

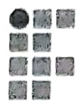
INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS - CÂMPUS FORMOSA
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

WÉLIDA CAROLINE SOUSA ALVES

ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DOS PAVIMENTOS DA
AVENIDA MAESTRO JOÃO LUIZ DO ESPÍRITO SANTO NO MUNICÍPIO DE
FORMOSA-GO

FORMOSA-GOIÁS

2023



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Welida Caroline Sousa Alves

Matrícula: 2038 10 200 800 13

Título do Trabalho: Análise das manifestações patológicas dos parâmetros da síndrome
Manejo João Paulo de Espírito Santo no Município de Formosa-GO.

Autorização - Marque uma das opções

- ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
- ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Formosa 15/02/23
Local Data

Welida Caroline Sousa Alves

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

WÉLIDA CAROLINE SOUSA ALVES

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DOS PAVIMENTOS DA
AVENIDA MAESTRO JOÃO LUIZ DO ESPÍRITO SANTO NO MUNICÍPIO DE
FORMOSA-GO**

TTC 2 apresentado à coordenação do curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Formosa.

Orientador: Prof. Dsc. André Augusto Nóbrega Dantas.

FORMOSA- GOIÁS

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

A474

Alves, Wélida Caroline Sousa

Análise das manifestações patológicas dos pavimentos da Avenida Maestro João Luiz do Espírito Santo no município de Formosa - GO / Wélida Caroline Sousa Alves - 2022.

67 f.: il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dsc. André Augusto Nóbrega Dantas.

TCC (graduação) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Formosa, Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Civil.

1.Pavimentação - Formosa (GO). 2. Asfalto - revestimento - Formosa (GO). 3.Asfalto - patologia - Formosa (GO) I. Dantas, André Augusto Nóbrega. II. Título. III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

CDD: 625.76

Bibliotecária: Camila da Glória de Souza CRB1-DF nº 2626



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS FORMOSA

ATA Nº 02/ 2023

Engenharia Civil / Câmpus Formosa

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

Aos dezoito dias do mês de janeiro de dois mil e vinte e três, às 18:00 horas, foi realizada a sessão pública de apresentação e defesa do Trabalho de Conclusão de Curso II da Graduanda **Wélida Caroline Sousa Alves** (matrícula 20181070080013) do curso de Engenharia Civil, no segundo semestre letivo do ano de dois mil e vinte dois. A defesa ocorreu via web Conferência pelo Google Meet. A banca foi composta pelos seguintes membros:

- André Augusto Nóbrega Dantas (Orientador)
- Alécio Júnior Mattana (Avaliador Interno)
- Yuri Sotero Bomfim Fraga (Avaliador Externo)

Sob a presidência do primeiro. O trabalho de conclusão de curso tem como título "**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DOS PAVIMENTOS DA AVENIDA MAESTRO JOÃO LUIZ DO ESPÍRITO SANTO NO MUNICÍPIO DE FORMOSA-GO**" sob orientação do Prof. André Augusto Nóbrega Dantas. Após a apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso II, tendo sido a autora arguida pela Banca Examinadora, a nota obtida foi **9,0**. A sessão foi encerrada às 19:30 horas. Eu, Prof. André Augusto Nóbrega Dantas, dato e assino a presente ata que segue assinada por todos os membros da Banca.

Prof. André Augusto Nóbrega Dantas

(Assinado eletronicamente)

Prof. Alécio Júnior Mattana

(Assinado eletronicamente)

Prof. Yuri Sotero Bomfim Fraga

(Assinado eletronicamente)

Prof. Fabiano Campos Macêdo

Coordenador do Curso Bacharelado em Engenharia Civil/ Câmpus Formosa

(Assinado eletronicamente)

Documento assinado eletronicamente por:

- **Fabiano Campos Macedo**, COORDENADOR DE CURSO - FUC1 - FOR-CCBENG, em 08/02/2023 15:14:10.
- **Yuri Sotero Bonfim Fraga**, Yuri Sotero Bonfim Fraga - 332105 - Professor assistente de regência de classe - Ifg - Câmpus Formosa (10870883000730), em 01/02/2023 15:47:02.
- **Alecio Junior Mattana**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 25/01/2023 11:22:24.
- **Andre Augusto Nobrega Dantas**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 23/01/2023 11:43:04.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 23/01/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 366933

Código de Autenticação: 769356c04b



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Rua 64 esquina com Rua 11, S/Nº, Expansão Parque Lago, Formosa / GO, CEP 73813-816

(61) 3642-9491 (ramal: 9491), (61) 3642-9493 (ramal: 9493)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ser meu guia, meu sustento em todos os momentos difíceis. Ele sabe tudo que passei para chegar até aqui, todas as lágrimas e sorrisos, todos os dias de estudo.

Aos meus pais, Uender e Tatiana, por me apoiarem desde o início, por serem sinônimos de amor e fraternidade.

Agradeço a meu esposo Breno, por toda paciência nos momentos de aflição, por sempre acreditar em mim e embarcar comigo em todas as minhas decisões, por sempre me motivar e nunca me deixar esquecer que sou capaz.

As minhas amigas Anna Julia, Gleissielle, Juliana e Jaqueline por serem grandes companheiras nessa caminhada e a minha amiga Laisa por ser a pessoa que sempre me acalma nos momentos de turbulência.

Ao meu orientador André, por me auxiliar desde os primórdios da faculdade até o instante.

“Há uma força motriz no mundo mais poderosa que o vapor, a eletricidade e a energia atômica: a vontade.” Albert Einstein.

RESUMO

O uso inadequado de materiais, a má elaboração e execução de projeto, a falta de manutenção, são alguns dos exemplos de fatores geradores do aumento da quantidade de patologias nos pavimentos asfálticos brasileiros, causando desconforto, prejuízo e insegurança aos usuários. Tendo em vista a importância da locomoção, o presente trabalho tem o objetivo de realizar o levantamento das manifestações patológicas na pavimentação da Avenida Maestro João Luiz do Espírito Santo, da cidade de Formosa-GO. A avenida possui um percurso que finaliza no centro da cidade e conta com a presença de Hospital, clínicas, escolas, etc. A análise será realizada por meio de inspeção visual, seguindo as Normas do DNIT, e terá como intuito apontar os problemas e abordar as técnicas de manutenção que poderão ser utilizadas. Ao realizar o estudo das manifestações patológicas, os resultados encontrados demonstram que o trecho além de sofrer problemas na elaboração da pavimentação, também possui problemas com a drenagem da água da chuva. Diante dessa situação, foi indicado possíveis métodos de manutenções da pavimentação para cada manifestações patológicas encontradas. Além de abordar as diferentes manifestações patológicas encontradas no trecho 01 e trecho 02.

Palavras-Chave: Patologias asfálticas; Pavimentos asfálticos; Pavimentos flexíveis; Manifestações patológicas.

ABSTRACT

The inappropriate use of materials, poor project design and execution, lack of maintenance, are some of the examples of factors that generate an increase in the number of pathologies in Brazilian asphalt pavements, causing discomfort, harm and insecurity to users. In view of the importance of locomotion, the present work aims to carry out a survey of pathological manifestations in the paving of Avenida Maestro João Luiz do Espírito Santo, in the city of Formosa-GO. The avenue has a route that ends in the center of the city and has the presence of Hospital, clinics, schools, etc. The analysis will be carried out through visual inspection, following the DNIT Norms, and will aim to point out the problems and address the maintenance techniques that can be used. When carrying out the study of the pathological manifestations, the results found demonstrate that the stretch, in addition to suffering problems in the elaboration of the paving, also has problems with the drainage of rainwater. In view of this situation, possible methods of paving maintenance were indicated for each pathological manifestation found. In addition to addressing the different pathological manifestations found in stretch 01 and stretch 02.

Key words: Asphalt pathologies; Asphalt pavements; Flexible floors; Pathological manifestations.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHTO	<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>
ABPv	Associação Brasileira de Pavimentos
ADP	Asfaltos Diluídos
CBR	<i>California Bearing Ratio</i>
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
CM	Centímetros
CNT	Confederação Nacional do Transporte
DF	Distrito Federal
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EAP	Emulsões Asfálticas
GO	Goiás
GPR	Radar de Penetração no Solo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGG	Índice de Gravidade Global
IPR	Instituto de Pesquisas Rodoviárias
IRI	Índice de Irregularidade Longitudinal
IRT	Termografia Infravermelha
ISC	Índice de Suporte Califórnia
KM	Quilômetros
LVC	Levantamento Visual Contínuo
M	Metros
MG	Minas Gerais
MM	Milímetros
MR	Minas Gerais
RN	Rio Grande do Norte
SE	Sergipe
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TLS	Laser Terrestre Digitalização

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Problemas na pavimentação de Formosa.....	12
Figura 2- Classificação do estado geral das rodovias brasileiras	14
Figura 3- Pavimento da cidade de Formosa	15
Figura 4- Camadas do pavimento flexível.....	16
Figura 5- Deformação elástica pela carga no pavimento flexível	16
Figura 6 - Camadas do Pavimento Semi-Rígidos.....	17
Figura 7 - Camadas do pavimento rígido	17
Figura 8 - Classificação das bases e sub-bases flexíveis e semi-rígidas	18
Figura 9 – Esquema: Fendas.....	20
Figura 10 – Fissura	21
Figura 11 - Trinca Transversal	22
Figura 12 - Trinca Longitudinal	22
Figura 13 - Trinca de Retração	23
Figura 14 - Trinca tipo “Couro de Jacaré”	24
Figura 15 - Trinca tipo “Bloco”.....	24
Figura 16 – Afundamento Plástico	25
Figura 17 - Afundamento de Consolidação	26
Figura 18 - Ondulação ou Corrugação	27
Figura 19 – Escorregamento.....	28
Figura 20 - Exsudação	29
Figura 21 - Desgaste	29
Figura 22 - Panela ou buraco.....	30
Figura 23 - Remendo	30
Figura 24- Instalação de bocas de lobo	32
Figura 25- Divisão dos trechos.....	38
Figura 26- Fissura Transversal	41
Figura 27- Fissura longitudinal	41
Figura 28- Trinca Transversal	42
Figura 29- Trinca Longitudinal	43
Figura 30- Trinca tipo Bloco	44
Figura 31- Trinca tipo “Couro de Jacaré”	45
Figura 32- Afundamento de consolidação.....	46

