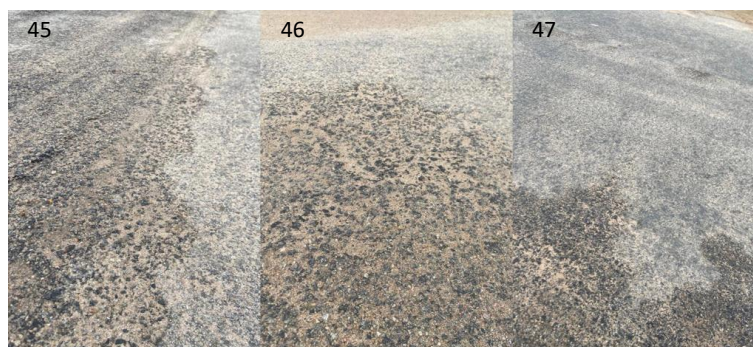


Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.12 Estações 45, 46 e 47 – Faixa 01

As estações 45, 46 e 47 apresentam desgaste, como mostrado na Figura 33.

Figura 33 - Manifestações patológicas presentes nas estações 45, 46 e 47 da faixa 01

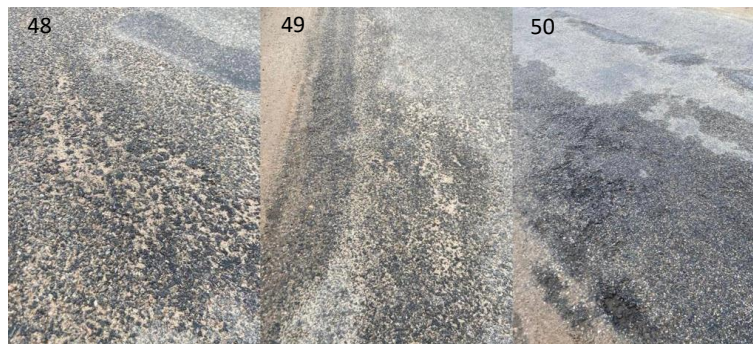


Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.13 Estações 48, 49 e 50 – Faixa 01

A estação 48 apresenta desgaste e exsudação; a 49 desgaste; e a 50 exsudação e desgaste, de acordo com Figura 34.

Figura 34 - Manifestações patológicas presentes nas estações 48, 49 e 50 da faixa 01

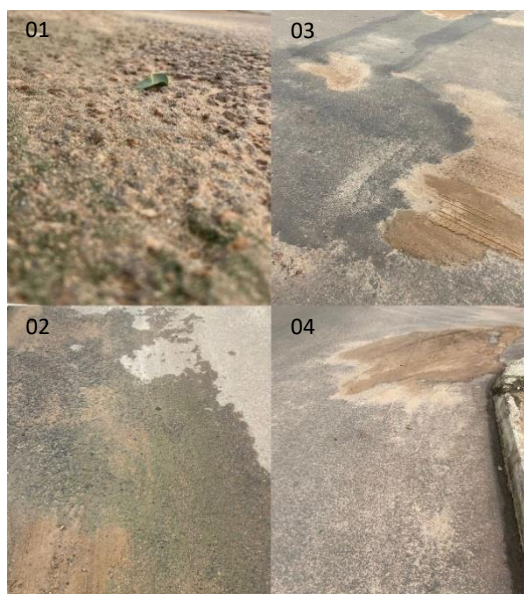


Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.14 Estações 01, 02, 03 e 04 – Faixa 02

As estações 01, 02 e 04 apresentam desgaste; enquanto que a estação 03 apresenta desgaste e remendo, como mostrado na Figura 35.

Figura 35 - Manifestações patológicas presentes nas estações 01, 02, 03 e 04 da faixa 02

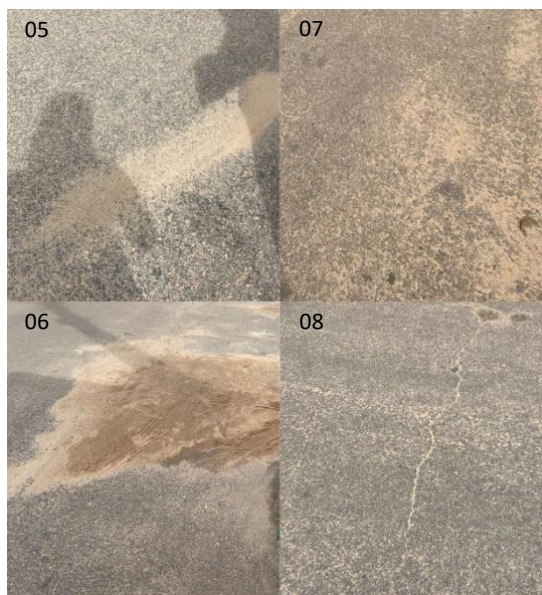


Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.15 Estações 05, 06, 07 e 08 – Faixa 02

As estações 05, 06 e 07 apresentam desgaste; e a 08 apresenta desgaste e trinca transversal longa, conforme Figura 36.

Figura 36 - Manifestações patológicas presentes nas estações 05, 06, 07 e 08 da faixa 02



Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.16 Estações 09, 10, 11 e 12 – Faixa 02

A estação 09 apresenta desgaste; a 10 apresenta desgaste e panelas; a 11 desgaste; e a 12 desgaste, panelas, remendos e exsudação, de acordo com Figura 37.

Figura 37 - Manifestações patológicas presentes nas estações 09, 10, 11 e 12 da faixa 02



Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.17 Estações 13, 14, 15 e 16 – Faixa 02

A estação 13 apresenta desgaste, panelas, e exsudação; a 14 desgaste; a 15 desgaste e remendo; e a 16 desgaste, panelas, remendos e exsudação, como mostra a Figura 38.

Figura 38 - Manifestações patológicas presentes nas estações 13, 14, 15 e 16 da faixa 02

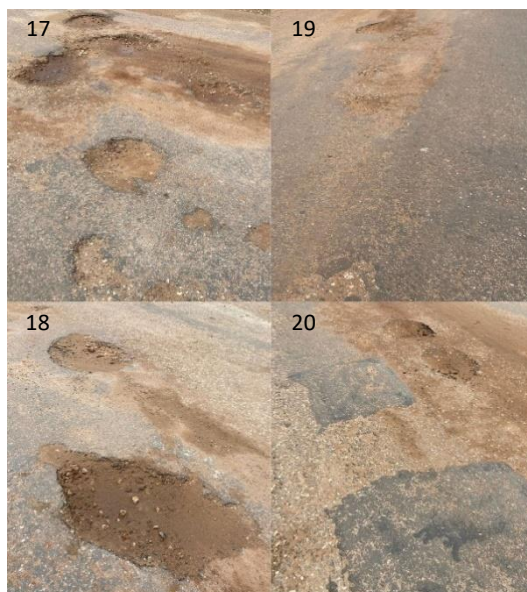


Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.18 Estações 17, 18, 19 e 20 – Faixa 02

As estações 17, 18 e 19 apresentam desgaste e panelas; e a 20 apresenta desgaste, panelas, remendo e exsudação, conforme Figura 39.

