



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**AVALIAÇÃO VISUAL DA SUPERFÍCIE DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS:
ESTUDO DE CASO DA AVENIDA CELINA FERREIRA OTTONI – VARGINHA/MG**

Aluno: Bruno Campos Silva

Graduação em Engenharia Civil

Orientador: Raphael Lúcio Reis dos Santos

Coorientadora: Flávia Castro de Faria

Varginha – MG

Janeiro – 2025

BRUNO CAMPOS SILVA

AVALIAÇÃO VISUAL DA SUPERFÍCIE DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS:
ESTUDO DE CASO DA AVENIDA CELINA FERREIRA OTTONI – VARGINHA/MG

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como parte das atividades para
obtenção do título de Engenheiro Civil do
Centro Federal de Educação Tecnológica de
Minas Gerais.

Varginha – MG
Janeiro 2025

AVALIAÇÃO VISUAL DA SUPERFÍCIE DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS: ESTUDO DE CASO DA AVENIDA CELINA FERREIRA OTTONI – VARGINHA/MG

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte das atividades para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Data da aprovação: 03 / 02 / 25 Banca

examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **RAPHAEL LUCIO REIS DOS SANTOS**
Data: 03/02/2025 15:36:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Raphael Lúcio Reis dos Santos,

Dr.

Centro Federal de Ensino Tecnológico de Minas Gerais (CEFET-MG) – Unidade Belo Horizonte

Documento assinado digitalmente
 **FLAVIA CASTRO DE FARIA**
Data: 07/02/2025 14:52:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Flávia Castro de Faria, Me.

Centro Federal de Ensino Tecnológico de Minas Gerais (CEFET-MG) – Unidade Varginha

Documento assinado digitalmente
 **ARMANDO BELATO PEREIRA**
Data: 07/02/2025 09:22:15-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Armando Belato Pereira, Dr.

Centro Federal de Ensino Tecnológico de Minas Gerais (CEFET-MG) – Unidade

Varginha
Documento assinado digitalmente
 **LUCIANA ALVARENGA SANTOS**
Data: 06/02/2025 16:16:01-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Luciana Alvarenga Santos, Dra.

Centro Federal de Ensino Tecnológico de Minas Gerais (CEFET-MG) – Unidade Varginha

RESUMO

Com o aumento da demanda por transporte de pessoas e materiais, é imprescindível que haja controle e manutenção da qualidade das vias, por questões de conforto, mobilidade e segurança. Entretanto, a realidade brasileira difere muito desse objetivo. Segundo o Relatório Executivo do Plano Nacional de Logística de 2025, cerca de 65% do transporte de cargas do Brasil, é feito, ou passa por rodovias. Grande parte das rodovias do país se encontram em más condições, com várias patologias, como: trincas, desgaste, exsudação, afundamentos e panelas. No município de Varginha, no estado de Minas Gerais, a Avenida Celina Ferreira Ottoni é uma das principais vias de entrada e saída da cidade, além de dar acesso a muitos bairros, serviços de extrema importância, como a Unidade de Pronto Atendimento (UPA), sendo também, uma via de extrema importância para o transporte comercial, por ser uma das maiores vias de acesso à cidade. Portanto, o presente trabalho tem por objetivo realizar uma análise visual das patologias dessa Avenida, dada a grande interferência que esta tem no acesso à cidade e o impacto social e financeiro que esta pode gerar. Para atingir esse objetivo, foi feita uma revisão bibliográfica sobre os tipos de patologias mais frequentes, além de um estudo de campo, com visitas e demarcações, com o intuito de dividir a via em trechos, para categorizar quais os mais críticos, tornando possível aferir quais patologias apareceram nos trechos analisados, além de seu grau de incidência e recorrência. Após isso, foram feitas tabelas e gráficos, para tornar mais fácil a análise de cada um dos trechos selecionados. Com isso, tornou-se possível notar o mau estado de conservação da Avenida Celina Ferreira Ottoni e a alta quantidade de patologias encontradas pela análise visual, além de criar um estudo suficiente para que sejam levantadas propostas de melhoria da via, além de embasamento para futuros trabalhos.

Palavra-chave: pavimentação flexível; patologias; avaliação visual; estudo de caso, análise gráfica.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Camadas de Pavimentação Flexível.....	6
Figura 2 - Trincas Couro de Jacaré.....	10
Figura 3 - Trincas Isoladas Longitudinais.....	11
Figura 4 - Trincas Isolada transversal	12
Figura 5 - Trinca de retração.....	12
Figura 6 - Trincas tipo bloco.....	13
Figura 7 - Fissura na pavimentação	14
Figura 8 - Afundamento por consolidação.....	15
Figura 9 - Ondulação em pavimento	16
Figura 10 - Panela em pavimento	17
Figura 11 - Ondulação em pavimento	18
Figura 12 - Remendo em pavimento	19
Figura 13 - Escorregamento em pavimento	20
Figura 14 - Níveis de serventia atual	23
Figura 15 - Período indicado para a realização de manutenção corretiva	24
Figura 16 - Fluxograma de Planejamento	25
Figura 17 - Avenida Celina Ferreira Ottoni	26
Figura 18 - Trechos Avenida Celina Ferreira Ottoni	27
Figura 19 - Desgaste no trecho 01	28
Figura 20 - Desgaste no trecho 01	28
Figura 21 - Electroplastic	29
Figura 22 - Remendo no trecho 01	30
Figura 23 - Trinca couro de jacaré no trecho 03	32
Figura 24 - Trinca couro de jacaré no trecho 03	32
Figura 25 - Remendo no trecho 03	33
Figura 26 - Recapeamento no trecho 03	33
Figura 27 - Detalhe do recapeamento no trecho 03	33
Figura 28 - Afundamento plástico no trecho 03	34
Figura 29 - Afundamento plástico no trecho 03	34
Figura 30 - Remendo no trecho 04	36
Figura 31 - Trinca couro de jacaré no trecho 01	41
Figura 32 - Trinca couro de jacaré no trecho 03	41

Figura 33 - Trinca couro de jacaré no trecho 03	41
Figura 34 - Trinca couro de jacaré no trecho 03	42
Figura 35 - Trinca couro de jacaré no trecho 03	42
Figura 36 - Trinca couro de jacaré no trecho 03	42
Figura 37 - Trinca couro de jacaré no trecho 03	43
Figura 38 - Trinca couro de jacaré no trecho 03	43
Figura 39 - Desgaste no trecho 01	43
Figura 40 - Desgaste no trecho 01	44
Figura 41 - Escorregamento no trecho 03	44
Figura 42 - Escorregamento no trecho 03	44
Figura 43 - Trinca couro de jacaré no trecho 03	45
Figura 44 - Trinca couro de jacaré no trecho 03	45
Figura 45 - Desplacamento no trecho 03	45
Figura 46 - Trinca couro de jacaré no trecho 03	46
Figura 47 - Desplacamento no trecho 03	46
Figura 48 - Trinca couro de jacaré no trecho 03	46
Figura 49 - Trinca couro de jacaré no trecho 03	47
Figura 50 - Trinca couro de jacaré no trecho 02	47
Figura 51 - Desplacamento no trecho 03	47
Figura 52 - Trinca couro de jacaré no trecho 03	48
Figura 53 - Detalhe do remendo no trecho 03	48
Figura 54 - Remendo no trecho 03	48
Figura 55 - Remendo no trecho 03	49
Figura 56 - Trinca couro de jacaré e remendo no trecho 03	49
Figura 57 - Trinca couro de jacaré no trecho 03	49
Figura 58 - Remendo no trecho 03	50
Figura 59 - Remendo no trecho 02	50
Figura 60 - Trinca couro de jacaré no trecho 02	50
Figura 61 - Trinca couro de jacaré no trecho 02	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Patologias no trecho 01.....	27
Tabela 2 - Patologias no trecho 02.....	28
Tabela 3 - Patologias no trecho 03.....	31
Tabela 4 - Patologias no trecho 04.....	35

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Patologias no trecho 01	37
Gráfico 2 - Patologias no trecho 02	37
Gráfico 3 - Patologias no trecho 03	38
Gráfico 4 - Patologias no trecho 04	38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVOS.....	4
2.1 Objetivo geral	4
2.2 Objetivos específicos	4
3. JUSTIFICATIVA.....	5
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
4.1 Pavimentação.....	5
4.2 Pavimentação flexível.....	6
4.3 Camadas da pavimentação flexível	7
4.3.1 Subleito	7
4.3.2 Reforço do Subleito	8
4.3.3 Sub-base	8
4.3.4 Base.....	8
4.3.5 Revestimento.....	8
4.4 Patologias em pavimentação flexível	9
4.5 Fendas	9
4.5.1 Trincas	9
4.5.1.1 Trincas interligadas	10
4.5.1.2 Trincas isoladas.....	11
4.5.1.3 Trincas tipo bloco	11
4.5.2 Fissuras	12
4.6 Afundamento.....	15
4.6.1 Afundamento por consolidação	15
4.6.2 Afundamento plástico	16
4.7 Panela	17
4.8 Exsudação	17
4.9 Desgaste.....	18
4.10 Remendo	18
4.10.1 Remendo profundo.....	19
4.10.2 Remendo superficial	19

