

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

GRADUAÇÃO EM BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PAVIMENTO FLEXÍVEL -
ESTUDO DE CASO EM DETERMINADOS PONTOS DA AVENIDA ARTÊMIA
PIRES- FEIRA DE SANTANA, BAHIA**

SHEILA MIRANDA CORREIA SOUZA

Feira de Santana, 2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
GRADUAÇÃO EM BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PAVIMENTO FLEXÍVEL -
ESTUDO DE CASO EM DETERMINADOS PONTOS DA AVENIDA ARTÊMIA
PIRES- FEIRA DE SANTANA, BAHIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Bacharelado em Engenharia Civil.

Orientador (a): Prof. Sérgio Santos de Jesus

SHEILA MIRANDA CORREIA SOUZA

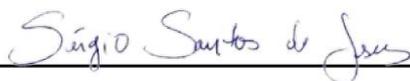
Feira de Santana, 2021

SHEILA MIRANDA CORREIA SOUZA

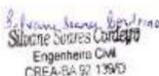
**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PAVIMENTO
FLEXÍVEL - ESTUDO DE CASO EM DETERMINADOS PONTOS DA
AVENIDA ARTÊMIA PIRES- FEIRA DE SANTANA, BAHIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Bacharelado em Engenharia Civil.

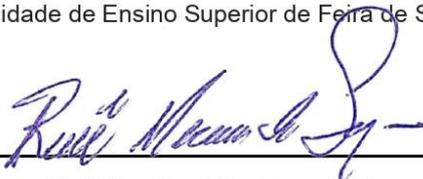
Trabalho aprovado em 30 de novembro de 2021



Prof. Msc. Sérgio Santos de Jesus
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Orientador



Prof. Esp. Silvane Soares Cordeiro
Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana



Prof. Dr. Renê Medeiros de Souza
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Sheila Miranda Correia Souza

Análise das manifestações patológicas no pavimento flexível – Estudo de caso em determinados pontos da Avenida Artêmia Pires – Feira de Santana, Bahia. / Sheila Miranda Correia Souza– Brasil, 2021 – 54 p.:il. (algumas coloridas); 30 cm

Orientador: Sérgio Santos de Jesus

Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB

Bacharelado em Engenharia Civil, 2021.

1.Pavimentação flexível. 2. Manifestações patológicas. I. Sergio Santos de Jesus. II. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. III. Análise das manifestações patológicas no pavimento flexível – Estudo de caso em determinados pontos da Avenida Artêmia Pires – Feira de Santana, Bahia.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida e por ter me dado força para chegar até aqui e realizar o meu sonho. Tudo é para ti, meu Pai!

Agradeço a minha mãe, M^a Aurora, pela ajuda e conselhos, sem ela eu não estaria aqui. Sou grata eternamente a ela, pois, se eu tenho algo na vida, é por causa de todo esforço que ela tem feito, essa realização é nossa.

Ao meu pai e meus irmãos, pelo companheirismo, estamos juntos!

Meu esposo, Wesley, que soube me apoiar na formação do curso e me acompanhar para a realização deste trabalho, te amo!

Aos amigos, Elder e Danielle, pelo companheirismo e desabafo ao longo do curso.

A meu orientador, Sérgio, pelo incentivo e conselhos para terminar esse trabalho com êxito.

E, por fim, a todos aqueles que não foram citados, mas que contribuíram durante esta pesquisa.

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PAVIMENTO FLEXÍVEL -
ESTUDO DE CASO EM DETERMINADOS PONTOS DA AVENIDA ARTÊMIA
PIRES- FEIRA DE SANTANA, BAHIA**

RESUMO

A pavimentação asfáltica tem sido uma das principais infraestruturas necessárias para o funcionamento e crescimento de uma cidade, pois possibilita qualidade de vida e avanço na economia, ajudando no processo de modernização das cidades. A proposta inicial deste trabalho é analisar de forma crítica uma parte do trecho da Avenida Artêmia Pires, localizado no bairro Sim da cidade de Feira de Santana. A partir de visitas “in loco” e registros fotográficos identificaram-se as principais manifestações patológicas deste pavimento, tais como, “panela/buraco”, trincas longitudinais, afundamento local e “couro de jacaré”. A rodovia é o principal modal de transporte do país, porém, o poder público tem negligenciado medidas para a preservação das rodovias, acarretando uma pavimentação de péssima estrutura, sendo notório a presença de várias manifestações patológicas.

Palavras-chave: pavimentação asfáltica; manifestação patológica.

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PAVIMENTO FLEXÍVEL -
ESTUDO DE CASO EM DETERMINADOS PONTOS DA AVENIDA ARTÊMIA
PIRES- FEIRA DE SANTANA, BAHIA**

ABSTRACT

Asphalt paving has been one of the main infrastructures necessary for the functioning and growth of a city, as it enables quality of life and advancement in the economy, helping in the process of modernization of cities. The initial proposal of this work is to critically analyze a part of the section of Avenida Artêmia Pires, located in the Sim neighborhood of the city of Feira de Santana. From "in loco" visits and photographic records, the main pathological manifestations of this pavement were identified, such as "pot/hole", longitudinal cracks, local sinking and "alligator leather". The highway is the main mode of transport in the country, however, the public power has neglected measures to preserve the highways, causing a paving of poor structure, being notorious the presence of several pathological manifestations.

Keywords: asphalt paing; pathological manifestation.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAUQ – Concreto Asfáltico Usinado a Quente

CBUQ - Concreto Betuminoso Usinado a Quente

CNT - Confederação Nacional do Transporte

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

PMFS – Prefeitura Municipal de Feira de Santana

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Condições de tráfego	15
Figura 2: Pavimento Rígido (corte longitudinal).....	16
Figura 3: Distribuição de tensão no pavimento rígido	16
Figura 4: Pavimento Semiflexível (corte transversal)	17
Figura 5: Pavimento Flexível (corte transversal)	18
Figura 6: Distribuição de tensão no pavimento flexível	20
Figura 7: Deformação referente a grandes raios.....	22
Figura 8: Deformação referente a grandes raios.....	23
Figura 9: Deformação referente a pequenos raios	23
Figura 10: Deformação referente a pequenos raios	24
Figura 11: Escorregamento subjacente do pavimento	24
Figura 12: Ondulações	25
Figura 13: Deformação do tipo localizada	26
Figura 14: Deformação “Pegada”	26
Figura 15: Trinca transversal longa	28
Figura 16: Trinca longitudinal longa	28
Figura 17: Fendas parabólicas/retração.....	29
Figura 18: Fendilhamento tipo “Couro de jacaré”	30
Figura 19: Degradação Inerte Polido.....	31
Figura 20: Painela/ buraco	32
Figura 21: Movimento de materiais exsudação	33
Figura 22: Mancha de umidade.....	33
Figura 23: Bombeamento de finos	34
Figura 24: Remendo superficial.....	35
Figura 25: Remendo profundo.....	36
Figura 26: Extensão Avenida Artêmia Pires.....	39
Figura 27: Divisão do trecho avaliado	39
Figura 28: Trecho avaliado.....	40
Figura 29: Afundamento local, trinca interligada “couro de jacaré”, painela/buraco e remendo	41
Figura 30: Desagregação superficial.....	42

