



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE  
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL



SAMARA MILENE DA SILVA

**ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAVIMENTO FLEXÍVEL  
NA AVENIDA JOÃO BÔSCO M. DE SOUZA NO MUNICÍPIO DE SOUSA-PB**

Cajazeiras-PB, 2020

**ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAVIMENTO FLEXÍVEL  
NA AVENIDA JOÃO BÔSCO M. DE SOUZA NO MUNICÍPIO DE SOUSA-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil, sob Orientação da Prof<sup>a</sup>. Ornella Almeida Lacerda Lira e coorientação do Prof. Mateus Rodrigues da Costa.

**Campus Cajazeiras**  
**Coordenação de Biblioteca**  
**Biblioteca Prof. Ribamar da Silva**  
**Catálogo na fonte: Daniel Andrade CRB-15/593**

S586

Silva, Samara Milene da

Estudo das manifestações patológicas em pavimento flexível na avenida João Bôsko M. de Souza no município de Sousa-PB / Samara Milene da Silva; orientadora Ornella Almeida Lacerda Lira; coorientação Mateus Rodrigues da Costa.- 2020.

52 f.: il.

Orientadora: Ornella Almeida Lacerda Lira;  
TCC (Bacharelado em Eng. Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2020.

1. Rodovias 2. Pavimento flexível 3. Concreto - Manifestações Patológicas I. Título

625.7(0.067)

SAMARA MILENE DA SILVA

**ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAVIMENTO FLEXÍVEL  
NA AVENIDA JOÃO BÔSCO M. DE SOUZA NO MUNICÍPIO DE SOUSA-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
Coordenação do Curso de Bacharelado em  
Engenharia Civil do Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba,  
como parte dos requisitos para a obtenção do  
Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 21 de SETEMBRO de 2020.

**BANCA EXAMINADORA**

*Ornella Almeida Lacerda Lira*

---

Ornella Almeida Lacerda Lira, IFPB-*Campus* Cajazeiras  
Orientadora

*Mateus Rodrigues da Costa (3089105)*

---

Mateus Rodrigues da Costa, IFPB- *Campus* Cajazeiras  
Coorientador

*Cinthya Santos da Silva*

---

Ms. Cinthya Santos da Silva, IFPB- *Campus* Cajazeiras  
Examinadora

*Eu sou aquela mulher que fez a escalada da  
montanha da vida removendo pedras e plantando  
flores.*

*(Cora Coralina)*

Dedico essa conquista a Deus e à minha mãe, mulher resiliente, guerreira e de fibra que me ensinou a sorrir e ter fé mesmo nos momentos de dor, quero estar sempre ao seu lado nesse contínuo crescimento e renovação.

## AGRADECIMENTOS

Vale ressaltar que essa pesquisa não é apenas fruto de meses de estudos, o reflexo da minha trajetória universitária. Alcançar essa etapa foi sem dúvida uma vitória conjunta. Portanto, agradeço a todos que cruzaram minha vida nesses últimos cinco anos, direta ou indiretamente, vocês me fizeram chegar até aqui. Obrigada!

Em especial:

A Deus, por me proporcionar força e coragem para realizar meus objetivos.

À minha Família, principalmente aos meus avôs materno, por todo apoio e esforço dispensado a mim e aos meus irmãos na realização dos nossos objetivos. À minha Mãe por desempenhar com maestria sua missão, por sonhar os meus sonhos, por ser colo que me acalenta e por me amparar em todos os momentos. Ao meu Pai (in memória) por todos ensinamentos deixados, de onde estiver receba meu abraço, acompanhado de um beijo e de todo meu amor.

À minha professora orientadora, Ornella Almeida Lacerda Lira, pelos ensinamentos, dedicação, paciência e sensibilidade no desenvolvimento desta pesquisa.

Ao meu professor coorientador, Mateus Rodrigues da Costa, pela sabedoria, disponibilidade e atenção nessa pesquisa.

Aos professores do curso de Engenharia Civil do IFPB, por compartilharem seus conhecimentos, não só acadêmicos, mas também de vida.

Aos amigos e colegas da engenharia, por compartilharem estresses, conhecimentos, lanches, conversas descontraídas no corredor, ombro amigo e incentivo diário para concluir essa etapa.

Ao meu amigo e futuro colega de profissão Eng. Kléber Sousa, por estar sempre disposto a me ajudar, ouvir e incentivar.

## RESUMO

As rodovias são imprescindíveis para o desenvolvimento do país, através delas tem-se o transporte de cargas e pessoas diariamente movimentando a economia do país. Ainda assim, muitas se encontram com o pavimento em deterioração, sem manutenção e conservação adequada pelos órgãos responsáveis. Diante desse cenário e por ser geograficamente importante para o desenvolvimento local, esta pesquisa apresenta um estudo das manifestações patológicas em uma avenida de pavimento flexível no município de Sousa-PB, com o objetivo de estabelecer as possíveis causas, mecanismo de ocorrência, classe e sugerir técnicas de recuperação para o mesmo. **As anomalias foram identificadas por meio de** levantamento bibliográfico e visita *in loco* acompanhada de registro fotográfico. Em seguida, serão apresentados os métodos de recuperação para o pavimento em estudo. A manifestação patológica predominante ao longo do pavimento em estudo foi a trinca longitudinal, **que** em alguns trechos da avenida estão associadas a trinca transversal formando a trinca tipo bloco, sendo classificado como defeito funcional e estrutural.

**Palavras-chave:** Rodovias, Pavimento flexível, Manifestações Patológicas.

## **ABSTRACT**

The highways are essential for the development of the country, through which there is the transport of loads and people daily moving the country's economy. Even so, many find the pavement deteriorating, without proper maintenance and conservation by Organs responsible bodies. Given this scenario and because it's geographically important for local development, this research presents a study of pathological manifestations in a flexible pavement avenue in the city of Sousa-PB, with the objective of establishing possible causes, mechanism of occurrence, class and suggesting recovery techniques for the same. The anomalies identified were based on a bibliographic survey and an on-site visit accompanied by a photographic record. Then, the recovery methods for the pavement under study will be presented. The predominant pathological manifestation along the pavement under study was the longitudinal crack, in some stretches of the avenue they are associated with transversal crack forming the block type crack, being classified as functional and structural defect.

**Keywords:** Highways, flexible pavement, pathological manifestations.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Distribuição de tensões nos diferentes tipos de pavimento.....	18
Figura 2- Camadas constituintes de um pavimento flexível.....	21
Figura 3- Fissuras .....	23
Figura 4- Trinca Isolada Transversal.....	23
Figura 5- Trinca Isolada Longitudinal.....	24
Figura 6- Trinca Interligada tipo “Couro de Jacaré” .....	25
Figura 7- Trinca Interligada tipo “Bloco” .....	25
Figura 8- Afundamento Plástico.....	26
Figura 9- Afundamento de Consolidação.....	27
Figura 10- Ondulação ou Corrugação.....	28
Figura 11- Escorregamento.....	29
Figura 12- Exsudação. ....	30
Figura 13- Degaste.....	31
Figura 14- Panela ou Buraco .....	32
Figura 15- Remendo. ....	33
Figura 16- Fluxograma .....	37
Figura 17- Av. João Bôsko M. de Souza .....	38
Figura 18- Av. João Bôsko M. de Souza .....	39
Figura 19- Manifestação Patológica: Panela .....	40
Figura 20- Manifestação Patológica: Remendo.....	41
Figura 21- Manifestação Patológica: Trincas Longitudinais.....	42
Figura 22- Manifestação Patológica: Trinca tipo “Couro de Jacaré” .....	43
Figura 23- Manifestação Patológica: Trinca tipo “Bloco” .....	44
Figura 24- Manifestação Patológica: Afundamento plástico.....	45

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Síntese das principais manifestações patológicas identificadas.....	45
Quadro 2: Síntese das técnicas de recuperação.....	47

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

CNT- Confederação Nacional de Transporte

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGG- Índice de Gravidade Global

PIB- Produto Interno Bruto

DNIT- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte

CBUQ- Concreto Betuminoso Usinado a Quente

FC-1: trincas cujas aberturas são menores que 1,0mm.

