

**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS - IFAL**

**CAMPUS PALMEIRA DOS ÍNDIOS**

**BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**JOÃO GABRIEL OLIVEIRA RAMALHO**

**PAVIMENTO ASFÁLTICO: ANÁLISE DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS E SUAS  
ORIGENS NA RUA TIBÚRCIO VALERIANO NO BAIRRO JARDIM ESPERANÇA  
DE ARAPIRACA - AL**

**PALMEIRA DOS ÍNDIOS - AL**

**2024**

JOÃO GABRIEL OLIVEIRA RAMALHO

PAVIMENTO ASFÁLTICO: ANÁLISE DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS E SUAS  
ORIGENS NA RUA TIBÚRCIO VALERIANO NO BAIRRO JARDIM ESPERANÇA DE  
ARAPIRACA - AL

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Graduação  
Engenharia Civil do Instituto Federal de  
Alagoas, *campus* Palmeira dos Índios,  
como requisito parcial para a obtenção do  
grau de bacharel em Engenharia Civil.

Prof. Orientador: Pedro Gustavo dos  
Santos Barros

PALMEIRA DOS ÍNDIOS - AL

2024



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**  
**Instituto Federal de Alagoas**  
*Campus Palmeira dos Índios*  
*Biblioteca Prof. Amaro Nascimento Mendes*

---

625.8  
R165p

Ramalho, João Gabriel Oliveira.

Pavimento asfáltico {recurso eletrônico} : análise das principais patologias e suas origens na rua Tibúrcio Valeriano no bairro Jardim Esperança de Arapiraca-AL / João Gabriel Oliveira Ramalho. - Dados eletrônicos (1 arquivo : 112 KB). - 2024.

Documento com 49 folhas : il.

Inclui referências.

Orientação: Prof. Drº. Pedro Gustavo dos Santos Barros.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) –  
Instituto Federal de Alagoas, Campus Palmeira dos Índios, 2024.

1. Pavimento flexível. 2. Patologias. 3. Ensaios. I. Título.

---

Bibliotecária Nalva Maria Amaral / CRB-4/989

JOÃO GABRIEL OLIVEIRA RAMALHO

PAVIMENTO ASFÁLTICO: ANÁLISE DAS PRINCIPAIS PATOLOGIAS E SUAS  
ORIGENS NA RUA TIBÚRCIO VALERIANO NO BAIRRO JARDIM ESPERANÇA DE  
ARAPIRACA - AL

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Graduação  
Engenharia Civil do Instituto Federal de  
Alagoas, *campus* Palmeira dos Índios,  
como requisito parcial para a obtenção do  
grau de bacharel em Engenharia Civil.

Prof. Orientador: Pedro Gustavo dos  
Santos Barros

Aprovado em: **22/10/2024.**

Conceito Obtido: **8,5**

**BANCA EXAMINADORA**



Documento assinado digitalmente  
**PEDRO GUSTAVO DOS SANTOS BARROS**  
Data: 23/10/2024 14:33:40-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Pedro Gustavo dos Santos Barros

Instituto Federal de Alagoas – IFAL



Documento assinado digitalmente  
**GUILHERME VIANA WANDERLEY**  
Data: 23/10/2024 23:30:25-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Me. Guilherme Viana Wanderley

Instituto Federal de Alagoas – IFAL



Documento assinado digitalmente  
**MONAIRA CRISTIANE ALCIDES DA COSTA**  
Data: 23/10/2024 23:12:45-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof.<sup>a</sup> M.<sup>a</sup> Monaira Cristiane Alcides da Costa

Instituto Federal de Alagoas – IFAL

## **AGRADECIMENTOS**

Acredito que o ato de agradecer transcende qualquer máxima na sociedade atual que vivemos, aquele que usa de tal ferramenta demonstra por completo a alegria de todo e qualquer conteúdo somado a sua vida, por esse e outros motivos que venho por meio deste resumir um pouco desta soma.

Agradeço primeiramente a Deus, pois foi com sua ajuda que mantive todo foco e desenvolvimento mental, nenhuma caminhada é igual a outra, e tenho a certeza que foi devido seus ensinamentos que tive a capacidade de ser a melhor versão de mim.

De forma semelhante, agradeço ao meu pai João Neto, minha mãe Carmem Dolores, que foram fundação para a estrutura do que me tornei e estou evoluindo, como exemplo de família, liderança, companheirismo e amor. Sempre com muita paciência e consciência das dificuldades encontradas na vida acadêmica. A minha irmã Karolina e meu Irmão Felipe, que por mais que distantes, sempre se fizeram presentes me ensinando como o mundo é e me protegendo de males que nem precisei passar.

Jamais poderia esquecer daqueles que estavam sempre presentes no meio acadêmico, devido o curso nos deixar praticamente o dia todo no campus, passei muitas horas e madrugadas de estudos de forma presencial e online. Esses nobres guerreiros e guerreiras fizeram parte da construção do profissional que sou hoje, por isso deixo aqui meu agradecimento para Afrânio Barros, Daniel Rocha, Esdras Duarte, Andrew Araujo, Anthony Araujo, Gilson Leite, Gustavo Lima, Islan Melo, Keytson Muniz, Luiz Henrique, Maria Eduarda, Silas Firmo e Vinicius Farias.

Para que todo este percurso pudesse acontecer, tiveram algumas pessoas que de forma especial contribuíram para toda minha experiência e paixão pela engenharia de estradas e rodovias. Meu agradecimento vai para Engenheiro Lúcio, com toda sua vasta experiência me fez entender a inexistência do gerúndio e a expertise da profissão. Ao Engenheiro Rodrigo de Aquino, que me contatou e me convidou para fazer parte da INTERVIA, garanto dizer, mais gratificante experiência que poderia um dia existir, sempre muito atento aos detalhes e me mostrando os passos que todo profissional deve ter. A toda equipe de laboratório e campo que me mostrou com precisão como cada ensaio e cada ajuste de fiscalização deveria ser

executado, criando um maior conceito crítico sobre cada ensaio. Aos estagiários Savio e Silvio, que sempre me ajudaram nas mais difíceis atividades, aprendendo e evoluindo como bons futuros profissionais.

Agradeço a minha namorada Conceição, que nessa caminhada final, me mostrou com clareza o foco que deveria ter, me trouxe inúmeros momentos felizes que me engajaram cada vez mais concluir minhas atividades, com toda certeza Deus separou o momento correto para colocar ela em minha vida. Ela me ensinou o que é a palavra companheirismo, sou de todo coração grato por tudo.

Agradeço ao professor Pedro Gustavo por aceitar a difícil tarefa de me orientar e por me guiar da melhor forma neste árduo trabalho de conclusão de curso.

Agradeço a banca pelo aceite do convite por dedicarem um tempo para esse momento divisor de águas para qualquer bacharel.