Figura 31: Desagregações Superficiais e Panela/buraco.....	43
Figura 32: Trinca longitudinal e Afundamento local.....	44
Figura 33: Ondulações	44
Figura 34: Ausência de elementos de drenagem	45
Figura 35: Remendo e afundamento local	46
Figura 36: Remendo e desagregação superficial	47
Figura 37: Remendos.....	48
Figura 38: Ausência de elementos de drenagem	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	OBJETIVO GERAL	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1	Breve história sobre a pavimentação no Brasil	14
3.2	Aspecto geral da Pavimentação.....	15
3.2.1	Pavimento rígido.....	15
3.2.2	Pavimento semirrígido	17
3.2.3	Pavimento flexível.....	18
3.3	Manifestações patológicas em pavimentos flexíveis	21
3.3.1	Classificação patológica	21
3.3.2	Tipos de patologias em pavimentos flexíveis.....	22
3.4	Efeitos das manifestações patológicas na ocorrência de acidentes	36
4	METODOLOGIA	38
4.1	Definição da área de estudo	38
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	40
5.1	Registros fotográficos dos defeitos dos trechos.....	40
5.2	Reconstrução dos trechos	46
6	CONCLUSÕES.....	50
7	REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

A pavimentação asfáltica tem como objetivo melhorar as condições de trafegabilidade. Isso consiste em uma estrutura capaz de suportar as cargas provenientes dos veículos e distribuir nas camadas do subsolo, fazendo com que não haja deformações elevadas por um período aceitável.

No entanto, nem todas as vias possuem boas qualidades como prometido, por conta da falta de planejamento, utilização de materiais de qualidades inferiores e má execução, acarretando vias precárias. E, isso se dá pela falta da importância merecida no sistema viário em geral.

O Brasil possui uma grande malha rodoviária, porém de acordo com a Confederação Nacional do Transporte - CNT 2017, em torno de 60% das rodovias brasileiras apresentam algum tipo de deformidade e, por esse motivo são classificadas como regulares, ruins ou péssimas.

Segundo Oliveira (1994), o interesse político, por questão estratégica, sempre foi na execução de novas obras, deixando de lado o reparo dos defeitos das obras antigas, acarretando consequências graves ao sistema viário, como sua degradação acima da média e esgotamento precoce da vida útil.

Diariamente, os usuários acabam sendo penalizados, pois afeta diretamente o tráfego nas cidades como na redução da velocidade nas ruas e avenidas, atrasos em congestionamentos, maior consumo de combustível, elevado custo operacional dos veículos e acidentes, o que acaba afetando a segurança e o conforto de seus usuários.

O sistema viário urbano, não vem sendo analisado com a importância merecida. Isto não se trata apenas no local de estudo deste trabalho, mas em diversos pontos do país que apresentam pavimentos em elevado estado crítico após muitos anos sem nenhuma conservação ou restauração mal executados.

No município de Feira de Santana, especificamente em alguns pontos da Av. Artêmia Pires, apresenta precariedade em determinados pontos e com constantes problemas, tais como, pavimentação esburacadas ou com rachaduras o que tem sido transtornos para os motoristas, ciclistas e pedestres, dificultando ainda mais o fluxo

do trânsito na região, conseqüentemente trazendo uma qualidade de vida insatisfatória.

Vale ressaltar que são poucos os estudos técnicos aplicados à pavimentação urbana, dito que a maior parte das pesquisas relacionadas à pavimentação estão voltados ao meio rodoviário, porém é importante considerar que existem diferentes termos entre a pavimentação rodoviária para a urbana, como é o caso de algumas exigências cobradas durante a execução e manutenção. Nesse caso, serão consideradas algumas informações obtidas na pavimentação rodoviária.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar os pavimentos flexíveis da zona urbana da Avenida Artêmia Pires na cidade de Feira de Santana no que se refere à existência de deformidades e propor recomendações para restauração e reparo destas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fazer uma revisão de literatura sobre o tema
- Identificar as inconformidades existentes no pavimento flexível no trecho da Avenida Artêmia Pires, localizado no município de Feira de Santana;
- A partir de análise visual pontar as prováveis causas das inconformidades encontradas no trecho da Avenida Artêmia Pires;
- Pesquisar informações sobre as últimas manutenções que foram realizadas nas vias analisadas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Breve história sobre a pavimentação no Brasil

Segundo Bernucci et al. (2010), a história da pavimentação está associada à própria história, como o surgimento dos continentes, conquistas de espaços territoriais, cultural e desenvolvimento. Em 1560, surgiu uma das primeiras estradas pavimentadas, no governo de Mem de Sá, sendo conhecida como Estrada do Mar, ligando São Vicente ao planalto de Piratininga.

De acordo com Balbo (2007), em meados do século XX, era comum o emprego da utilização de camada de macadame hidráulico ou betuminoso sobre os subleitos, pavimentando as estradas de terra. A primeira experiência ocorreu na construção do Caminho do Mar, de São Paulo a Cubatão, mas já considerando as extensões pavimentadas e as condições geométricas gerais da rodovia.

No Brasil, o pavimento rígido deu início no Brasil em 1927, na estrada entre as cidades do Rio de Janeiro e Petrópolis, dando início ao emprego de cimento Portland na pavimentação, em seguida, em 1938, deu início a construção da atual BR 232, localizada em Recife a Caruaru, também utilizando técnicas de pavimento rígido. Seguindo no decorrer dos anos, em 1950, iniciou a construção do pavimento de concreto no estado de Pernambuco, sendo que muitos deles estão em utilização até hoje.

Atualmente, o Brasil tem procurado estratégias de melhorias para as condições de tráfego nas vias, porém de acordo com a Confederação Nacional de Transporte 2017, mesmo com tamanha importância do modal rodoviário para a economia brasileira, a malha pavimentada não é o suficiente quando comparada ao tamanho total da extensão das rodovias, como mostra a Figura 1, a seguir;

Figura 1: Condições de tráfego



Fonte: CNT, 2016

Além disso, a malha rodoviária pavimentada do país é muito baixa quando comparada com a densidade da malha de outros países que possuem dimensões semelhantes às do Brasil, tais como Estados Unidos e China.

3.2 Aspecto geral da Pavimentação

Quando se trata de Pavimento é tradicionalmente classificado em três tipos, tais como: rígidos, semirrígidos e flexíveis, porém, será enfatizado o pavimento flexível, pois é o de interesse nesse estudo.

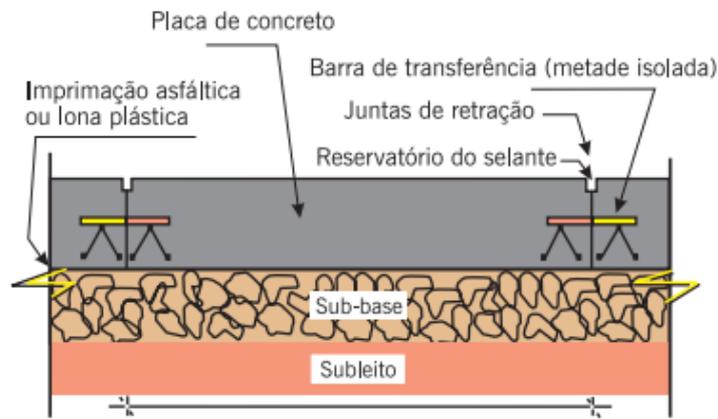
3.2.1 Pavimento rígido

3.2.1.1 Estrutura

De acordo com Bernucci et al. (2010), o revestimento do pavimento rígido é como uma placa de concreto de cimento Portland e, a sua espessura varia de acordo com a resistência à flexão placas de concreto e da resistência das camadas subjacentes, nesse tipo de pavimento podem conter barras de aço ou não, isso irá depender do que exige no projeto, a durabilidade desse tipo de revestimento é alta,

podendo durar em média de 30 anos, segue a Figura 2 de como é composto o pavimento do tipo rígido.