Figura 33- Afundamento de consolidação com trincas	47
Figura 34- Rotatórias com presenças de corrugação	48
Figura 35- Corrugação.....	48
Figura 36- Corrugação.....	49
Figura 37- Desgaste	50
Figura 38 – Desgaste	50
Figura 39- Buraco	51
Figura 40- Buraco.....	52
Figura 41- Panela.....	52
Figura 42- Remendo	53
Figura 43- Bueiros de esquinas (Trecho 01)	54
Figura 44- Bocas de lobos deterioradas.....	55
Figura 45- Bocas de lobos com resíduos sólidos.....	56
Figura 46- Buraco - Trecho 01	57
Figura 47- Buraco com presença de água - Trecho 01	57
Figura 48- Buraco - Trecho 01	58
Figura 49 – Buraco - Trecho 02.....	58
Figura 50- Buraco - Trecho 02	59
Figura 51- Buraco - Trecho 02	59
Figura 52 - Buraco - Trecho 02	60

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	CONTEXTO GERAL	11
1.2	JUSTIFICATIVA.....	12
1.3	OBJETIVOS.....	13
1.3.1	Objetivo geral	13
1.3.2	Objetivos Específicos	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1	PAVIMENTO	15
2.1.1	Tipos de pavimento	15
2.1.1.1	Pavimento flexíveis	16
2.1.1.2	Pavimentos Semi-Rígidos	17
2.1.1.3	Pavimentos Rígidos.....	17
2.1.2	Camadas que compõem o pavimento.....	18
2.1.3	Revestimento Asfáltico	18
2.1.4	Método de construção da pavimentação	19
2.2	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS PAVIMENTOS	19
2.2.1	Fendas.....	20
2.2.1.1	Fissura	21
2.2.1.2	Trinca.....	21
2.2.1.2.1	Trinca isolada	21
2.2.1.2.2	Trinca interligada	23
2.2.2	Afundamento	25
2.2.3	Afundamento Plástico	25
2.2.4	Afundamento de Consolidação	26
2.2.5	Ondulação ou Corrugação	27
2.2.6	Escorregamento	28
2.2.7	Exsudação.....	28
2.2.8	Desgaste.....	29
2.2.9	Panela ou buraco	30
2.2.10	Remendo.....	30

2.2.11	Remendo profundo	31
2.2.12	Remendo superficial.....	31
2.3	EFEITOS DA ÁGUA NO PAVIMENTO	31
2.4	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM VIAS URBANAS - PESQUISAS NACIONAIS	32
2.5	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM VIAS URBANAS - PESQUISAS NACIONAIS PUBLICADAS INTERNACIONALMENTE.....	34
2.6	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM VIAS URBANAS - PESQUISAS INTERNACIONAIS	35
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	37
3.1	MATERIAIS	39
3.2	MÉTODO DE CONSTRUÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO DO MUNICÍPIO.....	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1	IDENTIFICAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS TRECHOS ..	40
4.2	ANÁLISE DO SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL DOS TRECHOS ESTUDADOS	54
4.3	PRESENÇA DE BURACOS NA PAVIMENTAÇÃO NO PERÍODO CHUVOSO ..	56
5	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	61
	REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO GERAL

Na pré-história, com o homem ainda nômade, não havia transporte, uma vez que tudo era muito próximo. Com o aumento populacional e consequentemente a necessidade de locomoção, o homem começa a domesticação dos animais, possibilitando assim que as viagens fossem facilitadas, e logo após com invenção da roda, e a vasta utilização de carroças (TRANSPORTE, 2022).

Em 1769 o francês Nicolas-Joseph criou a carruagem a vapor, dando início a uma grande revolução. Com o primeiro automóvel criado por Karl Benz em 1886, a revolução já era certa, e esse meio de transporte não deixou mais de ser usado pela população (SOUZA, 2020).

Em 1920 o Brasil passa a montar os seus primeiros automóveis, o ex-presidente do Brasil Getúlio Vargas (1951–1954) inicia um maior investimento em rodovias, aumentando também o transporte de cargas com a utilização de caminhões. Segundo Bernucci (2008), o ano de 1950 foi destacado pelo início da execução dos pavimentos em escala industrial, o mesmo relata que em 1956 no governo de Juscelino Kubitschek a indústria automobilística foi implantada no país, e logo em seguida sucederam, o Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR) e a Associação Brasileira de Pavimentos (ABPv).

A construção da capital do Brasil também foi uma obra realizada no governo de Juscelino Kubitschek. Brasília-DF é uma cidade inteiramente planejada e que proporcionou a criação de novas cidades ao seu entorno, com a vinda de trabalhadores para os serviços de construção da nova capital.

A intensa migração para Brasília contribuiu para uma rápida ocupação dos municípios vizinho. Um deles é o município Formosa-GO, localizada a 79,7 Km de Brasília, está situada no Centro-Oeste. Formosa-GO teve um crescimento populacional considerável e a infraestrutura da cidade cresceu rapidamente, apresentando um aumento populacional de 19,08% nos últimos 10 anos conforme Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - (IBGE, 2020) na pesquisa realizada pelo último CENSO 2010 a cidade contava com 100.085 habitantes, sendo a população estimada para 2021 de 125.705 pessoas, e diante desse cenário, como consequência do aumento populacional, se tem um aumento da frota de veículos, sendo a atual de aproximadamente 78.497 veículos (IBGE, 2021).

Contudo, devido à intensidade do tráfego de veículos, em muitos casos o excesso de cargas, falhas de execução, intempéries, falta de manutenção, entre outros fatores, é notório o crescimento significativo das manifestações patológicas na pavimentação no município de Formosa. Mesmo com a intensa revitalização das ruas, chamado “tapa-buraco”, que conforme o Manual de Pavimentação do DNIT consiste em fazer uma reparação das degradações localizadas no revestimento, como em painéis e depressões, é perceptível o quanto o problema assombra a população por ser tão frequente (DNIT, 2006).

A figura 01 abaixo, mostra uma foto retirada no trecho estudado, nela é possível destacar diversas manifestações patológica na pavimentação.

Figura 1- Problemas na pavimentação de Formosa



Fonte: De autoria própria.

Diante disso, o estudo visa compreender os motivos causadores das manifestações patológicas presentes no pavimento, para propor uma solução plausível, em meio às possibilidades.

1.2 JUSTIFICATIVA

O estudo das manifestações patológicas nos pavimentos do município de Formosa visa contribuir com a melhoria da qualidade do transporte, para um melhor desenvolvimento da infraestrutura local, que dependem diretamente do transporte público. Para um bom deslocamento de um local para o outro é necessário que o revestimento asfáltico tenha capacidade de suportar as cargas que serão exercidas pelos veículos e com o alcance de uma boa pavimentação é possível proporcionar conforto, níveis satisfatórios de segurança e economia no transporte de pessoas e mercadorias.

Consideração a devida importância da pavimentação da cidade, o estudo das manifestações patológicas encontradas no município de Formosa-GO vai proporcionar uma manutenção adequada dos pavimentos, tendo como base principal, a economia para orçamento público, uma vez que após estudada cada manifestação patológica separadamente, será proposta uma solução visando a economia e a durabilidade da manutenção.

Também é importante dizer que o presente trabalho visa uma diminuição do impacto ambiental negativo, tendo em vista que ao realizar o estudo adequado, em pavimentos futuros, os problemas anteriores serão mitigados, com a utilização de materiais adequados, mão de obra qualificada, projetos eficientes, drenagem correta, etc, será evitada a necessidade de correções frequentes de problemas nos pavimentos, e dessa forma preservando a fauna e flora, pois não terá a necessidade da utilização frequente de materiais retirados das jazidas locais.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Analisar os tipos de manifestações patológicas na Avenida Maestro João Luiz do Espírito Santo em Formosa-GO, através de inspeção visual com o estudo de técnicas de manutenção e reabilitação asfáltica, propor uma solução para a melhoria da qualidade da pavimentação do município.

1.3.2 Objetivos Específicos

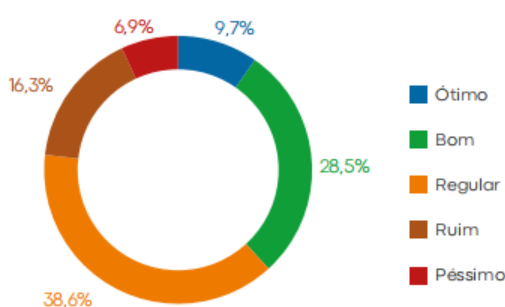
- Identificar as principais manifestações patológicas, através de levantamento fotográfico.
- Verificar diferentes manifestações patológicas encontradas no trecho 01 e trecho 02.
- Indicar terapias para as manifestações patológicas existentes.
- Propor um plano de manutenção preventiva para o pavimento flexível de Formosa-GO.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A pavimentação tem grande importância para todo território nacional, está ligada diretamente ao crescimento econômico de um país. Ela age intrinsecamente no desenvolvimento de indústrias, atividades agrárias, turismo, transporte de pessoas e cargas, etc. A má condição da pavimentação, poderá restringir esse desenvolvimento e pluralizar seus desafios, em contrapartida, a pavimentação de boa qualidade é necessária e evidência o progresso.

De acordo com pesquisa da Confederação Nacional de Transportes (CNT) realizada em 2021, a extensão total das rodovias brasileiras que são pavimentadas corresponde a 12,4%, este valor é equivalente 213,5 mil quilômetros. A pesquisa mensura a partir de análise conjunta das características do pavimento, da sinalização e da geometria da via. Seus resultados são obtidos com a seguinte classificação: Ótimo, Bom, Regular, Ruim e Péssimo, conforme pesquisa, o estado geral das rodovias brasileiras, 61,8% da sua extensão foi classificada como regular, ruim ou péssimo, os dados obtidos são mostrados na figura 02 abaixo.

Figura 2- Classificação do estado geral das rodovias brasileiras



Fonte: (CNT, 2021).

Ademais a pesquisa da CNT identificou que 52,2% (56,970 mil quilômetros) da extensão pesquisada apresentaram algum tipo de problema no pavimento, sendo que 46,9% apresentou pavimento desgastado, podendo conter além do desgaste, trincas isoladas ou em malha, corrugação, exsudação, remendos, desagregação, entre outros.