## RESUMO

O pavimento flexível é feito de camadas de agregados, ligantes asfálticos e asfalto, sendo uma opção de pavimentação. Sua maleabilidade permite ajustar-se a pequenas mudanças no terreno sem se danificar, sendo empregado em estradas, ruas urbanas e rodovias. Ele proporciona aderência adequada, conforto ao dirigir e absorção de choques, embora necessite de manutenção regular para preservar suas características. A importância de uma rodovia, determinará a intensidade do seu uso, então mesmo sendo apenas uma rua, um acesso rápido será bem mais acessado que ruas normais. O presente trabalho tem como objetivo analisar de modo qualitativo o pavimento asfáltico localizado na rua Tibúrcio Valeriano no bairro Jardim Esperança, em Arapiraca-AL, a qual se trata de um acesso importante à AL-220, com intenso fluxo de trânsito. A metodologia normatizada visa, através de um estudo visual registrado por fotos *in loco*, classificar e quantificar as patologias, para que assim se possa entender as principais falhas e os possíveis motivos que levaram à causa das mesmas, seguindo as diretrizes do DNIT (005/2003), é possível determinar que patologias são classificadas entre: trincas, ondulações, fissuras, panela, exsudação, ondulação, escorregamento e afundamento. Não foi possível obter dados sobre alturas de camadas, ensaio de jazidas para aterro e traço asfáltico, então todo o estudo foi feito a partir dos conhecimentos obtidos por metodologias sobre tipos de projetos de pavimentos flexíveis. Por fim este trabalho identificou predominantemente as falhas do tipo. Para um resultado mais preciso, seria ideal a continuação do estudo com equipamentos mais específicos capazes de observar e analisar as camadas de aterro, sub-base, base, binder e capa de rolamento.

**Palavras-chave:** Pavimento flexível. Patologias. Ensaios. Causas, Soluções.

## ABSTRACT

The flexible pavement is made up of layers of aggregates, asphalt binders, and asphalt and stands as a paving option. Its flexibility allows it to adjust to minor changes in terrain without damage, finding applications in roads, urban streets, and highways. It provides adequate grip, driving comfort, and shock absorption, although it requires regular maintenance to preserve its properties. The importance of a highway determines the intensity of its use, so even if it's just a street, a quick access road will be much more frequented than regular streets. This study aims to qualitatively analyze the asphalt pavement located on Tibúrcio Valeriano Street in the Jardim Esperança neighborhood, in Arapiraca-AL. This street serves as an important access point to AL-220, experiencing heavy traffic flow. The standardized methodology seeks, through on-site visual inspections recorded by photos, to classify and quantify the pavement pathologies. This approach helps in understanding the main failures and potential causes thereof, following the guidelines of DNIT (005/2003). Pathologies are classified as: cracks, undulations, fissures, potholes, bleeding, rutting, slippage, and sinking. Data regarding layer heights, quarry tests for fill, and asphalt mix were not available. Therefore, the entire study was conducted based on knowledge obtained from methodologies concerning types of flexible pavement projects. Ultimately, this work identifies possible causes of these pathologies and their potential solutions. For a more accurate result, it would be ideal to continue the study using more specific equipment capable of observing and analyzing fill, sub-base, base, binder, and surface layers.

**Keywords:** Flexible Pavement. Pathologies. Tests. Causes. Solutions.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação dos revestimentos.....	15
Figura 2 – Esquema de seção transversal do pavimento.....	16
Figura 3 - Trinca isolada transversal .....	20
Figura 4 - Trinca Isolada Longitudinal .....	20
Figura 5 - Trinca interligada – tipo Couro de Jacaré .....	21
Figura 6 - Trinca Interligada – tipo Bloco.....	22
Figura 7 - Afundamento ou Trilho de Roda .....	22
Figura 8 - Ondulação ou Corrugação .....	23
Figura 9 - Escorregamento.....	24
Figura 10 - Exsudação .....	24
Figura 11 - Desgaste.....	25
Figura 12 - Panela ou Buraco.....	26
Figura 13 - Codificação e Classificação .....	27
Figura 14 - Representação Patológica .....	28
Figura 15 -Trinca isolada transversal .....	30
Figura 16 - Limpeza .....	31
Figura 17 - Aplicação de lama asfáltica.....	31
Figura 18 - Correção de pontos localizados ou recapeamento .....	32
Figura 19 - Recapeamento com correções prévias.....	32
Figura 20 - Reconstrução.....	33
Figura 21 - Trinca transversal isolada transversal longa (TTL) .....	34
Figura 22 - Trinca interligada “jacaré” (J) .....	35
Figura 23 - Trinca interligada “jacaré” (J) .....	35
Figura 24 - Trinca interligada “jacaré” (J) .....	35
Figura 25 - Trinca interligada “jacaré” (J) .....	36

Figura 26 - Trinca interligada “jacaré” (J) .....	36
Figura 27 - Trinca interligada “jacaré” (J) .....	36
Figura 28 - Afundamento plástico local (ALP) .....	37
Figura 29 - Ondulação (O) .....	38
Figura 30 – Painel 01 (P) .....	38
Figura 31 – Painel 02 (P) .....	39
Figura 32 – Painel 03 (P) .....	39
Figura 33 – Painel 04 (P) .....	39
Figura 34 – Painel 05 (P) .....	40
Figura 35 – Painel 06 (P) .....	40
Figura 36 – Painel 07 (P) .....	40
Figura 37 – Painel 08 (P) .....	41
Figura 38 – Painel 09 (P) .....	41
Figura 39 – Painel 10 (P) .....	41
Figura 40 – Painel 11 (P) .....	42
Figura 41 – Painel 12 (P) .....	42
Figura 42 – Painel 13 (P) .....	42
Figura 43 – Patologias Georreferenciadas .....	43
Figura 44 - Rota 01 .....	44
Figura 45 - Rota 02 .....	45

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DER	Departamento de Estradas e Rodovias
FI	Fissura
TTC	Trinca Transversal Curta
TTL	Trinca Transversal Longa
TLC	Trinca Longitudinal Curta
TLL	Trinca Longitudinal Longa
J	Trinca Interligada tipo Jacaré
JE	Trinca Interligada tipo Jacaré com Erosão
TTR	Trinca Isolada devido Retração
TB	Trinca Interligada tipo Bloco
TBE	Trinca Interligada tipo Bloco com Erosão
ALP	Afundamento Plástico Local
ATP	Afundamento Plástico de Trilha
ALC	Afundamento de Consolidação Local
ATC	Afundamento de Consolidação de Trilha
O	Ondulação/Corrugação
E	Escorregamento
EX	Exsudação
D	Desgaste
P	Panelas
CBR	California Bearing Ratio
IG	Índice de Grupo
GC	Grau de Compactação

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
2.1	OBJETIVO GERAL	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>14</b>
3.1	PAVIMENTO ASFÁLTICO	14
3.2	TIPOS DE PAVIMENTO	14
3.2.1	Pavimento rígido	15
3.2.2	Pavimento semi-rígido	15
3.2.3	Pavimento flexível	15
3.3	ESTRUTURA DO PAVIMENTO FLEXÍVEL	16
3.4	PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS	19
3.4.1	Trincas isoladas	19
3.4.2	Trincas interligadas	21
3.4.3	Afundamento ou trilho de roda	22
3.4.4	Ondulação ou corrugação	23
3.4.5	Escorregamento	23
3.4.6	Exsudação	24
3.4.7	Desgaste	25
3.4.8	Panela ou buraco	25
3.5	TERMINOLOGIA DOS DEFEITOS	26
3.6	POSSÍVEIS CAUSAS DOS DEFEITOS	29
3.7	TÉCNICAS DE RESTAURAÇÃO DO PAVIMENTO	30
3.7.1	Conservação rotineira;	30
3.7.2	Aplicação de lama asfáltica:	31
3.7.3	Correção de pontos localizados ou recapeamento:	31
3.7.4	Recapeamento com correções prévias:	32
3.7.5	Reconstrução:	32
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>33</b>
4.1	ESTUDO DE CASO	33
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>34</b>