Figura 2: Pavimento Rígido (corte longitudinal)



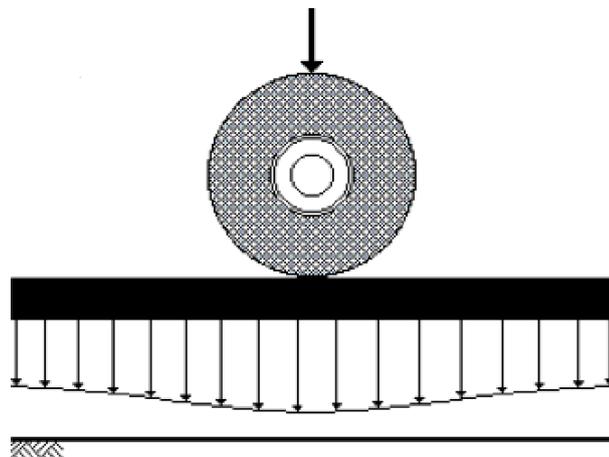
Fonte: Bernucci et al., 2010

:

3.2.1.2 Funcional

Pelo fato de o revestimento nesse tipo de pavimento ser bastante rígido em relação às camadas inferiores, portanto, absorve praticamente todas as tensões devido ao tráfego e a carga que está sendo aplicado nessa camada. (Manual do DNIT, 2006, p.95). Como mostra a Figura 3 a seguir:

Figura 3: Distribuição de tensão no pavimento rígido



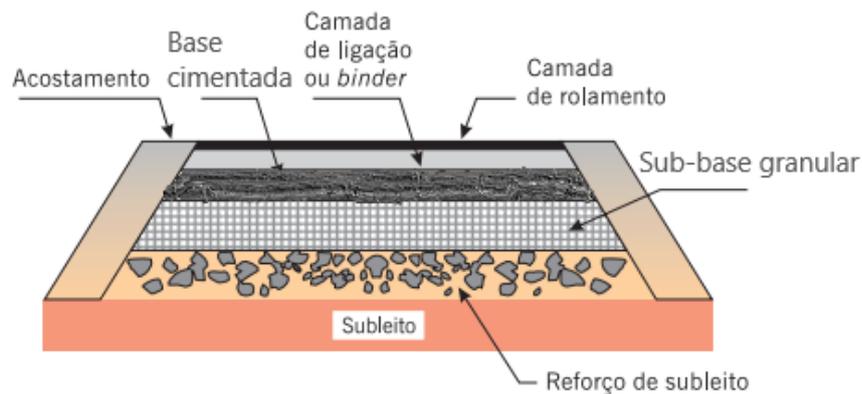
Fonte: Cintra, 2012

3.2.2 Pavimento semirrígido

3.2.2.1 Estrutura

Nesse tipo de pavimento, sua estrutura possui uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias, no caso, uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica, apresentando resistência às solicitações de tração, como mostra na Figura 4. (Manual do DNIT, 2006, p.95).

Figura 4: Pavimento Semiflexível (corte transversal)



Fonte: Adaptada pela autora, 2021

3.2.2.2 Funcional

Pelo fato de a base nesse tipo de pavimento ser tratada com ligantes hidráulicos, tais como, cimento Portland ou cal hidratada, faz com que sua camada fique mais rígida, apresentando resistência à tração devido às cargas de tráfego.

3.2.3 Pavimento flexível

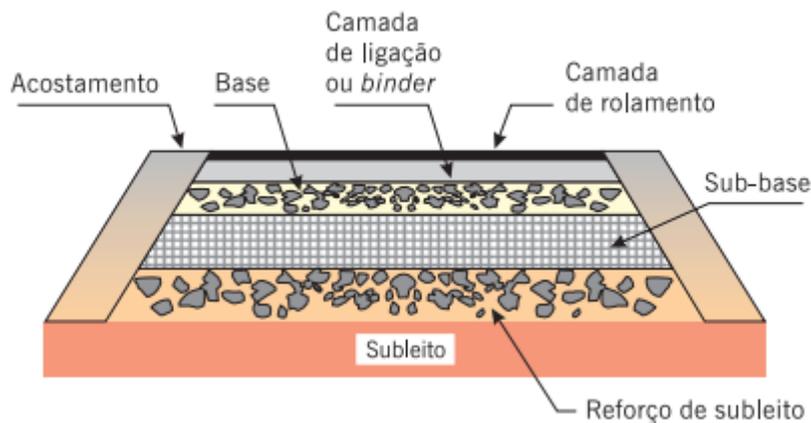
O pavimento flexível, segundo Bernucci et al. (2010):

*“O revestimento asfáltico é a camada superior destinada a **resistir diretamente às ações do tráfego e transmiti-las de forma atenuada às camadas inferiores**, impermeabilizar o pavimento, além de melhorar as condições de rolamento (conforto e segurança).”*

3.2.3.1 Estrutura

O pavimento flexível é composto por agregados e ligantes asfálticos, sendo formada por quatro camadas, tais como: revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito, segue a Figura 5 de como é composto o pavimento do tipo flexível.

Figura 5: Pavimento Flexível (corte transversal)



Fonte: Bernucci et al., 2010

De acordo com a NBR 7207/82 o pavimento é constituído por quatro camadas, como mencionado acima, segue então algumas definições de cada camada pré-existente nesse tipo de pavimento:

- **Subleito**

É o terreno natural que passa por compactação (terraplanagem) ou substituição de material para aumentar a rigidez e receber o pavimento.

- **Sub-base**

Composta por materiais granulares (rocha) para sustentar e diminuir a espessura da base.

- **Base**

Composta também por materiais granulares, um pouco menores e mais compactados, recebe esforços das camadas superiores e distribui para a sub-base.

- **Revestimento**

Composta por agregados e cimento asfálticos, sua espessura é de cerca de 5 centímetros, recebe as cargas dos veículos e distribui para as camadas inferiores.

Para (MARQUES apud BALBO, 2014), no revestimento, na pavimentação flexível, é utilizado o CBUQ (concreto betuminoso usinado a quente) ou CAUQ (concreto asfáltico usinado a quente), sendo subdividido em algumas camadas, podendo ser utilizados todas as camadas ou não na execução de um pavimento, tais como:

- **Camada de rolamento**

Sendo a camada superficial do pavimento, com a exposição direta com as ações climáticas e a carga do tráfego.

- **Camada de ligação**

Essa camada age fazendo a ligação da camada de rolamento e a camada do pavimento.

- **Camada de nivelamento**

Como o próprio nome diz é uma camada de mistura asfáltica cuja função é corrigir os desníveis e afundamentos em pista, para posteriormente executar a camada de rolamento.

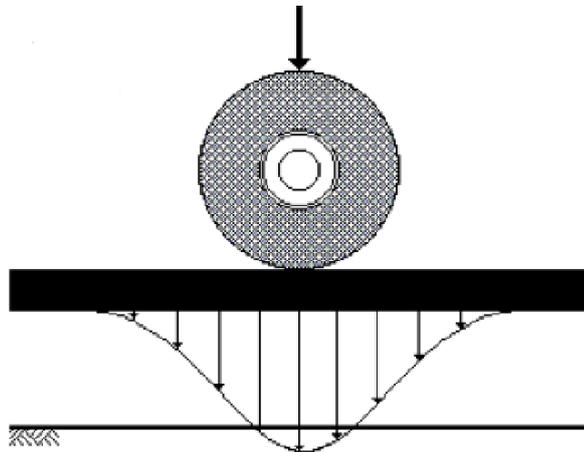
- **Camada de reforço**

Nova camada para reforçar a camada de rolamento, após anos de uso do pavimento existente.