Figura 39 - Manifestações patológicas presentes nas estações 17, 18, 19, 20 da faixa 02

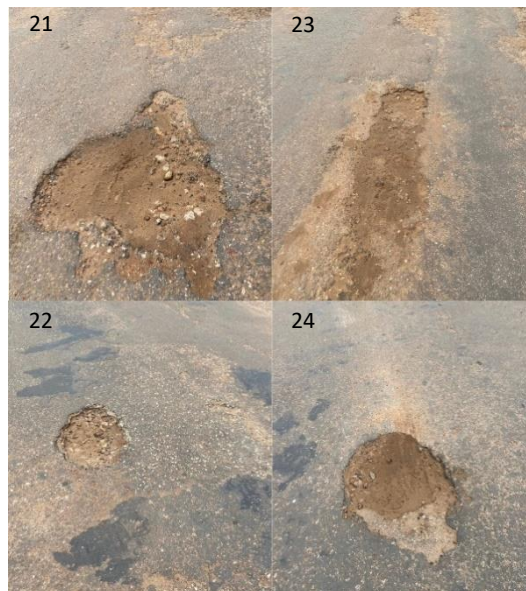


Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.19 Estações 21, 22, 23 e 24 – Faixa 02

As estações 21 e 23 apresentam desgaste e panelas; enquanto que as estações 22 e 24 apresentam desgaste, panelas e exsudação, de acordo com Figura 40.

Figura 40 - Manifestações patológicas presentes nas estações 21, 22, 23 e 24 da faixa 02

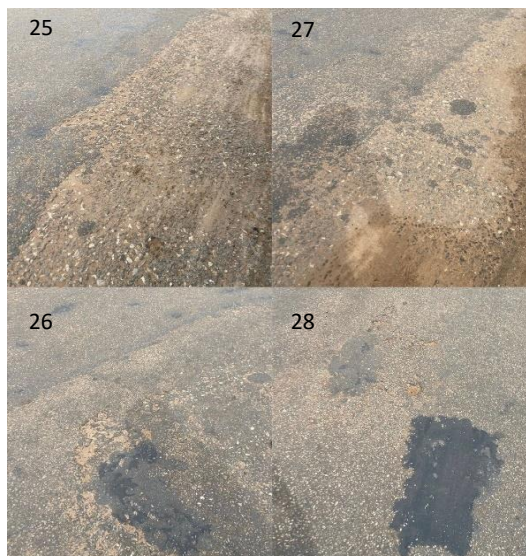


Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.20 Estações 25, 26, 27 e 28 – Faixa 02

As estações 25, 26, 27 e 28 apresentam desgaste e exsudação, como mostrado na Figura 41.

Figura 41 - Manifestações patológicas presentes nas estações 25, 26, 27 e 28 da faixa 02

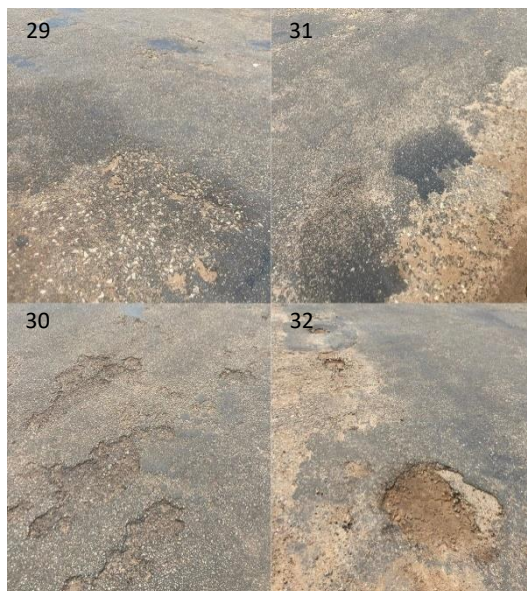


Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.21 Estações 29, 30, 31 e 32 – Faixa 02

As estações 29, 30 e 31 apresentam desgaste e exsudação; já a 32 apresenta desgaste, penelas, remendo e exsudação, de acordo com Figura 42.

Figura 42 - Manifestações patológicas presentes nas estações 29, 30, 31 e 32 da faixa 02



Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.22 Estações 33, 34, 35 e 36 – Faixa 02

A estação 33 apresenta desgaste, panelas e exsudação; enquanto que a 34 apresenta desgaste, remendo e exsudação; e as 35 e 36 apresentam desgaste, conforme Figura 43.

Figura 43 - Manifestações patológicas presentes nas estações 33, 34, 35 e 36 da faixa 02

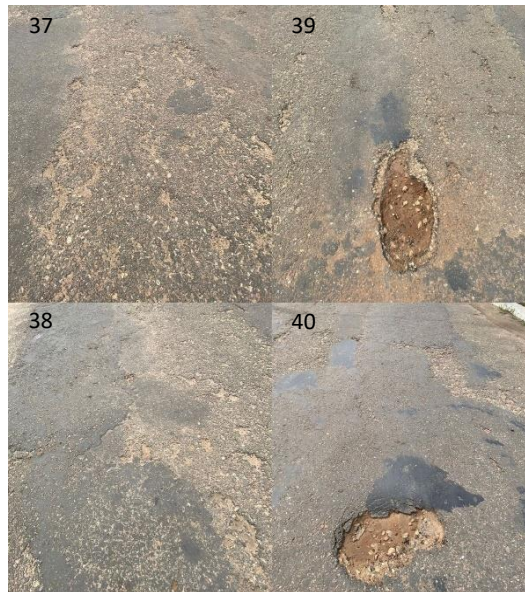


Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.23 Estações 37, 38, 39 e 40 – Faixa 02

A estação 37 apresenta desgaste; a 38 desgaste e remendo; e as estações 39 e 40 apresentam desgaste, panelas, remendos e exsudação, representadas pela Figura 44.