5.1	RESULTADOS .....	34
5.1.1	TRINCA ISOLADA; .....	34
5.1.2	TRINCA INTERLIGADA (JACARÉ); .....	34
5.1.3	AFUNDAMENTO; .....	37
5.1.4	ONDULAÇÃO; .....	37
5.1.5	PANELAS; .....	38
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>45</b>
6.1	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	46
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>
	<b>APÊNDICE A: FICHA DE ACOMPANHAMENTO DE PATOLOGIAS .....</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Por mais que pareça uma tecnologia recente, o método de pavimento asfáltico flexível, com suas limitações, já era utilizado bem antes do desenvolvimento das grandes civilizações que são conhecidas hoje. Há cerca de 3.500 a.C., os habitantes do vale do Eufrates já utilizavam o asfalto como material de construção e de embalsamento das múmias. Na construção de estradas, era utilizado para proporcionar a ligação entre os blocos de pedra. Os asfaltos podem ser encontrados em estado natural ou obtidos da refinação do petróleo. (PINTO, et al., 2015).

Na evolução dos meios de transportes terrestres, com o homem dirigindo seu próprio veículo – o transporte rodoviário-, algumas etapas podem ser estabelecidas, muito embora nem sempre seja possível situar as épocas exatas da passagem de um estágio de desenvolvimento ao outro, pois a evolução teve início com as picadas e atingiu elevado nível das vias expressas e autoestradas atuais. (SENÇO, et. al.,2008).

Pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplanagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a proporcionar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança. (BERNUCCI, MOTTA, et al.,2008).

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. (BERNUCCI, MOTTA, et al.,2008).

Por se tratar de um meio de transporte bastante exigido, com o passar dos anos, nota-se a aparição de possíveis falhas, denominadas manifestações patológicas, ou em linguagem coloquial, “patologias”. O estudo da causa e possíveis soluções é de extrema importância para poder sanar qualquer diferença dos padrões para manter a segurança e bem estar da população.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Este trabalho tem como objetivo criar um mapeamento visual das manifestações patológicas encontradas na Rua Tibúrcio Valeriano no bairro Jardim Esperança de Arapiraca - AL, por meio de fotografias, oferecendo uma documentação descritiva dos problemas encontrados. Além disso, busca-se identificar e categorizar diferentes “patologias urbanas” presentes, visando quantificar e qualificar a extensão e a gravidade dessas falhas. Considerando-se como eles afetam a sociedade e a solução mais viável para cada situação.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar uma análise visual descritiva e quantitativa das falhas encontradas;
- Realizar um mapeamento georreferenciado das falhas identificadas, como subsídio para uma recuperação local ou generalizada do pavimento.
- Propor soluções viáveis que sejam de grande impacto para a população da região.

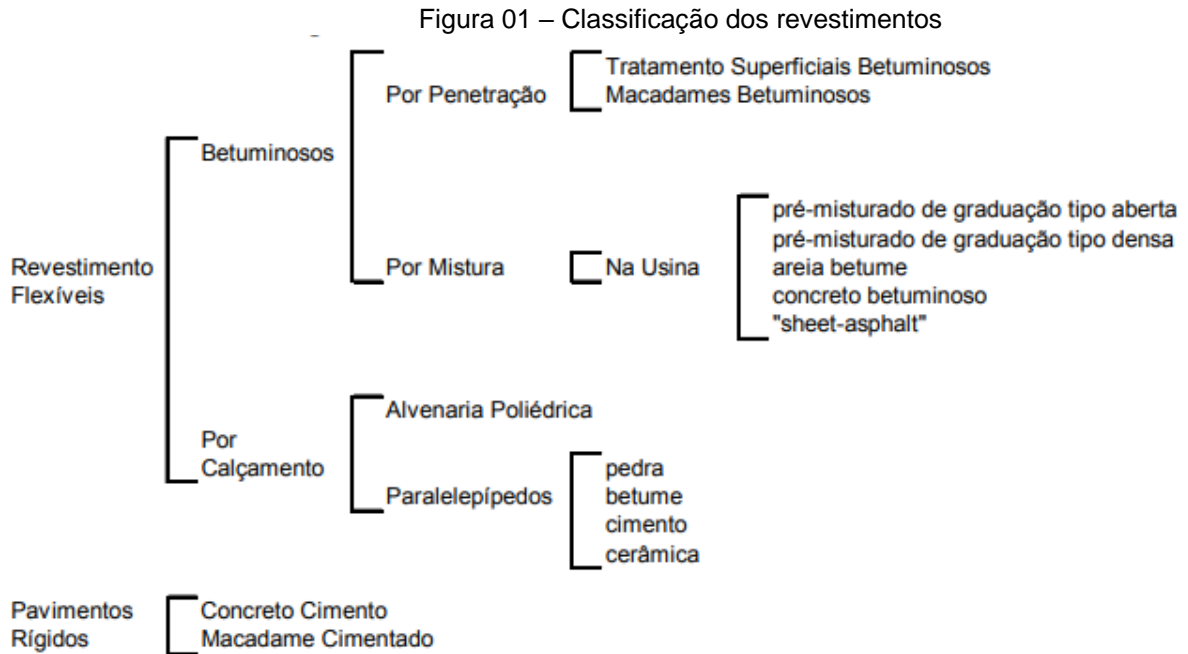
## **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **3.1 PAVIMENTO ASFÁLTICO**

Os pavimentos asfálticos são aqueles em que o revestimento é composto por uma mistura constituída basicamente de agregados e ligantes asfálticos. É formado por quatro camadas principais: revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito. O revestimento asfáltico pode ser composto por camada de rolamento – em contato direto com as rodas dos veículos e por camadas intermediárias ou de ligação, por vezes denominadas de binder, embora essa designação possa levar a uma certa confusão, uma vez que esse termo é utilizado na língua inglesa para designar o ligante asfáltico. (BERNUCCI, MOTTA, et al.,2008)

### **3.2 TIPOS DE PAVIMENTO**

De acordo com o Manual do DNIT (2006) (Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes), os revestimentos podem ser agrupados de acordo com o esquema apresentado a seguir (figura 01):



Fonte: Manual do DNIT (2006).

### 3.2.1 Pavimento Rígido

De acordo com o DNIT (047/2004) é o pavimento de concreto simples é o pavimento cuja camada é constituída por placas de concreto de cimento Portland, não armadas ou eventualmente com armadura sem função estrutural, que desempenham simultaneamente as funções de base e de revestimento

### 3.2.2 Pavimento Semi-Rígido

O Manual do DNIT (2006) caracteriza por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias como por exemplo, por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica.