3.2.3.2 Funcional

Pelo fato de o revestimento nesse tipo de pavimento não ser bastante rígido, ela não absorve todas as tensões, portanto, todas as camadas acabam sofrendo deformações elásticas significativas, distribuindo em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas. (Manual do DNIT, 2006, p.95). Como mostra a Figura 6:

Figura 6: Distribuição de tensão no pavimento flexível



Fonte: Cintra, 2012

3.3 Manifestações patológicas em pavimentos flexíveis

O termo patologia tem origem grega, significa estudo das doenças, ela é bastante empregada na área da saúde. Na engenharia tem a mesma denominação, pois estuda o mecanismo, as causas e as origens das inconformidades das construções, onde em um determinado momento da vida útil deixa de cumprir as funções das quais foram projetadas.

Como bem descreve Ludovico (2016), a patologia abrange todas as fases da construção civil, tanto no começo da elaboração do projeto, tais como ideias de qual tipo de material utilizar, como também na fase da execução, a mão de obra. Se não houver análise nos materiais empregados e a mão de obra especializada na construção, acabará acarretando uma série de problemas e afetando a vida útil da construção.

Na pavimentação, é bastante comum o surgimento de inconformidades durante seu tempo de vida útil, existindo algumas classificações decorrentes das manifestações patológicas apresentadas.

3.3.1 Classificação patológica

De acordo com Bernucci et al., 2010, as manifestações patológicas podem ser classificadas em duas classes, tais como:

- Funcionais

A avaliação funcional analisa o grau de deterioração na camada de rolamento do pavimento, pois afeta a segurança dos usuários, podendo gerar graves acidentes nas vias.

- Estruturais

Nesse caso, as manifestações patológicas afetam a capacidade mecânica do pavimento de suportar adequadamente as cargas proveniente do tráfego. Situam-se ao longo de toda a espessura da estrutura do pavimento flexível.

3.3.2 Tipos de patologias em pavimentos flexíveis

Segundo Maia (2012), às patologias manifestadas em pavimentos flexíveis, podem ser classificadas em quatro tipos, tais como:

- **Deformações**

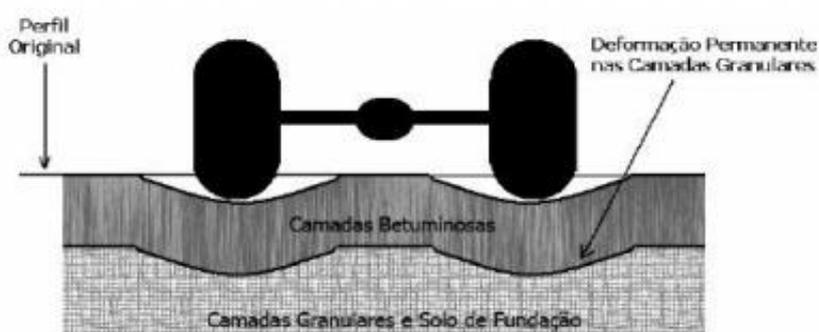
De acordo com a DNIT/2005, a deformação é caracterizada por depressão na superfície do pavimento, sendo acompanhada ou não da compensação volumétrica lateral, nesse tipo de manifestação patológica, apresentam-se quatro tipos de deformações:

1. As rodeiras de grandes ou de pequenos raios

Nesse tipo de classificação, trata de afundamentos na camada de rolamento, no caso das rodeiras grandes as deformações apresentam de formas transversais que se desenvolvem longitudinalmente na banda de ação dos rodados dos veículos pesados. As possíveis causas são as cargas pelo tráfego lento e pesado que ocorre geralmente nas faixas direita, havendo temperaturas elevadas.

De acordo com o DNIT/2005, o fundamento de consolidação é uma deformação permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento sem estar com a compensação volumétrica lateral (solevamento) como mostra a Figura 7.

Figura 7: Deformação referente a grandes raios



Fonte: Maia, 2012

Quando a extensão é de até 6 m, é denominado de afundamento de consolidação local. Para extensões maiores que 6 m e se for localizado ao longo da

trilha de roda, denomina-se afundamento de consolidação de trilha de roda, como mostra a Figura 8.

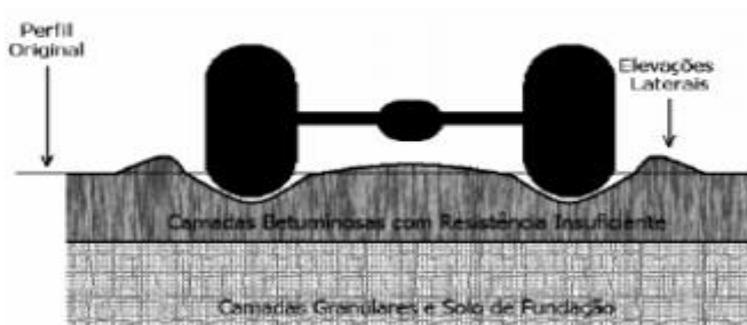
Figura 8: Deformação referente a grandes raios



Fonte: CNT, 2017

Segundo Maia 2012, no caso de rodeiras que possuem os raios pequenos a deformação se desenvolve na transversal ao eixo da via, como mostra a Figura 9. Nesse caso as deformações se dão pelas camadas betuminosas com resistência insuficiente à deformação plástica que estão relacionadas com a falta de uma das propriedades das misturas betuminosas: a estabilidade.

Figura 9: Deformação referente a pequenos raios



Fonte: Maia, 2012

De acordo com o DNIT/2005, esse tipo de deformação denomina-se permanente (plástica), caracterizada por depressão da superfície do pavimento

acompanhada por uma compensação volumétrica lateral (solevamento), como é o caso da Figura 10 a seguir. Nesse caso, onde as extensões são maiores que 6 m e se for localizado ao longo da trilha de roda, denomina-se afundamento plástico de trilha de roda.

Figura 10: Deformação referente a pequenos raios



Fonte: CNT, 2017

2. Escorregamento

De acordo com DNIT/2005, é o deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento com aparecimento de fendas em meia-lua, como mostra a Figura 11, as causas são falhas construtivas e de pintura de ligação, sendo classificado como defeito funcional.

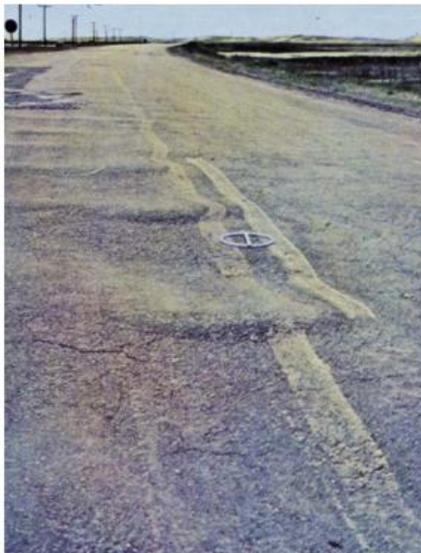
Figura 11: Escorregamento subjacente do pavimento



3. Ondulações

Outra classe de deformação é a denominada ondulações, essa deformação se repete com determinada frequência ao longo do pavimento, é o caso da Figura 12. Ocorrem nas camadas de desgaste constituídas por revestimentos superficiais, alguns dos fatores que acarreta esse tipo de deformação são a má execução na distribuição do ligante e deformação da fundação. Esse tipo de manifestação é classificado como defeito funcional.