FC-2: trincas cujas aberturas são superiores a 1,0mm, sem erosão nas bordas.

FC-3: trincas cujas aberturas são superiores a 1,0mm, com erosão nas bordas

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 JUSTIFICATIVA.....	14
3 OBJETIVOS.....	15
3.1 OBJETIVO GERAL.....	15
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	15
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
4.1 PAVIMENTO.....	16
4.1.1 Funções .....	16
4.1.2 Classificação .....	16
4.2 PAVIMENTO FLEXIVEL .....	17
4.3 MANIFESTAÇÕES PATOLOGICAS .....	20
4.3.1 Classes de Manifestações Patológicas .....	20
4.3.2 Tipos de Manifestações Patológicas .....	21
4.4 MANUTENÇÃO DOS PAVIMENTOS .....	32
4.4.1 Conservação Preventiva Periódica .....	33
4.4.2 Conservação Corretiva Rotineira.....	33
4.4.3 Recuperação do Pavimento através de sua Restauração.....	33
4.4.4 Recuperação do Pavimento através de sua Reabilitação .....	33
4.4.5 Recapeamento do Pavimento.....	34
4.4.6 Reconstrução Parcial do Pavimento .....	34
4.4.7 Reconstrução Total do Pavimento .....	34
4.4.8 Reforço do Pavimento.....	34
4.4.9 Remendo .....	34
5 METODOLOGIA .....	36
6 RESULTADOS .....	38
6.1 DIAGNOSTICO.....	39
6.1.1. Tipo 1: PANELA .....	39
6.1.2 Tipo 2: REMENDO .....	40
6.1.3 Tipo 3: TRINCA LONGITUDINAL .....	41
6.1.4 Tipo 4: TRINCA TIPO “COURODE JACARÉ”.....	41
6.1.5 Tipo 5: TRINCA TIPO BLOCO.....	42

6.2 TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO	<b>SUMÁRIO</b>	45
7 CONCLUSÃO	<b>SUMÁRIO</b>	48
REFERÊNCIAS		49

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o principal modal utilizado é o rodoviário, que dispõe de flexibilidade e facilidade de acesso às pessoas e cargas aos pontos de embarque e desembarque, além da possibilidade de manipulação de lotes de mercadorias em tamanhos variáveis. As rodovias brasileiras são responsáveis por 62% do transporte de cargas e 96% do transporte de passageiros, para isto, precisam de pavimentos que sejam capazes de suportar o tráfego intenso, pesado e repetitivo, apresentando alta durabilidade aliada ao baixo custo para sua manutenção. (BACCHIERI; BARROS, 2011).

O transporte de cargas é estimulado por produtos de maior valor agregado ou perecíveis em pequenas e médias distâncias e o transporte de passageiro é atraído pelo baixo custo comparativo. De acordo com a Pesquisa Anual de Serviços- PAS, publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2014), somente em 2014 as empresas de transporte rodoviário corresponderam a 55,5% da receita operacional líquida e em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) do setor a 52,6%. Através dessa pesquisa fica evidente a importância do transporte rodoviário para a economia do país.

Devido à incessante expansão das cidades, o pavimento urbano, vem desenvolvendo-se nas últimas décadas. Em contrapartida, a falta de recursos financeiros e ou investimentos dos órgãos públicos responsáveis pela infraestrutura das cidades acaba prejudicando o desenvolvimento socioeconômico dos municípios e estados, referindo-se principalmente ao conforto e segurança das estradas, vias.

De acordo com estudo publicado pela Confederação Nacional de Transporte (CNT, 2017), as alterações climáticas, o tráfego de caminhões pesados, falta de manutenções preventivas, projetos errôneos, construções inadequadas ou o uso de materiais de qualidade questionável facilitam o surgimento precoce de diversas manifestações patológicas na superfície do pavimento. E ainda que, pavimentos com defeitos diminuem segurança viária e aumentam o tempo das viagens e as despesas com a manutenção dos veículos (CNT, 2019a).

Diante do exposto, salienta-se a necessidade de avaliações regulares para extinguir as anomalias que surgem no decorrer do tempo de uso desses pavimentos. Neste cenário, é notório que além da boa execução do pavimento, é imprescindível a sua manutenção periódica e preventiva, para que o mesmo assegure um desempenho adequado durante o seu ciclo de vida (VASCONCELOS, 2018).

Relacionado aos problemas citados acima, sucedeu um aumento de gastos desnecessários. Segundo Pesquisa CNT de Rodovias (2019b, p. 4-6) “o custo operacional de transporte aumenta 28,5%, em média, no Brasil [...] quase R\$ 10 bilhões de prejuízos com acidentes”. O sistema rodoviário deve propiciar aos usuários, segurança, conforto e acessibilidade. A partir desses princípios observamos que as rodovias do nosso país não estão em compatibilidade com os requisitos, a maior parte encontra-se em estado avançado de degradação ou com a capa asfáltica envelhecida, decorrentes de uma idade avançada da malha e ou sem manutenção adequada.

Segundo Reis (2009), dependendo do estado de deterioração, no qual as condições de trafegabilidade são inaceitáveis, faz-se necessário proceder à intervenção/conservação, de acordo com o estado em que se encontra e do nível de qualidade que deseja alcançar. Portanto, é importante sempre que necessário a execução de manutenção preventiva e corretiva para oportunizar boas condições de rolamentos aos usuários.

No município de Sousa-PB, algumas vias possuem anomalias que dificultam a mobilidade dos usuários, podendo ser observadas de forma visual, sérias manifestações patológicas em seu pavimento. Então, é oportuno identificar a interação entre o estado do pavimento e a respectiva capacidade estrutural das principais vias afetadas. Diante disto, foi escolhida a Avenida João Bôsko M. de Souza, que possui um fluxo maior de veículos, sendo relevante seu estudo para realizar um levantamento das manifestações patológicas correlacionando com as possíveis causas e sugerindo técnicas de recuperação.

A pesquisa desenvolvida é uma análise qualitativa das manifestações patológicas em uma avenida de pavimento flexível, situada no Bairro Gato Preto, na cidade de Sousa-PB. Segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) o município possui uma área territorial de 738,547 km<sup>2</sup> e uma população de 65.803 habitantes. Para o ano corrente, a população estimada de 69.723 habitantes.

## **2 JUSTIFICATIVA**

Mediante a grande ocorrência de manifestações patológicas nos pavimentos flexíveis, que estão relacionados, de modo geral, a falhas de projeto, construtivas e de manutenção. As anomalias que aparecem nas estradas impactam diretamente no desenvolvimento das cidades, pois as mesmas proporcionam desconforto e insegurança aos usuários que as utilizam para ter acesso ao comércio, turismo, educação e saúde.

A deficiência na manutenção e reabilitação das vias e estradas faz com que problemas medianos, que a primórdio teriam baixo valor econômico para sua recuperação, desenvolvam-se para situações precárias com ambientes de má qualidade esteticamente, de possível insegurança estrutural e de alto valor econômico para restauração.

É notório que o diagnóstico correto das manifestações patológicas otimiza a técnica de recuperação das mesmas, visto que através de um estudo apropriado determina qual o método mais adequado para recuperação dos defeitos. Vale salientar que ao executar a manutenção periódica do pavimento, colabora para redução dos custos com a recuperação (ROSA et al., 2016).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Fazer um estudo de caso através do levantamento das manifestações patológicas existentes no pavimento da Avenida João Bôsko M. de Souza na cidade de Sousa-PB, para determinar as possíveis causas, mecanismo de ocorrência, a classe de manifestação patológica e sugerir técnicas de recuperação.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Detectar as manifestações patológicas existentes na avenida João Bôsko M. de Souza;
- Identificar as possíveis causas para o surgimento das manifestações patológicas encontradas;
- Especificar o mecanismo de ocorrências das manifestações identificadas;
- Classificar a manifestação patológica em funcional e ou estrutural;
- Apresentar possíveis técnicas de recuperação para as anomalias identificadas;

## **4 REVISÃO DE LITERATURA**

### **4.1 PAVIMENTO**

Pavimento é a estrutura formada posterior a terraplanagem, constituída por camadas de diversos materiais que apresentam diferentes características de resistência e deformabilidade. A estrutura desenvolvida manifesta um alto grau de complexidade acerca do cálculo das tensões e deformações (SOUZA, 1980).