4.11 Escorregamento.....	19
4.12 Flecha na trilha de roda.....	19
5. IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO DOS PAVIMENTOS	20
5.1 Avaliação funcional de uma via	20
5.1.1 Avaliação funcional objetiva de uma via	22
5.1.2 Avaliação funcional subjetiva de uma via	23
5.2 Valor de serventia atual	23
5.3 Avaliação estrutural de uma via.....	25
6. MATERIAIS E MÉTODOS	26
6.1 Considerações Iniciais	26
7. ESTUDO DE CASO	Erro! Indicador não definido.
7.1 Local de estudo selecionado	26
7.2 Divisão em trechos	27
7.3 Patologias.....	27
7.4 Trecho 01.....	27
7.5 Trecho 02.....	30
7.6 Trecho 03.....	31
7.7 Trecho 04.....	35
7.8 Análise Geral	36
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	439
8.1 Considerações finais	39
8.2 Sugestões para trabalhos futuros	17
9. REFERÊNCIAS.....	41

1. INTRODUÇÃO

O modo de transportes e deslocamento mais utilizado no Brasil é o rodoviário, sendo responsável por aproximadamente 60% do transporte de mercadorias e 90% do transporte de passageiros, sendo este, um modal que demanda alto investimento por parte dos administradores e governo (Soares, 2019).

Segundo levantamento realizado pela Confederação Nacional dos Transportes (CNT, 2022), o estado da malha rodoviária segue em declínio, apontando para um índice de 66,0% de vias em estado Regular, Ruim ou Péssimo, nos parâmetros do Índice de Gravidade Global (IGG).

Devido ao transporte ser o principal componente logístico do mundo, é de alta importância o aprendizado e conhecimento da infraestrutura, aliado a formas de torná-lo eficiente, impactando no crescimento e desenvolvimento das cidades (Vargas, 2008).

Ainda segundo o CNT (2022), esses resultados são prejudiciais às transportadoras, aos usuários e também, aos órgãos ou empresas responsáveis pela manutenção da via, já que há um custo maior com grandes reparos, do que com manutenção periódica das vias.

A falta de manutenção em rodovias ocasiona diminuição no conforto e segurança durante o percurso do usuário. Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2005), a má conservação, ou falta de manutenção das vias, é responsável pelo aumento de cerca de 58% dos combustíveis, 40% do custo operacional de veículos, 100% do tempo de viagem e aproximadamente 50% dos acidentes.

Dessa forma, é importante que seja feita análise das patologias, para tornar possível o planejamento e averiguar a necessidade de programação e execução de manutenções preventivas e corretivas além de verificar os trechos críticos e ordens de prioridade dessas manutenções (Freitas, 2020).

A Avenida Celina Ferreira Ottoni é uma das principais vias da cidade de Varginha, em Minas Gerais, servindo como entrada da cidade e dando acesso a muitas empresas e serviços. O mau estado de conservação da via pode ser notado visualmente, devido ao estado avançado das patologias presentes, principalmente em trechos específicos, com maior tráfego de veículos pesados, como caminhões e ônibus.

Além disso, segundo o site G1, em reportagem de junho de 2024, a prefeitura de Varginha, vem fazendo investimentos em turismo, principalmente na forma de festivais gastronômicos e musicais mensais, e um investimento de mais de 1 milhão de reais no memorial do ET. Dessa forma, é essencial que as vias sejam atrativas para os turistas, principalmente grandes vias, como a Avenida Celina Ferreira Ottoni, que se encontra logo na entrada da cidade.

Segundo o Observatório Nacional de Segurança Viária, em estudo de 2023, publicado no Portal CNJ, houve um aumento no número de acidentes em estradas, inversamente proporcional, ao decréscimo da qualidade das vias, de 2020, para 2021. Dessa forma, evidenciando que a qualidade viária interfere diretamente no número de acidentes. Portanto, a qualidade das vias é essencial para melhora no deslocamento da população, evitando danos em seus veículos e melhorando o tráfego da região.

Assim, torna-se de grande importância a execução de uma análise visual mais precisa, tornando possível catalogar as patologias existentes, além de quantificá-las e evidenciar quais os trechos críticos e possíveis intervenções nestes.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar um levantamento visual, identificando as principais patologias de um trecho de pavimentação flexível, possibilitando a verificação do estado atual da Avenida Celina Ferreira Ottoni, que foi o trecho escolhido para a análise.

2.2 Objetivos específicos

O presente trabalho apresenta como objetivos específicos:

- Apresentar um inventário dos principais tipo de patologias existentes em vias.
- Apresentar e levantar os principais tipos de pavimentação existentes e sua utilização em território nacional.
- Apresentar e descrever os tipos de análise viária possíveis, elucidando qual será utilizado na avaliação in loco do trabalho.
- Realizar de levantamento patológico em campo, quantificando os tipos de patologia encontradas na Avenida Celina Ferreira Ottoni, nos trechos selecionados.

- Fornecer informações sobre o estado da pavimentação para subsidiar o planejamento de manutenções.

3. JUSTIFICATIVA

Quando se analisa o estado atual das rodovias no Brasil, é visualmente notável o mau estado de conservação nas quais estas se encontram.

Segundo Shoji (2000), um agravante para o estado das vias brasileiras, é a falta de recursos das prefeituras, para mantê-las. Dessa forma, é preciso focar nos pontos de maior relevância.

De tal modo, o objetivo deste estudo é identificar as principais patologias da Avenida Celina Ferreira Ottoni, utilizando o método de análise visual, para que posteriormente, haja reparos nos trechos mais críticos, já que de acordo com Santos (2011), a falta de recursos é justificada por má gestão de recursos, focando em manutenções paliativas, em locais inadequados.

Após levantamento visual, torna-se necessário gerenciar organização e triagem de dados, para tomada de decisões e aferição de resultados.

A Avenida Celina Ferreira Ottoni é a principal via de acesso à entrada e saída da cidade de Varginha, além de dar acesso a bairros muito populosos, como o Sion e Padre Vitor, além de serviços de interesse da população, como a UPA (Unidade de Pronto Atendimento) e a Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL) de Varginha. Portanto, para que os usuários da via possam ter maior conforto e segurança para acessá-lo, é preciso que haja um estudo sobre o aspecto patológico da via em questão.

Por meio desse estudo, pretende-se aferir qual a situação da Avenida Celina Ferreira Ottoni e identificar quais as principais patologias e seu grau de incidência na extensão da Avenida.

Além disso, após encontradas patologias e com a identificação de um mau estado de conservação da via, foi possível obter embasamento para um posterior trabalho sobre formas de executar manutenções nos trechos em questão, sejam corretivas ou preventivas, feitas de forma estratégica, minimizando os problemas do trajeto.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Pavimentação

Segundo Balbo (2007), pavimentar uma via é uma obra de engenharia civil, com o objetivo de aprimoramento da condição de tráfego, regularizando a superfície, reduzindo ruídos e oscilações. Diante disso, a pavimentação tem suma importância na estabilidade e conforto durante uma viagem.

Sobre a pavimentação rodoviária, tem-se que é uma superestrutura com camadas finas sobre o terreno de fundação (IPR-2006). Essa definição se aproxima mais da definição conhecida atualmente, quando se refere à pavimentação. Sendo uma camada aplicada para nivelar a superfície e distribuir cargas dos veículos, para aumento de conforto e segurança dos usuários das vias. Para Senço (2007), o pavimento é dividido entre pavimentos rígidos e pavimentos flexíveis, sendo que o DNIT (2017), ainda acrescenta a definição de pavimento semirrígido.

Segundo dados do DNIT (2017), a pavimentação rígida é feita, predominantemente, em concreto Portland, precisando atingir uma resistência mínima específica e recebem esse nome, devido ao alto Módulo de Elasticidade do Concreto. Já o pavimento semirrígido, são pavimentos compostos por revestimento asfáltico, com a presença de algum ligante hidráulico, como o cimento Portland. São pavimentos que apresentam taxa de crescimento no uso, em detrimento dos pavimentos rígidos.

Entretanto, segundo estudo da CNT, de 2017, cerca de 99% do pavimento brasileiro é composto por pavimentação flexível, por isso, este será o objeto principal de estudo deste trabalho.

4.2 Pavimentação flexível

A pavimentação flexível é aquela na qual todas as camadas sofrem algum tipo de deformação elástica, que tenha alguma significância, diante da aplicação de carga, se distribuindo de forma equivalente, entre as camadas (DNIT, 2006). Portanto, torna-se de suma importância o entendimento e aprofundamento neste tema, para desenvolvimento do presente trabalho.

Para a execução da pavimentação flexível, é necessário controle e dosagem de materiais, bem como ligantes, revestimento asfáltico, além de execução de

serviços adequados de nivelamento de terreno e compactação de solo, para que haja maximização dos resultados esperados, após o término da obra (DNIT, 2006).