Figura 44 - Manifestações patológicas presentes nas estações 37, 38, 39 e 40 da faixa 02

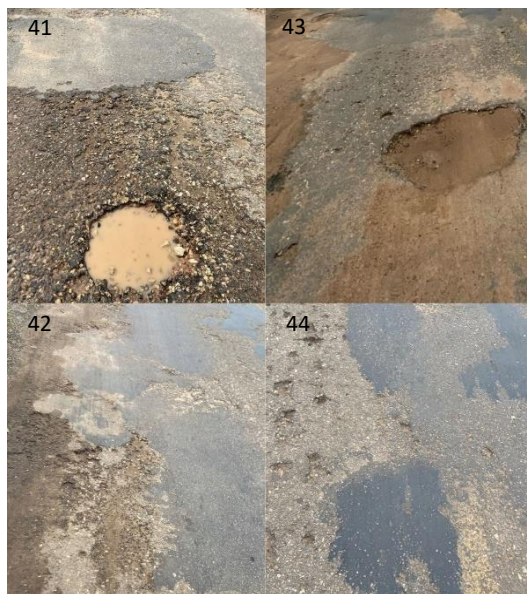


Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.24 Estações 41, 42, 43 e 44 – Faixa 02

A estação 41 apresenta desgaste, panela e remendo; a estação 42 apresenta desgaste, remendo e exsudação; a 43 desgaste e panela; e a 44 desgaste e exsudação, de acordo com a Figura 45.

Figura 45 - Manifestações patológicas presentes nas estações 41, 42, 43 e 44 da faixa 02

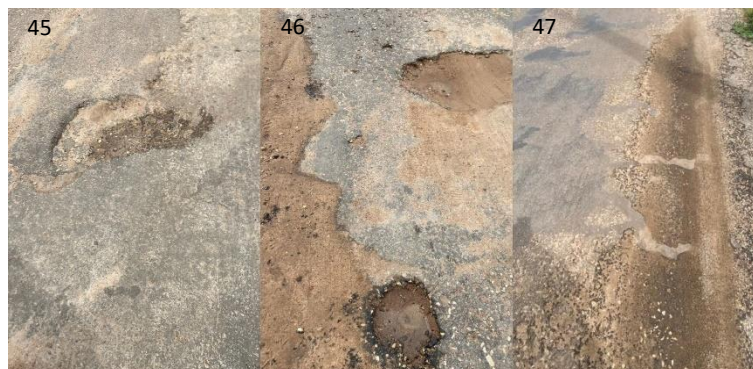


Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.25 Estações 45, 46 e 47 – Faixa 02

A estação 45 apresenta desgaste, remendo e panela; a 46 desgaste e panelas; e a 47 desgaste e exsudação, como mostrado na Figura 46.

Figura 46 - Manifestações patológicas presentes nas estações 45, 46 e 47 da faixa 02

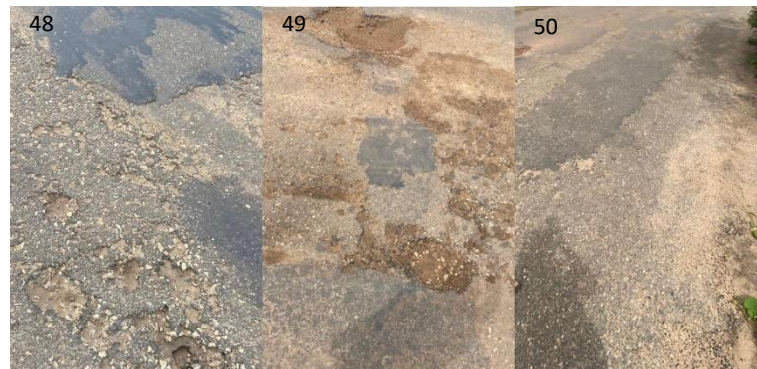


Fonte: Autoria própria, 2023.

4.1.26 Estações 48, 49 e 50 – Faixa 02

A estação 48 apresenta desgaste, panelas, remendo e exsudação; a 49 desgaste, panela e exsudação; e a 50 desgaste e remendo, conforme Figura 47.

Figura 47 - Manifestações patológicas presentes nas estações 48, 49 e 50 da faixa 02



Fonte: Autoria própria, 2023.

4.2 Avaliação do pavimento pelo Índice de Gravidade Global

Através da análise de fotos e preenchimento de formulários, foi possível identificar os tipos de defeitos e a ocorrência de cada um deles nas faixas estudadas, prosseguindo com o cálculo do IGG para encontrar o estado de conservação da faixa 01 e da faixa 02.

4.2.1 Faixa 01

Para identificar os defeitos na faixa 01, foi utilizada a norma DNIT 006/2003 – PRO, com o preenchimento do formulário do Anexo A. Nele é possível apontar a ocorrência de determinado defeito em cada estação, facilitando o cálculo do IGG, conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Inventário da ocorrência de defeitos na faixa 01

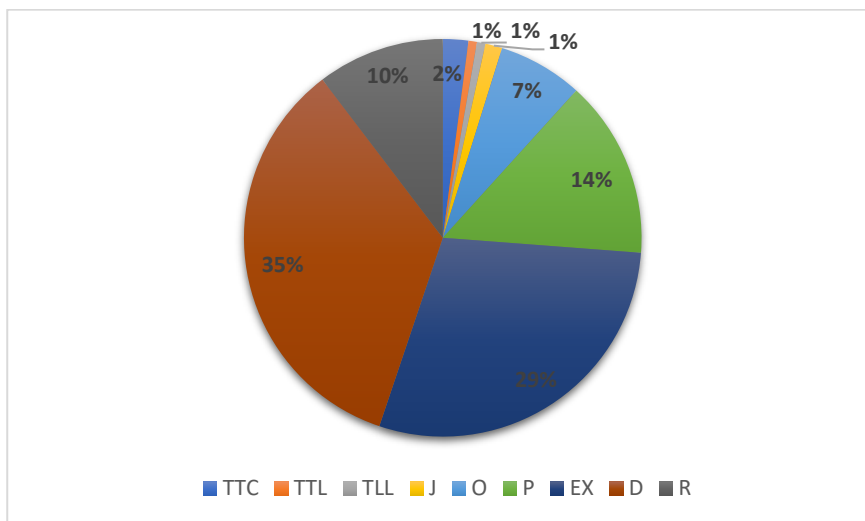
INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO - FAIXA 01																														
RODOVIA: Avenida dos Automóveis, Nova Mossoró. TRECHO: Faixa 01 SUBTRECHO:														OPERADOR: REVESTIMENTO TIPO: Asfáltico DATA: 06/04/2023																
Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS										AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS							TRINCAS RODAS						
			ISOLADAS					INTERLIGADAS					PLÁSTICO		CONSOLO		O 5	P 5	E 5	EX 5	D 5	R 5	TRI mm	TRE mm						
			FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	FC - 2		FC - 3		ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4														
									J 2	TB 2	JE 3	TBE 3																		
01	A																				X				X					
02	A																				X				X					
03	A																							X		X				
04	A																								X					
05	A																				X				X					
06	A																							X		X				
07	A																							X		X				
08	A																							X		X				
09	A																							X		X				
10	A																							X		X				
11	A																							X		X				
12	A																							X		X				
13	A																							X		X				
14	A																							X		X				
15	A																							X		X				
16	A																							X		X				
17	A																							X		X				
18	A																							X		X				
19	A																							X		X				
20	A																							X		X				
21	A																							X		X				
22	A																							X		X				
23	A																							X		X				
24	A																							X		X				
25	A																							X		X				
26	A																							X		X				
27	A																							X		X				
28	A																							X		X				
29	A																							X		X				
30	A																							X		X				
31	A																							X		X				
32	A																							X		X				
33	A																							X		X				
34	A																							X		X				
35	A																							X		X				
36	A																							X		X				
37	A																							X		X				
38	A																													