### 3.2.3 Pavimento Flexível

Segundo o Manual do DNIT (2006) é aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas. Exemplo típico: pavimento constituído por uma base de brita (brita graduada, macadame) ou por uma base de solo pedregulhoso, revestida por uma camada asfáltica.

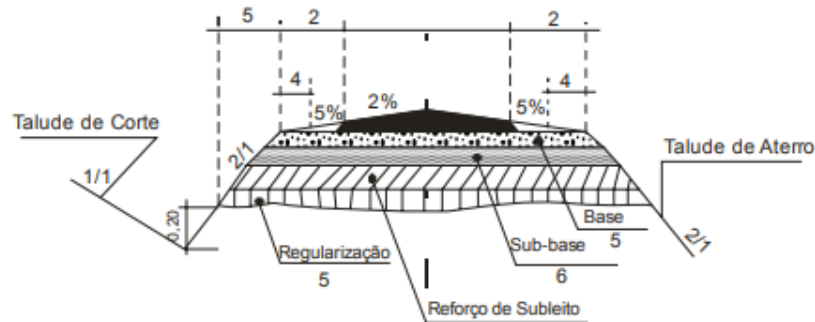
### 3.3 ESTRUTURA DO PAVIMENTO FLEXÍVEL

Para um melhor entendimento da função do pavimento flexível, é dito pelo Manual do DNIT 2006 que se trata da estrutura construída após a terraplenagem e destinada, econômica e simultaneamente em seu conjunto, a:

- Resistir a distribuir ao subleito os esforços verticais oriundos do tráfego;
- melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e conforto;
- Resistir aos esforços horizontais (desgaste), tomando mais durável a superfície de rolamento.

Um pavimento flexível é dividido em camadas, que compõem a estrutura total, são classificadas em Regularização, Reforço de Subleito, Sub-base, Base, Revestimento Asfáltico, como pode ser observado na figura 02 a seguir.

Figura 02 – Esquema de seção transversal do pavimento



Fonte: Manual do DNIT (2006).

A norma 108/2009 do DNIT afirma que o subleito se trata de segmentos de rodovia cuja implantação requer depósito provenientes de cortes e/ou de empréstimos no interior dos limites das seções de projeto (Off sets) que definem o corpo estradal, o qual corresponde a faixa de terraplanagem.

O CBR (California Bearing Ratio), com sua tradução para o português em ISC (Índice Suporte California) se trata de um índice que visa mostrar os parâmetros usados para entendimento da resistência, a norma (DNIT 172/2016) afirma o procedimento tem por objetivo fixar as condições para determinação do índice utilizando amostras não trabalhadas, sendo amostra não trabalhada todo aquele solo que não foi reutilizado nos ensaios. Os parâmetros encontrados no ensaio são o índice e a expansão do material submerso em água.

Para entender o que é IP (Índice de Plasticidade) é necessário entender previamente os conceitos de Limite de Plasticidade (LP) e Limite de Liquidez (LL).

O limite de plasticidade é a umidade em que um solo apresenta a transição do estado elástico para o estado semissólido, sendo essencial para avaliar seu comportamento mecânico (DANTAS, et.al.,2016). A norma DNER-ME 082/94 se trata de um documento, validado como norma técnica que apresenta o procedimento para a determinação do limite de plasticidade de solos e prescreve a aparelhagem, a execução e condições para a obtenção do resultado.

O limite de liquidez é definido como o teor de umidade em que um solo passa do estado plástico para o estado líquido, sendo um parâmetro essencial para a caracterização do comportamento dos solos em condições saturadas (MARTINS, 2017). A norma DNER-ME 122/94 afirma que é um método de referência para a determinação do limite de liquidez de solos, assim como um método expedido ajustado a solos brasileiros, cujos limites de liquidez não excedam a 150%.

O IP (Índice de Plasticidade) é encontrado através da diferença do limite de liquidez pelo limite de plasticidade.

O IG (Índice de Grupo) de solos é um valor numérico calculado a partir da granulometria e da plasticidade dos solos finos, sendo utilizado para complementar a classificação dos solos no sistema de classificação AASHTO, com o objetivo de prever o comportamento do solo em aplicações de engenharia, como na construção de rodovias (LIMA, et.al.,2020).

A Regularização do Subleito é a operação destinada a conformar o leito estradal, transversal e longitudinalmente, obedecendo às larguras e cotas constantes das notas de serviço de regularização de terraplenagem do projeto, compreendendo cortes ou aterros até 20 cm de espessura (DNIT 137/2010). O material usado nesta camada deve obedecer também métricas seguintes:

- CBR = Maior possível e Expansão  $\leq$  2% (DNIT 172/2016).

Após o fim da camada anterior, deve ser executado a cama de reforço de subleito, no qual segundo o DNIT138/2010 é a camada estabilizada granulometricamente, executada sobre o subleito compactado e regularizado, utilizada quando se torna necessário reduzir a espessuras elevadas na camada de

sub-base, originadas pela baixa capacidade de suporte do subleito. Esta camada requer as seguintes especificações para material usado:

- $CBR \geq CBR$  da Regularização e  $Expansão \leq 1\%$  (DNIT 172/2016).

A Sub base é camada de pavimentação, complementar à base e com as mesmas funções desta, executada sobre o subleito ou reforço do subleito, devidamente compactado e regularizado (DNIT 139/2010). O material usado nesta camada deve obedecer também métricas seguintes:

- $CBR \geq 20\%$  e  $Expansão \leq 1\%$  (DNIT 172/2016);
- $IG = 0$  (DNER 082/94) e (122/94);
- $GC \geq 100\%$  (DNER 092/94).

A Base é a camada de um pavimento, sobre a qual será construído o revestimento, destinada a resistir aos esforços verticais oriundos dos veículos, distribuindo-os adequadamente às camadas subjacentes, executada sobre a sub-base, subleito ou reforço do subleito devidamente regularizado e compactado. Esta camada requer as seguintes especificações para material usado:

- $CBR \geq CBR$  do Subleito e  $Expansão \leq 1\%$  (DNIT 172/2016);
- $IG \leq IG$  do Subleito (DNER 082/94) e (122/94).

O Revestimento asfáltico abordado neste estudo será o concreto asfáltico mistura executada a quente, em usina apropriada, com características específicas, composta de agregado graduado, material de enchimento (filer) se necessário e cimento asfáltico, espalhada e compactada a quente (DNIT 031/2006). Para a avaliação da qualidade do material, é utilizado como parâmetro o método marshall (DNER 043/95), que afirma:

- Densidade Máxima..... Máxima;
- Porcentagem de vazios ..... 3% a 5%;
- Estabilidade..... >500Kgf;

- Fluência (1/100mm) ..... 2 a 4,5;
- Relação Betume Vazios .....75% a 82%;
- Resistência a Tração na compressão diametral .... >0,65 Mpa.