Diante desse cenário nacional, é importante dizer que o município de Formosa-GO se encontra no Centro-Oeste, e este responde por uma das maiores áreas territoriais, contudo

possuem a menor extensão rodoviária, o que gera impacto na sua potencialidade de desenvolvimento econômico e social (DNIT, 2021).

2.1 PAVIMENTO

Conforme Pugliero (1999) o pavimento tem a função principal de propiciar uma superfície que seja capaz de atender a requisitos de conforto e segurança para o tráfego e manter essas características acima de limites admissíveis em quaisquer condições climáticas.

O pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas de terraplenagem, onde é construída sobre a superfície final, visando resistir a esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima (BERNUCCI, 2008).

Na Figura 03 é apresentado um trecho de um pavimento flexível na Cidade de Formosa–GO próximo ao Posto Paranã na Avenida Maestro João Luiz do Espírito Santo-Parque Laguna II.

Figura 3- Pavimento da cidade de Formosa



Fonte: De autoria própria.

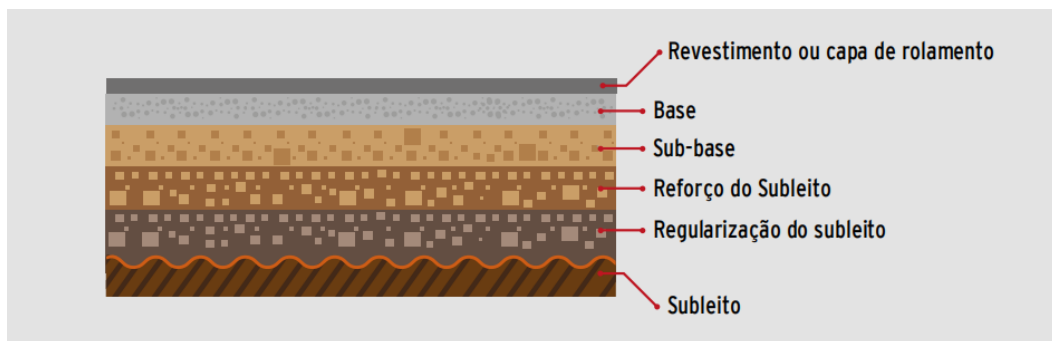
2.1.1 Tipos de pavimento

Os pavimentos são classificados de acordo com a sua rigidez, sendo eles: flexíveis, rígidos e semi-rígidos, o trabalho abordará sobre o pavimento flexível, tendo em vista este ser o usado na pavimentação do município que será estudado.

2.1.1.1 Pavimento flexíveis

O pavimento flexível é composto por várias camadas, onde todas sofrem deformação elástica significativa, a fim das cargas serem distribuídas em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas, exigindo assim, que as camadas do pavimento sejam espessas para proteger o subleito do pavimento (CNT, 2017). Exemplos típicos desse tipo de pavimento, são os construídos por uma base de brita ou por uma base de solo pedregulhoso, revestida por uma camada asfáltica, conforme figura 04 a seguir.

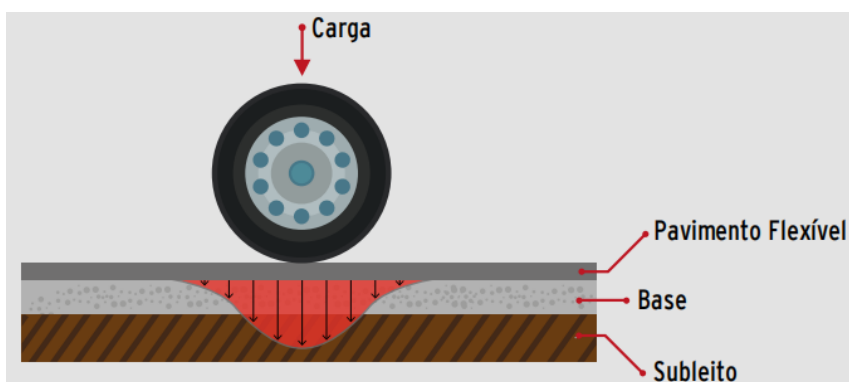
Figura 4- Camadas do pavimento flexível



Fonte – (CNT, 2017).

A figura 05 representa as tensões concentradas nas proximidades do ponto de aplicação da carga:

Figura 5- Deformação elástica pela carga no pavimento flexível



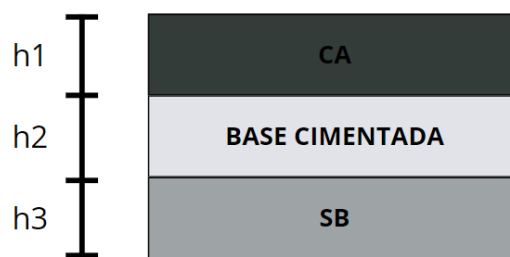
Fonte – (CNT, 2017).

Percebe-se que a carga aplicada, representada pela roda na figura 05, destaca as tensões que são distribuídas pelas camadas do pavimento, evidenciando o importante dimensionamento dessas camadas.

2.1.1.2 Pavimentos Semi-Rígidos

Para SILVA (2008), no pavimento semi-rígido a camada de revestimento é de asfalto com a base de material cimentício e a sub-base de material granular ou solo, conforme representado na figura 06 abaixo.

Figura 6 - Camadas do Pavimento Semi-Rígidos



Fonte: Adaptado de Silva (2008).

2.1.1.3 Pavimentos Rígidos

Os pavimentos rígidos são, na sua maioria, associados aos de concreto de cimento Portland. Segundo DNIT (2006), o seu revestimento possui uma elevada rigidez em comparação com as suas camadas inferiores, sendo o responsável por absorver todas as tensões provenientes do carregamento aplicado. A figura 07 ilustra uma seção transversal típica das camadas de um pavimento rígido.

Figura 7 - Camadas do pavimento rígido

No Brasil, o material principal de revestimento do pavimento é o asfalto. A vida útil desse tipo de pavimento, conforme o Manual de Pavimentação do DNIT, tendo em vista a correta manutenção, é de 8 a 12 anos. O revestimento asfáltico possui a finalidade de impermeabilizar e garantir uma superfície de rolamento segura e confortável, essa camada vai resistir ações causadas pelo tráfego, e tem por finalidade transmitir para às camadas inferiores (DNIT, 2006).

2.1.4 Método de construção da pavimentação

Utiliza-se no país como principais, dois parâmetros de caracterização mecânica para o dimensionamento de pavimentos sendo eles o Índice de Suporte Califórnia (ISC) e Módulo de Resiliência (MR). O ISC também chamado de “*California Bearing Ratio*” (CBR) em inglês, é um ensaio relativo que foi concebido para avaliar o potencial de ruptura do subleito, sendo obtida por meio de ensaio penetrométrico em laboratório, contudo nos Estados Unidos, o ISC foi substituído pelo módulo de resiliência em 1986 pelo guia de projeto norte-americano da *American Association of State Highway and Transportation Officials* – AASHTO (BERNUCCI, 2008).

O ensaio de módulo de resiliência (MR) é feito por meio de equipamentos que simulam a passagem de cargas de rodas, medindo, por impulso as deflexões em vários pontos da bacia de deformação. No Brasil o ensaio de ISC é o mais utilizado devido ao baixo custo dos equipamentos, por mais que o modo de ruptura e as condições de deformidade implícitas ao ensaio não correspondem ao estado de tensões atuante num pavimento (BERNUCCI, 2008).

2.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS PAVIMENTOS

Ao se deparar com a necessidade da construção de uma rua, avenida ou rodovia, é necessário realizar um estudo de caso para tal região, a fim de estabelecer todas as necessidades imediatas e futuras que rodeiam aquele lugar, como também o custo benefício para a construção. O profissional em questão realizará o estudo de caso, estudará o solo e elaborará o projeto mais adequado para aquela região. Contudo, com o passar do tempo, podem aparecer defeitos na pavimentação, que demonstram que, em alguma etapa do processo, houve falha; podendo ser quanto na má elaboração do projeto, como também erros na execução, ou na falha da seleção de materiais, e pôr fim a inadequação nas operações de conservação e manutenção

que são de suma importância para o pavimento se manter com qualidade, tais defeitos são denominados manifestações patológicas.

Para pavimentos com comportamento rígido as manifestações patológicas podem ser estruturais ou funcionais. Segundo Silva (2008) as manifestações patológicas classificadas como estruturais afetam a capacidade do pavimento em suportar as cargas do tráfego, já as funcionais afetam a segurança e as condições de dirigibilidade.

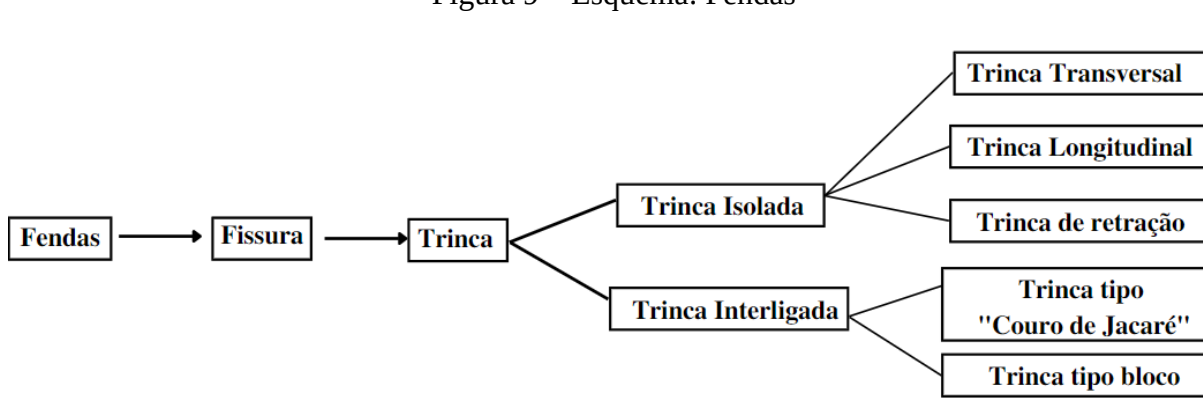
As patologias provenientes dos pavimentos flexíveis são classificadas como: deformação de superfície; defeitos de superfície; panela; trincas e fissuras.

A norma Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semi-rígidos (DNIT 005/2003 – TER), define os termos técnicos, e padroniza a linguagem no que se refere a defeitos nos pavimentos, são descritos por: fendas; afundamentos; ondulação ou corrugação; escorregamento; exsudação; desgaste; panela ou buraco e remendo. Tais patologias estão relacionadas às estruturas e superfície do pavimento. Segue a explicação de cada uma delas, embasado na norma brasileira.