Senço (2007) trata do pavimento sob a ótica da sua finalidade que, segundo o autor, possui finalidade, técnica e econômica, de resistir aos esforços solicitantes verticais oriundos do trânsito e distribuí- los pela estrutura, deste modo proporcionar um pavimento com durabilidade, simultaneamente conforto e segurança aos usuários. Silva (2013), por sua vez, afirma que o pavimento encontra- se conectado ao progresso da região a qual compreende, visto que o mesmo influencia em todos os aspectos ao seu redor.

Pavimento é composto por uma estrutura com variadas camadas finitas, fundada acima da terraplanagem, tendo como propósito técnico e econômico resistir aos esforços oriundos do deslocamento de veículos e do clima, e oferecer aos usuários segurança, conforto e economia na faixa de rolamento (BERNUCCI et al, 2008).

#### **4.1.1 Funções**

O pavimento tem funções de resistir e disseminar ao subleito os esforços verticais e residuais provenientes do tráfego, resistir aos esforços horizontais atuantes, tornando uma superfície de rolamento mais durável e ainda possibilitar aos usuários as devidas condições de rolamento quanto à comodidade e segurança.

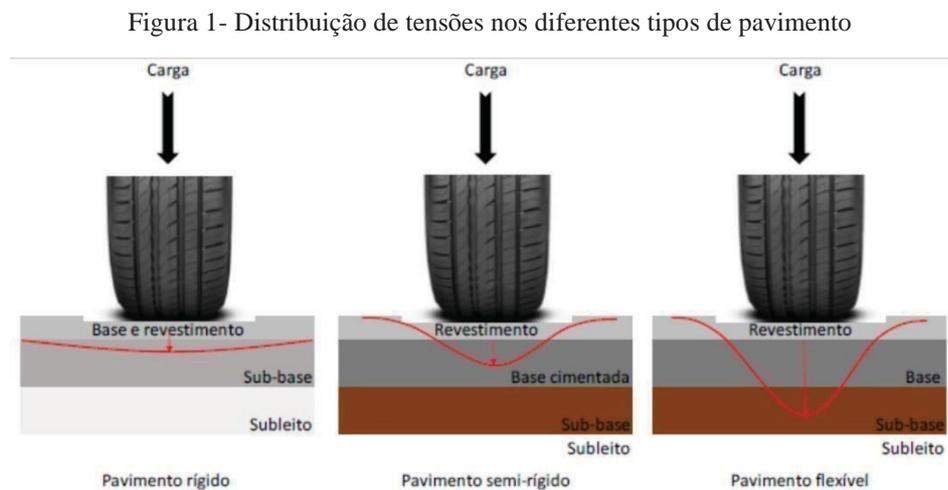
De acordo com Júnior e Magalhães (2014, p. 2), “função de um pavimento é resistir os esforços provenientes do tráfego para estabelecer resistência e durabilidade da superfície de rolamento além de proporcionar segurança e conforto aos usuários”.

#### **4.1.2 Classificação**

Os pavimentos dispõem-se de três classificações, em conformidade ao seu desempenho mecânico. Os quais podem ser: flexíveis, semirrígidos e rígidos. De acordo com o DNIT (2006a, p. 95), temos:

- Pavimento flexível: “aquele em que a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas, pois todas elas sofrem deformação elástica significativa quando submetidas ao carregamento aplicado.”
- Pavimento semirrígido: “caracteriza-se por possuir base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias e revestimento flexível, tendo uma deformabilidade maior que os pavimentos rígidos e menor que os pavimentos flexíveis.”
- Pavimento rígido: “aquele no qual o revestimento, geralmente constituído por placas de concreto de cimento, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento por possuir elevada rigidez em relação às camadas inferiores.”

A Figura 1 evidencia como ocorre a transferência de esforços do tráfego para o subleito nos pavimentos citados acima e é possível constatar-se que as classificações estão correlacionadas aos tipos de materiais empregados em cada camada.



Fonte: FATEC-SP, 2018

## 4.2 PAVIMENTO FLEXIVEL

O pavimento flexível é composto por um revestimento asfáltico nivelado sobre a camada base, executada com solo e tendo como função resistir e transmitir os esforços para as demais camadas (BALBO, 2007). De acordo com Marques (2006), os pavimentos flexíveis possuem camadas que não trabalham bem à tração, a sua capacidade de suporte é através da distribuição dos esforços para um sistema de camadas superpostas, a que apresenta maior resistência situa-se perto da carga aplicada.

Para Júnior e Magalhães (2014), pavimento flexível é constituído com revestimento asfáltico acima de uma camada de base granular ou solo estabilizado granulometricamente, e os esforços resultantes do tráfego são absorvidos pelas múltiplas camadas integrantes. Geralmente a distribuição dos esforços é aproximadamente igualitária entre as camadas, e toleram maiores deformações sem romper-se.

O revestimento é executado com material asfáltico (usualmente CBUQ – concreto betuminoso usinado a quente) e as demais camadas são compostas por material granular. Sua resistência é diversificada devido as espessuras adotadas. Segundo Balbo (2007), utilizar o pavimento flexível, denominado pavimento asfáltico, demanda menores investimentos para implementação e a opção preferida para os pavimentos.

“No Brasil, mais de 99% da malha rodoviária pavimentada é de pavimento flexível. O tempo de vida útil desse tipo de pavimento pode variar entre 10 e 20 anos, dependendo do projeto e da realização de manutenção adequada” (CNT, 2017, p. 6). Dispondo de quatro camadas básicas: revestimento asfáltico, base, sub-base, reforço do subleito e subleito. Para o dimensionamento dos pavimentos é indispensável o estudo das características geotécnicas dos materiais a serem empregados e a intensidade do tráfego previsto.

As definições e finalidades das específicas camadas de um pavimento flexível são:

a) Subleito (terreno natural):

Maciço de terra que assume a função proporcionar apoio para as demais camadas após os serviços de cortes e aterros é a “fundação” de todo o pavimento. Segundo Anastácio Neto (2019), é camada “enfraquecida” da estrutura, conforme sua capacidade, pode ser necessário a execução de um reforço para o subleito.

b) Regularização do Subleito (corrige falhas):

De acordo com o DNIT (2010a), é o procedimento atribuído para adequar o leito estradal transversal e longitudinalmente, seguindo às larguras e cotas mencionadas nas notas de serviços de regularização de terraplenagem do projeto, apresentando cortes ou aterros até 20 cm de espessura.

c) Reforço do Subleito (camada adicional):

Camada com espessura invariável, inserida por motivos técnicos- econômicos, sob a camada de regularização, de acordo com propriedades geotécnicas inferiores ao material empregado na camada superior, no entanto melhor que o material do subleito (DNIT, 2006a).

Segundo o DNIT (2010b), é a camada estabilizada granulometricamente, disposta acima do subleito adequadamente compactado e regularizado, sendo aplicada para reduzir

altas espessuras da camada de sub-base, causadas devido a baixa capacidade de sustentação do subleito.

d) Sub-base (camada complementar):

“Camada complementar à base e possui as mesmas funções da mesma, construída sob o subleito ou reforço do subleito, adequadamente compactado e regularizado” (DNIT, 2010c, p.2). De acordo com Danieleski (2004), camada executada quando por motivo técnico-econômico não seja recomendável construir o pavimento sob o leito obtido pela terraplenagem, autodenominado de camada corretiva ou complementar à base, proporcionando a redução da espessura da base.

e) Base (reforço estrutural):