Figura 12: Ondulações



Fonte: DNIT 005/2003

4. Deformações localizadas e “Pegadas”

Neste tipo de deformação, o pavimento sofre ruptura em uma pequena área, ocasionando rebaixamento e por conta disso acumula água na região rebaixada. A possíveis causas dessa deformação se deve ao estacionamento prolongado de veículos pesados e as misturas betuminosas de estabilidade reduzida. Como é o caso da Figura 13.

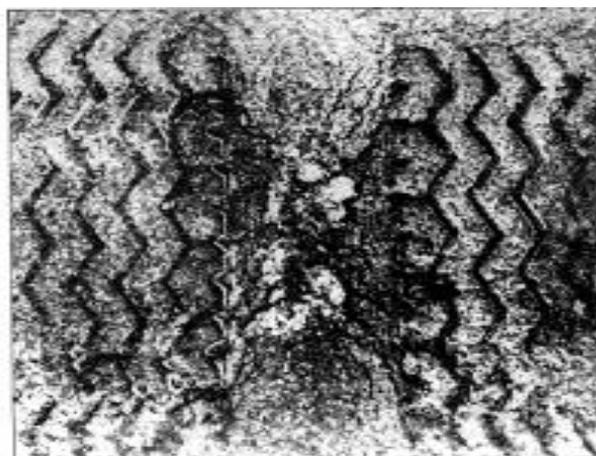
Figura 13: Deformação do tipo localizada



Fonte: Maia, 2012

No caso da deformação denominada "Pegada", consiste no relevo da forma do pneu na camada de rolamento do pavimento, como relata a Figura 14. As possíveis causas dessa deformação, semelhante às deformações localizadas, são o estacionamento prolongado de veículos pesados e o excesso de betume na mistura betuminosa.

Figura 14: Deformação "Pegada"



Fonte: Maia, 2012

- **Fendilhamento**

A Norma DNIT 005/2003- TER, define como uma descontinuidade na superfície do pavimento, causando aberturas de menor ou maior porte, conforme adiante, será apresentado três tipos de fendilhamento:

1. Fendas Isoladas longitudinais ou transversais à via

Ainda de acordo com DNIT 005/2003- TER, esse tipo de patologia encontrada no pavimento flexível, é definida como qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, que conduza a aberturas de menor ou maior porte, apresentando-se sob diversas formas, tais como:

Fissura: Fenda de largura capilar existente no revestimento, posicionada longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, somente perceptível à vista desarmada de uma distância inferior a 1,50 m. As fissuras são fendas incipientes que ainda não causam problemas funcionais ao revestimento, não sendo assim consideradas quanto à gravidade nos métodos atuais de avaliação das condições de superfície.

Trinca: Fenda existente no revestimento, facilmente visível à vista desarmada, com abertura superior à da fissura, podendo apresentar-se sob a forma de trinca isolada ou trinca interligada, sendo dividida em trinca transversal e trinca longitudinal.

No caso de trinca transversal, como a mostra a Figura 15, a trinca isolada que apresenta direção predominantemente ortogonal ao eixo da via. Apresentando extensão de até 100 cm é denominada trinca transversal curta, se for superior a 100 cm denomina-se trinca transversal longa. Nesse caso apresentam defeito funcional e estrutural, pois causam irregularidades e expõe e atinge o revestimento do pavimento tornando-o mais enfraquecido.

Figura 15: Trinca transversal longa



Fonte: CNT, 2017

Trinca longitudinal, trinca isolada que apresenta direção predominantemente paralela ao eixo da via, como mostra a Figura 16. Apresentando extensão de até 100 cm é denominada trinca ortogonal curta, se for superior a 100 cm denomina-se trinca longitudinal longa. Assim como a trinca transversal, a trinca longitudinal apresenta defeito funcional e estrutural, pois respectivamente, causam irregularidades e expõe e atinge o revestimento do pavimento tornando-o mais enfraquecido.

Figura 16: Trinca longitudinal longa



Fonte: DNIT 005/2003

2. Fendas parabólicas/retração

A Norma DNIT 005/2003- TER define a Trinca isolada não atribuída aos fenômenos de fadiga, mas de retração térmica ou do material do revestimento ou do material de base rígida ou semirrígida subjacentes ao revestimento trincado, como é o caso da Figura 17. Apresenta defeito funcional e estrutural, pois causam irregularidades e reduzem a integridade da estrutura do pavimento.

De acordo com Maia (2012), as fendas parabólicas, ou ramificadas, tendem a uma regularidade geométrica, podendo os blocos apresentar vários tamanhos, decorrentes em zona de passagem do tráfego, com o eixo da parábola orientado no sentido longitudinal. Esse tipo de inconformidade surge por alguns motivos, tais como: esforços tangenciais, grandes variações de temperatura ao longo do dia, incapacidade do ligante asfáltico para expandir e contrair com ciclos de temperatura devido a: betume envelhecido, ou má escolha do betume das misturas betuminosas e por má ligação da camada de desgaste às camadas subjacentes.

Figura 17: Fendas parabólicas/retração



Fonte: DNIT 2005

3. “Couro de jacaré”

A Norma DNIT 005/2003- TER define como: Trinca tipo “Couro de Jacaré” Conjunto de trincas interligadas sem direções preferenciais, assemelhando-se ao

aspecto de couro de jacaré, como mostra a Figura 18. Essas trincas podem apresentar, ou não, erosão acentuada nas bordas.

Segundo Maia 2012, esse tipo de fenda já apresenta o limite de ruína do pavimento, gerando ruptura por fadiga. E, o que gera o surgimento desse tipo de deformação estão relacionados com o subdimensionamento das camadas, fadiga e envelhecimento do material, má compactação da mistura, ineficiência dos elementos de drenagem e perda de capacidade de suporte das camadas inferiores, sendo classificada como defeito estrutural.

Figura 18: Fendilhamento tipo “Couro de jacaré”



Fonte: Bernucci et al., 2010

- **Degradação da camada de desgaste**

De acordo com o DNIT/2005, a degradação da camada de desgaste é o efeito de arrancamento do agregado do pavimento, provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego, nesta classificação apresentam-se dois tipos de degradações:

1. Inertes Polidos

Ainda de acordo com Maia 2012, nesse tipo de degradação há perda da textura superficial dos agregados, resultado do desgaste por abrasão, que por consequência reduz o coeficiente de atrito entre o contato dos pneus com o pavimento, podendo gerar vários acidentes por conta dessa deficiência de contato, como vemos na Figura 19.

O que resulta nessa patologia é o desgaste dos agregados devido ao efeito abrasivo decorrente da ação do tráfego, o efeito de desgaste é natural, porém, com a má utilização dos materiais, faz com que esse desgaste seja acelerado e tendo uma vida útil pequena do pavimento, outra causa que resulta nessa degradação é o excesso da utilização de betume, fazendo com que a camada de rolamento seja demasiado lisa. Esse tipo de manifestação se classifica como funcional.

Figura 19: Degradação Inerte Polido



Fonte: Maia, 2012

2. Desagregações Superficiais ou Panela/buraco

Como bem descreve Torrão (2015) esse tipo de desagregação se subdivide em duas fases: a primeira fase se consiste na desagregação do material mais fino da superfície tais como, filer e ligante betuminoso, sendo denominada como “cabeça de gato”, esse tipo de desagregação resulta na exposição do material que possui a granulometria mais grossa, partindo então para a segunda fase, que corresponde a desagregação desse tipo de material, exemplo na Figura 20.