2.2.1 Fendas

Fendas são aberturas de menor ou maior porte, que ocorrem na superfície asfáltica, as fendas podem classificar de diversas formas, como mostra o esquema da figura 09 abaixo.

Figura 9 – Esquema: Fendas



Fonte: De autoria própria

As fissuras são classificadas em função da sua largura, como descrito a seguir:

2.2.1.1 Fissura

São manifestações patológicas que não causam problemas funcionais no pavimento, será assim classificada quando a abertura for perceptível a vista à distância inferior a 1,5 metro, com posicionamento longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, conforme apresentada na Figura 10.

Figura 10 – Fissura



Fonte: (CNT, 2017).

2.2.1.2 Trinca

Neste caso, a abertura é superior à da fissura, sendo facilmente visível e podendo ser classificada como trinca isolada ou trinca interligada.

2.2.1.2.1 Trinca isolada

a.1) Trinca transversal

A trinca transversal pode ser denominada curta ou longa, a depender da extensão que cada uma apresentar, de até 100 cm será classificada como trinca transversal curta, quando superior a 100 cm denomina-se longa. Esse tipo de trinca isolada, apresenta direção predominantemente ortogonal ao eixo da via, conforme apresentada na Figura 11.

Figura 11 - Trinca Transversal



Fonte: (DNIT, 2003).

a.2) Trinca Longitudinal

A trinca longitudinal, também poderá ser denominada curta ou longa, quando apresentar extensão de até 100 cm é denominada trinca longitudinal curta, contudo, quando a extensão for superior a 100 cm nomeia-se trinca longitudinal longa. A direção da trinca longitudinal é predominantemente paralela ao eixo da via, conforme apresentada na Figura 12.

Figura 12 - Trinca Longitudinal



Fonte: (DNIT, 2003).

a.3) Trinca de retração

Trinca atribuída aos fenômenos de retração térmica, podendo ser também ao material do revestimento ou do material de base rígida, ou semi-rígida subjacentes ao revestimento trincado, conforme apresentada na Figura 13.

Figura 13 - Trinca de Retração



Fonte: (Pinheiro, 2019).

2.2.1.2.2 Trinca interligada

Há duas classificações para esse tipo de trinca, sendo:

b.1) Trinca tipo “Couro de Jacaré”

Essas trincas não possuem direções preferenciais, em alguns casos podem apresentar erosão acentuada nas bordas e assemelham-se ao aspecto de couro de jacaré, conforme apresentada na Figura 14.

Figura 14 - Trinca tipo “Couro de Jacaré”



Fonte: (DNIT, 2003).

b.2) Trinca tipo “Bloco”

Caracterizam por apresentarem configuração de blocos, com formatos bem definidos, podendo, em alguns casos, apresentar erosão acentuada nas bordas, conforme apresentada na Figura 15.

Figura 15 - Trinca tipo “Bloco”



Fonte: (DNIT, 2003).

2.2.2 Afundamento

O afundamento é caracterizado por depressão da superfície do pavimento, sendo uma deformação permanente, podendo ser acompanhada, ou não, de solevamento. O afundamento pode apresentar-se sob duas formas, afundamento plástico e afundamento de consolidação.

2.2.3 Afundamento Plástico

Esse afundamento é causado pela fluência plástica, podendo ser de uma ou mais camadas do pavimento, ou até mesmo do subleito, acompanhado de solevamento. O afundamento plástico local, acontece quando ocorre a extensão de até 6 m, contudo, quando a extensão for superior a 6 m, estando localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento plástico da trilha de roda, conforme apresentada na Figura 16.

Figura 16 – Afundamento Plástico



Fonte: (CNT, 2017).

2.2.4 Afundamento de Consolidação

Afundamento causado pela consolidação diferencial, sendo de uma ou mais camadas do pavimento, ou subleito, no que difere do afundamento plástico, esse afundamento não está acompanhado de solevamento. O afundamento de consolidação local, acontece quando ocorre a extensão de até 6 m, contudo, quando a extensão for superior a 6 m, estando localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento de consolidação da trilha de roda, conforme apresentada na Figura 17.

Figura 17 - Afundamento de Consolidação



Fonte: (CNT, 2017).

2.2.5 Ondulação ou Corrugação

A ondulação ou corrugação são apresentadas por deformação caracterizada por ondulações, ou corrugações, sendo elas transversais na superfície do pavimento, conforme apresentada na Figura 18.

Figura 18 - Ondulação ou Corrugação



Fonte: (DNIT, 2003).

2.2.6 Escorregamento

No escorregamento há o aparecimento de fendas com formato de meia-lua, sendo basicamente um deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, conforme apresentada na Figura 19.

Figura 19 – Escorregamento



Fonte: (CNT, 2017).

2.2.7 Exsudação

A exsudação ocorre quando há um excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, pelo fato da migração do ligante através do revestimento, conforme apresentada na Figura 20.

Figura 20 - Exsudação



Fonte: (CNT, 2017).

2.2.8 Desgaste

O desgaste se caracteriza por sua aspereza na superfície do revestimento, é o efeito de arrancamento progressivo do pavimento, provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego, conforme apresentada na Figura 21.

Figura 21 - Desgaste



Fonte: (DNIT, 2003).

2.2.9 Panela ou buraco

A panela ou buraco caracteriza-se por ser uma cavidade que se forma no revestimento na qual pode alcançar as camadas inferiores do pavimento e provocar a desagregação dessas camadas, conforme apresentada na Figura 22.

Figura 22 - Panela ou buraco



Fonte: (CNT, 2017).

2.2.10 Remendo

O remendo ocorre quando ao preenchimento da panela ou buraco na operação denominada de “tapa-buraco”, conforme apresentada na Figura 23.

Figura 23 - Remendo



Fonte: (CNT, 2017).

Há dois tipos de remendo, podendo ser:

2.2.11 Remendo profundo

Habitualmente esse remendo apresenta forma retangular, nele há substituição do revestimento e, eventualmente, de uma ou mais camadas inferiores do pavimento.

2.2.12 Remendo superficial

O remendo superficial é basicamente uma correção, em área localizada, da superfície do revestimento, pela aplicação de uma camada betuminosa.

2.3 EFEITOS DA ÁGUA NO PAVIMENTO

O bom desempenho de um pavimento depende, fundamentalmente, das condições de drenagem, a água livre acumulada na seção pode causar recalques progressivos. Por mais que haja inúmeras evidências de que uma boa drenagem é fundamental para o desempenho do sistema ferroviário, esse assunto ainda é normalmente negligenciado (SUZUKI, 2014).

Em geral, os efeitos danosos da água livre na estrutura de pavimento de acordo com Suzuki (2014) são:

- Redução da resistência dos materiais granulares não estabilizados e do solo no subleito;
- Bombeamento nos pavimentos de concreto com consequente formação de vazios, de degraus, trincamento e deterioração dos acostamentos,

- Bombeamento dos finos da base granular dos pavimentos flexíveis pela perda de suporte da fundação, devido à elevada pressão hidrodinâmica gerada pelo movimento do tráfego.
- Comportamento e desempenho insatisfatório dos solos expansivos devido à presença de água;
- Trincamento do revestimento (asfáltico e concreto de cimento Portland) em função do contato com a água.

No sistema de rede de drenagem se encontram as bocas de lobo, elas têm o formato de caixas coletoras e são construídas em alvenaria. Esses dispositivos possuem a função de receber as águas pluviais, que correm pelas sarjetas e são direcionadas à rede coletora. As bocas de lobo não devem ser instaladas em esquinas, por ser o trecho de máxima vazão pela sarjeta e para que o fluxo da água não atrapalhe a passagem de pedestres. A figura 24 representa essa situação (NAKAMURA, 2011).

Figura 24- Instalação de bocas de lobo



Fonte: Nakamura (2011)

2.4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM VIAS URBANAS - PESQUISAS NACIONAIS

Bernardes (2015) propôs uma recuperação no pavimento flexível em área de tráfego pesado devido à implantação de lombadas eletrônicas, foram encontradas diversas manifestações patológicas nos trechos com instalação destes dispositivos. As manifestações patológicas foram encontradas antes das lombadas eletrônicas principalmente nos trechos de

declives com inclinações maiores de 3%, causados pelas freadas bruscas sempre no mesmo trecho, entretanto os maiores números de manifestações patológicas foram observados após as lombadas, devido os esforços de tração dos veículos, sendo maiores que esforços de frenagens. Concluiu-se que as lombas eletrônicas não devem ser implantadas com inclinação maior que 3%, seguido da importância de placas informando a velocidade máxima de forma regressiva para, dessa forma, evitar frenagens localizadas. As soluções sugeridas pelo autor seria fazer a fresagem e retirada de toda a capa asfáltica danificada e utilizar Asfalto Melhorado com Borracha moída (“Asfalto Ecológico”), por possuir maior recuperação elástica, outra solução proposta foi a de utilizar o Asfalto modificado por Polímeros que possuem maior resistência.

Sá (2017) realizou um estudo de caso da caracterização do solo empregado como material de base em uma via na cidade de Aracaju-SE e as suas manifestações patológicas, sendo o objetivo, o estudo do processo de execução da pavimentação asfáltica analisando o material de base utilizado nas ruas do bairro Aruanda. Concluiu-se através de visualizações em campo, que alguns procedimentos executivos estavam fora do padrão das normas do DNER e através dos ensaios realizados em laboratórios foi constatado que o material de base utilizado para a pavimentação, não seria o mais adequado, os ensaios concluíram-se que o material de base quase não possuía argila, sendo esse necessário para o devido envelopamento e compactação apropriados.

Aguiar (2018) em uma análise de manifestações patológicas, realizou o estudo de caso da rua Francisco Ciríaco de Carvalho, localizada na cidade de Caratinga-MG, o objetivo foi identificar métodos e técnicas com maior resistência para o reparo das manifestações patológicas, com a realização de um estudo prévio, a autora apresentou possibilidades de melhorias para o sistema através de materiais mais eficientes além de conscientizar a importância da conservação. A proposta de melhoria visou a utilização de materiais mais eficazes para a operação “tapa-buraco” destacando-se a utilização de asfalto-borracha, na qual iria beneficiar quanto o pavimento quanto o meio ambiente, pois esse tipo de asfalto dão um fim aos pneus inservíveis, melhorando assim a mobilidade urbana e reduzindo os perigos prejudiciais ao bem-estar social.