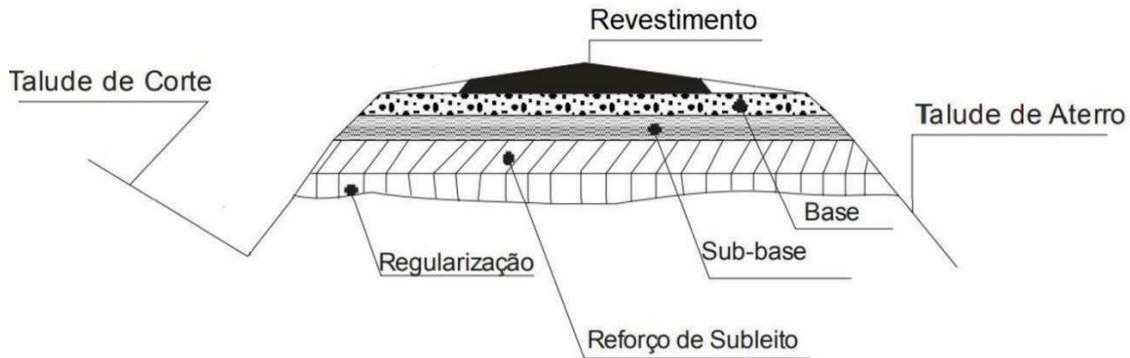
É a camada considerada como a mais importante estruturalmente, posicionada abaixo do revestimento, exercendo a função de suporte estrutural, designada a resistir aos esforços devido aos deslocamentos dos veículos, e posteriormente distribuí-los aproximadamente igual para as camadas inferiores (DNIT, 2010d).

f) Revestimento (camada de rolamento):

É a camada que impermeabilizante e recebe diretamente os esforços provenientes do tráfego e dissemina os esforços verticais para as camadas inferiores, de forma atenuada, propiciando uma superfície de rolamento mais resistente, além de assegurar aos usuários conforto, segurança e comodidade (DNIT, 2006a).

Segundo Bernucci et al. (2008), é definido como a camada que impermeabiliza o pavimento, e atua diretamente às ações do tráfego, ao resistir e transmiti-las às camadas subjacente, possibilitando conforto e segurança. Na Figura 2 é possível visualizar a seção transversal de um pavimento flexível, evidenciando cada camada, uma vez que a espessura pode variar conforme o tipo de material empregado.

Figura 2- Camadas constituintes de um pavimento flexível



Fonte: Guia da engenharia (2019)

### 4.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Durante a vida útil dos pavimentos, a estrutura está sujeita ao aparecimento de diversos tipos de manifestações patológicas, que estão relacionados aos materiais utilizados, ao comportamento mecânico, à intensidade do tráfego, às ações do clima e à qualidade na execução do pavimento, características essas que são peculiares para cada estrutura. Segundo o DNIT (2006b), mediante a avaliação das manifestações patológicas que surgem na superfície dos pavimentos, tem-se dados importantes que auxiliam na decisão em um Sistema de Gerenciamento de Pavimentos, e ainda entendimento sobre a situação atual do pavimento.

As manifestações patológicas podem ocorrer a médio ou longo prazo, em consequências do tráfego e do intemperismo. Ainda assim, podem surgir precocemente, afetando a vida útil de projeto do pavimento, normalmente devido a erros ou inadequações na concepção. Sendo notáveis e corriqueiros erros ou inadequações na execução: de projeto, na dosagem ou na produção do material, construtivas, conservação e manutenção.

#### 4.3.1 Classes de Manifestações Patológicas

Segundo Bernucci et al. (2008) os pavimentos normalmente não manifestam ruptura inesperada, e sim degradação funcional e estrutural acumulada a contar de sua fenda na faixa de rolamento.

De acordo com Domingues (1993) os defeitos de revestimento dos pavimentos podem ser:

- Classe Estrutural, quando a falha é relacionada à capacidade que o pavimento tem de transportar a carga de projeto;
- Classe Funcional, quando a falha é relacionada às características do rolamento e da segurança que o pavimento oferece aos usuários.

### **4.3.2 Tipos de Manifestações Patológicas**

#### 4.3.2.1 Fenda

Conforme a norma DNIT (005/2003) seja qual for a irregularidade do pavimento, que proceda a aberturas de menor ou maior dimensão, exibindo-se mediante diversas medidas. De acordo Bernucci et al (2008) as fendas manifestam-se na superfície do pavimento, e classificadas em: Fissuras, quando sua abertura é visível a olho nu à uma distância menor que 1,5 metros; Trincas, quando essa abertura é maior que a da fissura.

Para Balbo (1997), as fendas podem ser identificadas conforme o grau de fissuração relacionadas ao tamanho da abertura em que FC-1: trincas menores que 1,0mm, FC-2: trincas superiores a 1,0mm, sem erosão nas bordas, FC-3: trincas superiores a 1,0mm, com erosão nas bordas.

a) Fissura;

Segundo a norma DNIT (005/2003) fissura é oriundo da fenda, com uma largura capilar observável a olho nu mediante uma distância inferior a 1,50 m; pode ser identificado em todo o pavimento que apresenta deterioração no revestimento, distribuída obliquamente, longitudinal ou transversal ao eixo da via, como mostra a Figura 3.

Figura 3- Fissuras



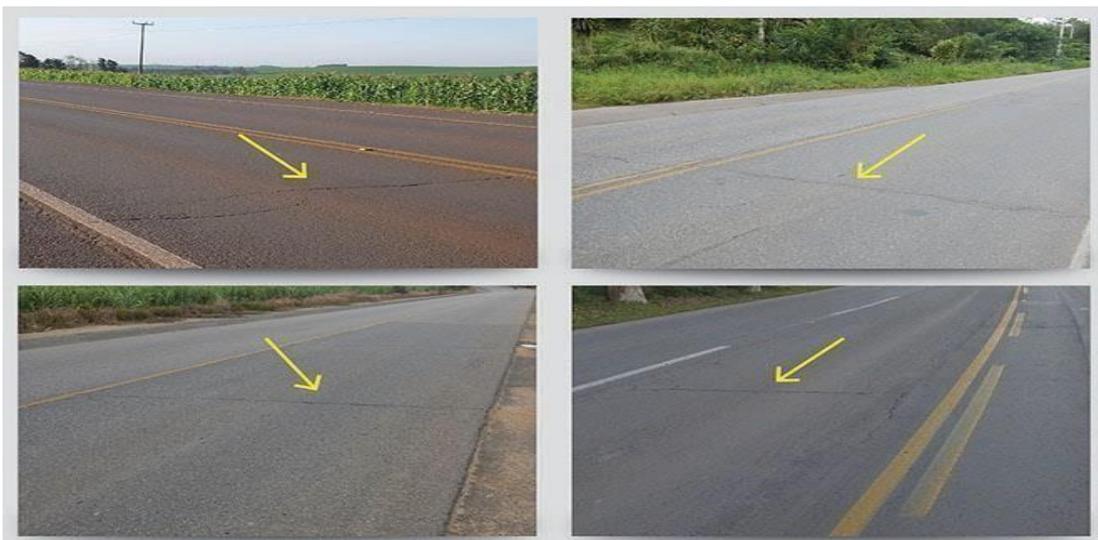
Fonte: SindEtrans, 2018

b) Trinca;

A norma DNIT (005/2003) afirma que a trinca é uma fenda com abertura superior a 1,50m, e apresentam- se sob a forma de trinca isolada ou trinca interligada.

A Trinca isolada é classificada em: Trinca transversal, Trinca longitudinal e Trinca de retração. Segundo a norma DNIT (005/2003), a trinca transversal é a que manifesta direção predominantemente perpendicular ao eixo da via. Caso a extensão for até 1,0 metro, designada trinca transversal curta. E se a extensão for superior a 1,0 metro, designa- se trinca transversal longa, conforme a Figura 4.

Figura 4- Trinca Isolada Transversal



Fonte: SindEtrans, 2018

Conforme a norma DNIT (005/2003), a trinca longitudinal é a que manifesta direção predominantemente paralela ao eixo da via. Caso a extensão for até 1,0 metro, designada trinca

longitudinal curta. E se a extensão for superior a 1,0 metro, designa-se trinca longitudinal longa, como mostra a Figura 5.

Figura 5-Trinca Isolada Longitudinal



Fonte: SindEtrans, 2018

De acordo com a norma DNIT (005/2003), a trinca de retração é a ocasionada pelos fenômenos de retração térmica e/ou do material utilizado no revestimento, da base rígida ou semi-rígida subjacentes ao revestimento trincado.