De acordo com Maia (2012), as possíveis causas para o surgimento desse tipo de desagregação são as tensões tangenciais elevadas que são transmitidas pelos pneus, normalmente em curvas de raio muito reduzido e em descidas bastante acentuadas e má qualidade dos materiais e da ligação entre elas.

Figura 20: Painela/ buraco



Fonte: DNIT 2005

De acordo com FERNANDES JR. et al. 2003, esse defeito que é frequentemente encontrado nas vias urbanas, se deve, possivelmente por falha estrutural, quando o revestimento tem pouca espessura ou baixa capacidade de suporte das camadas inferiores.

- **Movimento de materiais**

1. Exsudação

A Norma DNIT 005/2003- TER, define como excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento, como mostra na Figura 21.

De acordo com Maia 2012, esse tipo de patologia ocorre acentuadamente quando a temperatura está elevada e sob ações do tráfego pesado, resultando na

compressão da camada e expulsão do ligante para a superfície. Isso se dá por conta da má execução do pavimento e excesso de ligantes.

Figura 21: Movimento de materiais exsudação



Fonte: Bernucci et al., 2010

2. Mancha de umidade

Se refere a manchas úmidas na superfície do pavimento, podendo ser por presença de acúmulo de água no interior, por conta da infiltração, ou pela falta de exposição solar em períodos chuvosos, como mostra a Figura 22. As possíveis causas se devem à má compactação e/ou falta de elementos suficientes para uma drenagem.

Figura 22: Mancha de umidade



Fonte: Maia, 2012

3. Subida de Finos

Com a presença material finos decorrente das camadas granulares e da fundação, fazendo com que as manchas apresentem uma cor esbranquiçada, igualmente a Figura 23. Os finos evoluem das fendas para toda a superfície da camada de desgaste. A possível causa para o surgimento desta patologia é decorrente da ineficiência da drenagem do pavimento.

Figura 23: Bombeamento de finos



Fonte: Bernucci et al., 2010

- **Remendo**

Abordando sobre remendo, para Torrão (2015):

“Os “remendos” não são necessariamente considerados como patologia, isto porque quando são bem executados e a origem da patologia é corretamente tratada o remendo é uma resolução da patologia a que está associado.”

De acordo com a Norma DNIT 005/2003- TER, o remendo é o preenchimento do buraco/panela com um ou mais camadas de pavimento na operação denominada de “tapa-buraco”, podendo ser classificada como remendo superficial e remendo profundo

De acordo com a Confederação Nacional de Transporte (2017), o remendo é a panela/buraco preenchida com uma ou mais camadas de pavimentação. Mesmo sendo uma ação conservadora, é considerado um defeito por apontar um local de fragilidade e por impactar o conforto no rolamento.

1. Remendo Superficial

Correção em área localizada, da superfície do revestimento, pela aplicação de uma camada betuminosa, como mostra a Figura 24.

Figura 24: Remendo superficial



Fonte: CNT, 2017

2. Remendo Profundo

Aquele em que há substituição do revestimento e, eventualmente, de uma ou mais camadas inferiores do pavimento. Usualmente, apresenta forma retangular, assim como a Figura 25.

Figura 25: Remendo profundo



Fonte: CNT, 2017

3.4 Efeitos das manifestações patológicas na ocorrência de acidentes

Um das principais funções de um pavimento é a qualidade que irá ter para que os usuários realizem os seus trajetos de forma segura e confortável.

De acordo com Jiménez e Sánchez (2006), os defeitos dos pavimentos de vias urbanas começam quando a qualidade e a eficiência já não são tão satisfatórias, trazendo riscos de segurança e falta de conforto na circulação dos veículos, gerando acidentes de baixos ou altos níveis no local. É importante que as vias apresentem regularidades nas suas superfícies, evitando assim vibrações nos automóveis e incômodos aos usuários.

De acordo com a Confederação Nacional de Transporte (2019), a má condição da superfície de rolamento dos pavimentos das rodovias brasileira, como por exemplo, buracos, afundamentos e ondulações, faz com que gere instabilidade no veículo fazendo com que haja dificuldades em mantê-lo na via, podendo ocorrer colisões por ter que realizar desvios bruscos de direção e perda de controle sobre o veículo.

Os critérios avaliados para obter o conhecimento se a rodovia possui boas condições para tráfego são o pavimento, sinalização e a geometria da via. No quesito

pavimento, uma rodovia com o pavimento de boa qualidade permite deslocamentos suaves, não promove desgaste excessivo dos pneus, permite o escoamento eficaz da água, evitando manifestações patológicas futuras na via e acidentes por efeito da aquaplanagem e uma estrutura forte para suportar a carga e o alto nível de veículos. Se referindo a sinalização de uma rodovia, é de suma importância que haja sinalização, pois traz informações que oriente e ou ajude o condutor durante o seu trajeto, trazendo ainda mais segurança. Já se referindo a geometria da via, é observado a distância de visibilidade e a velocidade máxima que o usuário pode atingir na rodovia.

Ainda de acordo com a CNT 2019, a pavimentação brasileira possui característica de má qualidade para os usuários, com baixo desempenho e segurança. No ano de 2019 as pesquisas indicavam que de toda malha da pavimentação brasileira 52,4% se classificavam de péssima qualidade para os usuários, pois apresentam algum tipo de problema no pavimento, já no quesito sinalização e geometria da via, apresentam percentual respectivamente de 48,1% e 76,3%. Desse modo, 59,0% das rodovias brasileiras estudadas foram consideradas de péssima qualidade e inadequadas.

O Painel CNT de Consultas Dinâmicas dos Acidentes Rodoviários 2020, registra 63.447 acidentes em rodovias e 5.287 vidas perdidas no ano de 2020, a péssima qualidade nas condições da infraestrutura é um dos pontos que favorece o elevado número de acidentes e óbitos. No período acumulado de 2007 a 2020, foram 1.852.483 acidentes, sendo 864.353 com vítimas.

4 METODOLOGIA

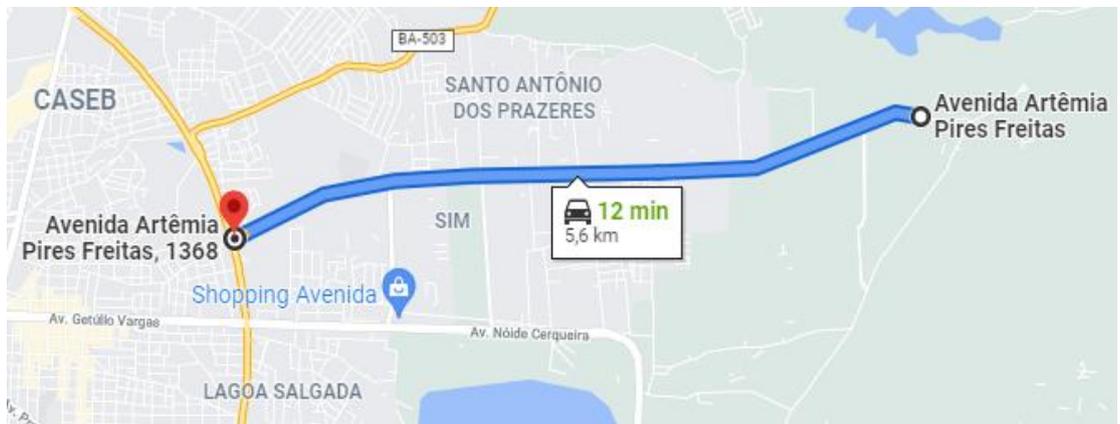
Primeiramente, para o desenvolvimento deste trabalho, foi realizada a etapa da revisão bibliográfica, com base nas pesquisas documentais, consultas em teses, artigos e revistas, trazendo conceitos, comparações e análises de diversos autores e órgãos. Posteriormente foi realizado o levantamento visual fotográfico detalhado “in situ” das manifestações patológicas existentes à superfície do pavimento asfáltico de um trecho da Avenida Artêmia Pires, situada na cidade de Feira de Santana, sendo registrada no mês de agosto do ano de 2021, utilizando câmera de um equipamento portátil (celular). Em seguida, foi realizado novamente o levantamento visual fotográfico detalhado “in situ” das restaurações que foram realizadas pela Prefeitura Municipal de Feira de Santana (PMFS) nas patologias encontradas na segunda etapa deste trabalho, sendo registrada no mês de setembro do ano de 2021, utilizando câmera de um equipamento portátil (celular).