Soares (2019) apresentou uma solução para a manutenção de defeitos funcionais na RN-233 na cidade de Apodi, o estudo foi realizado pelo revestimento asfáltico da rodovia, utilizando os métodos de Índice de Gravidade Global (IGG) e Levantamento Visual Contínuo (LVC) e o Índice de Irregularidade Longitudinal (IRI) para a avaliação superficial do pavimento. A autora propôs, por meio dos resultados obtidos com a utilização dos métodos, a execução de uma nova

camada de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) de 6 cm para todo o trecho analisado, consistindo-se numa solução viável para o pavimento.

Fidelis *et al.* (2021) realizaram a análise das tensões e deformações atuantes no pavimento do tipo flexível num condomínio do Valle da Serra em Betim-MG, por meio de estudos do solo sobre as características geotécnicas. O sistema utilizado foi ELSYM5, e os resultados encontrados orientados pelo Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos do DNIT (2006), foram baixos, e segundo a pesquisa, pode se concluir que houve erro no cálculo do projeto de pavimentação. Os autores concluem que para a restauração da estrutura ser de modo efetiva, será necessário recalcular o projeto e reconstruir as camadas de reforço do subleito, base e revestimento, com espessuras capazes de suportar as solicitações de carga do pavimento.

2.5 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM VIAS URBANAS - PESQUISAS NACIONAIS PUBLICADAS INTERNACIONALMENTE.

Kern *et al.* (2020) realizaram o monitoramento de dois trechos do pavimento da rodovia da BR-448 do Rio Grande do Sul. O objetivo foi avaliar a evolução da capacidade estrutural e as condições funcionais do pavimento. Concluíram-se que as deformações e defeitos superficiais pouco variaram devido às espessas camadas de asfalto utilizadas (19 cm), contudo, em umas das análises foi observado uma segregação significativa da mistura asfáltica, reduzindo o atrito do pneu com a pavimentação. Os dados obtidos pelos autores estão auxiliando no desenvolvimento de uma versão preliminar de um novo método brasileiro de dimensionamento que será feito por meio de um Software chamado MediNa, com o objetivo de melhorar a vida útil dos pavimentos, conforme autores.

Silva *et al.* (2021) realizaram o estudo das manifestações patológicas em pavimentos flexíveis na cidade de Teófilo Otoni, localizada no estado de Minas Gerais, o levantamento foi realizado por meio fotográfico e constaram-se que haviam mais rachaduras no trecho analisado, os autores concluíram que os danos apresentados se devem à má execução do pavimento juntamente com a falta de manutenção, diante disso, a proposta de recuperação seria o uso do método de micro-revestimento para as rachaduras e frestas, além da recomendação da realização periodicamente de ações corretivas e ações de manutenções preventivas nas vias pavimentadas.

Pereira & Pinheiro (2021) analisaram um trecho localizado na rodovia AM-010, onde relatado pelos autores que o estado crítico é facilmente verificado, a avaliação in loco identificou diferentes tipos de manifestações patológicas, sendo os buracos mais comum em todo o trecho analisado, a principal recomendação dos autores para solucionar tais problemas é a manutenção corretiva e preventiva da rodovia, feita por especialistas e com materiais atualizados de excelente qualidade.

2.6 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM VIAS URBANAS - PESQUISAS INTERNACIONAIS

Moreno *et al.* (2013) realizaram na Universidade de Granada – Espanha, o estudo do reaproveitamento de pneus desconstruídos como sistema antirreflexo de tapete rachado em pavimentos asfálticos, tendo em vista que a rachadura por fadiga é um dos problemas mais comuns que afetam a pavimentação, e a fim de minimizar o efeito causado por esse problema foi obtido a partir de pneus desconstruídos um novo produto, onde foi projetado e testado como “tapetes antirreflexo”, esse material foi fabricado a partir das camadas resistentes do pneu, sendo utilizado como um sistema colocado entre as camadas do pavimento com o objetivo de reduzir o efeito causado pelos processos de fissuração por fadiga, o artigo apresentou as características desses produtos e retoma seu desempenho mecânico numa seção de pavimentos testadas em laboratório. Os resultados mostraram que a aplicação desse sistema pode ser uma solução interessante para reduzir o impacto causado por esta patologia.

Adlinge (2015) estudou as possíveis causas de problemas na pavimentação, descrevendo lições aprendidas com as falhas no pavimento e os problemas vivenciadas nos projetos na Índia. Destaca-se o aumento repentino na carga de tráfego, onde o projeto é baseado em cargas menores, sendo a principal causa de rachaduras, a variação de temperatura levando ao aparecimento de rachaduras, o fornecimento de acostamentos ruins levando a falhas de borda, o fornecimento de subleito argiloso pobre resulta em ondulação nas superfícies e aumento do desnível, más condições de drenagens, na qual forçam a entrada de água no pavimento a partir dos lados e o aquecimento excessivo do betume que reduz a propriedade de ligação do betume ou se for baixa a compactação não será adequada, levando a ondulações longitudinais.

Alaamri *et al.* (2017) identificaram os tipos mais comuns de trincas e defeitos que ocorrem numa estrada chamada Izki, como também os diferentes tipos de rachaduras e sugerem

manutenções. Os resultados encontrados mostraram falha nas camadas da estrada, além da mistura asfáltica chegar ao local fria, de forma errônea, também foram relatados falta de drenagem de água, retração térmica de matérias asfálticos e alto estresse devido ao tráfego pesado. Concluíram-se que para a manutenção das rachaduras o ideal é realizar o preenchimento para evitar a entrada de umidade no subleito, para a construção de estradas com o alto tráfego os autores recomendam aumentar a espessura da camada de asfalto para mais de 70 mm.

Lagüela *et al.* (2018) realizaram o estudo do uso conjunto de três técnicas, sendo: radar de penetração no solo (GPR) para detecção de manifestações patológicas internas, termografia infravermelha (IRT) para avaliação do estado do subsolo da estrutura e laser terrestre digitalização (TLS) para a medição precisa da geometria e detecção de defeitos externos, onde cada técnica adquire dados de diferentes naturezas e diferentes partes da infraestrutura possibilitando a detecção precisa de patologias superficiais e internas. Concluíram-se, que as três técnicas revelaram uma interpretação integrada, permitindo revelar informações anteriormente desconhecidas, e eram obtidas com o uso de testes tradicionais invasivos.

Mehdi *et al.* (2022) realizaram o estudo da evolução de um indicador estrutural de pavimentos, que tem como finalidade estabelecer uma representação cartográfica, com o objetivo de visualizar e interpretar diferentes deteriorações estruturais do pavimento, com base na análise dos resultados da inspeção viária utilizando medidas do Deflectógrafo LACROIX e do analisador de perfil longitudinal; a localização do estudo cobre uma extensão de 50 km da Estrada Nacional Marroquina, que conecta as cidades de Meknes e Khemisset. Os resultados obtidos mostraram que a ferramenta desenvolvida é eficaz para integrar, gerenciar, armazenar, exibir, mapear, consultar e analisar espacialmente dados de estradas, de forma que permite os gestores terem um auxílio no processo de alocação de recursos e justificação nos seus pedidos de orçamento para manutenção e reconstrução dos pavimentos.

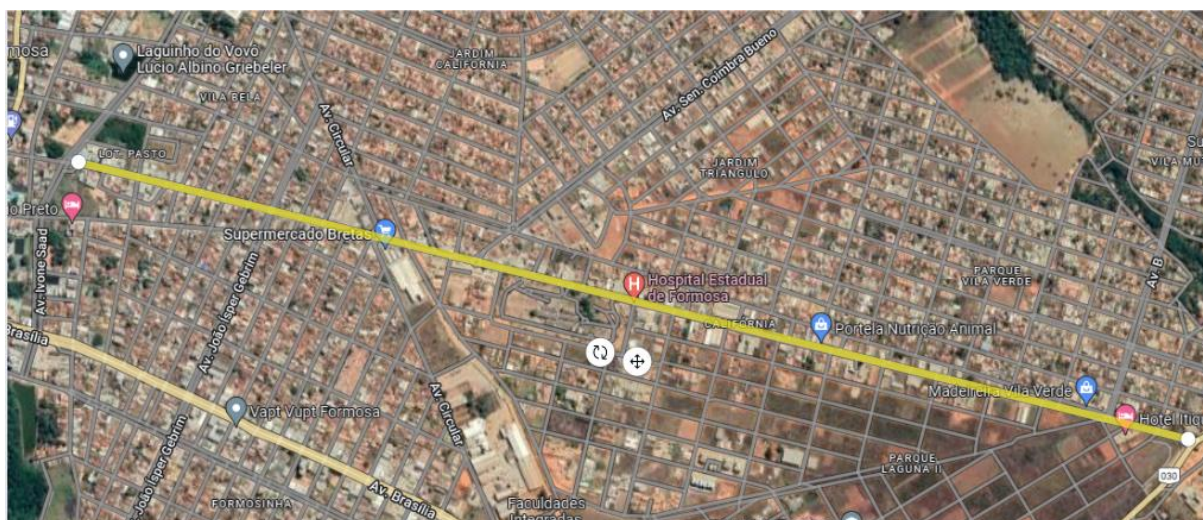
3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia aplicada ao trabalho atende as normas do DNIT–Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes (DNIT, 2003), que consiste na avaliação da superfície do pavimento por meio do levantamento visual contínuo. Primeiramente foi realizada uma revisão bibliográfica em artigos científicos, normas, livros, materiais digitais e pesquisas que possui o conteúdo relacionado ao tema abordado. Posteriormente realizou-se a divisão dos trechos da avenida escolhida para estudo, com o objetivo de que fossem aproximadamente com as mesmas dimensões. O primeiro trecho inicia no centro da cidade e finaliza no Hospital Regional, sendo esse o ponto de início do segundo trecho que finalizando na BR-020. Foram realizadas visitas periodicamente a fim de verificar sua durabilidade e possíveis aparições de manifestações patológicas, coletando assim os dados em campo, por meio de registros fotográficos e anotações.