Fonte: Autoria própria, 2023.

A faixa 01 apresenta predominância de desgaste, manifestando-se em todas as estações analisadas; assim como a exsudação, que ocorre em quase todas as estações. Além delas, o trecho apresentou trinca transversal curta, trinca transversal longa, trinca longitudinal longa, trinca tipo couro de jacaré, ondulação, panela, exsudação, desgaste e remendo.

Além disso, é possível perceber que o trecho não possui sistema de drenagem, fazendo com que haja o empoçamento de água no pavimento, de forma a potencializar a ocorrência de defeitos.

O Gráfico 1 apresenta o percentual de ocorrências de cada defeito encontrado na faixa 01.

Gráfico 1 – Porcentagem da ocorrência de defeitos na faixa 01

Fonte: Autoria própria, 2023.

A manifestação patológica predominante na faixa 01 foi o desgaste, com 35%; em seguida vem a exsudação com 29%; depois as painéis com 14%; os remendos com 10%; ondulação com 7%; trinca transversal curta com 2%; e por fim trinca transversal longa, trinca longitudinal longa e trinca tipo couro de jacaré com 1% cada. Não foram encontrados afundamentos.

Após identificar as manifestações patológicas e obter a frequência absoluta através do levantamento em campo, foi possível determinar a frequência absoluta considerada, contida no Anexo B, utilizada para as trincas isoladas e interligadas. A diferença entre as duas é que a absoluta está relacionada à ocorrência de todos os tipos de trincas em cada estação, já a absoluta considerada só leva em conta a trinca de maior gravidade, por exemplo, caso apareçam os tipos 1, 2 e 3 na mesma estação, só será contabilizada a do tipo 3, porém não foram encontradas trincas variadas numa mesma estação, tanto na faixa 01 quanto na faixa 02. Nesse caso, a frequência absoluta considerada é igual à frequência absoluta em ambas as faixas.

Enquanto que para os outros defeitos não é necessário aplicar a frequência absoluta considerada, pois somente a frequência absoluta já leva em consideração a ocorrência dos defeitos em cada estação de forma independente.

Logo depois foi possível calcular a frequência relativa através da frequência absoluta, e utilizando o fator de ponderação encontrou-se o IGI de cada defeito, para serem somados e assim encontrar o IGG, como explicado na Metodologia, e representado na Tabela 6.

Tabela 6 - Planilha de cálculo do IGG da faixa 01

PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG) - Faixa 01						
Trecho: Avenida dos Automóveis, Nova Mossoró - Faixa 01 Tipo de revestimento: Asfáltico				Observador: Maria Mariana Saldanha de Queiroz Xavier Extensão: 1,0 km		
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	5	10	0,2	2	
2	(FC – 2) J, TB	2	4	0,5	2	
3	(FC – 3) JE, TBE	0	0	0,8	0	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0	0	0,9	0	
5	O, P, E	31	62	1,00	62	
6	EX	42	84	0,5	42	
7	D	50	100	0,3	30	
8	R	15	30	0,6	18	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 0	F = 0	1 A (0) 1 B (0)	0	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 0	Fv = 0	2 A (0) 2 B (0)	0	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		N = 50	$\sum GI = IGG$		156	RUIM 90 < IGG ≤ 160

Fonte: Autoria própria, 2023.

Através da utilização do método, o IGG da faixa 01 resultou em 156, ficando entre 90 e 160, ou seja, o estado de conservação foi considerado “ruim”, e muito próximo de ser considerado “péssimo”. Isso se deve ao fato de que todas as estações analisadas apresentaram defeitos, dos tipos mais simples aos mais agressivos, resultando em um trecho sem segurança e conforto para os usuários.

4.2.2 Faixa 02

Para a faixa 02 foi realizado o mesmo procedimento da faixa 01, utilizando a norma DNIT 006/2003 – PRO, com o preenchimento do formulário encontrado no Anexo A, conforme Tabela 7.

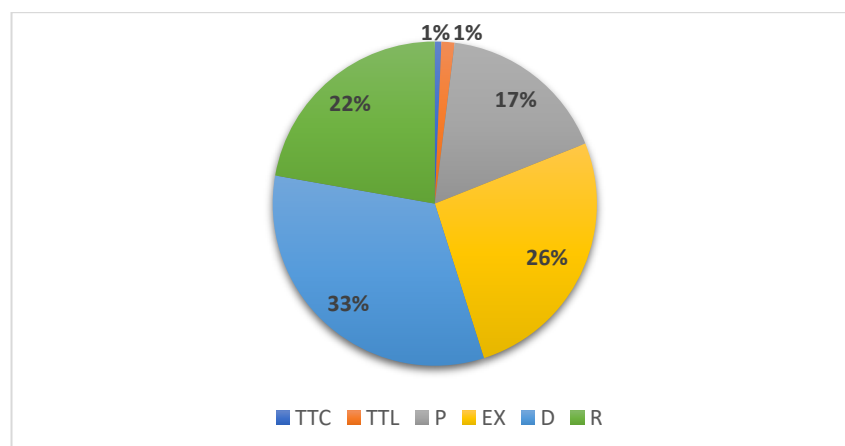
Tabela 7 - Inventário da ocorrência de defeitos na faixa 02