### 3.4 PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

As patologias no asfalto são problemas que surgem nas pavimentações devido aos desgastes, condições climáticas, tráfego intenso e falhas na execução ou manutenção. (NUNES, et.al.,2020)

Para um melhor entendimento do estudo visual, é necessário um item para ser usado como parâmetro de medidas das patologias registradas por fotos, este item deve ter medidas padrões conhecidas e padronizadas, pode ser observado nas figuras abaixo que fora usado como gabarito uma régua milimetrada dentro de um círculo com medidas conhecidas, esses gabaritos padronizam o processo de avaliação ao definir categorias e níveis de severidade para cada tipo de patologia.

#### 3.4.1 Trincas Isoladas

##### 3.4.1.1 Trinca Transversal

Trinca isolada (demonstrado na figura 03) que apresenta direção predominantemente ortogonal ao eixo da via. Quando apresentar extensão de até 100 cm é denominada trinca transversal curta. Quando a extensão for superior a 100 cm denomina-se trinca transversal longa (DNIT 0005/2013).

Figura 03 – Trinca isolada transversal



Fonte: DNIT (005/2003).

#### 3.4.1.2 Trinca Longitudinal

Trinca isolada que apresenta direção predominantemente paralela ao eixo da via. Quando apresentar extensão de até 100 cm é denominada trinca longitudinal curta. Quando a extensão for superior a 100 cm denomina-se trinca longitudinal longa (DNIT 0005/2013). Exemplificados abaixo na figura 04.

Figura 04 – Trinca isolada longitudinal



Fonte: DNIT (005/2003).

### 3.4.1.3 Trinca de Retração

Trinca isolada não atribuída aos fenômenos de fadiga e sim aos fenômenos de retração térmica ou do material do revestimento ou do material de base rígida ou semirrígida subjacentes ao revestimento trincado (DNIT 0005/2013).

### 3.4.2 Trincas Interligadas

#### 3.4.2.1 Trinca Tipo Couro De Jacaré

Conjunto de trincas interligadas sem direções preferenciais, assemelhando-se

ao aspecto de couro de jacaré (como exemplificado na figura 05). Essas trincas podem apresentar, ou não, erosão acentuada nas bordas (DNIT 0005/2013).

Figura 05 – Trinca interligada – tipo Couro de Jacaré



Fonte: DNIT (005/2003).

#### 3.4.2.2 Trinca tipo Bloco

Conjunto de trincas interligadas caracterizadas pela configuração de blocos formados por lados bem definidos (demonstrado na figura 06), podendo, ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas (DNIT 0005/2013).

Figura 06 – Trinca interligada – tipo Bloco



Fonte: DNIT (005/2003).

### 3.4.3 Afundamento ou Trilho de Roda

Deformação permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de solevamento, podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação (DNIT 0005/2013). Como demonstrado abaixo na figura 07.

Figura 07 – Afundamento ou Trilho de Roda



Fonte: DNIT (005/2003).

#### 3.4.4 Ondulação ou Corrugação

Deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento (DNIT 0005/2013). Pode ser reconhecido através do exemplo na figura 08.

Figura 08 – Ondulação ou Corrugação



Fonte: DNIT (005/2003).

#### 3.4.5 Escorregamento

Deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento (demonstrado na figura 09), com aparecimento de fendas em forma de meia-lua (DNIT 0005/2013).

Figura 09 – Escorregamento



Fonte: DNIT (005/2003).

#### 3.4.6 Exsudação

Excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento (como exemplificado na figura 10), causado pela migração do ligante através do revestimento (DNIT 0005/2013).

Figura 10 – Exsudação



Fonte: DNIT (005/2003).

### 3.4.7 Desgaste

Efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego (DNIT 0005/2013). Pode ser identificado como demonstra a figura 11.

Figura 11 – Desgaste



Fonte: DNIT (005/2003).

### 3.4.8 Panela ou Buraco

Cavidade que se forma no revestimento por diversas causas (inclusive por falta de aderência entre camadas superpostas, causando o deslocamento das camadas), podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas (DNIT (0005/2013). Como demonstrado abaixo na figura 12.

Figura 12 – Panela ou Buraco



Fonte: DNIT (005/2003).

### 3.5 TERMINOLOGIA DOS DEFEITOS

Para de forma facilitada entender e classificar um padrão, a norma (DNIT 005/2003) define os termos técnicos empregados em defeitos que ocorrem nos pavimentos flexíveis e semirrígidos e serve para padronizar a linguagem adotada na elaboração das normas, manuais, projetos e textos relativos aos pavimentos.

A norma conta com um conjunto de tabelas que, de forma simples, resume e apresenta a classificação e codificação adotada para todos os defeitos definidos por norma, conforme pode ser observado em anexo A na figura 12 e anexo B na figura 13, representado abaixo:

Figura 13 – Codificação e Classificação

DNIT 005/2003-TER

4

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

NOTA 1: Classe das trincas isoladas

FC-1: são trincas com abertura superior à das fissuras e menores que 1,0mm.

FC-2: são trincas com abertura superior a 1,0mm e sem erosão nas bordas.

FC-3: são trincas com abertura superior a 1,0mm e com erosão nas bordas.

NOTA 2: Classe das trincas interligadas

As trincas interligadas são classificadas como FC-3 e FC-2 caso apresentem ou não erosão nas bordas.

\_\_\_\_\_/Anexo B

Fonte: DNIT (005/2003).