4.1 Definição da área de estudo

O estudo foi realizado no município de Feira de Santana - BA, em trechos na Avenida Artêmia Pires, dá acesso ao Centro Universitário Uni-FTC e entre os bairros SIM e Santo Antônio dos Prazeres, possuindo extensão total de 5,6 km como mostra a Figura 26. De acordo com a Prefeitura Municipal de Feira de Santana, Feira é um município brasileiro no interior do estado da Bahia, possuindo uma população total de 584.497 habitantes (Censo de julho de 2006), sendo a segunda maior cidade do Estado da Bahia, possuindo uma distância aproximadamente de 116,4 km de Salvador. Em alguns bairros de Feira de Santana já possui vias com pavimentação bem executadas, mas não abrange todas as localidades da cidade, trazendo transtornos e dores de cabeça para a comunidade e prejudicando os automóveis. Na Avenida Artêmia Pires é bastante comum encontrar diversos tipos de manifestações patológicas em toda sua extensão, seja em tempos chuvosos como em tempos ensolarados. A via possui um alto fluxo de tráfego por conta do alto número de condomínios residenciais, comércio, assim como alto número de construções,

ocasionando o alto fluxo de veículos de cargas pesadas, o que acaba sobrecarregando sua capacidade estrutural.

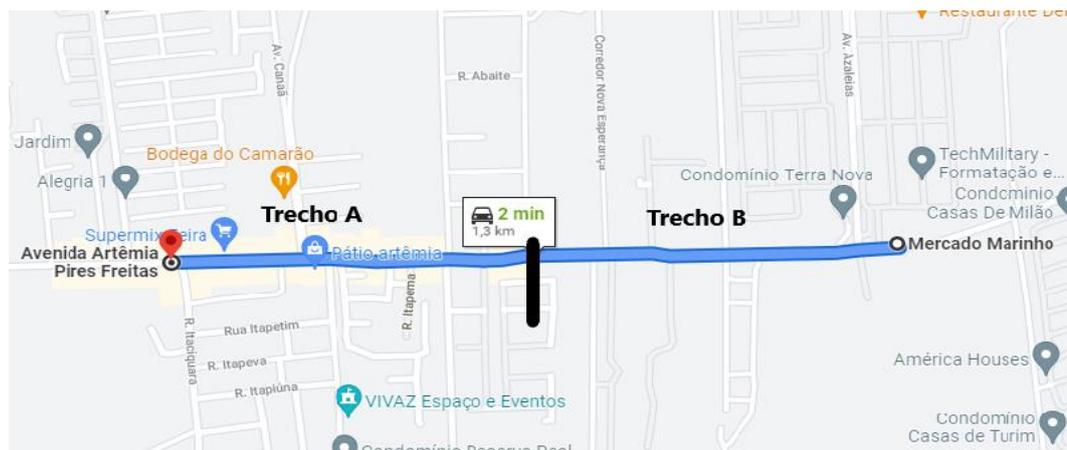
Figura 26: Extensão Avenida Artêmia Pires



Fonte: Google Maps, 2021

Para este trabalho foi considerado apenas um trecho com a extensão de 1,3 km da Avenida, este trecho foi escolhido por possuir grande ocorrência de manifestações patológicas, para melhor compreensão, o trecho avaliado foi dividido entre Trecho A e Trecho B, como mostra a Figura 27.

Figura 27: Divisão do trecho avaliado



Fonte: Google Maps, 2021

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Esta etapa mostra os resultados obtidos no estudo realizado. A partir destes, foi feita uma análise sobre as manifestações patológicas da pavimentação da Avenida Artêmia Pires, onde constatou vários tipos de irregularidades.

5.1 Registros fotográficos dos defeitos dos trechos

Nesta etapa, realizou-se, no dia 03 de agosto de 2021, um levantamento fotográfico da situação inicial do trecho avaliado. Como observado na Figura 28, o trecho avaliado é construído por pavimentação flexível, não possuindo sinalização, drenagem adequada para o escoamento da água e acostamento, o que poderia minimizar a possibilidade de acidentes entre veículos motorizados, ciclistas e pedestres.

Figura 28: Trecho avaliado



Fonte: próprio autor, 2021

As principais manifestações patológicas presentes no trecho “A”, são apresentadas com os registros fotográficos, como podem ser vistos nas Figuras 29 e Figura 30.

No trecho A, de acordo com a Figura 29 é possível notar a manifestação patológica do tipo “couro de jacaré”, “afundamento local” e “panela/ buraco”, também é possível analisar que o remendo foi mal executado e com materiais de baixa qualidade, acarretando defeitos sobre o remendo. É notório a presença de mancha úmida sobre o remendo, devido a presença de acúmulo de água no interior, por conta da infiltração e acúmulo de água na “panela/ buraco”, isso se dá também pela ausência de elementos que facilite o escoamento da água no pavimento.

Figura 29: Afundamento local, trinca interligada “couro de jacaré”, panela/buraco e remendo



Fonte: próprio autor, 2021

Ainda conforme a análise do Trecho A, foi possível encontrar diversos pontos de desagregação da camada de rolamento do material mais fino e do material que possui a granulometria mais grossa, como mostra a Figura 30, o que poderá ocasionar, futuramente, em panelas/buracos por conta do alto fluxo de tráfego que a região possui, acarretando a aceleração da desagregação.

Figura 30: Desagregação superficial



Fonte: próprio autor, 2021

Partindo para a análise do Trecho B, foi encontrada em grande quantidade a manifestação patológica do tipo “panela/buraco” com diversos tipos de tamanhos. Esse asfalto é mais novo que o do trecho A, porém foi o que mais apresentou esse tipo de manifestação patológica, como podem ser vistas na Figura 31. É importante ressaltar que a região possui alto fluxo do tráfego, principalmente de veículos de carga pesada, o que pode ocasionar na remoção do revestimento, e em alguns casos, até mesmo provocado a deterioração na camada de base do pavimento.

Figura 31: Desagregações Superficiais e Panela/buraco



Fonte: próprio autor, 2021

Ainda no trecho B, foi encontrada uma manifestação patológica do tipo “trinca longitudinal longa” e uma leve deformação referente a “pequenos raios” apresentado na Figura 32, pode-se dizer que o surgimento é devido aos fenômenos de retração térmica do material do revestimento, ou em decorrência do fenômeno de fadiga, ocasionados pela repetição de carga.