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO - FAIXA 02																																
RODOVIA: Avenida dos Automóveis, Nova Mossoró.											OPERADOR:																					
TRECHO: Faixa 02											REVESTIMENTO TIPO: Asfáltico																					
SUBTRECHO:											DATA: 06/04/2023																					
Estaca ou km	Seção Terrap.	OK	TRINCAS								INTERLIGADAS				AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						TRINCAS RODAS							
			ISOLADAS								FC - 2		FC - 3		PLÁSTICO		CONSOLO		O 5	P 5	E 5	EX 5	D 5	R 5	TRI mm	TRE mm						
			FI 1	TTC 1	TTL 1	TLC 1	TLL 1	TRR 1	J 2	TB 2	JE 3	TBE 3	ALP 4	ATP 4	ALC 4	ATC 4																
01	A																															
02	A																															
03	A																															
04	A																															
05	A																															
06	A																															
07	A																															
08	A																															
09	A																															
10	A																															
11	A																															
12	A																															
13	A																															
14	A																															
15	A																															
16	A																															
17	A																															
18	A																															
19	A																															
20	A																															
21	A																															
22	A																															
23	A																															
24	A																															
25	A																															
26	A																															
27	A																															
28	A																															
29	A																															
30	A																															
31	A																															
32	A																															
33	A																															
34	A																															
35	A																															
36	A																															
37	A																															
38	A																															
39	A																															
40	A																															
41	A																															
42	A																															
43	A																															
44	A																															
45	A																															
46	A																															
47	A																															
48	A																															
49	A																															
50	A																															

Fonte: Autoria própria, 2023.

A faixa 02 apresenta o desgaste como manifestação patológica predominante, assim como a exsudação. Além desses, foram encontradas trinca transversal curta, trinca transversal longa, panela, exsudação, desgaste e remendo. A faixa 02 também não possui sistemas de drenagem de águas pluviais.

A porcentagem da ocorrência de defeitos na faixa 02 é mostrada no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Porcentagem da ocorrência de defeitos na faixa 02

Fonte: Autoria própria, 2023.

Obteve predominância do desgaste na faixa 02, com 33%; depois vem a exsudação, com 26%; em seguida o remendo com 22%; a panela com 17%; e por fim a trinca transversal curta e a trinca transversal longa com 1% cada. Também não foram encontrados afundamentos.

Seguiu-se o mesmo processo para obter a frequência absoluta e a frequência relativa, para se chegar ao IGI e ao IGG, como mostra a Tabela 8.

Tabela 8 - Planilha de cálculo do IGG da faixa 02

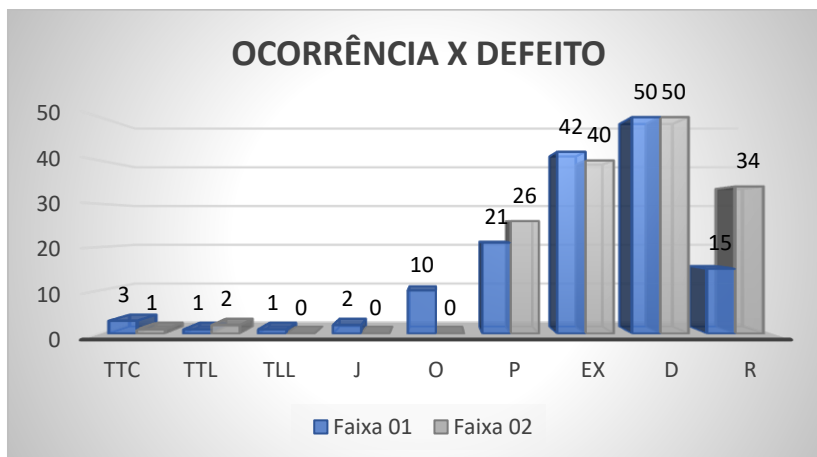
PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG) - Faixa 02						
Trecho: Avenida dos Automóveis, Nova Mossoró - Faixa 02 Tipo de revestimento: Asfáltico				Observador: Maria Mariana Saldanha de Queiroz Xavier Extensão: 1,0 KM		
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	3	6	0,20	1,2	
2	(FC – 2) J, TB	0	0	0,50	0	
3	(FC – 3) JE, TBE	0	0	0,80	0	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	0	0	0,90	0	
5	O, P, E	26	52	1,00	52	
6	EX	40	80	0,50	40	
7	D	50	100	0,30	30	
8	R	34	68	0,60	40,8	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	TRE = 0	F = 0	1 A (0) 1 B (0)	0	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv = 0	Fv = 0	2 A (0) 2 B (0)	0	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		N = 50	$\sum GI = IGG$		164	PÉSSIMO IGG > 160

Fonte: Autoria própria, 2023.

Diante dos cálculos, o valor do IGG da faixa 02 foi de 164, sendo maior que 160, ou seja, considerado “péssimo” o estado de conservação. Esse resultado está relacionado à grande quantidade de painéis e remendos no trecho, além de todas as estações analisadas terem apresentado defeitos.

4.2.3 Análise geral

Comparando as ocorrências dos defeitos da faixa 01 e 02, através da frequência absoluta, foi possível identificar algumas diferenças, como mostrado no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Comparativo da ocorrência de defeitos entre as faixas 01 e 02

Fonte: Autoria própria, 2023.

Apesar da ocorrência ser baixa, as trincas isoladas se apresentaram nas duas faixas. Enquanto as trincas transversais curtas foram mais frequentes na faixa 01, as trincas transversais longas apareceram mais na faixa 02, e as trincas longitudinais longas só apareceram na faixa 01. Em relação às trincas interligadas, elas só foram encontradas na faixa 02, em forma de trinca do tipo couro de jacaré.

Outro defeito que só aparece em uma das faixas é a ondulação, estando presente apenas na faixa 01.

A exsudação se apresentou em maior quantidade na faixa 01, apesar da ocorrência ter sido bem próxima à faixa 02. As painéis e remendos foram mais frequentes na faixa 02. E o desgaste foi encontrado igualmente nas duas faixas, apresentando-se em todas as estações.

Apesar da faixa 01 apresentar maior variedade de defeitos, a faixa 02 apresenta grande quantidade de remendos e painéis, o que resultou em seu estado de conservação “péssimo”, devido aos fatores de ponderação serem altos.

Pelo que foi observado no trecho e comparado com o referencial teórico, possivelmente as causas da ocorrência dos defeitos são a péssima qualidade dos materiais; a execução inadequada, já que a espessura do revestimento é muito fina; a falta de planejamento, visto que o bairro cresceu exponencialmente de forma inesperada; o tráfego constante de veículos pesados; a ação ambiental, devido às chuvas; e a falta de sistemas de drenagem urbana.