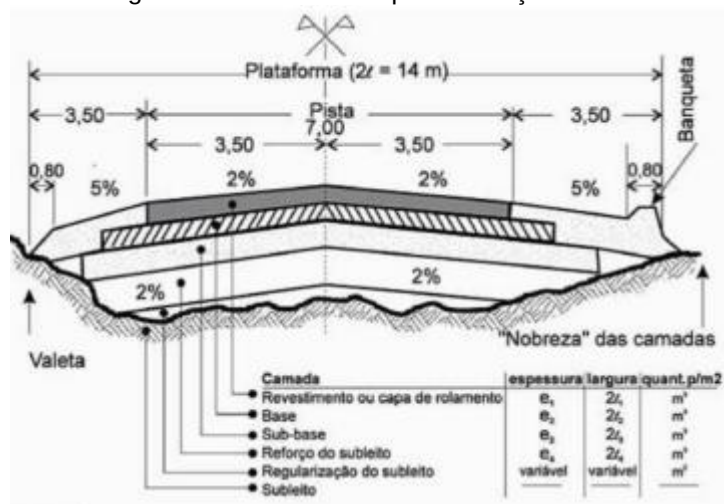
Além disso, faz-se necessário um estudo, sobre as camadas da pavimentação e a necessidade de construção de reforços.

O pavimento deve ser dimensionado levando em consideração as cargas que serão aplicadas neste, considerando intensidade de tráfego e tipos de veículos que serão predominantes na via (Bernucci *et al.*, 2008).

4.3 Camadas da pavimentação flexível

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 031/2006), o pavimento flexível, em sua grande maioria, é composto pelas seguintes camadas: Revestimento, Base, Sub-base, Reforço e Subleito, como pode ser exemplificado na Figura 1:

Figura 1 – Camadas de pavimentação flexível



Fonte: Senço (2007)

Em casos específicos, é utilizada uma camada de Regularização do Subleito (Senço, 2007).

Essa divisão em finas camadas é feita para que após a aplicação das cargas, haja transmissão destas, de forma correta, para que estas cheguem ao solo, sem a ocorrência de patologias ou pressão (Marques, 2014).

4.3.1 Subleito

O subleito é o solo. Ou seja, o terreno natural ou trazidos via transporte de aterros posteriormente compactado (Balbo, 2011), que deve ser compactado e cortado conforme necessidade, para receber as outras camadas, exercendo esse, a função de fundação da estrutura de pavimentação (Senço, 2001).

4.3.2 Reforço do Subleito

O reforço do subleito é uma camada, que quando necessária, é utilizada para aumentar a resistência do subleito, ficando logo acima deste e sendo composta por material de maior qualidade técnica que o subleito, porém de qualidade inferior às camadas mais superiores, para redução de custos (Balbo, 2007).

4.3.3 Sub-base

A sub-base fica acima das anteriores e é utilizada para não construir a base diretamente sobre o subleito, sendo mais resistente do que o subleito, em si (CNT, 2017). Além de, assim como o reforço do subleito, reduzir os custos de implantação da via, com a base, já que esta é composta por materiais de mais alta qualidade técnica (Branco, 2006).

4.3.4 Base

A base resiste aos reforços ocasionados por solicitações verticais, transferindo-os para as outras camadas, porém, sem ocasionar deformações nestes, sendo a camada logo abaixo do revestimento (Bernucci, 2008).

A base também pode ser chamada de base granular, devido à sua composição ser geralmente composta por material britado, como britas, solos agregados e cimento (Balbo, 2007).

4.3.5 Revestimento

O revestimento é a camada superficial do pavimento, recebendo as solicitações diretamente, devendo transferir estes para as camadas inferiores, de forma que não as prejudique (Branco, 2006).

Por ser a camada externa, é de grande importância que haja estudos sobre sua condição, de forma que qualquer imperfeição possa ser reparada, ocorrendo manutenção da segurança do usuário, isso pois a via deve atender aos usuários em qualquer época do ano e a manutenção do tráfego em tempo integral (Bernucci, 2008). Além disso, por haver contato direto entre ela e os veículos, seu estado de conservação interfere diretamente no conforto do usuário, sendo necessário que não haja deformações nesta.

4.4 Patologias em pavimentação flexível

Segundo pesquisa do CNT (2023), cerca de 65% do deslocamento de cargas e 95% do transporte de passageiros, é feito em rodovias. Além disso, ainda segundo essa pesquisa, o estado de conservação destas é de aproximadamente 67,5% sendo Péssimas, Ruins ou Regulares. Sendo o principal fator de avaliação, o estado do pavimento.

O surgimento de patologias pode ser dado por diversos tipos de falha. De acordo com Balbo (2007), a degradação do pavimento pode ser iniciada no processo de construção, com a escolha de materiais, aliada a fatores externos, como agentes ambientais, cargas dos veículos e uso contínuo da via.

As patologias ou defeitos de superfície podem ser entendidas como as causas de buracos, trincas ou rachaduras no asfalto, ou qualquer outro tipo de defeitos, visíveis e que possam ser classificados pelo DNIT (Bernucci, 2008).

Para o próprio DNIT (005/2003), são os danos na superfície dos pavimentos, que podem ser vistos a olho nu e classificados, conforme as normas deste.

Segundo o CNT (2018), as patologias também são causadas por fatores anteriores à execução da via. O mal dimensionamento de cargas e usabilidade, podem levar a um subdimensionamento dos materiais necessários à via, tornando o pavimento mais suscetível a uma degradação precoce.

Ainda segundo Bernucci *et al.* (2008), problemas de execução, como má dosagem dos componentes, dimensionamento errôneo das camadas do pavimento, além de erros na compactação dos materiais, são dos principais agentes causadores de patologias nas vias.

Para o CNT (2018), essas patologias podem ser divididas em alguns macros grupos, dos principais defeitos no pavimento, que serão descritos a seguir.

4.5 Fendas

Descontinuidades superficiais do pavimento, com aberturas que se manifestam de formas de aberturas, podem ser englobadas no grupo das fendas, sendo subdividas em fissuras e trincas (DNIT, 2003).

4.5.1 Trincas

Segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2018), as trincas são fendas na pavimentação, que podem ser identificadas de maneira simples, a olho nu, com grandes aberturas.

São o principal tipo de defeito na pavimentação, podendo se dividir em isoladas, interligadas, retração ou bloco (CNT, 2018).

4.5.1.1 Trincas Interligadas

As trincas interligadas, ou couro de jacaré, são aquelas sem uma direção definida e erosão em suas bordas, conforme o próprio nome diz, são formadas pela interligação de várias trincas, gerando um aspecto similar ao couro de um jacaré, conforme Figura 2, podendo ser causadas tanto por fadiga ou por retração térmica, ou subdimensionamento da capacidade do pavimento, podendo ocasionar problemas estruturais no pavimento (CNT, 2017).

Figura 2 - Trincas Couro de Jacaré



Fonte: SINDETRANSRP (2018).

4.5.1.2 Trincas Isoladas

As trincas isoladas podem ser longitudinais, transversais ou de retração. Como o nome sugere, são causadas em espaços isolados, sem formar um tipo de agrupamento, variando apenas o sentido delas, em relação ao eixo da via. As trincas longitudinais, ocorrem no mesmo sentido da via, conforme a Figura 3, de forma paralela, podendo ser divididas entre curtas ou longas, se a extensão for inferior ou

superior a 100 cm. Estas podem causar problemas estruturais e de funcionalidade na via, sendo causadas por má execução da junta de separação das faixas, recalque, contração devido a temperaturas errôneas na execução da capa asfáltica, trincas em camadas inferiores abaixo da camada de asfalto (CNT, 2017).

Figura 3 - Trincas Isoladas Longitudinais



Fonte: SINDETRANSRP (2018).

As trincas transversais, assim como as longitudinais, também são divididas em curtas e longas, conforme sua extensão varie entre menos ou mais de 100 cm, também. Também é um defeito estrutural e funcional, podendo causar irregularidade durante o tráfego e enfraquecer o revestimento da pavimentação. Assim como as trincas longitudinais, também são causadas por trincas em camadas inferiores endurecimento do asfalto e baixas temperaturas, que ocasionam contração (CNT, 2017).

Figura 4 - Trinca Isolada Transversal



Fonte: Disponível em: GOV (2003).

Por fim, as trincas de retração também são trincas isoladas, entretanto, essas não são causadas pelo uso contínuo da via, mas sim, por retração térmica do material de revestimento ou da base do material, podendo ser ilustrada pela Figura 5 (DNIT 005/2003).

Figura 5 - Trinca de retração



Fonte: Inovacivil (2019).

4.5.1.3 Trincas Tipo Bloco

As trincas tipo bloco são as trincas interligadas, assim como as de couro de jacaré, entretanto, como o próprio nome sugere, essas formam blocos, com formato similar a retângulos, conforme exemplificado na Figura 6, podendo ser causadas por variações climáticas altas, ou uma mistura asfáltica dimensionada com baixa

resistência à tração, sendo um defeito de funcionalidade e estrutura, ocasionando um pavimento irregular e com sua integridade comprometida (CNT, 2017).

Figura 6 - Trincas tipo bloco



Fonte: SINDETRANSRP (2018).