Os tipos de manifestações patológicas nos pavimentos serão classificados pela norma Brasileira DNIT 005/2003, as quais pode citar: fendas, trincas isoladas, trincas interligadas, afundamentos, ondulações, desgastes, exsudação e panelas, e seus levantamentos seguirá rigorosamente a Norma DNIT-Pavimento Rígido - Inspeção visual (DNIT 060/2004). Também será feito um estudo de cada patologia encontrada na pavimentação a fim de realizar recomendações contendo a melhor forma para solucionar.

Avenida Maestro João Luiz do Espírito Santo é destacada na figura 24 com o auxílio do software Google Maps.

Figura 24 - Apresentação do trecho



Fonte: Google Maps.

A presente pesquisa avaliou a Avenida Maestro João Luiz do Espírito Santo, que possui uma distância total de 3,46 km. A avenida dá acesso a uma das entradas e saídas da cidade para BR-020 e o seu percurso total finaliza no centro da cidade, o trecho conta com a presença do Hospital Regional de Formosa, clínicas, escolas de idiomas, cinema, supermercados de grande porte, postos de gasolinas, etc.

O levantamento das manifestações patológicas no pavimento seguiu rigorosamente a Norma DNIT–Levantamento visual contínuo para a avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos (DNIT, 008/2003). A norma traz que a divisão dos trechos deve possuir uma extensão mínima de 1 km e máxima de 6 km. A inspeção visual foi realizada através de levantamento fotográfico, analisado e comparado com a literatura de pavimentação vigente e manuais do DNIT (2003) para classificar e nomear as manifestações patológicas encontradas.

O percurso total foi dividido em dois trechos para facilitar o trabalho de inspeção, dessa forma foi escolhido como divisor, o local onde se encontra o Hospital Estadual de Formosa, como destacados abaixo (figura 25).

Legenda:

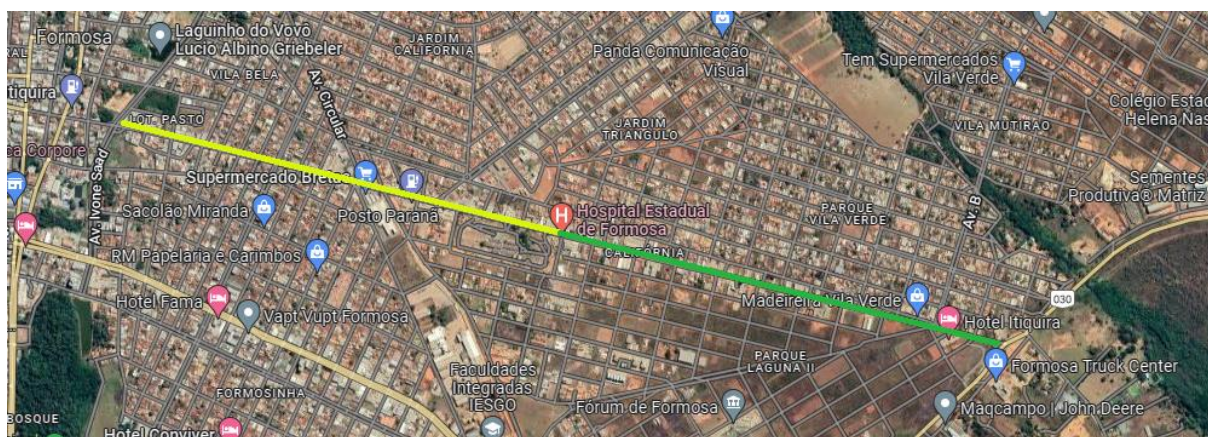
Trecho 1 com distância de 1,74 Km



Trecho 2 com distância de 1,72 Km



Figura 25- Divisão dos trechos



Fonte: Google Maps.

3.1 MATERIAIS

Os materiais utilizados para realização do trabalho foram simplificados, tendo em vista que pela norma do DNIT – Levantamento visual contínuo para a avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos (DNIT, 008/2003), são de cunho visual, dessa forma foram necessários o auxílio de uma câmera fotográfica digital, trena, prancheta com papel e caneta para as anotações referentes as localidades de cada manifestações patológicas encontrada no pavimento como também o dia e horário da visita ao local a ser estudado.

3.2 MÉTODO DE CONSTRUÇÃO DA PAVIMENTAÇÃO DO MUNICÍPIO

De acordo com o acervo da Secretaria de Infraestrutura da Prefeitura Municipal de Formosa-GO, 2022, o revestimento em Tratamento Superficial Duplo (TSD) é constituído por duas aplicações sucessivas de ligante betuminoso, sendo cobertas, cada uma, por camada de agregado mineral, submetidas à compressão e a faixa granulométrica adotada é a “C” do DNIT.

O projeto de infraestrutura de pavimentação da cidade de Formosa-GO apoia-se no Método de Dimensionamento de Pavimento Flexível do DNER/DNIT-1966/79, que tem como base o trabalho “Design of Flexible Pavements Considering Mixed Loads and Traffic Volume”, da autoria de W. J. Turnbull, C. R. Foster e R.G. Ahlvin, do Corpo de Engenheiros do Exército dos E.E.U.U. e conclusões obtidas na Pista Experimental da AASHTO, com as considerações pertinentes às finalidades do Programa Asfalto Novo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante das análises da Avenida Maestro João Luiz do Espírito Santo, são representadas as manifestações patológicas asfálticas por meio de fotografias, suas classificações seguem as especificações da norma do (DNIT 005/2003-TER), sendo apresentado os principais problemas encontrados no trecho 01 e 02 no período de 2021 - 2022.

Abaixo de cada imagem, possui uma legenda destacando o trecho que se encontra tal problema e a data em que a imagem foi registrada.

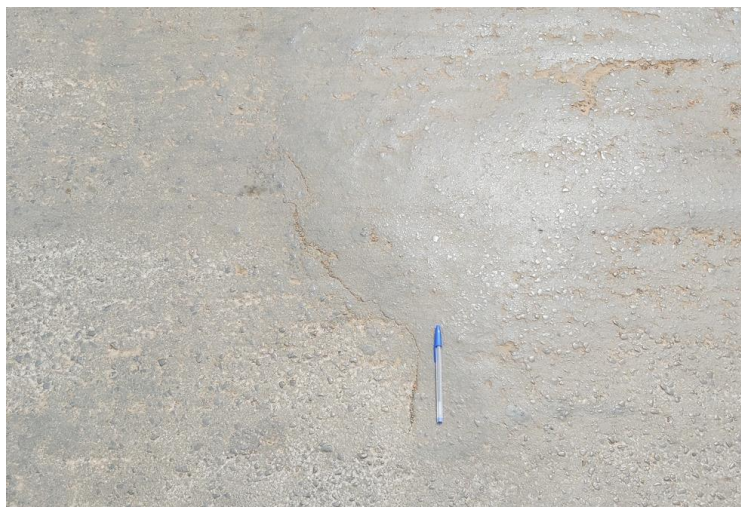
4.1 IDENTIFICAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS TRECHOS

Ao longo dos dois trechos foram observadas 12 manifestações patológicas distintas, as figuras de 25 a 42 destacam cada uma delas.

Nos trechos avaliados foram encontradas fissuras transversais e longitudinais, conforme CNT (2017) as causas dessa manifestação patológica podem ser devido à má dosagem do asfalto ou compactação em momento inadequado, ou excessiva. As fissuras pelo decorrer da avenida, facilitam a penetração de água no interior da pavimentação e ao penetrar, amolece as camadas do pavimento na qual diminui a capacidade de resistir aos esforços gerados pelo tráfego (SILVA, 2008).

Abaixo é destacado na figura 26 uma fissura transversal encontrada no trecho 01 e na figura 27 uma fissura longitudinal encontrada no trecho 02.

Figura 26- Fissura Transversal



Fonte: De autoria própria.

Trecho: 01

Data: 07/09/2022

Figura 27- Fissura longitudinal



Fonte: De autoria própria.

Trecho: 02

Data: 07/09/2022

As fissuras, por mais que ainda não causam problemas funcionais nem estruturais na pavimentação, devem servir de alerta para problemas futuros. Ao encontrar fissuras na superfície do revestimento, é necessário fazer manutenção preventiva, de modo a retardar a evolução do problema como, por exemplo, através de selagem, esse processo tem a finalidade de evitar que seja necessário realizar uma manutenção corretiva, que demanda uma restauração de maior magnitude e custo (SÁ, 2017).

Nos trechos foram observadas trincas de diferentes formas, as trincas no revestimento podem ser causadas pela fadiga, que ocorre pela ação cíclica de esforços (repetição da passagem de carga de veículos) (SILVA, 2008).

No trecho 01 foram encontradas trincas transversais e longitudinal. A trinca isolada transversal é classificada como defeito funcional e estrutural, pois causam irregularidades e enfraquecem o revestimento do pavimento. As principais causas desse problema são a propagação de trincas nas camadas inferiores à do revestimento e contração da capa asfáltica causada devido a baixas temperaturas ou ao endurecimento do asfalto (CNT, 2017).

É importante destacar que através das trincas, durante o período de chuvas ou até mesmo após o mesmo, pode haver o bombeamento de finos, esse fenômeno se caracteriza pela saída de água pelas trincas do pavimento, que ocorre pela ação das cargas do tráfego, os finos (argila ou silte) são levados à superfície pela água, dessa forma deve se eliminar a água acumulada no pavimento, através de uma boa drenagem subterrânea. (FERNANDES, 1999).

Esse bombeamento causa recalque diferenciais no pavimento e conduz à formação de novas trincas (SILVA, 2008). Na figura 28 é destacado uma trinca transversal encontrada no trecho 01.

Figura 28- Trinca Transversal



Fonte: De autoria própria.

Trecho: 01

Data: 16/05/2021

Na figura 29 é destacado uma trinca longitudinal encontrada no trecho 01. As principais causas das trincas longitudinais são: má execução da junta de construção, reflexão de trincas,

assentamento da fundação, retração do revestimento de asfalto, ou estágio inicial da fadiga (SILVA, 2008).

Figura 29- Trinca Longitudinal



Fonte: De autoria própria.

Trecho: 01

Data: 07/09/2022

Para as trincas fazem-se necessário realizar uma conservação corretiva rotineira, fazendo uma selagem das trincas que consiste basicamente no enchimento manual de trinca no revestimento betuminoso, com material asfáltico para impedir a penetração de água nas camadas inferiores do pavimento (DNIT, 2006).