Enquanto a trinca interligada é classificada em: Trinca tipo “Couro de Jacaré” e Trinca tipo “Bloco”. A trinca tipo “Couro de Jacaré”, segundo a norma DNIT (005/2003) conjunto de trincas interligadas sem direções definidas, apresentando uma malha de lados irregulares simulando aparência de couro de jacaré (Figura 6); e podem dispor, ou não, erosão acentuada nas bordas.

Figura 6 - Trinca tipo "Couro de Jacaré"



Fonte: SindEtrans, 2018

De acordo com a norma DNIT (005/2003), a trinca tipo "Bloco" é o conjunto de trincas interligadas (Figura 7) dividindo a superfície do revestimento em blocos aproximadamente retangulares com lados bem definidos, no decorrer desse processo, as trincas serão transmitidas ao revestimento por efeito de propagação e podem, ou não, exibir erosão acentuada nas bordas.

Figura 7- Trinca tipo "Bloco"



Fonte: SindEtrans, 2018

#### 4.3.2.2 Afundamento

Anomalia decorrente de deformações permanentes que é definida por depressão da superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de solevamento, e são classificados como: afundamento plástico ou de consolidação (norma DNIT 005/2003).

Para Silva (2008) os afundamentos plásticos como mostra a Figura 8, em consequência da deformação plástica de uma ou mais camadas do pavimento, acompanhado de solevamento, destacando- se elevações ao longo dos lados do afundamento ao eixo da via. De acordo com a norma DNIT (005/2003), é afundamento plástico local quando a extensão for até 6,0m; tem- se afundamento plástico trilha de roda para extensão maior que 6,0m e estiver posicionado ao longo da trilha de roda.

Figura 8- Afundamento Plástico



Fonte: SindEtrans, 2018

Segundo a norma DNIT (005/2003) o afundamento de consolidação é ocasionado pela consolidação diferencial acontecendo em camadas do pavimento, sem solevamento. É afundamento de consolidação quando a extensão for até 6,0m; tem- se afundamento de consolidação da trilha de roda para extensão maior que 6,0m e estiver posicionado ao longo da trilha de roda, apresentado na Figura 9.

Figura 9- Afundamento de Consolidação



Fonte: SindEtrans, 2018

#### 4.3.2.3 Ondulação ou Corrugação

“Deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento” (norma DNIT 005/2003, p. 3). Para Danieleski (2004), corrugação é a anomalia definida por movimentações plásticas da massa asfáltica, criando ondulações ao longo do pavimento, sendo comum em subidas, rampas, curvas, ou seja, estão relacionadas aos esforços horizontais provocados pelos veículos em áreas de frequente aceleração e frenagem, mostrado na Figura 10.

Figura 10- Ondulação ou Corrugação



Fonte: SindEtrans, 2018

#### 4.3.2.4 Escorregamento

A norma DNIT (005/2003, p. 3) afirma que escorregamento é o “deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua”, conforme a Figura 11.

É uma movimentação do revestimento sobre à camada subjacente do pavimento, surgindo fendas em formato de meia-lua consequência da redução de resistência da massa asfáltica ou a ausência de aderência entre a camada de revestimento e a camada subjacente.

Figura 11- Escorregamento



Fonte: SindEtrans, 2018

#### 4.3.2.5 Exsudação

Conforme a norma DNIT (005/2003) exsudação é caracterizada pelo aparecimento de ligante betuminoso em abundância na superfície do pavimento, devido a dispersão do ligante através do revestimento, surgindo as manchas escurecidas, mostrado na Figura 12.

De acordo com Ribeiro (2017), a exsudação acontece devido a dilatação do revestimento asfáltico no calor que depara com obstáculo para ocupar espaço por causa do baixo volume de vazios ou excesso de ligante, existindo redução na viscosidade do asfalto e resultando na ligação dos agregados grossos e diminuição da macrotextura.

Figura 12- Exsudação



Fonte: SindEtrans, 2018

#### 4.3.2.6 Desgaste

Segundo a norma DNIT (005/2003) decorrência do arrancamento gradativo do pavimento (Figura 13), ocasionado por esforços tangenciais em decorrência do tráfego, apresentando no revestimento desprendimento de agregados da superfície.

Figura 13- Desgaste



Fonte: SindEtrans, 2018

#### 4.3.2.7 Panela ou buraco

Conforme a norma DNIT (005/2003) cavidade na superfície do revestimento (Figura 14) oriundas de inúmeras causas, sendo capaz de atingir camadas subjacentes do pavimento, expondo as camadas e acarretando desagregação destas.

Figura 14- Panela ou Buraco



Fonte: SindEtrans, 2018

#### 4.3.2.8 Remendo

Não é propriamente um defeito, visto que refere-se a um procedimento que objetiva a conservação da superfície asfáltica. De acordo a norma DNIT (005/2003), remendo é uma anomalia pertinente a conservação da superfície e configura o preenchimento de panela ou de qualquer outra abertura com massa asfáltica, na operação denominada de “tapa-buraco”, como mostra a Figura 15.

Figura 15- Remendo



Fonte: SindEtrans, 2018

A norma DNIT (005/2003) explica que remendo profundo é aquele em que acontece o preenchimento de uma ou mais camadas subjacentes do pavimento com massa asfáltica. Habitualmente, apresenta forma regular.

Enquanto remendo superficial “correção, em área localizada, da superfície do revestimento, pela aplicação de uma camada betuminosa” (Norma DNIT 005/2003, p. 3).

#### 4.4 MANUTENÇÃO DOS PAVIMENTOS

Ao executar um pavimento, o gerenciamento compete a um órgão responsável, através de atividades para identificar e efetuar as manutenções necessárias, seja preventiva ou corretiva, dessa maneira possibilitar aos usuários um pavimento seguro, confortável e econômico. (Gonçalves, 1999).

Assim, a manutenção de um pavimento abrange todas as manifestações que prejudique, direta ou indiretamente, o funcionamento atual e / ou futuro do pavimento. Segundo o Manual de Conservação Rodoviária (DNIT, 2005), a conservação rodoviária é conhecida como o conjunto de operações rotineiras, periódicas e de emergência executadas para conservar as características técnicas e funcionais do pavimento.

#### **4.4.1 Conservação Preventiva Periódica**

É o restabelecimento da condição original da superfície, utilizando-se procedimentos relacionados à conservação da integridade estrutural do pavimento e da qualidade de rolamento (SILVA, 2008). Segundo o DNIT (2006b), é o conjunto de ações realizadas periodicamente a fim de obter a conservação do pavimento, com o intuito de impedir o aparecimento ou agravamento dos defeitos. A frequência com que as atividades são efetuadas estão relacionadas com intensidade do trânsito, topografia e clima, por exemplo a operação tapa-buraco.

#### **4.4.2 Conservação Corretiva Rotineira**

Possui o propósito de reparar ou sanar uma anomalia e restaurar o desempenho dos componentes da Rodovia, permitindo conforto e segurança aos usuários (2006b). Para Balbo (1997) é o conjunto de reparos localizados em toda a superfície do pavimento, tendo como atividade os serviços de limpeza, entre outros.

#### **4.4.3 Recuperação do Pavimento através de sua Restauração**

É um método executado quando o pavimento se encontra perto de atingir, o estágio final do ciclo de vida, é possível identificar através de parâmetros temporais e/ ou índices de desempenho (DNIT, 2006b).

#### **4.4.4 Recuperação do Pavimento através de sua Reabilitação**

De acordo com o DNIT (2006b), é um processo a ser adotado para um pavimento que, conforme aferido por parâmetros temporais e/ ou índices de desempenho excedeu, de maneira relevante, o estágio final do ciclo de vida e apresenta anomalias com tendências irreversíveis, em termos de desempenho funcional e estrutural- não desfrutando mais, portanto, da devida habilitação.

#### **4.4.5 Recapeamento do Pavimento**

Segundo o DNIT (2006b), camada de rolamento, preparada adequadamente sobre o revestimento existente, formadas por misturas betuminosa e/ ou concreto de cimento Portland. Desse modo, a sobreposição proporcionara ao pavimento existente devido aporte estrutural, oportunizando um novo ciclo de vida, em concordância com as premissas técnico- econômicos.