4.3 Técnicas de recuperação do pavimento

Diante do estudo realizado através do método IGG, foi possível perceber que o trecho analisado apresenta alto grau de deterioração, havendo a necessidade da implementação de técnicas de recuperação do pavimento.

Para cada defeito podem ser sugeridas técnicas específicas, que foram abordadas no item 2.5.1 do Referencial Teórico. Como por exemplo, para as trincas isoladas pode haver a selagem ou implementação de lama asfáltica; e para as trincas interligadas a reperfilagem com concreto asfáltico do tipo massa fina. Para as ondulações e exsudação pode utilizar a técnica de reciclagem. Já para o desgaste pode haver a realização do tratamento superficial simples ou duplo. E para as panelas, é indicado a execução de remendos.

Porém, como o trecho está em péssimo estado de conservação, apresentando defeitos até mesmo nos intervalos que não foram analisados entre as estações, seria necessário realizar várias técnicas diferentes para cada defeito, dificultando o processo.

Dessa forma, o mais indicado é realizar a recuperação do pavimento, utilizando a técnica de fresagem, removendo todo o revestimento que ainda resta; e em seguida a técnica de recapeamento, executando um novo revestimento asfáltico, e resultando em uma melhor qualidade de conforto e segurança aos usuários.

Além da fresagem e do recapeamento, é importante estruturar um sistema de drenagem adequado para o trecho analisado, visto que a água empoçada intensifica a deterioração do pavimento, causando diversos prejuízos.

Outra sugestão é que além de realizar as técnicas indicadas na avenida principal do bairro, é importante executá-las em todas as suas ruas, pois estas apresentam um alto grau de deterioração.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos foram atingidos com êxito, sendo realizados todos os procedimentos para classificar o estado de conservação do trecho, assim como foram identificadas as causas do defeitos, e sugeridas técnicas de recuperação. Os resultados encontrados foram detalhados por meio de fotos, tabelas e gráficos, de modo a facilitar a compreensão do estudo.

Foi possível, de fato, compreender que pavimentos em boas condições são indispensáveis para o conforto e segurança dos usuários, sendo necessária uma análise recorrente para haver a manutenção das vias, assim como a recuperação, em casos mais graves.

Através do levantamento *in loco* foi possível encontrar diversos defeitos no trecho estudado, nas faixas 01 e 02, como trinca transversal curta, trinca transversal longa, trinca longitudinal longa, trinca couro de jacaré, ondulação, panela, exsudação, remendo e desgaste. Além dessas manifestações patológicas, não há sistema de drenagem de águas pluviais no trecho, fator que contribui para a degradação do pavimento, visto que a água fica empoçada por muito tempo.

Pelo método IGG, que identifica o tipo e a ocorrência do defeito, classificou-se o estado de conservação das duas faixas estudadas. A faixa 01 foi classificada como “ruim”, com IGG de 156, enquanto a faixa 02 foi classificada como “péssima”, com IGG de 164, tendo seus resultados aproximados.

O método utilizado teve sua aplicação rápida e prática, não havendo custos e utilizando somente materiais simples. Porém, como principal dificuldade encontrada foi o levantamento *in loco*, pois o tráfego de veículos estava intenso, necessitando de uma atenção redobrada no momento das medições e registros; além da abordagem de vários moradores questionando do que se tratava o estudo, contribuindo para um maior tempo gasto no local.

As causas das ocorrências dos defeitos estão relacionadas com a má qualidade dos materiais, à execução inadequada, à falta de planejamento, ao tráfego de veículos pesados, às condições climáticas, e à falta de sistemas de drenagem.

Como forma de solucionar o problema do pavimento, foram sugeridas técnicas de recuperação, utilizando a fresagem e o recapeamento, pois como o trecho está muito prejudicado, o ideal é remover o revestimento asfáltico que ainda resta e aplicar um novo, de acordo com novos estudos e normas; assim como executar sistemas de drenagem de águas pluviais bem projetados.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

Diante dos resultados obtidos, é interessante que haja um estudo mais aprofundado sobre o assunto, já que ocorreu uma avaliação superficial do pavimento, como por exemplo:

- Realizar a avaliação para o mesmo trecho utilizando o método PCI (*Paviment Conditions Index*), para que possa haver uma comparação entre os resultados;
- Estudar novas técnicas para a recuperação do trecho;
- Realizar avaliações estruturais do trecho estudado para verificar se a estrutura se encontra prejudicada;
- Expandir a análise tanto do método IGG quanto de outros métodos para as demais ruas do bairro Nova Mossoró, visto que se encontram muito degradadas assim como a avenida principal.

REFERÊNCIAS

- ABCP. **A versatilidade do cimento brasileiro**. Dez. 2009. Disponível em: <<http://abcp.org.br/conteudo/basico-sobre-cimento/tipos/a-versatilidade-do-cimento-brasileiro>> . Acesso em: 02 mar. 2023.
- AGETOP. **Manual de Pavimentação Urbana**. Núcleo de estudos e projetos: Gerência de estudos e projetos. Disponível em: <https://www.goinfra.go.gov.br/arquivos/arquivos/Obras%20Rodovias/MPV_PAV_URB_002-2021Manualde.pdf> Acesso em: 08 mar. 2023.
- ALVAREZ, P. S.; RODGHER, S. F. **Patologias e manutenção no pavimento asfáltico no Município de Bocaina/SP**. Disponível em: <<http://semanaacademica.org.br/artigo/patologias-e-manutencao-no-pavimento-asfaltico-no-municipio-de-bocainasp>>. Acesso em: 08 mar. 2023.
- ANDRADE, M. H. F. **Introdução à pavimentação**. Paraná: UFPR, 2018, p. 49-62. Disponível em: <<http://www.dtt.ufpr.br/Pavimentacao/Notas/MóduloIntroducao.pdf>>. Acesso em: 08 mar. 2023.
- BALBO, J. T. **Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.
- BALBO, J. T. **Pavimentos de Concreto**. São Paulo, Oficina de Textos, 2009.
- BALBO, J. T. **Pavimentação Asfáltica**. 3ª ed. Oficina de Textos, 2016.
- BERNUCCI, L. B.; MOTA, L. M. G.; CERATI, J. A. P. e SOARES; J. B. **Pavimentação Asfáltica: formação Básica para Engenheiros**. 2ª Ed. 2022. Reimpressão, Rio de Janeiro: Petrobras, ABEDA1, 2022.
- BERNUCCI L. B.; MOTTA L. M. G. da; CERATTI J. A. P.; SOARES J. B. **Pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros**. PETROBRAS, 3ª. Reimpressão, 2010, 508 p.
- BIANCHI, F. R.; BRITO, R. T.; CASTRO, V. A. B. **Estudo comparativo entre pavimento rígido e flexível**. Associação de Ensino Superior Unificado do Centro Leste. 2008, 16 p.
- COLARES, L. G. **Concessão Administrativa: gerenciando a manutenção de rodovias por parâmetros de desempenho**. Projeto de pesquisa de artigo científico apresentado à Comissão de Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Controle Externo (PGCE) do Instituto Serzedello Corrêa do Tribunal de Contas da União, Brasília: 2011.
- CLEMENTE JR, S. dos S. **Estudo de Caso x Casos para Estudo: esclarecimentos a cerca de suas características**. Anais do VII Seminário de Pesquisa em Turismo do Mercosul, Caxias do Sul – RS, 2012.
- CNT – Confederação Nacional do Transporte. **Conheça os 13 principais defeitos do pavimento das rodovias**. Confederação Nacional de Transportes. 2018a. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br/agencia-cnt/conheca-principaisdefeitos-pavimento>>. Acesso em: 01