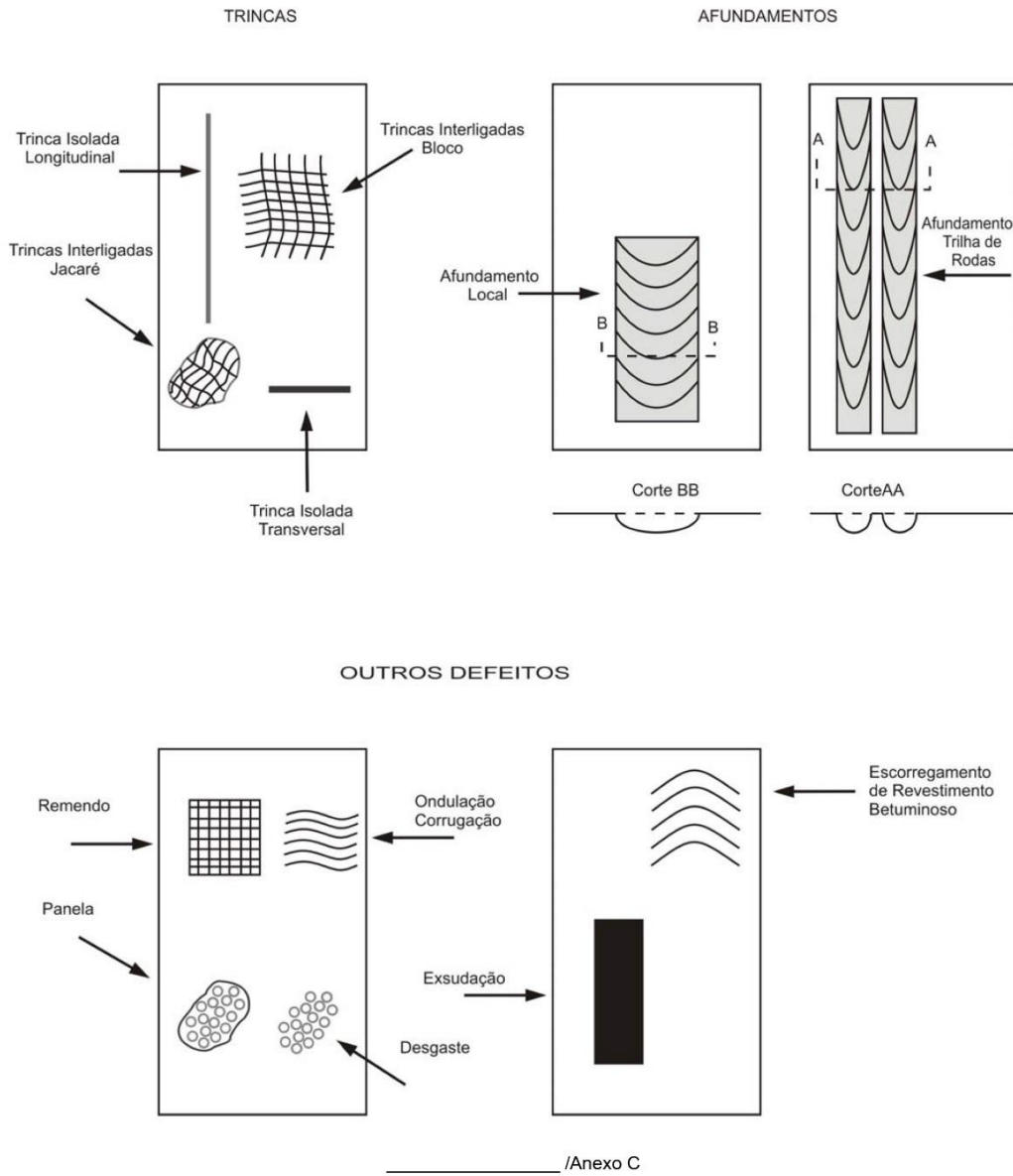
Figura 14 – Representação Patológica.

DNIT 005/2003-TER

5

**Anexo B (informativo)**

Representação esquemática dos defeitos ocorrentes na superfície dos pavimentos flexíveis e semi-rígidos



Fonte: DNIT (005/2003).

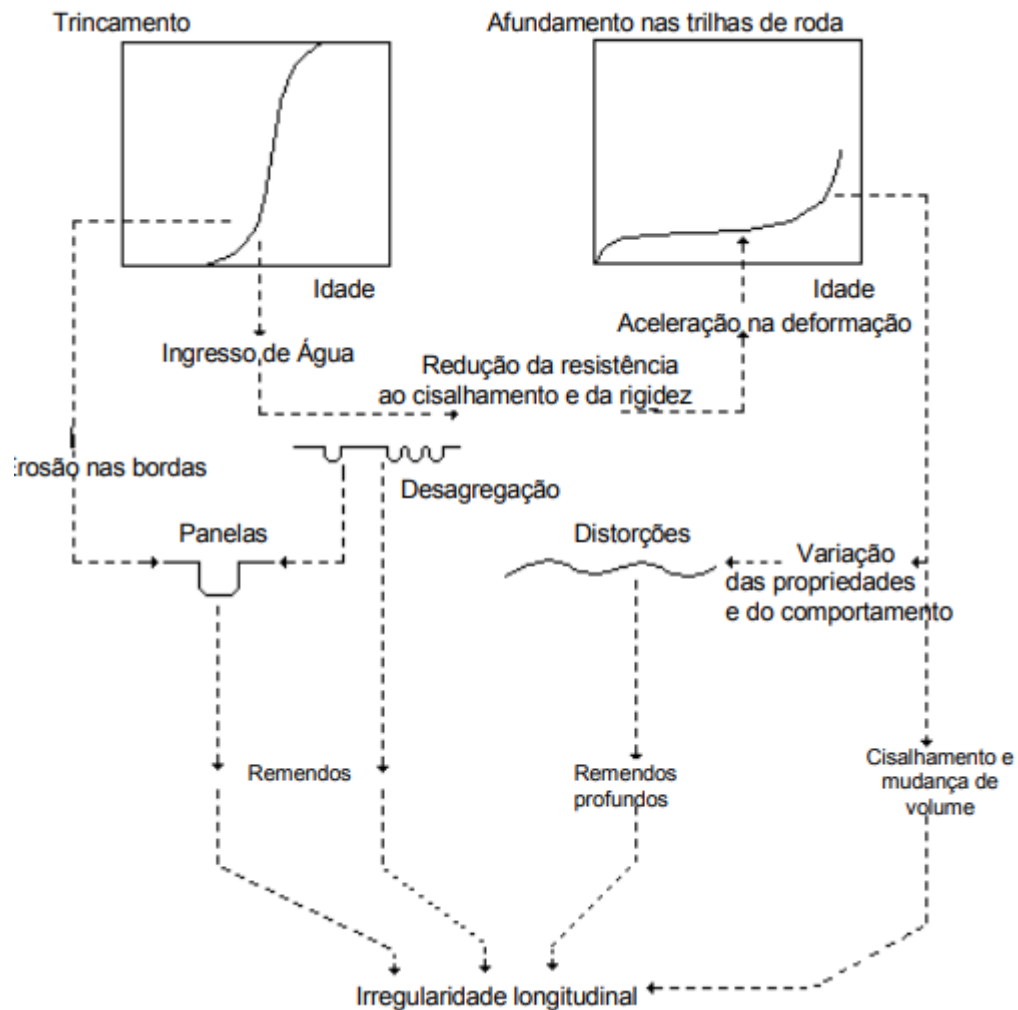
### 3.6 POSSÍVEIS CAUSAS DOS DEFEITOS

Para melhor definir como sanar as manifestações patológicas, é necessário entender quais são as razões por trás da aparição dessas deformidades. Para este trabalho se levou em conta os principais defeitos superficiais dos pavimentos flexíveis.

O trincamento ocorre quando o ligante betuminoso se torna tão suscetível a rompimentos que não pode mais suportar as deformações provenientes das mudanças de temperatura que ocorrem ao longo do dia. Ocorre então o desgaste e as deformidades denominadas “panelas” se desenvolvem pelo arrancamento do material da camada de revestimento. O afundamento nas trilhas de roda é desenvolvido progressivamente pelo enfraquecimento do pavimento devido ao grande número de repetições de cargas de pressões reduzidas. (Dnit 02/2006).

Visando o melhor entendimento, pode-se observar na Figura 15, a interação das falhas e como o não tratamento pode resultar em aparição e desenvolvimento das mesmas.

Figura 15 – Trinca isolada transversal



Fonte: DNIT – Manual de restauração de pavimentos asfálticos, 2006.

### 3.7 TÉCNICAS DE RESTAURAÇÃO DO PAVIMENTO

A velocidade de restauração de um pavimento aumenta após o aparecimento do trincamento, com impacto significativo na evolução das deformações nas trilhas de roda e da irregularidade longitudinal. Atualmente o Manual do DNIT de restauração de pavimentos asfálticos classifica os métodos utilizados:

#### 3.7.1 Conservação rotineira;

Para casos mais simples, sem presença de expressivas manifestações patológicas, sendo em destaque limpeza e controle de sinalização. (Figura 16).