#### **4.4.6 Reconstrução Parcial do Pavimento**

De acordo com o DNIT (2006b, p. 32), “é a modalidade de reconstrução em que a espessura total a ser removida e substituída se limita a uma profundidade tal que não atinge a espessura total do pavimento”.

#### **4.4.7 Reconstrução Total do Pavimento**

Para o DNIT (2006b, p. 32) “é a modalidade de reconstrução em que a espessura total a ser removida e substituída atinge toda a espessura do pavimento podendo, eventualmente, inclusive atingir o subleito”.

#### **4.4.8 Reforço do Pavimento**

Conforme o DNIT (2006b) é a técnica utilizada para recuperação das características estruturais do pavimento, compreende a sobreposição de uma ou mais camadas ao pavimento existente, aumentando a capacidade estrutural e habilita-lo a cumprir um novo ciclo de vida.

#### **4.4.9 Remendo**

De acordo com o DNIT (2006a) é o método indicado para reparar manifestações de degradações específicas, advindo no nível de revestimento betuminoso e em alguns casos extremos, pode impactar frações da camada de base.

O processo de remendo poderá ser superficial conhecido popularmente pela ação tapa-buracos ou profundo. O remendo superficial conforme o DNIT (2006a) limita- se em

consertar degradações localizadas no revestimento, como por exemplo, a manifestação tipo panela, impossibilitando maiores danos ao pavimento.

E o remendo profundo, segundo o DNIT (2006a) são degradações localizadas de magnitude um pouco maior, em que poderá ocorrer a remoção de frações de camadas granulares adjacentes, para casos extremos.

## 5 METODOLOGIA

O estudo fundamenta-se em coletas de dados, projetos e trabalhos anteriores para se entender a ocorrência das manifestações patológicas. Dispondo como orientação para o procedimento metodológico (Figura 16) uma adaptação do fluxograma de Lichtenstein (1986), a fim de obter o diagnóstico das anomalias existente no pavimento flexível. O fluxograma possui as seguintes etapas:

1. Vistoria da avenida: levantamento visual *in loco*, com registros fotográficos para caracterização das manifestações patológicas;
2. Obtenção de informações: coleta de dados através do órgão responsável pela avenida;
3. Pesquisa: diversos artigos científicos, normas, manuais, sites, livros entre outras fontes de pesquisas, e selecionando os mais relevantes para compreensão das manifestações patológicas em pavimentos flexíveis.
4. Diagnóstico: determinação das causas, mecanismos de ocorrências e a classe das manifestações patológicas;
5. Técnicas de recuperação: determinação do tratamento feito no pavimento para devolver aos usuários conforto e segurança.

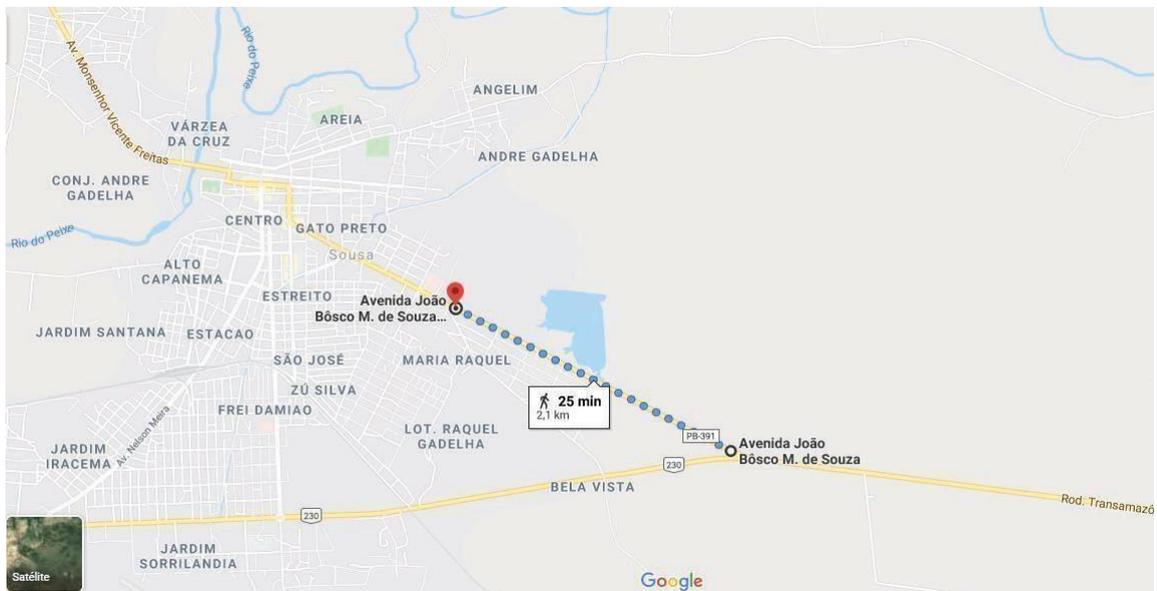
Figura 16- Fluxograma da sequência metodológica



Fonte: Autoria Própria, 2019

Com base no fluxograma, o passo 1 é o primordial para o desenvolvimento desta pesquisa, nesta etapa foram realizadas análises visuais da condição de deterioração do pavimento através da constatação das anomalias existentes e as características da avenida. A Figura 17 evidencia a área de estudo que possui uma extensão de 2,1 km, esta avenida é uma das principais vias de acesso ao Hospital Regional, entrada e saída da cidade, portanto possui grande volume de tráfego diário de veículos leves e pesados. É importante considerar também que a avenida em questão é uma das mais utilizadas para acesso ao comércio e turismo de Sousa-PB para com as cidades vizinhas, um exemplo é a cidade de Aparecida-PB.

Figura 17- Av. João Bosco M. de Souza



Fonte: Google Earth- Mapas, 2019

No passo 2 do fluxograma foram solicitados aos setores de planejamento e infraestrutura da Prefeitura Municipal de Sousa, os documentos como o projeto, orçamento e a periodicidade com que é feita a manutenção na avenida em estudo.

Através do registro fotográfico feito na etapa 1, serão analisados os casos mais recorrentes de manifestações patológicas ao longo da avenida e em seguida o levantamento bibliográfico (passo 3), em vista disso é realizado o passo 4 com a identificação das causas prováveis, mecanismos de ocorrência e a classe: funcional e/ ou estrutural. Por último, o passo 5 serão apresentados os possíveis métodos de recuperação para o pavimento em estudo.

## 6 RESULTADOS

No decorrer do levantamento *in loco* na avenida em estudo, constataram-se negligências na manutenção da pavimentação, pois a drenagem urbana existente conforme a Figura 18, mostra-se insuficiente com sarjeta deteriorada em alguns trechos, ocorrendo deslocamento de terra, erosão do acostamento com as intensas chuvas em Janeiro de 2019.

Com isso, os surgimentos de inúmeras manifestações patológicas, causando desconforto e insegurança. O passo 2 do fluxograma a obtenção de informações sobre a avenida em estudo, não foi possível realizar devido à falta de informações do órgão público responsável pela avenida em estudo.

Figura 18- Av. João Bôsko M. de Souza



Fonte: Google Earth- Mapas, 2019

## 6.1 DIAGNOSTICO

As principais manifestações patológicas encontradas no trecho em questão e as causas prováveis de aparecimento, mecanismo de ocorrência e a classe são:

### 6.1.1. Tipo 1: PANELA

Foram encontradas várias anomalias do tipo panela na avenida em estudo, decorrentes das trincas de fadiga (tipo “Couro de jacaré”), em que ação da água e o alto tráfego intensificam as panelas existentes no pavimento. Percebeu-se que afetou o conforto dos usuários, e ainda pode impactar estruturalmente o pavimento, possibilitando a entrada de água em todas as camadas, são classificados em defeitos funcionais e estruturais. Na Figura 19 temos algumas das panelas encontradas ao longo do pavimento.

Figura 19- Manifestação Patológica: Panela



Fonte: Autoria Própria, 2019

### 6.1.2 Tipo 2: REMENDO

Foram localizados remendos em determinados trechos da avenida, alguns mostraram deterioração, conforme a Figura 20.