4.5.2 Fissura

Segundo o CNT, 2018, são fendas capilares no revestimento asfáltico, conforme mostrado na Figura 5, que ainda não causam problemas estruturais e funcionais no pavimento. São causadas principalmente, pela má dosagem asfáltica e compactação errônea.

Para serem vistas, devem ser avaliadas a uma distância inferior a 1,50m, a olho nu, devido às suas menores dimensões.

Figura 7 – Fissuras na Pavimentação



Fonte: CNT (2018).

4.6 Afundamento

Os afundamentos, exemplificados pela Figura 8, ou depressões da superfície do pavimento, podem ser plásticos ou de consolidação, sendo deformações permanentes, que como o próprio nome sugere, causam afundamento na superfície do pavimento (DNIT 005/2003).

4.6.1 Afundamento por Consolidação

No caso do afundamento por consolidação, podem ser divididos em consolidação local ou consolidação da trilha de roda, dependendo de sua extensão ser inferior ou superior a 6 metros, respectivamente. Geralmente é causado por consolidação diferencial de camadas do pavimento, falhas no sistema de drenagem ou má compactação na execução da via (CNT, 2017).

Figura 8 - Afundamento por consolidação



Fonte: SINDETRANSRP (2018).

4.6.2 Afundamento plástico

O afundamento plástico, assim como o afundamento por consolidação, também se divide em 2 tipos, podendo ser local, ou de trilha de roda, variando pela extensão de menos ou mais de 6 metros. São causados pela fluência plástica do pavimento ou subleito, sollevamento, excesso de ligante ou subdimensionamento do revestimento do asfalto (DNIT 005/2003).

4.7 Ondulação ou corrugação

Segundo o DNIT 005 (2003), são deformações com ondulações ou enrugamentos superficiais no pavimento.

Essas patologias que interferem apenas na funcionalidade do pavimento, não alterando sua estrutura, podem ser causadas tanto por uma mistura asfáltica contaminada ou instável, ou subleito com o solo muito úmido, caracterizando um movimento plástico do revestimento asfáltico (CNT, 2017).

Figura 9 - Ondulação em Pavimento



Fonte: Band News (2024).

4.7 Panelas

Os populares buracos, conforme figura 10, são um estágio mais avançado das outras patologias citadas, tratando-se de cavidades que podem alcançar as camadas inferiores do pavimento, desagregando-as (DNIT 005/2003). São de grande risco para o usuário da via, devido à sua grande extensão e largura. Seu mau reparo pode gerar outra patologia, o remendo.

São causadas, principalmente pelo agravamento de trincas, má compactação e umidade excessiva no solo (CNT,2017).

Figura 10 - Panela em Pavimento



Fonte: SINDETRANSRP (2018).

4.8 Exsudação

A má dosagem de ligantes, geralmente em excesso, pode causar essa patologia, indo para o alto do pavimento, formando uma camada brilhante, ocorrendo normalmente, quando o asfalto aquece e se dilata, fazendo com que os ligantes subam para a superfície externa do pavimento. (CNT, 2017). Um caso mais extremo pode ser visto na Figura 10.

Figura 11 - Exsudação em Pavimento



Fonte: GOV (2003).

4.9 Desgaste

Segundo o CNT (2017), consiste no desprendimento de agregados da superfície, é causado por forte intemperismo, ou trânsito frequente, além de falhas de adesividade e deslocamento do ligante, para seu agravamento, tornando a superfície áspera e com um aspecto arenoso.

Normalmente é causado na etapa de concepção do asfalto e em sua execução, sendo apenas agravado pelo trânsito pesado (CNT, 2017).

4.10 Remendo

Para o CNT (2017), trata-se de um preenchimento corretivo de uma panela, com pavimento. O preenchimento é um procedimento feito para aumentar a conservação do trecho, entretanto, este procedimento impacta na usabilidade da via, por não homogeneizar a qualidade da via.

Normalmente, o procedimento de correção, é feito durante as operações “tapa-buraco” (DNIT 005/2023), porém, após aplicação de altas cargas de tráfego, uso de materiais de baixa qualidade para correção das vias e por intempéries do ambiente.

Figura 12 - Remendo em Pavimento



Fonte: SINDETRANSRP (2018).

Os remendos podem se dividir em profundos e superficiais, a depender de sua profundidade e técnica para melhoria.

4.10.1 Remendo Profundo

É quando há substituição de uma ou mais camadas de revestimento por uma nova, sendo mais profunda, por atingir camadas internas, além da superfície (DNIT 005/2003).

4.10.2 Remendo Superficial

É aquele em que é substituída apenas a camada externa, com material betuminoso (DNIT 005/2003).

4.11 Escorregamento

Como o próprio nome sugere, trata-se de um deslocamento de massa de revestimento, formando fendas, comumente em formato de meia-lua, conforme Figura 13 (DNIT 005/2003).

Figura 13 - Escorregamento em Pavimento



Fonte: SINDETRANSRP (2018).

É um defeito gerado normalmente por má execução da pintura ou construção da via, ocasionando problemas apenas funcionais.

4.12 Flecha na trilha de roda

Segundo a norma DNIT 433/2021, trata-se de uma deformação permanente, que corresponde à depressão mais profunda, formada nas trilhas de roda interna e externa, medida com o centro de uma régua de 1,20 metros.

5. IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO DOS PAVIMENTOS

Conforme o tempo passa, os materiais costumam degradar-se, ocasionando redução em seu valor de serventia, tornando-se mais fracos e perdendo parte de suas propriedades originais. Assim, também é com os pavimentos, que além da degradação dos materiais, conta com cargas e intempéries da natureza, reduzindo sua qualidade com o passar do tempo (Bezerra, 2011).

A pesquisa e posterior relatório do CNT (2016), mostra que os pontos críticos, em questão de patologias, representaram um aumento de mais de 26%, tornando evidente a falta de manutenção viária e necessidade da mesma, para que seja possível reverter esse quadro.

Segundo o DNIT 009 (2003), a serventia atual de um pavimento, trata-se da capacidade deste, de conferir aos motoristas e passageiros um rolamento estável e que cause conforto a estes, em qualquer momento da trajetória.

Para o Departamento de Estradas e Rodagem (DER, 2006), trata-se da capacidade que o pavimento tem de proporcionar determinado nível de desempenho funcional, ou seja, a condição funcional do pavimento no período do ciclo de vida.

O DER (2006), ainda afirma, que existem duas formas de avaliação, que devem ser feitas na via, a Avaliação Funcional e a Avaliação Estrutural, a fim de se verificar o estado real de uma via.

5.1 Avaliação Funcional de uma via

A avaliação funcional de uma via consiste na verificação do grau de conforto ao rolamento, interação do pneu do veículo com o pavimento, instabilidade e irregularidades na via, podendo esta ser feita de maneira subjetiva ou objetiva (DNIT 009/2003).

Para Bernucci et al. (2010), é a análise das condições do trecho da pista de rolamento e o grau de conforto de quem a utiliza. Para estes, a principal camada a ser analisada, é a externa, pois é a qual eles têm contato direto e influência no tráfego.

5.1.1 Avaliação Funcional Objetiva de uma via

A avaliação funcional objetiva de uma via, é feita em pavimentos flexíveis e semirrígidos, consistindo no levantamento e classificação de patologias aparentes, ocorrendo quantificação numérica dessas patologias. Como exemplo da avaliação objetiva, tem-se o IGG (Índice de Gravidade Global), dentre outros métodos (DER, 2006).

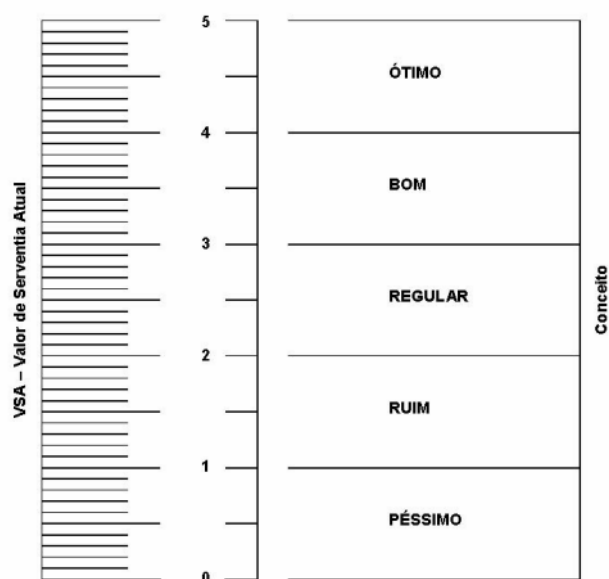
5.1.2 Avaliação Funcional Subjetiva de uma via

Já a avaliação funcional subjetiva, é aquela na qual existe uma atribuição de notas, relativas, que são uma reflexão da condição de conforto e estabilidade dos usuários da via. Um dos principais métodos é o Valor de Serventia Atual (DER, 2006).