Figura 16 - Limpeza



Fonte: Diefra, 2024.

### 3.7.2 Aplicação de lama asfáltica:

Desgaste superficial, trincas não muito severas em áreas não muito extensas. (Figura 17).

Figura 17 – Aplicação de Lama asfáltica



Fonte: JR tecnologia, 2024.

### 3.7.3 Correção de pontos localizados ou recapeamento:

Pavimento trincado, com “painéis” e remendos pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal. (Figura 18).

Figura 18 – Correção de pontos localizados ou recapeamento



Fonte: NSG Engenharia, 2024.

#### 3.7.4 Recapeamento com correções prévias:

Defeitos generalizados com correções prévias em áreas localizadas – remendos superficiais ou profundos. (Figura 19).

Figura 19 – Recapeamento com correções prévias



Fonte: Vogelsanger, 2024.

#### 3.7.5 Reconstrução:

Defeitos generalizados com correções prévias em toda extensão. Restauração do revestimento e das demais camadas – infiltração de água e descompactação da base. (Figura 20).

Figura 20 - Reconstrução



Fonte: Ph digital, 2024.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 ESTUDO DE CASO

Para essa análise, fora utilizado o método visual através de registro fotográfico para um estudo de caso, na Rua Tibúrcio Valeriano no bairro Jardim Esperança de Arapiraca – AL, com o objetivo de identificar e quantificar as falhas superficiais existentes, além de analisar as possíveis causas e efeitos do não tratamento. A descrição detalhada dessas manifestações patológicas é fundamental, incluindo informações sobre extensão, dimensão, localização e profundidade.

O estudo em campo fora realizado com auxílio de ferramentas para, minuciosamente, verificar e fotografar cada ponto em específico no qual era localizado alguma irregularidade, sendo elas:

- Câmera fotográfica;
- Google Earth;
- Aplicativo “*NoteCam*”;
- Régua de 30 centímetros de aço;
- Planilhas (Apêndice A);
- Canetas esferográfica;
- Prancheta;

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 RESULTADOS

Diante da análise fotográfica visual realizada em campo no dia 18/01/2024, foi observada uma grande quantidade de manifestações patológicas. Todas foram registradas e catalogadas com o auxílio das ferramentas supracitadas, para assim configurar os seguintes resultados obtidos:

#### 5.1.1 Trinca isolada;

No percorrer do trecho, foi observado e registrado a presença de uma trinca isolada, sendo classificada como transversal longa por percorrer a largura por completo do pavimento, como pode ser observado na Figura 21.

Figura 21 – Trinca transversal isolada longa (TTL)



Fonte: Autor, 2024.

#### 5.1.2 Trinca interligada (jacaré);

Caracterizando-se como uma falha bastante frequente em pavimentos flexíveis, foi registrado o total de 07 (sete) eventos, denotando que o pavimento está começando a apresentar algumas falhas superficiais que podem ser resolvidas de imediato. Segue registro da Figura 22 até a Figura 27.

Figura 22 – Trinca interligada “jacaré” (J)



Fonte: Autor, 2024.

Figura 23 – Trinca interligada “jacaré” (J)



Fonte: Autor, 2024.

Figura 24 – Trinca interligada “jacaré” (J)



Fonte: Autor, 2024.

Figura 25 – Trinca interligada “jacaré” (J)



Fonte: Autor, 2024.

Figura 26 – Trinca interligada “jacaré” (J)



Fonte: Autor, 2024.

Figura 27 – Trinca interligada “jacaré” (J)



Fonte: Autor, 2024.

Para trincas isoladas e interligadas, a possível solução mais prática seria o corte e a limpeza do local para assim executar um recapeamento localizado.

### 5.1.3 Afundamento;

Por se tratar de uma falha plástica, foi observado apenas um caso, entretanto, percebe-se que o mesmo se encontra nas proximidades de um bueiro que se caracteriza em um ponto crítico para execução do pavimento, por alto nível de dificuldade em compactação. Desta maneira a Figura 28, demonstra com clareza qual o resultado de uma execução sem alcançar o nível correto de qualidade.

Figura 28 – Afundamento plástico local (ALP)



Fonte: Autor, 2024.

Os afundamentos localizados são característicos de recalque plástico localizado, para uma solução desta patologia é recomendado o corte do material, estudo localizado da estrutura e recapeamento localizado.

### 5.1.4 Ondulação;

Os bordos do asfalto são pontos que se deve ter o maior cuidado em execução, por estarem próximos do meio-fio ou da sarjeta, tem uma tendência que este ponto não seja executado todas as camadas de compactação empregando a energia correta, com a ausência desta preocupação, resulta no que é mostrado na Figura 29.

Figura 29 – Ondulação (O)



Fonte: Autor, 2024.

Ondulações são características do escorregamento da capa asfáltica, portanto a solução provável seria o estudo do material ligante do asfalto e sub camadas estruturais, sendo necessário uma limpeza e corte e execução de recapeamento localizado.

#### 5.1.5 Painelas;

Para este caso em específico, se trata do ponto mais crítico que as manifestações patológicas supracitadas podem alcançar, superando por completo a capa asfáltica. Observou-se uma quantidade expressiva de 14 (catorze) registros, dos quais exigiam que os motoristas executassem manobras que invadiam a mão contrária, sendo assim algo que os colocava em risco. Pode ser visto na sequência de registros fotográficos da Figura 30 até a Figura 42.

Figura 30 – Painela 01 (P)



Fonte: Autor, 2024.

Figura 31 – Painela 02 (P)



Fonte: Autor, 2024.

Figura 32 – Painela 03 (P)



Fonte: Autor, 2024.

Figura 33 – Painela 04 (P)



Fonte: Autor, 2024.

Figura 34 – Painela 05 (P)



Fonte: Autor, 2024.

Figura 35 – Painela 06 (P)



Fonte: Autor, 2024.

Figura 36 – Painela 07 (P)



Fonte: Autor, 2024.

Figura 37 – Painela 08 (P)



Fonte: Autor, 2024.

Figura 38 – Painela 09 (P)



Fonte: Autor, 2024.

Figura 39 – Painela 10 (P)



Fonte: Autor, 2024.

Figura 40 – Painela 11 (P)



Fonte: Autor, 2024.

Figura 41 – Painela 12 (P)



Fonte: Autor, 2024.

Figura 42 – Painela 13 (P)



Fonte: Autor, 2024.

Painelas são o resultado do conjunto de falhas, ou seja, é o que se tem quando não é resolvido nas fases iniciais. Com o tempo as manifestações patológicas tendem a não ser só superficiais, quando é chegado esse ponto, se tornam um risco

para quem utiliza a rodovia e para toda a população em torno, podendo ocasionar acidentes ou prejuízos financeiros.

Para uma solução provável desta manifestação patológica, o mais indicado é limpeza do local e um estudo mais preciso das camadas inferiores atingidas, caso seja superficial, o ideal é um recapeamento localizado, caso tenha comprometido as camadas inferiores de estabilidade, seria o ideal uma reconstrução localizada de todas as camadas.