Figura 20- Manifestação Patológica: Remendo



Fonte: Autoria Própria, 2019

Notou-se que os remendos estão desnivelados em relação ao resto do pavimento, proporcionando desconforto aos usuários, afetando a dirigibilidade dos veículos. Os remendos e a sua deterioração podem ser ocasionados por emprego de material de má qualidade, má construção e são classificados em defeitos funcionais e estruturais.

### 6.1.3 Tipo 3: TRINCA LONGITUDINAL

Verificou-se a existência de vários tipos de trincas, uma delas é a trinca longitudinal que ocorrem paralelamente ao eixo da avenida. A causa para o aparecimento dessa anomalia no pavimento é a dilatação ou contração do revestimento asfáltico e o início do estágio de fadiga conforme a Figura 21.

Figura 21- Manifestação Patológica: Trincas Longitudinais



Fonte: Autoria Própria, 2019

De modo que não são trincas associadas às cargas, mas que as cargas e a precipitação pluviométrica aceleram a intensidade e deterioração do trincamento podendo ser classificado como defeito funcional e estrutural. Uma vez que evoluindo para grandes trincamentos acarretam instabilidade para os usuários (dano funcional) e limitam a integridade estrutural do pavimento.

### 6.1.4 Tipo 4: TRINCA TIPO “COURO DE JACARÉ”

Observou-se que a manifestação patológica trinca tipo “couro de jacaré” ocorreu no trilho de roda principalmente nos trechos onde acontece acentuada frenagem dos veículos, especificamente próximo ao posto de combustível e próximo a lombada em frente ao hotel. A

possível causa é o colapso do revestimento asfálticos em função da constante ação das cargas do tráfego (Figura 22), em vista disso é classificado como defeito estrutural.

É uma deformação provocada particularmente pelos veículos pesados e a precipitação pluviométrica penetra nas camadas do pavimento provocando o enfraquecimento estrutural.

Figura 22- Manifestação Patológica: Trinca tipo “Couro de Jacaré”



Fonte: Aatoria Própria, 2019

### 6.1.5 Tipo 5: TRINCA TIPO BLOCO

As trincas tipo bloco, visualizadas na via em estudo, são a evolução das trincas longitudinais associadas as trincas transversais formando blocos, causados pela contração da capa asfáltica devido a variação de temperatura diariamente, em consequência o endurecimento do asfalto significativamente.

Sendo evidente a insegurança e o desconforto de quem transita nesses trechos com essas anomalias, classificando como defeito funcional e estrutural, uma vez que a severidade dos trincamento pode evoluir para uma manifestação patológica do tipo panela e atingindo as camadas inferiores ao revestimento, consequentemente modificando sua estrutura. Na Figura 23 serão mostradas as trincas tipo bloco com maior deterioração.

Figura 23- Manifestação Patológica: Trinca tipo “Bloco”



Fonte: Autoria Própria, 2019

### 6.1.6 Tipo 6: AFUNDAMENTO PLÁSTICO

Dentre os vários afundamentos plásticos encontrados na avenida, principalmente em locais estratégicos onde os veículos desempenham frenagem acentuada como na lombada em frente ao hotel e próximo ao posto de combustível, conforme a Figura 24, pode-se observar a sua ocorrência exatamente no trilho de roda e o levantamento do bordo lateral, importantes características dessa anomalia.

Esse problema pode ter sido ocasionado por deformações plásticas das camadas do pavimento, devido à ação repetidas das cargas do tráfego e é classificado como defeito funcional e estrutural.

Figura 24- Manifestação Patológica: Afundamento plástico



Fonte: Autoria Própria, 2019

É possível observar de acordo com a Figura 24 o aparecimento de trincas tipo couro de jacaré associado ao afundamento que intensifica o problema, possibilitando a absorção de água nas camadas adjacentes, prejudicando a capacidade de suporte.

Sinteticamente, o quadro 1 mostra as principais manifestações patológicas encontradas no trecho em questão e as causas prováveis de aparecimento, mecanismo de ocorrência e a classe.

Quadro 1: Síntese das principais manifestações patológicas identificadas

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	POSSÍVEIS CAUSAS	CLASSE
Tipo 1: PANELA	- Decorrentes das trincas de fadiga (couro de jacaré); - Ação da água; - Alto tráfego.	Funcional e estrutural.
Tipo2: REMENDO	- Materiais de má qualidade; - Má construção.	Funcional e estrutural.
Tipo 3: TRINCA LONGITUDINAL	- Dilatação ou contração do revestimento asfáltico e o início do estágio de fadiga.	Funcional e estrutural.
Tipo 4: TRINCA TIPO “COURO DE JACARÉ”	- Ação das cargas; - Colapso do revestimento.	Estrutural.
Tipo 5: TRINCA TIPO “BLOCO”	- Contração da capa asfáltica;	Funcional e estrutural.
Tipo 6: AFUNDAMENTO PLÁSTICO	- Deformações plásticas das camadas do pavimento.	Funcional e estrutural.

Fonte: Autoria Própria, 2020

## 6.2 TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO

Diante do exposto no item 6.1, todas as manifestações patológicas identificadas excluem ou ao menos danificam a capacidade impermeabilizante do revestimento, possibilitando infiltração de água nas camadas inferiores, deteriorando sua resistência e capacidade de suporte.

Para o Tipo 1: PANELA, a técnica de recuperação pode ser realizada através de remendos. Conforme o DNIT (2006a) a execução desta técnica obrigatoriamente possui os seguintes passos: regularização da anomalia (panela) que consiste em cortar o revestimento de forma a se obter a disposição de figura plana regular, aplicar a impermeabilização das camadas granulares afetadas, lançamento, espalhamento e compactação do revestimento asfáltico, o “material de enchimento” utilizado é de acordo com projeto ou especificações e se o mesmo apresentar índices de vazios maior que 6% é necessária aplicação de selagem superficial

No Tipo 2: REMENDO, a anomalia que possui o nome de uma técnica de recuperação a qual não bem executada proporciona problemas aos usuários, o método de recuperação mais adequado seria remover todo o remendo, posteriormente a aplicação de um novo pavimento asfáltico, seguindo a mesma execução citada anteriormente.

O procedimento de manutenção e restauração para o Tipo 3: TRINCA LONGITUDINAL, consiste na aplicação de selante para impossibilitar a entrada de água desta maneira evitar o enfraquecimento estrutural. De acordo com DNIT (2006a) o método de execução compreende no enchimento manual das trincas, utilizando material asfáltico.

Para os Tipos 4: TRINCA TIPO “COURO DE JACARÉ” e Tipo 5: TRINCA TIPO BLOCO, o método seria a recuperação do trecho e atender às especificações do projeto de recuperação, pois é perceptível o problema estrutural. Ao refazer a camada de base, deve-se ter uma maior atenção na execução da compactação aliada a uma drenagem adequada para evitar o surgimento de novas manifestações patológicas. O Tipo 6: AFUNDAMENTO PLÁSTICO, a técnica é a execução do recapeamento ou fresagem, compreende na construção de uma ou mais camada asfáltica sobre o revestimento existente.

A seguir o Quadro 2 mostra de forma sintética as técnicas de recuperação para cada anomalia identificada.

Quadro 2: Síntese das técnicas de recuperação

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	POSSÍVEIS CAUSAS	CLASSE	TECNICAS DE RECUPERAÇÃO
Tipo 1: PANELA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decorrentes das trincas de fadiga (couro de jacaré);</li> <li>- Ação da água;</li> <li>- Alto tráfego.</li> </ul>	Funcional e estrutural.	- Remendo.
Tipo2: REMENDO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiais de má qualidade;</li> <li>- Má construção.</li> </ul>	Funcional e estrutural.	- Remendo.
Tipo 3: TRINCA LONGITUDINAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dilatação ou contração do revestimento asfáltico e o início do estágio de fadiga.</li> </ul>	Funcional e estrutural.	- Aplicação de selante.
Tipo 4: TRINCA TIPO “COURO DE JACARÉ”	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ação das cargas;</li> <li>- Colapso do revestimento.</li> </ul>	Estrutural.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Refazer sub-base, base e revestimento;</li> <li>- Drenagem adequada.</li> </ul>
Tipo 5: TRINCA TIPO “BLOCO”	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contração da capa asfáltica;</li> </ul>	Funcional e estrutural.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Refazer sub-base, base e revestimento;</li> <li>- Drenagem adequada.</li> </ul>
Tipo 6: AFUNDAMENTO PLÁSTICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deformações plásticas das camadas do pavimento.</li> </ul>	Funcional e estrutural.	- Recapeamento ou fresagem.