mar. 2023.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. **Pesquisa CNT de Rodovias 2013: relatório gerencial.** - Brasília: CNT: SEST: SENAT, 2013. Color.; mapas, gráficos. Disponível em: <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Paginas/re/Geral.aspx>> Acesso em: 07 mar. 2023.

CNT – Confederação Nacional de Transportes. **Pesquisa CNT de rodovias 2018: relatório gerencial.** Confederação Nacional de Transportes. 2018b. Disponível em: <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/RelatorioGeral/PesquisaCNTdeRodovias2018>>. Acesso em: 07 mar. 2023.

CNT – Confederação Nacional de Transportes. **Transporte rodoviário: Por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?.** Brasília, 2017. 160 p. Disponível em: <<http://cnt.org.br/por-que-pavimentos-rodovias-nao-duram>>. Acesso em: 03 mar. 2023.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto.** Porto Alegre: Artmed, 2007.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 005/2003 – TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia.** Rio de Janeiro, 2003a.

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

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Glossário de Termos Técnicos Rodoviários.** Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://www.academia.edu/40892121/DNIT_GLOSSARIO_DE_TERMOS_TECNICOS_RODOVIARIOS_2017>. Acesso em: 27 mar. 2023.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de conservação rodoviária.** Rio de Janeiro, 2005.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de restauração de pavimentos asfálticos.** Rio de Janeiro, 2006.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Pavimentos flexíveis – Reforço do subleito - Especificação de serviço.** Rio de Janeiro – RJ, Brasil, 2009.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Terminologias rodoviárias usualmente utilizadas.** 2007.

DYNATEST. **Tipos de patologia do asfalto em rodovias.** 2017. Disponível em: <<http://dynatest.com.br/tipos-de-patologia-do-asfalto-em-rodovias>>. Acesso em: 08 mar. 2023.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas. 2019.

GOOGLE. **Google Earth.** Disponível em: <<http://earth.google.com/web/search/NovaMossoró>>. Acesso em: 28 mar. 2023.

FERNANDES JR.; ODA; ZERBINI. **Defeitos e atividades de manutenção e reabilitação em pavimentos asfálticos**. São Carlos – SP: EESC – USP, 2010.

FERREIRA, A. V.; COELHO, J. M.; OLIVEIRA, J. K. S. P.; PEDROSO, L. B.; SANTOS, M. F. **Estudo de Caso das Principais Patologias em Pavimentos Flexíveis na Avenida João Netto de Campos em Catalão – GO**. Trabalho de Conclusão de Curso - Engenharia Civil, Faculdade Una de Catalão, 2021.

FRANCO, F. A. C. P., **Método de Dimensionamento Mecânico-Empírico de Pavimentos Asfálticos – SisPav**. Tese de Doutorado. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2007. 132 p.

JACQUES, G. E. **Análise Mecânica-Empírica de um Pavimento Dimensionado pelo Método do DNER: Estudo de caso da Duplicação da Rodovia RSC-287 em Santa Cruz do Sul**. Trabalho apresentado para obtenção de Bacharel em Engenharia Civil – Faculdade UNISC Santa Cruz do Sul, 2015.

LACERDA, S. M. **O financiamento da infra-estrutura rodoviária através de contribuintes e usuários**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 21, p. 141-159, mar. 2015.

LEÃO, L. M. **Metodologia do Estudo e Pesquisa: facilitando a vida dos estudantes**. professores e pesquisadores. Petrópolis. RJ: Vozes, 2017.

LPE Engenharia. Base ou Sub-base. **LPE**, 2017. Disponível em: <<http://lpe.tempsite.ws/blog/index.php/base-ou-sub-base-do-piso-industrial/>>. Acesso em: 06 mar. 2023.

LOPES; F. M. **Pavimentos Flexíveis com Revestimento Asfáltico – Avaliação Estrutural a Partir dos Parâmetros de Curvatura da Bacia de Deformação**. Dissertação de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil, 17 Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas em Engenharia Civil, na área de concentração de Transportes, 2012.

MACHADO, D. M. C. **Avaliação De Normas De Identificação De Defeitos Para Fins De Gerência De Pavimentos Flexíveis**. Dissertação - Universidade de São Paulo, 2013.

MARCATO, V. D.; OLIVEIRA, R. F. de. Manifestações patológicas em estruturas asfálticas: estudo de caso na rodovia mg-190. **Revista Gestão Tecnologia e Ciência**, [s.l.], v. 10, n. 30, p. 54-70, 2021. Disponível em: <<http://www.fucamp.edu.br/editora/index.php/getec/article/view/2458/1530>>. Acesso em: 27 mar. 2023.

MELO, B. T. de A. **Engenharia Civil – Pavimentação Classificação dos Pavimentos**. 2019. Disponível em: <http://www.academia.edu/25354308/Engenharia_Civil_Pavimentação_Classificação_dos_pavimentos>. Acesso em: 01 mar. 2023.

MIRANDOLA A. M. **Proposta de metodologia de gestão e manutenção na restauração do pavimento urbano**. Dissertação (Pós-Graduação em Infraestrutura, Projetos e Gestão de Rodovias) – Centro Universitário de Lins/SP – Unilins. 2016.