A trinca tipo bloco foi encontrada no trecho 02, é destacada pela figura 30, essa manifestação patológica é classificada como defeito funcional, pavimentos com grandes trincamentos em bloco causam irregularidades estruturais por reduzirem a integridade do pavimento (CNT, 2017).

Figura 30- Trinca tipo Bloco



Fonte: De autoria própria.

Trecho: 02

Data: 16/05/2021

As principais causas da trinca tipo bloco são a contração da capa asfáltica devido à alternância entre altas e baixas temperaturas e baixa resistência à tração da mistura asfáltica (CNT 2017).

As trincas tipo couro de jacaré representa um estágio avançado de fadiga, na figura 31 é destacada essa manifestação patológica encontrada no trecho 01.

Figura 31- Trinca tipo “Couro de Jacaré”



Fonte: De autoria própria.

Trecho: 01

Data: 15/05/2022

Essas trincas apresentam um nível alto de severidade, a manutenção sugerida seria um reparo permanente utilizando recapeamento, no caso de um tratamento superficial do revestimento, sugere-se a aplicação de lama asfáltica (FRANÇA, 2017).

Também foram observados afundamentos nos dois trechos, eles são ocasionados pelo tráfego intenso de veículos, como também o excesso de carga de veículos pesados. Em regiões mais quentes, a elevada temperatura também ocasiona o afundamento (CNT, 2021). Na figura 32 é destacado no trecho 02 um afundamento permanente, podendo ter tido como causa a consolidação das camadas subjacentes.

Figura 32- Afundamento de consolidação



Fonte: De autoria própria.

Trecho: 02

Data: 16/05/2021

De acordo com Bernucci (2008), o afundamento por consolidação é causado por problemas ou deficiências construtivas, falhas de compactação, problemas de drenagem, rupturas por cisalhamento e, em geral desenvolvem-se trincas nas depressões, conforme encontrado no trecho 01 (figura 33).

Figura 33- Afundamento de consolidação com trincas



Fonte: De autoria própria.

Trecho: 01

Data: 15/05/2022

O tratamento para afundamentos pode ser realizado com duas técnicas, sendo elas recapeamento e fresagem. O recapeamento estrutural é feito com a construção de uma ou mais camadas asfálticas sobre o pavimento existente, na qual é geralmente incluída, uma camada para corrigir o nivelamento do pavimento antigo, seguida de uma camada com espessura uniforme. A remoção por fresagem é recomendada previamente à execução de camadas de recapeamento, por ser a principal forma de remoção do revestimento, tanto para reciclagem como para acerto da superfície a ser recapeada. A fresagem tem uma grande vantagem por se realizar a reciclagem nos processos de recuperação de pavimentos degradados, tendo dessa forma uma preservação ecológica de recursos mineiras escassos (YOSHIZANE, 2005).

Nos trechos foram encontradas corrugação nas duas rotatórias, destacada na figura 34. A corrugação é caracterizada por apresentar comprimento de onda da ordem de centímetros a dezenas de centímetros em geral ocorre em área de aceleração ou desaceleração, rampas sujeitas ao tráfego de veículos pesados e lentos, curvas, entre outros locais (BERNUCCI, 2008).

Figura 34- Rotatórias com presenças de corrugação



Fonte: Google Maps

Nas figuras 35 e 36 são destacadas as corrugações encontradas tanto no trecho 01 como no trecho 02.

Figura 35- Corrugação



Fonte: De autoria própria.

Trecho: 01

Data: 15/05/2022

Figura 36- Corrugação



Fonte: De autoria própria.

Trecho: 02

Data: 07/09/2022

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

Para as corrugação recomenda-se também a aplicação da técnica de fresagem e recapeamento (AGUIAR, 2018).

Observou-se ainda no trecho 01 analisado, a presença de desgaste por uma considerável extensão, essa manifestação patológica é observada nos registros realizados em 2021 e 2022 como destacadas nas figuras 37 e 38.

Figura 37- Desgaste



Fonte: De autoria própria.

Trecho: 01

Data: 16/05/2021

Figura 38 – Desgaste



Fonte: De autoria própria.

Trecho: 01

Data: 15/05/2022

A figura 38 demonstra um caso típico de degradação do pavimento, correspondendo ao desprendimento em forma de placa, da camada de desgaste relativamente à camada inferior, podendo ter como causa mais influente a espessura reduzida da camada desgaste, uma deficiente ligação entre esta e a camada betuminosa seguinte ou até a falta de estabilidade da camada de desgaste (FRANCISCO, 2009).

As principais causas do desgaste são falhas de adesividade ligante-agregado, presença de água aprisionada e sobreposição em vazios da camada de revestimento, gerando deslocamento de ligante, deficiência no teor de ligante, problemas executivos ou de projeto de misturas (CNT, 2017).

A aplicação da lama asfáltica é o principal meio de manutenção de pavimentos desgastando, sendo um elemento de impermeabilização e rejuvenescimento da condição funcional do pavimento (BERNUCCI, 2008).

As manifestações patológicas, classificadas como panela ou buraco, foram encontrados nos dois trechos, tanto nos anos de 2021 quanto no ano de 2022, destacadas pelas figuras 39, 40 e 41.

Figura 39- Buraco



Fonte: De autoria própria.

Trecho: 02

Data: 16/05/2021

Figura 40- Buraco



Fonte: De autoria própria.

Trecho: 02

Data: 27/04/2022

Figura 41- Panela



Fonte: De autoria própria.

Trecho: 01

Data: 07/09/2022

Os buracos são evoluções das trincas, afundamentos ou desgaste, nos meses de chuva, há uma tendência de se formarem mais buracos nas ruas e rodovias, a água é comprimida e, como ela é incompressível, tende a desagregar ou amolecer as camadas do pavimento. Conforme a CNT (2017), a deficiência na compactação e falha na imprimação também são causas dessa manifestação patológica.

A imprimação é feita através de uma execução de um filme asfáltico podendo de denominado de pintura de ligação (são aplicadas com emulsões asfálticas), que possui uma função de aderir uma camada à outra ou imprimação impermeabilizante (são aplicadas com asfaltos diluídos), que impermeabiliza uma camada de solo ou granular antes do lançamento da camada superior (BALDO, 2015).

A atividade de manutenção das panelas é o remendo, sendo considerado um reparo permanente, sendo que, logo após, deve ser feito o recapeamento. Contudo, umas das principais causas dessa manifestação patológica como já mencionado é o acúmulo de água na superfície, o que pode indicar a precariedade de um sistema de drenagem eficiente (FRANÇA, 2017).

O preenchimento de panelas é uma atividade de conservação da pavimentação, contudo é considerado como defeito por apontar um local de fragilidade do revestimento e em alguns casos provocarem danos ao conforto ao rolamento (BERNUCCI, 2008). A figura 42 destaca uma área de remendo encontrada no trecho 2.

Figura 42- Remendo



Fonte: De autoria própria.

Trecho: 02

Data: 07/09/2022

As principais causas são carga de tráfego, emprego de material de má qualidade, ação do meio ambiente e má construção conforme a CNT, (2017). O remendo é uma manutenção temporária e devem ser utilizados em casos específicos. Não sendo um fator reabilitador do asfalto (FRANÇA, 2017).

4.2 ANÁLISE DO SISTEMA DE DRENAGEM SUPERFICIAL DOS TRECHOS ESTUDADOS

Com a realização de uma análise do sistema de drenagem superficial dos trechos estudados na Avenida Maestro João Luiz do Espírito Santo, no trecho 1, foram observados no dia 7 de setembro de 2022 a presença de boca de lobo alocados em esquinas de forma errônea (figura 43), evidenciando assim, a má elaboração de projeto de drenagem da referida avenida.

Figura 43- Bueiros de esquinas (Trecho 01)



Fonte: De autoria própria.

Outro problema evidente, é referente ao mal estado dessas bocas de lobos, prejudicando a finalidade principal que é a captação das águas pluviais. A figura 44 mostra três bocas de lobos encontradas no trecho 01, uma foi tampada por tábuas, outra teve sua superfície deteriorada e a terceira está totalmente impossibilitada de receber água da chuva.

Figura 44- Bocas de lobos deterioradas



Fonte: De autoria própria.

Outra preocupação que tange esse assunto é a limpeza das bocas de lobo, (figura 45) tendo em vista o início das chuvas na cidade no mês de setembro de 2022, as condições das bocas de lobos encontram em sua maioria com acúmulo de resíduos sólidos, o que com a vinda da chuva, possam a vir comprometer o funcionamento destes dispositivos.

Figura 45- Bocas de lobos com resíduos sólidos



Fonte: De autoria própria.

Ademais, é importante deixar claro que por mais que a drenagem da cidade não se encontra em suas melhores condições, esse assunto é bastante peculiar, pois para resolver tal impasse, seria necessário um estudo avançado. Contudo, há ações alternativas de imediato que podem ser realizadas pela Prefeitura do Município, de modo a ter uma melhor absorção da água superficial, para evitar acúmulos de água na superfície do pavimento. Conforme Suzuki (2014) para evitar eventuais sujeiras é recomendado que as bocas de lobo sejam protegidas por grelhas. Também é necessário fazer a reconstrução superficial dessas bocas de lobo que se encontram em estados de desmoronamento.

4.3 PRESENÇA DE BURACOS NA PAVIMENTAÇÃO NO PERÍODO CHUVOSO

Diante das chuvas que ocorreram no período de novembro e dezembro de 2022 foi nítida a presença de vários buracos nos dois trechos, abaixo segue as figuras 46 a 52 retiradas no trecho 1 e 2 no dia 05/12/2022.

Figura 46- Buraco - Trecho 01



Fonte: De autoria própria.

Figura 47- Buraco com presença de água - Trecho 01



Fonte: De autoria própria.

Figura 48- Buraco - Trecho 01



Fonte: De autoria própria.

Figura 49 – Buraco - Trecho 02



Fonte: De autoria própria.

Figura 50- Buraco - Trecho 02



Fonte: De autoria própria.

Figura 51- Buraco - Trecho 02



Fonte: De autoria própria.

Figura 52 - Buraco - Trecho 02



Fonte: De autoria própria.

Nas imagens é possível notar que os buracos formados nos trechos estão associados a pontos de fragilidades do pavimento, por apresentarem trincas, afundamentos e desgastes ao redor dos buracos. Fica evidente que a presença de água no pavimento causa muitos defeitos funcionais e estruturais, reduzindo a vida útil do pavimento.