Figura 32: Trinca longitudinal e Afundamento local



Fonte: próprio autor, 2021

Após o início das fadigas surgem também ondulações originadas por meio de afundamentos na infraestrutura da via, como se observa na Figura 33, ao qual se repete com determinada frequência ao longo da via.

Figura 33: Ondulações



Fonte: próprio autor, 2021

O escoamento da água é outra característica importante a ser destacado, em todo o trecho avaliado não foi encontrado sarjetas ou quaisquer tipos de elemento de drenagem. É importante destacar que de acordo com DNIT, 2010, vias onde o acostamento não possui meios-fios geralmente possuem sistema de drenagem de fluxo livre, tais como valetas laterais, porém, podem ser locais de acidentes nas áreas laterais, como mostra a figura a seguir, fazendo com que sempre haja acúmulo de água, como mostra na Figura 34, conseqüentemente, gerando acidentes, incidentes e agravando ainda mais os surgimentos das manifestações patológicas. Pela região ter alto índices de chuvas, é possível notar acúmulo de água, possibilitando o maior desgaste, pois a infiltração da água da chuva pode ocasionar a queda da capacidade de suporte e acelerar a deterioração

Figura 34: Ausência de elementos de drenagem



Fonte: próprio autor, 2021

5.2 Reconstrução dos trechos

Em agosto de 2021, iniciou-se a requalificação de alguns defeitos encontrados na via. O serviço foi executado pela Prefeitura Municipal de Feira de Santana (PMFS). No trecho avaliado, de acordo com o nível de grau de deterioração do pavimento, foi realizado o remendo, pois teve que remover o material da base que estava deficiente e fazer a reparação e posteriormente reconstruir a camada de rolamento com o betume.

Partindo para a primeira análise das reconstruções, a Figura 35 abaixo, pode-se notar que a panela/buraco referente a Figura 29 foi reparada com o remendo, porém é possível observar que já existe a manifestação patológica do tipo afundamento local sobre o remendo que acabara de ser executado, podendo ser ocasionado por ausência de bons materiais e ou falta de uma boa execução para o tal remendo.

Figura 35: Remendo e afundamento local



Fonte: próprio autor, 2021

A figura 36 apresenta um remendo identificado no trecho B. Assim como a Figura 35 o remendo já apresenta algumas manifestações patológicas, como é o caso de afundamento local e desagregação superficial na camada de rolamento. Apesar do remendo ser uma ação de conservação e recuperação, nesse caso, acarretou a fragilidade do revestimento, sendo propício a surgir com frequência novos defeitos nessa região e gerando impacto no conforto dos usuários.

Figura 36: Remendo e desagregação superficial



Fonte: próprio autor, 2021

Em diversos pontos do trecho, é possível notar os inúmeros remendos existentes, um por cima do outro, desagregação de agregados e afundamentos, assim como mostra a Figura 37.

Figura 37: Remendos



Fonte: próprio autor, 2021

Em quesito drenagem, não foi possível observar melhoria pois não foi implantado elementos para facilitar o escoamento da água, como mostra na Figura 38, a qual ajudaria bastante na diminuição da deterioração do pavimento “in loco”.

Figura 38: Ausência de elementos de drenagem



Fonte: próprio autor, 2021

6 CONCLUSÕES

Este estudo apresentou um levantamento de dados críticos do trecho da Avenida Artêmia Pires. A partir das análises feitas, algumas considerações foram tomadas, que serão apresentadas a seguir:

Quanto ao trecho escolhido, não possui acostamento na via, o que dificulta paradas de emergências que o usuário possa vir a ter durante o seu percurso, ou até mesmo para a utilização de pedestre e bicicletas, fazendo com que tanto pedestre como automóveis estejam se locomovendo na mesma via; com uma ação mais eficaz de curto prazo, faz-se necessário estabelecer e sinalizar redução de velocidade nessas vias sem acostamento, com a finalidade de evitar atropelamentos, mesmo não sendo frequente na região estudada.

Quanto as inconformidades encontradas na via, apresenta-se bastante crítica, já que as manifestações no pavimento são identificadas facilmente e em alta quantidade, sendo tais: afundamento local, panela/buraco, “couro de jacaré” e trinca longitudinal. Afetando tanto em termos funcionais como estruturais da via.

Quanto a ausência de elementos de drenagem na via, como sarjetas, traz problemas de empoçamento, podendo gerar acidentes e incidentes, por conta de manobras bruscas a serem feitas pelo condutor para não ter um desconforto ao se deparar com buracos. E, com a presença da água, agrava ainda mais o surgimento das manifestações patológicas pela rápida deterioração que pode causar na via. Por conta disso, é necessário que os elementos de drenagem sejam dimensionados de forma adequada às características do local.

Quanto aos remendos executados na via, é possível notar que os remendos são mal executados, comprometendo ainda mais a qualidade do pavimento, fazendo com que a via fique mais propensa ao surgimento de novas manifestações patológicas. É importante que a prefeitura encarregue um servidor de ficar responsável pelas manutenções dos remendos, fiscalizando os serviços executados da equipe e da qualidade dos materiais que serão utilizados nesses reparos, com a finalidade de obter remendos que possuam de fato qualidade e, não remendo que seja propício ao surgimento de novos defeitos na via. É importante a periodicidade da manutenção preventiva de um pavimento asfáltico, sendo reparada de forma funcional e estrutural.

Essa pesquisa abordou as manifestações patológicas em vias que consistem em pavimento flexível. É importante que se façam mais estudos nessa área, pois as pesquisas contribuem para a sociedade; neste caso a compreensão da importância da execução de qualidade de remendos como prevenção reparativa das vias.

7 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Terminologia e Classificação de Pavimentação**. NBR 7207, Rio de Janeiro, 1982.

ARAGÃO, J. J. G. de; LIMA NETO, O.; BRASILEIRO, A.; SANTOS, E. M. dos; SENNA, J. M.; ORRICO FILHO, R. D. **Transportes no Brasil: que história contar?** Disponível em: <<https://www.revistatransportes.org.br/anpet/article/view/172>> Acesso em: 17 ago. 2021.

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros**. PETROBRAS: ABEDA, Rio de Janeiro, 2010.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

Confederação Nacional do Transporte. **Transporte rodoviário: por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?**. Brasília, CNT, 2017.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Pavimentos Rígidos. 2a Edição**. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas. Publicação IPR – 740**. Rio de Janeiro, 2010.

FERNANDES JR., J. L., et al. **Defeitos e Atividades de Manutenção e Reabilitação em Pavimentos Asfálticos. Material Didático**. São Carlos. Departamento de Transportes, EESC, USP, 2003.

Secretaria do Governo. **Feira de Santana (Município)**. Disponível em <<http://www.feiradesantana.ba.gov.br/servicos.asp>> Acesso em 04 out. 2021.

LUDOVICO, T. S. **Desempenho da estanqueidade à água: interface janela e parede**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016.

MARQUES, Gabriele Born. **Análise de pavimento flexível: estudo de um trecho crítico na rodovia ERS-421.** Trabalho de conclusão de curso. Centro Universitário UNIVATES, Rio Grande do Sul, 2014.

MAIA, Iva Marlene Cardoso. **Caracterização de Patologias em Pavimentos Rodoviários.** Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2012.

OLIVEIRA, C.A.K. **Manutenção, Conservação e Restauração de Pavimentos Urbanos.** In: REUNIÃO DE PAVIMENTAÇÃO URBANA, 5^a. 1994, Associação Brasileira de Pavimentação, 1994.

TORRÃO, Helder Capela. **Reabilitação de Pavimentos Rodoviários Flexíveis.** Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança, 2015.