5.2 Valor de Serventia Atual

Segundo o DNIT 009 (2003), o Valor de Serventia Atual (VSA), consiste em medidas subjetivas, feitas por cinco profissionais, demonstrando a satisfação e opiniões sobre os trechos analisados. Após analisar, deve-se comparar os dados deles, com outros, a fim de conseguir um resultado mais consensual. Devem ser escolhidos trechos de 600 metros, aproximadamente, atribuindo notas, ao final da análise. Classificando as estradas em níveis de serventia, conforme Figura 14.

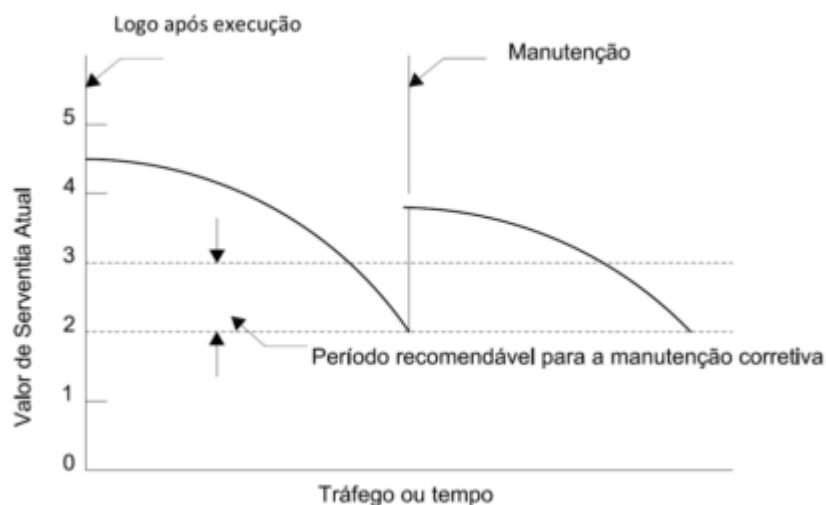
Figura 14 – Níveis de Serventia Atual



Fonte: GOV (2003).

A rigor, o valor máximo de serventia de um pavimento, ocorre após sua construção, quando ainda não houve interferência de fatores externos, como as intempéries e o tráfego, principalmente. Conforme o tempo passa, o estado de serventia tende a formar uma curva decrescente, mas que pode ser amenizada, com manutenções, como evidenciado pela Figura 15, além de mostrar também o período de ideal, para execução de manutenções.

Figura 15 – Período Indicado para realização de manutenção corretiva



Fonte: GOV (2003).

5.3 Avaliação Estrutural de uma Via

Segundo o DNER-PRO 011/79, a avaliação estrutural do pavimento, tem a função de analisar todas as camadas componentes do pavimento, analisando resistência e deformabilidade dessas, quando submetidas ao tráfego.

Para tal, são executados ensaios e cálculos, como por exemplo, a Viga Benkelman, para determinação de deflexões no pavimento. Após uso do método, são feitos cálculos de parâmetros, para analisar o deslocamento vertical da via e o estado desta.

Segundo Balbo (2007), a avaliação estrutural permite uma análise mais precisa, sobre a condição da via, em casos nos quais, estas não podem ser vistas externamente.

6. MATERIAIS E MÉTODOS

6.1 Considerações iniciais

O presente trabalho é elaborado utilizando o método de inspeção visual, para verificação da existência e quantitativo de patologias existentes na via.

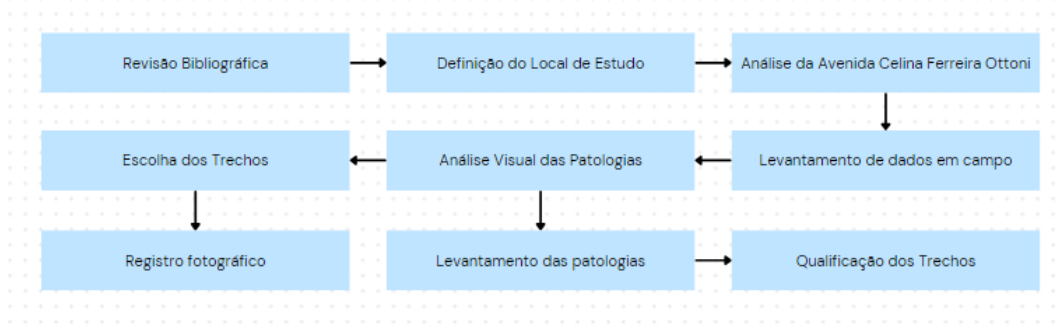
A via escolhida é a Avenida Celina Ferreira Ottoni, uma das principais avenidas de Varginha. Para isso, a via foi dividida em trechos e devido à sua grande extensão e concentração patológica variadas, optou-se por analisar esses trechos separadamente, fazendo depois, um comparativo entre estes.

Por tratar-se de uma avenida de elevado fluxo de veículos, para utilização de métodos numéricos, como o IGG e o próprio VSA, seria necessária solicitação junto à prefeitura, para interdição desta, para medições. Dessa forma, optou-se pela utilização de um método mais prático de inspeção visual.

Para aplicação deste método, foi utilizado método de avaliação similar ao VSA, classificando os trechos escolhidos, baseado em seu estado de conservação, classificando-os em: ótimos, bons, regulares, ruins ou péssimos, de acordo com o conforto, estabilidade e segurança, durante o trajeto. Nesses trechos, foram identificados os tipos de patologia, o grau em que se encontram e a incidência e recorrência destas.

O trabalho seguiu o modelo do fluxograma, de forma simplificada, abaixo, conforme figura 16.

Figura 16 – Fluxograma de Planejamento



Fonte: do Autor

Na etapa de revisão bibliográfica foi feito levantamento dos principais tipos de patologias em pavimentos, em bibliografia de renome, além da a maneira de

identificá-las, bem como foram criadas definições, que serão utilizadas na extensão de todo o trabalho posterior.

Após a revisão, foi definida a metodologia de execução da parte prática do trabalho, com o local a ser analisado, métodos a serem utilizados, divisão de trechos, tamanho dos trechos, aspectos quantitativos e qualitativos a serem avaliados e tomada de decisões, como análise de uma ou duas faixas de rolamento da via.

Após essa etapa, foi feita visita in loco, para realização de registro fotográfico, possibilitando organização e catalogação das principais patologias e sua incidência na via em questão. Com esses dados obtidos, foi possível compor uma organização e tratamento dos resultados, para, com consulta em bibliografia renomada, aferir as patologias e seu grau de incidência, para determinar o estado de conservação da via.

7. ESTUDO DE CASO

7.1 Local de estudo selecionado

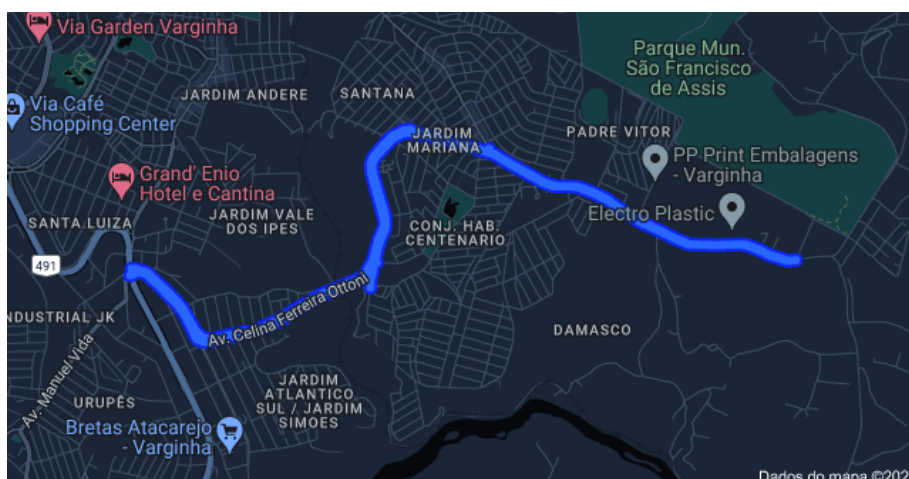
Devido ao estudo se basear em uma análise visual superficial de uma via, era necessário que fosse escolhida uma via em que as patologias fossem de fácil inspeção e que apresentasse um grau mais avançado destas.

Além disso, buscou-se uma via de grande importância para a cidade, que justificasse a importância do trabalho e uma análise para posterior intervenção, caso prove-se necessária.

Com base nisso, foi escolhida a Avenida Celina Ferreira Ottoni, conforme Figura 17, por ser uma das principais vias da cidade, interligando a entrada e saída da cidade, a bairros como o Sion, Rezende, Padre Vitor, entre outros.

A Avenida também conta com diversos serviços e estabelecimentos comerciais, como a UPA (Unidade de Pronto Atendimento), a UNIFAL, Supermercado Mineirão e Pajeú.

Figura 17 – Avenida Celina Ferreira Ottoni



Fonte: do Autor

7.2 Divisão em trechos

Após escolha da via, por tratar-se de uma avenida de grande extensão, optou-se por fazer a divisão desta em trechos. Para tal, foram feitas visitas in loco, com retirada de fotos, para posterior análise.