Devido o estudo ter sido realizado com o auxílio de um programa capaz de fornecer todas as coordenadas georreferenciadas nos registros fotográficos, foi possível se obter o mapa representado na Figura 43, no qual localiza cada ponto em que foi registrado e catalogado cada patologia.

Figura 43 – Patologias Georreferenciadas



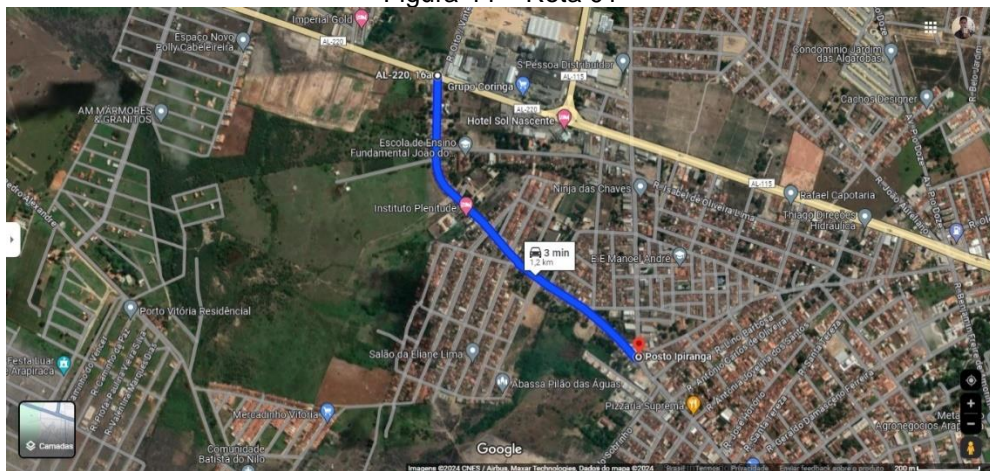
Fonte: Google maps, 2024.

Como verificado na imagem acima, fora observado uma quantidade expressiva de manifestações patológicas de tipos variados em um pequeno trecho de pavimento. Nesse caso, o recapeamento, que adiciona uma nova camada de asfalto,

é a melhor solução, pois restaura a rodagem, melhora a resistência e prolonga a vida útil do pavimento.

Durante a execução do estudo de caso, fora identificado um fator externo que ainda não tinha sido levado em conta no momento de análise das manifestações patológicas. O trecho em estudo se trata da Rua Tibúrcio Valeriano no bairro Jardim Esperança de Arapiraca – AL, tem um total de 1,2 km com percurso executado em aproximadamente 3 minutos e se trata de um importante acesso como saída para a AL-220, como pode ser observado na Figura 44.

Figura 44 – Rota 01



Fonte: Google maps, 2024.

Mas devido a duplicação da AL-220 que está em curso, houve a necessidade da interdição desta saída, levando à necessidade de uma rota alternativa para o uso desta mesma principal. Com isso houve um aumento considerável da rota, levando em conta o uso correto das vias. A alteração pode ser observada na Figura 45.



Para o trecho em questão, fora escolhido a solução que mais englobaria soluções para a maioria das falhas, entretanto, nada impede a continuação desta análise futuramente.

#### 6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, recomenda-se ir além da análise visual superficial, com a continuação do estudo para direções específicas. Além de uma análise contínua visando avaliar com passarão longo do tempo a intensidade das manifestações patológicas. Uma análise profunda sobre o material utilizado em cada camada, para poder identificar se o mesmo atende às especificações mínimas exigidas por norma seria também recomendável. Vale também mencionar a contínua busca e observação de novas tecnologias para recuperação do pavimento existente, objetivando-se identifica aquelas que possam trazer para a sociedade inovações tecnológicas não tão agressivas ao meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

- BERNUCCI, Liedi B. et al. **Pavimentação asfáltica**: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: Petrobrás: Abeda.
- DANTAS, A. L., & LIMA, M. A. **Mecânica dos Solos**. São Paulo: [s.n.], 2016.
- DNIT. **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos terminologia**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2003.
- DNIT. **Execução de pavimento rígido com equipamento de pequeno porte**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2004.
- DNIT. **Manual de pavimentação**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2006.
- DNIT. **Manual de restauração de pavimentos asfálticos**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2006.
- DNIT. **Pavimentação** – regularização do subleito – especificação de serviço. Rio de Janeiro: [s.n.], 2010.
- DNIT. **Pavimentação** – reforço do subleito – especificação de serviço. Rio de Janeiro: [s.n.], 2010.
- DNIT. **Solos** – Determinação do índice de suporte Califórnia utilizando amostras não trabalhadas – métodos de ensaio. Brasília: [s.n.], 2016.
- DNIT. **Terraplanagem** – aterros – especificação de serviço. Rio de Janeiro: [s.n.], 2009.
- Empresa de Lama asfáltica Pronta para Pavimentos**. Disponível em: <https://www.jrcor.com.br/empresa-lama-asfaltica-pronta-pavimentos.php>. Acesso em: 18/01/2024.

LIMA, M. A., & BARBOSA, R. S. **Classificação de solos e sua aplicação na Engenharia Civil**, 3ª Edição. Rio de Janeiro: [s.n.], 2020.

MARTINS, J. A., & OLIVEIRA, M. S. **Geotecnia: Fundamentos e Aplicações**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2017.

MT. **Misturas betuminosas a quente** – ensaio marshall. Rio de Janeiro: [s.n.], 1995.

MT. **Solos** – determinação da massa específica aparente “in situ”, com emprego de frasco de areia. Rio de Janeiro: [s.n.], 1994.

MT. **Solos** – determinação do limite de liquidez. Rio de Janeiro: [s.n.], 1994.

MT. **Solos** – determinação do limite de plasticidade. Rio de Janeiro: [s.n.], 1994.

NUNES, José. **Patologias em pavimentos asfálticos**. 3ª ed. São Paulo: [s.n.], 2020.

**NSG Engenharia**. Disponível em: <https://www.nsgengenharia.com.br/tapa-buraco/>. Acesso em: 18/01/2024.

**O que é conservação e manutenção de áreas verdes em rodovias**. Disponível em: <https://www.grupodiefra.com.br/site/infraestrutura/o-que-e-conservacao-e-manutencao-de-areas-verdes-em-rodovias/>. Acesso em: 18/01/2024.

PINTO, S., & Pinto, I. E. et al. **Pavimentação Asfáltica: Conceitos fundamentais sobre materiais e revestimentos asfálticos**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2015.

Ph Digital. **Arteris faz reconstrução de pavimento na BR-101, em Palhoça**. Disponível em: <https://www.palhocense.com.br/noticias/cotidiano/arteris-faz-reconstrucao-de-pavimento-na-br-101-em-palhoca>. Acesso em: 18/01/2024.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de técnicas de pavimentação**, 2. São Paulo: PINI.

Vogelsanger. **Recapeamento asfáltico o que é.** Disponível em: <https://britagemvogelsanger.com.br/asfalto/recapeamento-asfaltico-o-que-e/>. Acesso em: 18/01/2024.