Fonte: Autoria Própria, 2020.

## 7 CONCLUSÃO

O presente estudo revelou as manifestações patológicas da Avenida João Bosco M. Souza, localizada no município de Sousa-PB. O órgão responsável pela avenida não forneceu os dados sobre esta, o histórico desde projetos, processo construtivo até as medidas de manutenção e conservação, dificultando a pesquisa pois estes dados são relevantes para relacionar as causas e avaliar o método de manutenção que usaram ou estão usando na avenida.

Constatou-se um considerável número de manifestações patológicas que influenciam na segurança e comodidade dos usuários que, quando negligenciadas, interferem na vida útil do pavimento, causando um aumento de acidentes e gastos maiores para manutenção.

Durante a vistoria do local e com base na literatura, verificou-se que a falta de manutenção preventiva e as condições ambientais (temperatura e umidade) aceleraram o início e a propagação do trincamento, que inicialmente eram fissuras e transformou-se, por exemplo, em trincas tipo “couro de jacaré” e “bloco”, dificultando ainda mais o processo de correção e aumentando custos que inicialmente eram menor.

Na etapa de identificação das manifestações patológicas e posteriormente suas causas, evidenciou-se que erros construtivos, como a má execução da junta longitudinal de separação entre as duas faixas de tráfego e compactação inadequada, deram origem as manifestações patológicas como trinca longitudinal e afundamento plástico.

Por fim, cabe salientar que as anomalias encontradas na avenida estão intrínsecas a má gestão dos recursos econômicos disponíveis até à falta de fiscalização dos órgãos gestores durante a fase construtiva do pavimento, manutenção adequada e preventiva.

Só a visita *in loco* acompanhada dos registro fotográficos não é o suficiente, sugere-se, então, que estudos sejam realizados a partir do Índice de Gravidade Global (IGG) permitindo avaliar o pavimento, em virtude da ocorrência dos defeitos presentes na superfície, atribuindo um conceito de condição do pavimento em função do valor encontrado, possibilitando avaliar de forma assertiva o grau de degradação atingido.

## REFERÊNCIAS

- ANASTÁCIO NETO, P. V. **Avaliação funcional de um trecho da Rua Francisco Vicente Ferreira pelos métodos do IGG e do PCI**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil (FECIV), Universidade Federal de Uberlândia, [S. l.], 2019.
- BACCHIERI, G.; BARROS, A. J. D. Acidentes de trânsito no Brasil de 1998 a 2010: muitas mudanças e poucos resultados. **Rev. Saúde Pública**, v. 45, n. 5, p. 949-963, 2011.
- BALBO, J. T. **Pavimentos Asfálticos: patologias e manutenção**. São Paulo: Plêiade, 1997.
- \_\_\_\_\_. **Pavimentação Asfáltica: Materiais, Projetos e Restauração**. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.
- BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro, PETROBRAS: ABEDA, 2008.
- BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **DNIT 138/2010 - ES: Pavimentação- Reforço do subleito- Especificação de serviço**. Rio de Janeiro, 2010a.
- \_\_\_\_\_. **DNIT 139/2010 - ES: Pavimentação- Sub- base estabilizadagranulometricamente- Especificação de serviço**. Rio de Janeiro, 2010b.
- \_\_\_\_\_. **DNIT 137/2010 - ES: Pavimentação- Regularização do subleito- Especificação de serviço**. Rio de Janeiro, 2010c.
- \_\_\_\_\_. **DNIT 141/2010 - ES: Pavimentação- Base estabilizadagranulometricamente- Especificação de serviço**. Rio de Janeiro, 2010d.
- \_\_\_\_\_. **DNIT 005/2003 - TER. Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos- Terminologias**. Rio de Janeiro, 2003.
- \_\_\_\_\_. **Manual de Pavimentação**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006a. 274p. (IPR. Publ. 719).
- \_\_\_\_\_. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006b. 310p. (IPR. Publ. 720).
- \_\_\_\_\_. **Manual de Conservação Rodoviária**. Rio de Janeiro, 2005. (IPR. Publ. 710).
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de Rodovias 2019: Reale e principais dados**. Brasília: CNT, 2019a. Disponível em: [https://pesquisarodovias.cnt.org.br/downloads/ultimaversao/resumo\\_de\\_imprensa.pdf](https://pesquisarodovias.cnt.org.br/downloads/ultimaversao/resumo_de_imprensa.pdf). Acesso em: 22 out. 2019.
- \_\_\_\_\_. **Transporte rodoviário: Impactos da Qualidade do Asfalto sobre o Transporte Rodoviário**. Brasília: CNT, 2019b. Disponível em <https://cnt.org.br/impactos-qualidade-asfalto-transporte-rodoviario>. Acesso em: 22 out. 2019

\_\_\_\_\_. **Transporte rodoviário: por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?**. Brasília: CNT, 2017. Disponível em: <http://anut.org/wp-content/uploads/2017/10/Pavimentos.pdf>. Acesso em: 22 out. 2019.

DANIELESKI, M. L. **Proposta de Metodologia para Avaliação Superficial de Pavimentos Urbanos: aplicação à rede viária de Porto Alegre**. 2004. 151f. Trabalho de Conclusão (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) - Curso de Mestrado Profissionalizante da Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

DOMINGUES, F. A. A. **Manual de Identificação de Defeitos de Revestimentos Asfálticos de Pavimentos**. São Paulo: [s. n.], 1993.

GONÇALVES, F. P. **O Diagnóstico e a Manutenção dos Pavimentos**. Notas de aula, ITA, São José dos Campos, 1999.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010: Panorama**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/sousa/panorama>. Acesso em: 27 nov. 2019.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa Anual de Serviços**. Rio de Janeiro, v. 16, p.1-82, 2014.

JÚNIOR, E.; MAGALHÃES, S. **Pavimentação Em Vias Públicas: Análise do Estado do Pavimento da Avenida Coronel Escolástico em Cuiabá – MT**. **E&S - Engineering and Science**, v. 1, ed. 1, 2014.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções**. Boletim técnico n.06. São Paulo: USP, 1986.

REIS, N. F. dos S. **Análise estrutural de pavimentos rodoviários: Aplicação a um pavimento reforçado com malha de aço**. 2009. 119f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.

RIBEIRO, T. P. **Estudo Descritivo das Principais Patologias em Pavimento Flexível**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 04. Ano 02, Vol. 1. pp 733-754, Julho de 2017. ISSN:2448-0959.

ROSA, K. K. B.; MOTA, G. L. P.; SOUZA, J. M. de; MARQUES, C. da S.; NEVES, L. D.; FERNANDES, F. A. da S. (2016). Diagnóstico e procedimento de recuperação das patologias apresentadas na pavimentação asfáltica de Palmas-TO. **Revista Integralização Universitária**, Palmas, v. 11, n. 15, nov. 2016, p. 44-58, nov. 2016. Disponível em: <https://to.catolica.edu.br/revistas/index.php/riu/article/view/64>. Acesso em: 20 mar. 2020.

SENÇO, W. **Manual de técnicas de pavimentação**. 2. ed. v. 1. São Paulo: PINI, 2007.

SILVA, E. P. **Análise de patologias e técnicas de manutenção de pavimentos flexíveis**. 2013. 17 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, IFPI Teresina, 2013.

SILVA, P. F. A. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos**. 2. ed. rev. São Paulo: PINI, 2008.

SOUZA, M. L., **Pavimentação rodoviária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1980.

VASCONCELOS, I. R. de. **Análise objetiva do pavimento- estudo de caso na rodovia estadual RN- 023 ocasionados pelo tempo e falta de manutenção**. 2018. TCC (Graduação)- Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, UFERSA.