Com isso, foi aferida a distância total da via, totalizando aproximadamente, 5km de extensão. Baseado nessa distância, tomou-se como quilômetro zero, a área próxima à Electro Plastic, mostrada na Figura 17.

Optou-se por fazer a divisão em 4 trechos, de 1,25km, e, a divisão destes em cinco partes, de 0,25km cada, como mostrado na Figura 18.

Figura 18 – Trechos Avenida Celina Ferreira Ottoni



Fonte: do Autor

7.3 Patologias

Com a visita em campo, pôde-se notar uma alta incidência de patologias, em toda a extensão da via, com exceção de poucos metros. A grande maioria destas patologias, com alto grau de incidência e recorrência afetam praticamente todo o trecho selecionado, conforme será trabalhado, nos próximos tópicos.

7.4 Trecho 01

O primeiro trecho escolhido, encontra-se próximo às indústrias Electro Plastic e PP Print, no qual foram levantadas as seguintes patologias, conforme Tabela 01.

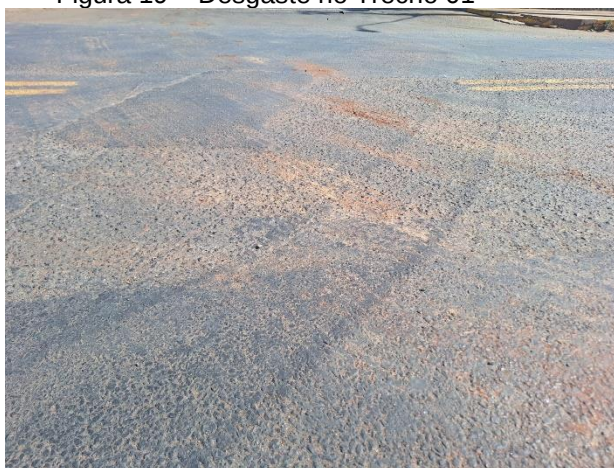
Tabela 01 – Patologias Trecho 01

Trecho 01	Desgaste	Trinca couro de jacaré	Trinca longitudinal	Trinca transversal	Remendo	Afundamento Plástico	Trinca em bloco	Panela
Parte 01	1	2	0	0	2	0	0	0
Parte 02	1	1	2	0	2	0	0	0
Parte 03	1	1	0	0	4	0	0	0
Parte 04	1	0	0	0	0	0	0	0
Parte 05	0	2	0	0	1	0	0	0

Fonte: do Autor

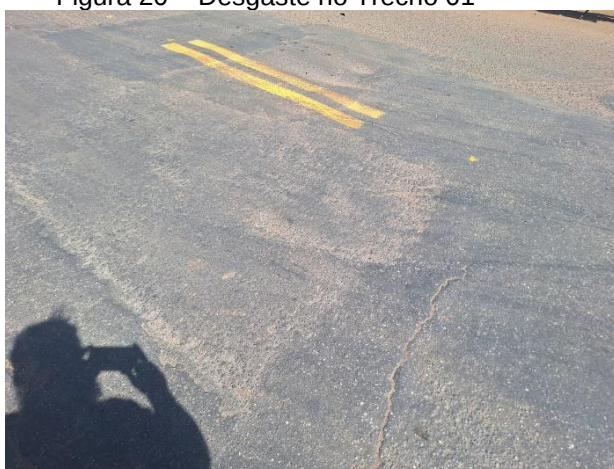
O trecho todo conta com bastante desgaste, fazendo com que o pavimento apresente aspecto extremamente arenoso, conforme as Figuras 19 e 20.

Figura 19 – Desgaste no Trecho 01



Fonte: do Autor

Figura 20 – Desgaste no Trecho 01



Fonte: do Autor

Tal desgaste, pode ser causado devido a um elevado trânsito de veículos pesados, principalmente de caminhões, por se tratar de um trecho de acesso à Electro Plastic, conforme Figura 21.

Figura 21 – Electro Plastic



Fonte: do Autor

Apesar de ser um trecho recente, conforme expansão mais tardia da cidade, devido ao estado avançado dessa patologia, pode-se supor que houve um subdimensionamento dos componentes do pavimento, tendo estes, sido feitos de maneira que não comporta o trânsito de veículos constante dessa região.

Além do desgaste, não há grande presença de outras patologias, apenas alguns remendos isolados, conforme a Figura 22, e, algumas trincas, sendo, em sua maioria, trincas couro de jacaré, falha esta, que se aplica a praticamente toda a via.

Figura 22 – Remendo no Trecho 01



Fonte: do Autor

Como mostrado na figura, é possível notar uma diferença clara dos materiais utilizados no reparo da via, tendo sido executado apenas de maneira providencial e encontrando-se até a metade do Trecho selecionado.

7.5 Trecho 02

O Trecho 02, encontra-se totalmente na parte urbana da via, compreendendo a grande maioria dos estabelecimentos comerciais e serviços, como a UNIFAL, UPA, Supermercado Pajeú, lojas, bares, restaurantes e academias.

É um trecho com trânsito constante, de veículos menores, como carros e motos e alguns veículos pesados, como ônibus e caminhões.

Nesse trecho, existe um alto índice de Trincas couro de jacaré, conforme a Tabela 02.

Tabela 02 – Patologias Trecho 02

Trecho 02	Desgaste	Trinca couro de jacaré	Trinca longitudinal	Trinca transversal	Remendo	Afundamento Plástico	Trinca em bloco	Panela
Parte 01	0	1	0	1	0	0	0	0
Parte 02	0	14	0	0	3	0	0	1
Parte 03	0	22	0	0	2	0	0	0
Parte 04	0	2	2	0	1	0	0	0
Parte 05	0	12	2	0	0	0	0	0

Fonte: do Autor

É um trecho com tráfego constante, justamente por dar acesso a muitos serviços e estar totalmente compreendido em um bairro populoso da cidade, o Sion. Como pode ser visto na tabela, as Partes 02, 03 e 05 apresentam muitas trincas couro de jacaré e uma panela, com todas as patologias concentradas praticamente apenas nessas partes.

A Parte 01 trata-se de um pavimento mais novo, situando-se no final da área urbana da cidade, tendo um menor fluxo de veículos, fazendo com que o trecho em questão, tenha um baixo número de patologias.

A Parte 04 encontra-se entre a saída do bairro Sion e o trecho com maior fluxo de veículos pesados. Por ser um trecho de transição, o fluxo de veículos não é tão frequente, apresentando um menor número de patologias.

7.6 Trecho 03

Esse é o trecho com maior volume de tráfego de veículos pesados, contemplando uma rotatória, que dá acesso a muitas indústrias. Portanto, apresenta muitas patologias, principalmente trincas, em estados bem avançados, em sua grande

maioria, apresentando-se como trincas couro de jacaré ou trincas em bloco, conforme Tabela 03.

Tabela 03 – Patologias Trecho 03

Trecho 03	Desgaste	Trinca couro de jacaré	Trinca longitudinal	Trinca transversal	Remendo	Afundamento Plástico	Trinca em bloco	Panela
Parte 01	0	15	2	0	0	0	2	0
Parte 02	0	21	0	0	8	0	1	0
Parte 03	0	18	0	0	6	1	0	0
Parte 04	0	15	4	2	5	0	0	0
Parte 05	0	21	0	0	23	0	1	0

Fonte: do Autor

As principais patologias encontradas nesse trecho são as trincas. Por encontrarem-se em estágio mais avançado, há baixa incidência destas de forma isolada, que são as transversais ou longitudinais, a depender do sentido de aparência. Em sua grande maioria, as trincas presentes, são as trincas interligadas, ou seja, aquelas em que não há aspecto predominante de direção, formando trincas de formato retangular, conforme as Figuras 23 e 24. Além disso, é possível notar que as trincas se encontram em estágio tão avançado, que o revestimento asfáltico começa a se desprender, formando erosões, as quais, posteriormente irão se tornar panelas.

Figura 23 – Trincas couro de jacaré Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 24 – Trincas couro de jacaré Trecho 03



Fonte: do Autor

Além disso, o trecho também conta com muitos remendos e camadas de recapeamento mal executadas, com espessuras que interferem na estabilidade e conforto de tráfego, como mostrado na Figura 25. Em alguns trechos, existem camadas de recapeamento sobrepostas, aproximadamente na espessura de dois dedos, conforme as Figuras 26 e 27.

Figura 25 – Remendo Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 26 – Recapeamento no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 27 – Detalhe do Recapeamento no Trecho 03



Fonte: do Autor

Por ser um trecho volume de tráfego constante, os reparos provavelmente são executados de maneira provisória, apenas aplicando mais material betuminoso por cima da camada já existente, fazendo com que a camada posterior seja menos resistente e as patologias reincidam rapidamente, sendo transmitidas das camadas inferiores.

Além dessas patologias, o trecho também é o único que apresenta afundamento plástico nas trilhas de roda, conforme as Figuras 28 e 29.

Figura 28 – Afundamento plástico no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 29 – Afundamento Plástico no Trecho 03



Fonte: do Autor

O afundamento plástico na trilha de roda, é normalmente causado por um dimensionamento errôneo do pavimento em uma ou mais camadas. Dessa forma, a

teoria de que o trecho foi subdimensionado, é reforçada, por tratar-se de um fundamento extenso e de grande profundidade.