NAKAMURA, J. **Pavimentação asfáltica: Os tipos de revestimentos, o maquinário necessário e os cuidados na contratação, projeto e execução.** Edição 16 - Dezembro/2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/16/pavimentacao-asfaltica-os-tipos-de-revestimentos-o-maquinario-necessario-260588-1.aspx>>. Acesso em: 06 mar. 2023.

PANAZZOLO, A. P.; FRANTZ, L. C. **Gestão ambiental na construção de rodovias - O caso da BR-448 - Rodovia do Parque.** 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012.

PINTO, S.; PREUSSLER, E. **Pavimentação rodoviária: Conceitos fundamentais sobre pavimentos flexíveis.** 2ª. ed. Rio de Janeiro, 2002.

PIZZANI, L. et al. **A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento.** RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação, Campinas, SP, v. 10, n. 2, p. 53–66, jul./dez, 2012.

PORTO, J. D. D. **Análise das Patologias do Pavimento Asfáltico da Rodovia MG 122 entre os municípios de Porteirinha - MG e Mato Verde - MG.** In: 11º FEPEG – Fórum de Ensino, Pesquisa, Extensão e Gestão, 2017, Montes Claros. Anais do 11º FEPEG. Montes Claros: Unimontes, 2017. Disponível em: <<http://www.fegep2017.unimontes.br/anais/download/1598>>. Acesso em: 06 mar. 2023.

RAMOS, O. N.; SILVA, E. S; OLIVEIRA, A. L.; OLIVEIRA, H. M.; HENNIG, T. M.; FILHO, R. A. O.; COSTA, E. K. **Análise patológica em pavimento semi-rígido na rua Santinho Amorin no bairro Panorama em Montes Claros – mg.** 11º FEPEG – fórum ensino, pesquisa, extensão e gestão. Montes Claros – MG, 2017.

REIS, N. **Análise estrutural de pavimentos rodoviários: Aplicação a um pavimento reforçado com malha de aço.** 2009. 119 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009. Disponível em: <<http://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395139414347/TeseFINAL.pdf>>. Acesso em: 08 mar. 2023.

RÉUS, T. F.; SILVA JÚNIOR, C. A. P.; FONTENELLE, H. B. **Efeito do excesso de peso dos veículos comerciais de carga a partir de uma análise empírico-mecanística.** – Revista CIATEC – UPF, vol.8 (2), p.p.50-61, 2016.

RIBAS, L. C. **Custo-Benefício na Execução de Pavimentos Rígidos.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2017. Disponível em: <<http://tcconline.utp.br/media/tcc/2017/10/CUSTO-BENEFICIO-NA-EXECUCAO-DE-PAVIMENTOS-RIGIDOS.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2023.

RIBEIRO, T. P. **Estudo Descritivo das Principais Patologias em Pavimento Flexível.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 04. Ano 02, Vol. 01. pp. 733-754, Julho de 2017. ISSN:2448-0959/. Acesso em: 08 mar. 2023.

ROCHA, R. S; COSTA, E. A. L. - **Patologias de pavimentos asfálticos e suas**

recuperações – estudo de caso da avenida Pinto de Aguiar. Disponível em: <<http://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395139414347/TeseFINAL.pdf>.www.academia.edu/29402465/PATOLOGIAS_DE_PAVIMENTOS_ASFALTICOS_E_SUAS_RECUPE[RAÇÕES_ESTUDO_DE_CASO_DA_AVENIDA_PINTO_DE_AGUIAR](http://www.academia.edu/29402465/PATOLOGIAS_DE_PAVIMENTOS_ASFALTICOS_E_SUAS_RECUPE)>. Acesso em: 08 mar. 2023.

RODRIGUES, J. L. A. **Conceção de Pavimentos Rígidos.** 2011. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, FEUP, Universidade do Porto, Porto, 2011. Disponível em: <<http://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395139414347/TeseFINAL.pdf>.repositorio-berto.up.pt/bitstream/10216/63481/1/000149988.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2023.

RODRIGUES, R. M. **Engenharia de Pavimentos:** parte I – projeto de pavimentos; e parte II – gerência de pavimentos. São José dos Campos: ITA, 2007. Apostila de curso.

SENÇO, W. de. **Manual de técnicas de pavimentação.** 2ª Ed. São Paulo: Pini, 2007.

SILVA FILHO, A. L. e. **Estudo Comparativo de Viabilidade Técnica e Econômica Entre Pavimentos Rígido e Flexível Aplicados a Rodovia BR-408/PE.** Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade do Vale do Ipojuca - FAVIP, Caruaru, 2011. Disponível em: <<http://silo.tips/download/faculdade-do-vale-do-ipojuca-favip-2>>. Acesso em: 02 mar. 2023.

SILVA, P. F. A. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos.** 2. ed. São Paulo: Pini, 2008. 128 p.

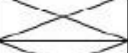
STUCHI, E.T. **Interferências de obras de serviço de água e esgoto sobre o desempenho de pavimentos urbanos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

VIEIRA, S.A.; PINHO Jr, A.A.E.; OLIVEIRA, F.H.L.; AGUIAR, M.F.P. (2016). **Análise comparativa de metodologias de avaliação de pavimentos através do IGG e PCI.** Revista Conexões, Ciência e Tecnologia. 10, n. 3, 20- 30pp. DOI: doi.org/10.21439/conexoes.v10i3.799.

ZOFKA, A. **Proactive pavement asset management with climate change aspects.** Warszawa, 2018. Disponível em: <<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/356/1/012005>>. Acesso em: 07 mar. 2023.

[illegible]

ANEXO B – MODELO DE PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)

RODOVIA: _____ PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)						Data: _____	Folha: _____
TRECHO: _____						Estaca ou Quilômetro	Estaca ou Quilômetro
SUB-TRECHO: _____ REVESTIMENTO TIPO: _____							
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR				0,2		
2	(FC – 2) J, TB				0,5		
3	(FC – 3) JE, TBE				0,8		
4	ALP, ATP, ALC, ATC				0,9		
5	O, P, E				1,0		
6	EX				0,5		
7	D				0,3		
8	R				0,6		
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas IRI e IRI _L	TRE =	TRI =	F =	1 A () 1 B ()		
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv =	TRiv =	FV =	2 A () 2 B ()		
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n =	Σ IND. GRAVID. IND. = IGG				Conceito
1A) IGI = $\bar{F} \times 4/3$ quando $\bar{F} \leq 30$						Operador	
2A) IGI = $\bar{FV}$ quando $\bar{FV} \leq 50$						Cálculo	
1B) IGI = 40 quando $\bar{F} > 30$						Visto	
2B) IGI = 50 quando $\bar{FV} > 50$							