5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

No trecho 01 foi possível perceber na pavimentação uma grande área que apresenta desgaste, essas manifestações patológicas não foram encontradas no trecho 02. Os demais problemas foram percebidos nos dois trechos. Essa diferença pode ter ocorrido devido ao tráfego do trecho 01, ser mais intenso ao longo do dia do que do trecho 02, devido ao fato do trecho 01 finalizar no Hospital, demandando um maior fluxo de veículos. Além disso, esses pavimentos podem ter sido construídos em épocas distintas. Contudo, não é possível afirmar essas, pois não foi possível ter acesso às informações de quando e como foram construídos os trechos, nem mesmo a intensidade do tráfego da avenida.

As principais manifestações patológicas encontradas na avenida, antes que se iniciasse o período de chuva no município, foram as trincas e afundamentos, por demandarem uma manutenção corretiva. Contudo, ao se iniciar as chuvas a problemática se volta para os buracos, que causam grandes transtornos aos motoristas.

Concluídos os estudos individualizados dessas manifestações encontradas nos trechos 1 e 2, com uma ênfase nas possíveis causas e soluções, foi possível perceber que a pavimentação da avenida se encontra em seu pior estado nos períodos de chuvosos, evidenciando problemas na pavimentação e na rede de drenagem da avenida.

Acerca das variações de problemas encontradas nos trechos da avenida, é sugerido a fresagem de todo o trecho e, logo a após, um recapeamento total da área. Ademais, nos locais que a pavimentação se encontra com as camadas inferiores danificadas, sugere-se uma reconstrução do pavimento.

É necessário que a Prefeitura de Formosa, realize ao decorrer dos meses uma manutenção preventiva da pavimentação da Avenida, para assim evitar que seja necessário realizar uma manutenção corretiva, que demanda mais tempo e gasto. Para isso é necessário da atenção para as fissuras e trincas da pavimentação, mesmo que estas não causam tantos problemas funcional como um buraco, é possível perceber que com o contato da água pode ser intensificado essas manifestações patológicas.

Contudo, a proposta de solução apresentada, apenas se tornará eficaz com a correção dos problemas relatados nas redes de drenagem da avenida. Propõe-se para um projeto futuro a realização de um trabalho acadêmico com possíveis soluções para um novo planejamento de uma rede de drenagem para os dois trechos. Ademais, para pesquisas futuras, também se faz

necessário o estudo do controle dos materiais utilizados na execução da pavimentação, a verificação dos projetos, além do estudo do dimensionamento e da inclinação da pista.

REFERÊNCIAS

ADLINGE, SHARAD S.; GUPTA, A. K. Pavement deterioration and its causes. **International Journal of Innovative Research and Development**, v. 2, n. 4, p. 437-450, 2013.

AGUIAR, VANESSA CRISTINA NEVES. Análise de Patologias em Pavimentação Asfáltica- Estudo de Caso da Rua Francisco Ciríaco de Carvalho Caratinga. Trabalho de Conclusão de Curso, 2018.

ALAAMRI, REEM SALIM NASSER; KATTIPARUTHI, RAFEEQ AMEEN; KOYA, ALAA MOOSA. Evaluation of Flexible Pavement Failures-A Case Study on Izki Road. **International Journal of Advanced Engineering, Management and Science (IJAEMS) Engineering, Management and Science (IJAEMS)** [https://dx. doi. org/10.24001/ijaems](https://dx.doi.org/10.24001/ijaems), v. 3, n. 6, p. 3, 2017.

BALBO, JOSÉ TADEU. **Pavimentação asfáltica: materiais, projeto, e restauração**. Oficina de Textos, 2015.

BERNARDES, DAVID JÚNIOR. Recuperação de pavimentos flexíveis em áreas de tráfego pesado devido à implantação de lombadas eletrônicas. **e-RAC**, v. 5, n. 1, 2015.

BERNUCCI, LIEDI BARIANI et al. Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro, v. 504, p. 27, 2008.

CNT. Pesquisa CNT: **Pesquisa cnt rodovias**. 2021. Disponível em: https://pesquisarodovias.cnt.org.br/downloads/ultimaversao/Pesquisa_CNT_Rodovias_2021_Web.pdf. Acesso em: 22 fev. 2022.

CNT. Pesquisa CNT: **por que os pavimentos das rodovias do brasil não duram?** 2017. Disponível em: <https://repositorio.itl.org.br/jspui/bitstream/123456789/191/1/Transporte%20Rodovi%C3%A1rio%20-%20Por%20que%20os%20pavimentos%20das%20rodovias%20do%20Brasil%20n%C3%A3o%20duram.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2022.

DA SILVA, HEBERSON TEIXEIRA et al. Study of pathologies on flexible floors in the city of Teófilo Otoni, Minas Gerais State, Brazil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p. e59710716928-e59710716928, 2021.

DNIT 008/2003 – PRO: **Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

DNIT 009/2003 – PRO: **Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003. semirígidos - Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

DNIT. **Manual de Pavimentação**. Rio de Janeiro, 3. ed., 2006. 278p.

DNIT. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Rio de Janeiro, 2006, 314p.

FIDELIS, DANIELA CAROLINE GONÇALVES FIGUEIREDO et al. Análise do Comportamento Estrutural e Surgimento de Patologias do Pavimento Flexível em Virtude do Tráfego Solicitante no Condomínio Valle da Serra em Betim-MG. **Paramétrica**, v. 13, n. 14, 2021.

FRANÇA, FREDERICO LEMOS; FERNANDES, TÁRSIS; JORGE, MADAY. Patologias em pavimentos asfáltico, Trabalho de Conclusão de Curso, Anápolis-Go, 2017, Universidade Estadual de Goiás.

FERNANDES JÚNIOR, JOSÉ LEOMAR; ODA, SANDRA; ZERBINI, LUIZ FRANCISCO. **Defeitos e atividades de manutenção e reabilitação em pavimentos asfálticos**. São Carlos: Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos Departal\1Ento de Transportes, 2006. 105 v. Disponível em: <http://repositorio.eesc.usp.br/bitstream/handle/RIEESC/7448/Defeitos%20e%20atividades%20de%20manuten%C3%A7%C3%A3o%20e%20reabilita%C3%A7%C3%A3o%20em%20pavimentos%20asf%C3%A1lticos.pdf?sequence=1>. Acesso em: 15 nov. 2022.

FRANCISCO, VANESSA DIAS LOPES FERNANDES. A drenagem superficial e o seu impacto funcional e estrutural na vida dos pavimentos rodoviários. Dissertação submetida para

satisfação parcial dos requisitos do grau de mestre em engenharia civil. Faculdade de engenharia, Universidade do Porto. 2009.

KERN, CAMILA *et al.* Monitoring analysis of two pavement sections of highway BR-448/RS included in the Asphalt Thematic Network Project. **Transportes**, [S.L.], v. 28, n. 2, p. 63-75, 15 maio 2020. Lepidus Tecnologia. <http://dx.doi.org/10.14295/transportes.v28i2.2082>.

LAGÜELA, SSUSANA *et al.* Joint use of GPR, IRT and TLS techniques for the integral damage detection in paving. **Construction and Building Materials**, v. 174, p. 749-760, 2018.

MEHDI, MOHAMMED AMINE *et al.* Evolution Study of the Pavement Structural Indicator Based on Evenness and Deflection Results Using a GIS Tool Mapping. **Geomate Journal**, v. 23, n. 95, p. 144-153, 2022.

MORENO-NAVARRO, F.; SOL-SÁNCHEZ, M.; RUBIO-GÁMEZ, M. C. Reuse of deconstructed tires as anti-reflective cracking mat systems in asphalt pavements. **Construction and Building Materials**, v. 53, p. 182-189, 2014.

NAKAMURA, JULIANA. **Como instalar bocas de lobo**. 2011. Saneamento. Disponível em: <http://www.fcsaneamento.com.br/portal/index.php/dicas-fc/147-como-instalar-bocas-de-lobo>. Acesso em: 09 out. 2022.

PEREIRA, BRUNO RAMOS; PINHEIRO, ERIKA CNM. Flexible Pavement Analysis-Study of a critical stretch on the AM highway-010. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 8, p. 6, 2021.

PINHEIRO, IGOR. **As Patologias Mais Comuns nas Estradas**: patologias. Patologias. 2019. Inovacivil. Disponível em: <https://www.inovacivil.com.br/as-patologias-mais-comuns-nas-estradas/>. Acesso em: 05 set. 2020.

SÁ, MARCELO MENEZES BARBOZA de. Caracterização do solo empregado como material de base em uma via na cidade de Aracaju e suas patologias: estudo de caso. Monografia, 2017, Instituto Federal de Sergipe-IFS.

SILVA, PAULO FERNANDO A. Manual de patologia e manutenção de pavimentos. 2. ed. São Paulo: Pini, 2008. 128 p.

SOARES, MIELA RAFAELA TORRES PINTO. Proposta de solução para manutenção de defeitos funcionais na RN-233 na cidade de Apodi/RN. Monografia, 2019, Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

SOUZA, CAROLINE BRAGA Patrocínio de. **Evolução Histórica do Transporte de Carga**. 2020. Disponível em: <https://portogente.com.br/portopedia/111710-evolucao-historica-do-transporte-de-carga>. Acesso em: 20 jun. 2022.

SUZUKI, CARLOS YUKIO. **Drenagem superficial de pavimentos**: conceitos e dimensionamentos. Superficial de Pavimentos: Oficina de Textos, 2014. 174 p. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/174945/epub/0?code=dae0Bh0kHIAeMJ1mvhrYifeSprYU05bKUQcY5LVP0mnR2AJN/zQXc4FyHq1idibI6PLAlYuyglxOKXEPnXMe5g>. Acesso em: 25 set. 2022.

TRANSPORTE, Meios de. **A evolução dos meios de transporte**: da tração animal aos veículos terrestres motorizados. Da Tração Animal Aos Veículos Terrestres Motorizados. Disponível em: <https://sites.google.com/site/andandonofuturo/a>. Acesso em: 01 dez. 2022.

YOSHIZANE, HIROSHI PAULO. Defeitos, Manutenção e Reabilitação de Pavimento Asfáltico. Universidade Estadual de Campinas, Centro Superior de Educação Tecnológica Ceset, Limeira, 2005.