7.7 Trecho 04

O último trecho encontra-se após a rotatória de acesso às indústrias, compreendendo o supermercado Mineirão e dando acesso à Avenida Princesa do Sul, uma das principais avenidas da cidade e uma das maiores vias de entrada de Varginha, também sendo acesso ao bairro Rezende.

O trecho em questão, apresenta quase todas suas trincas, na forma de trincas couro de jacaré, ao longo de sua extensão, estando distribuídas em todas as cinco partes, além de um alto número de remendos, conforme a Tabela 04.

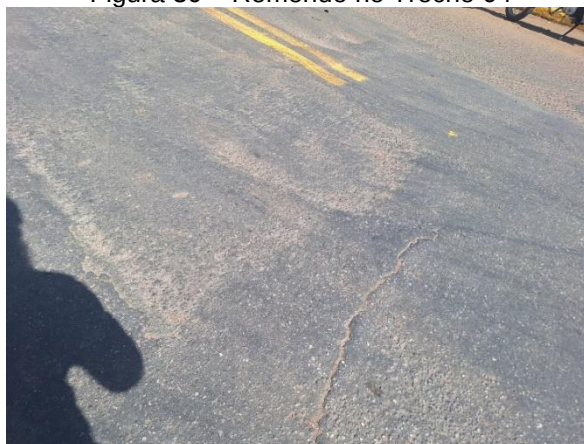
Tabela 04 – Patologias Trecho 04

Trecho 04	Desgaste	Trinca couro de jacaré	Trinca longitudinal	Trinca transversal	Remendo	Afundamento Plástico	Trinca em bloco	Panela
Parte 01	0	5	0	0	3	0	0	0
Parte 02	0	9	1	1	2	0	0	1
Parte 03	1	6	0	0	5	0	0	0
Parte 04	1	2	2	2	5	0	0	0
Parte 05	0	8	0	0	5	0	0	0

Fonte: do Autor

Por ser o trecho de entrada da cidade, é provável que a grande quantidade de remendos seja dada por constantes obras de recapeamento, para tentativa de recuperar a via. Entretanto, devido à execução errônea, os remendos interferem na estabilidade do trajeto, além da estética do pavimento. Estes, são feitos com materiais errados, de maneira provisória, conforme pode ser visto na Figura 30.

Figura 30 – Remendo no Trecho 04



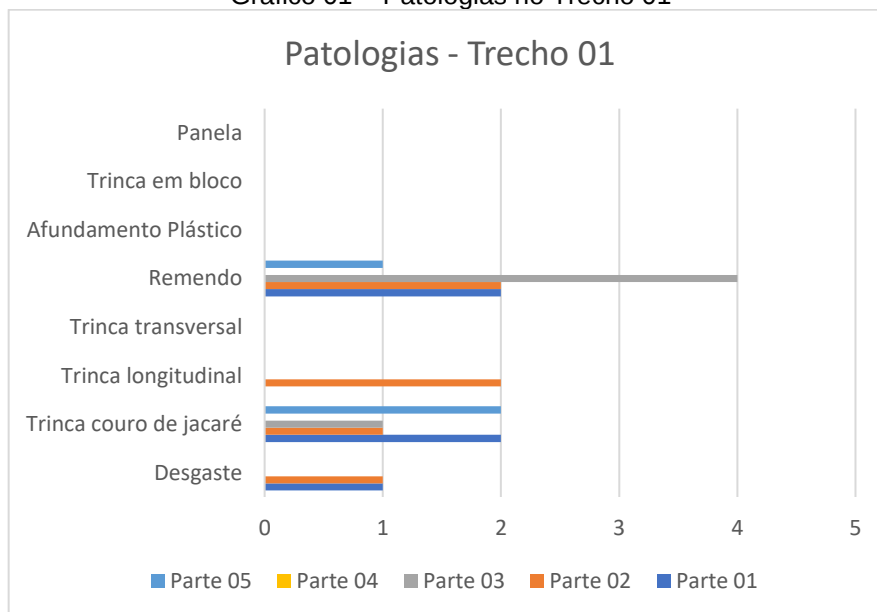
Fonte: do Autor

A parte 02 do trecho, também apresenta um desgaste no pavimento. Por ser uma das primeiras áreas pavimentadas dessa via, trata-se de um pavimento mais antigo e com alto fluxo de veículos. Como os recapeamentos são feitos apenas de maneira pontual, essa região permanece com pavimento antigo e sem manutenção, fazendo com que ocorra o desgaste dele.

7.8 Análise Geral

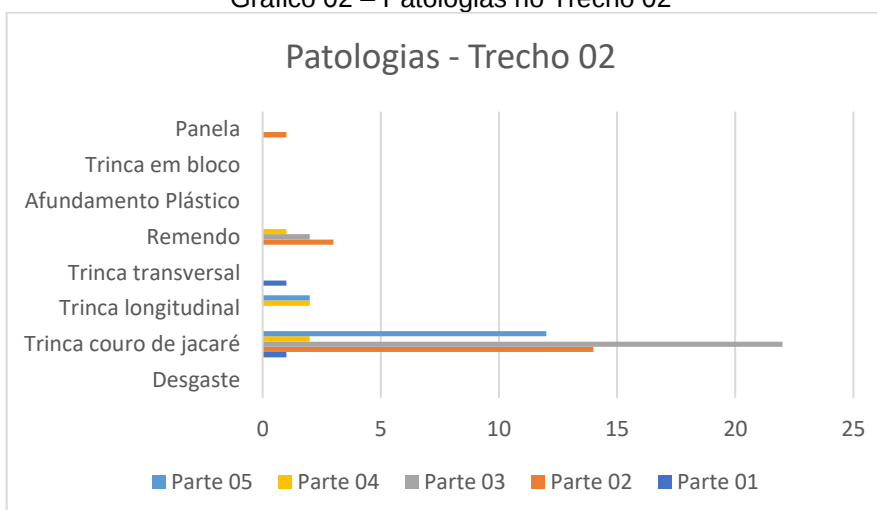
Como pôde ser notado, a Avenida possui incidência de patologias em toda sua extensão, variando apenas na quantidade e tipos, por trecho. Com base nas patologias levantadas, é possível gerar os seguintes gráficos por trecho, numerados de 01 a 04.

Gráfico 01 – Patologias no Trecho 01



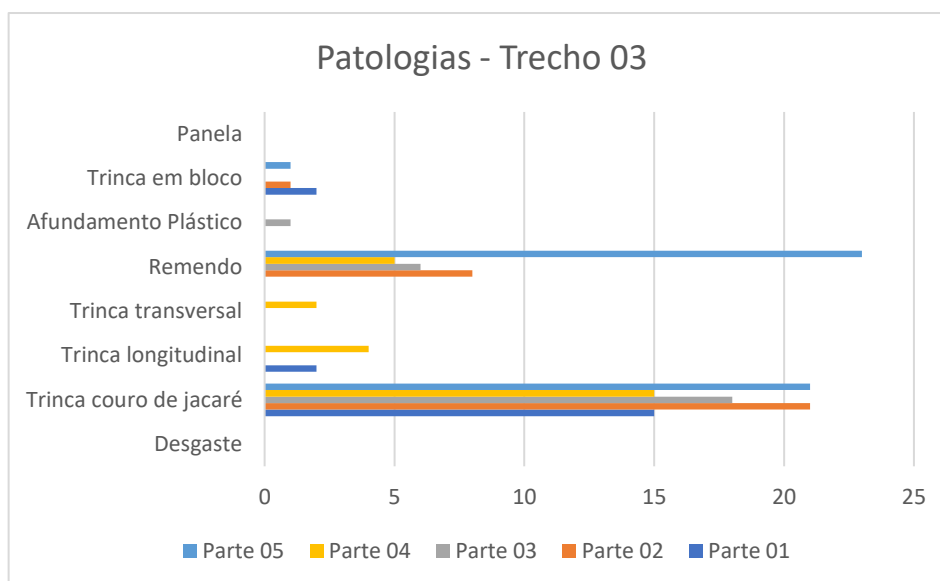
Fonte: do Autor

Gráfico 02 – Patologias no Trecho 02

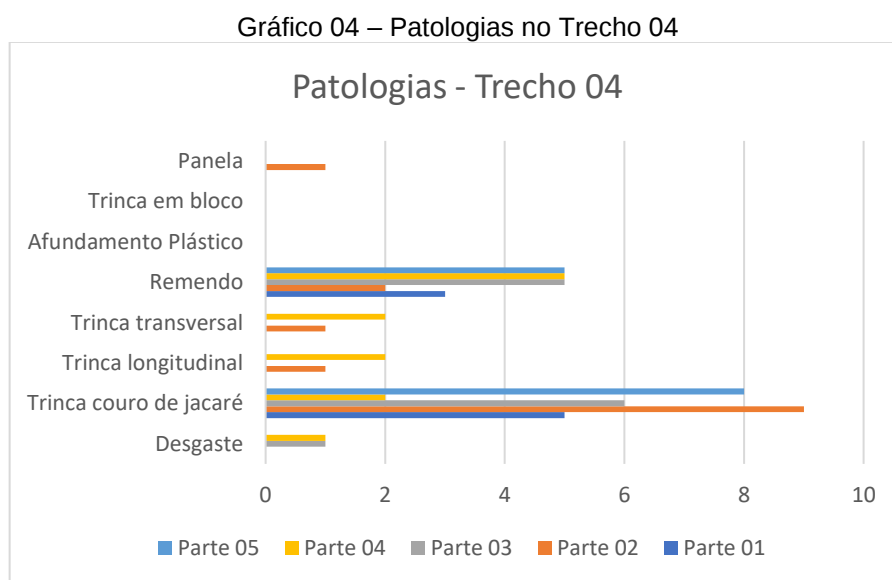


Fonte: do Autor

Gráfico 03 – Patologias no Trecho 03



Fonte: do Autor



Fonte: do Autor

Analisando o quantitativo levantado e os gráficos gerados, é possível notar que apesar de todos os trechos possuírem patologias, os Trechos 02 e 03 são os mais críticos, tanto em quantidade, quanto em extensão dessas patologias.

Além disso, conforme foi possível notar, na inspeção visual, nesses dois trechos, as patologias encontram-se em estado mais avançado, com maior profundidade, principalmente as trincas couro de jacaré, que além de em número muito elevado, são mais profundas, com início de deslocamento do material asfáltico, expondo a camada de solo.

Também é possível notar que o Trecho 03 conta com mais tipos de patologia, que não estão presentes nos outros trechos, como afundamento plástico e trincas em

bloco. Dessa forma, torna-se o trecho mais crítico e que mais carece de intervenção severa, provavelmente, por ser o trecho com maior volume de tráfego de veículos pesados constantemente.

Com o avanço dessas patologias, com ênfase no Trecho 03, além da insegurança e instabilidade durante o tráfego, o trecho pode apresentar problemas estruturais nas camadas mais profundas do pavimento, aumentando a possibilidade de incidentes, além da necessidade de isolamento do local e um maior custo de manutenção.

Dessa forma, é mais interessante que seja feita uma manutenção preventiva na avenida, antes que as patologias avancem e seja necessária uma intervenção estrutural na via.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

8.1 Considerações Finais

A avaliação de condicionamento dos pavimentos asfálticos é de extrema importância, tanto para o conforto dos usuários da via, quanto para a segurança deles. Também é importante para o turismo e atratividade da cidade, para turistas. Principalmente, devido à quase unanimidade do uso do transporte rodoviário no país.

A situação dos pavimentos brasileiros está muito distante da ideal, devido à má execução e planejamento destes, com subdimensionamento de suas camadas e componentes, além da falta de manutenção das vias, de maneira correta.

Com este trabalho, foi possível fazer a inspeção visual de uma das principais avenidas de Varginha, a Avenida Celina Ferreira Ottoni, notando um alto número de patologias espalhadas por todo o decorrer da via.

O alto volume de tráfego, principalmente de veículos pesados, como caminhões e ônibus, aliado à falta de manutenção correta, podem ser os fatores principais para a degradação da avenida.

Com a análise dos gráficos, também foi possível notar a maior incidência de patologias, nos dois trechos de maior volume de tráfego de veículos pesados, com ocorrência quase constante de remendos e trincas couro de jacaré, que podem ser vistos de forma mais detalhada no Apêndice.

Além disso, conforme trabalho publicado em 2020, por William Gregório Grande, e Laísa Cristina Carvalho, é possível deduzir que parte dos problemas da via, são dados pela má dosagem de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ).

Essa alta incidência de remendos e a permanência das patologias e instabilidade durante o tráfego, denota uma insuficiência e má execução de medidas corretivas.

Para solucionar esse problema, recomenda-se uma análise estrutural da Avenida e execução de recapeamento com material de maior qualidade, interditando a via, se necessário.

Com base nos objetivos traçados para esse trabalho, pode concluir-se que este obteve um resultado satisfatório, conseguindo alcançar todos os objetivos, tanto gerais, quanto específicos, servindo de embasamento para trabalhos posteriores, além de averiguar o mau estado de conservação da Avenida Celina Ferreira Ottoni.

8.2 Sugestões para trabalhos futuros

As seguintes sugestões serão apresentadas, para dar continuidade ao presente trabalho:

- Aplicação de algum método, como IGG, para avaliação mais precisa da via;
- Realização de orçamento de recapeamento, verificando viabilidade e efetividade;
- Realização de estudo sobre o fluxo de veículos e tráfego na Avenida.

9. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA CNT DE NOTÍCIAS. Os 13 principais defeitos no pavimento das rodovias. SINDETRANS, Ribeirão Preto, 9 de fevereiro de 2018. Disponível em: <https://www.sindettransrp.com/noticias/conheca-os-13-principais-defeitos-do-pavimento-das/>. Acesso em: 21 ago. 2024.

BALBO, J. T. **Pavimentação Asfáltica**. 1. ed. São Paulo: Oficina Dos Textos, 2007.

BAND. Ondulação no asfalto interdita Dutra no km 228 no sentido São Paulo. **Band News**, São Paulo, SP, 21 de janeiro de 2024. Disponível em: <https://www.band.uol.com.br/bandnews-fm/noticias/ondulacao-no-asfalto-causa-interdicao-da-dutra-no-km-228-no-sentido-sao-paulo-16661807>. Acesso em: 16 ago. de 2024.

BERNUCCI L. B. *et al.* **Pavimentação Asfáltica, Formação Básica para Engenheiros**. Rio de Janeiro, 2008.

BEZERRA, A. M. **Avaliação funcional e estrutural do pavimento do autódromo de Caruaru**. Recife, 2011.

BRANCO, F., PEREIRA, P. **Pavimentos Rodoviários**. Edições Almedina, Coimbra, 2006.

Bruno R. P., Erika C. N. M. Pinheiro. FLEXIBLE PAVEMENT ANALYSIS – STUDY OF A CRITICAL STRETCH ON THE AM HIGHWAY – 010. **Ijaers Journal**, 2021.

CESAR, G. G. **Avaliação dos defeitos e pavimento flexível através do método do índice de gravidade global (IGG) em Apucarana-PR**. UTFPR, Apucarana, 2021.

Confederação Nacional do Transporte Brasil tem método antigo para dimensionar o pavimento, Brasília, Distrito Federal, 30 de agosto de 2018. Disponível em: <https://cnt.org.br/agencia-cnt/brasil-tem-metodo-antigo-para-dimensionar-o-pavimento>. Acesso em: 12 dez. 2023.

DOS SANTOS, F. C. **Pavimentação: Análise comparativa entre pavimento rígido e o pavimento flexível**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Unievangélica, Anápolis, 2019.

SIMONA, F. S.; MERCEDES, P. V. **Flexible pavement diagnosis methodology based on GPR**. Malta, 2021.

FERRARI, T. R., **Dano pelo sobrepeso de veículos comerciais ao pavimento flexível**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina (UEL), 2016.

FIGUEROA, M.; MORA O.; BORRERO D. **Relationship of operating speed with pavement serviceability from the pavement condition index**. Case of study: Barranquilla, Colombia. Colombia, 2020.

FREITAS, C., **Estudo das principais patologias em pavimento, estudo de caso – Trecho GO 241 – UHE Serra da Mesa**. Trabalho de conclusão de curso – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2020.

GASPAR, M. A. V.; PINHEIRO, J. G. L. Estudo descritivo das principais patologias encontradas me pavimentações asfálticas de estradas de rodagem. **Episteme Transversalis**, [S.l.], v. 12, n. 3, dez. 2021. Disponível em: <http://revista.ugb.edu.br/ojs302/index.php/episteme/article/view/2441>. Acesso em: 12 dez. 2023.

GREGÓRIO, W. **Avaliação Superficial de Patologias em Pavimento Flexível: Estudo de caso em um trecho da Av. Celina Ferreira Otoni, Varginha, MG – UNIS, Varginha**, 2020.

H.J.N. Lima. Analysis of pathological manifestations of concrete in urban overpasses. **Revista Alconpat**, v. 9, n. 2, p. 247-259, 2019.

MARQUES, G. B. **Análise de pavimento flexível: estudo de um trecho crítico na rodovia ERS-421**. Trabalho de Conclusão de Curso – UNIVATES, Lajeado, 2014.

Ministério de Transportes, DNIT, **Manual de Pavimentação**, 1. ed., Rio de Janeiro, 2006.

Ministério de Transportes, DNIT _____. **Norma DNER-PRO 011/79: Dimensionamento de Recuperação Asfáltica RECAP ASFÁLTICO – Método DNER (Avaliação Estrutural dos Pavimentos)**. Capanema-PR 2024.

Ministérios de Transportes, DNIT _____. **Norma DNIT 005/2003-TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos - Terminologia**. Rio de Janeiro, 2003.

Ministério de Transportes, DNIT _____. **Norma DNIT 006/2003-TER: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos**. Rio de Janeiro, 2003.

Ministério de Transportes, DNIT _____. **Norma DNIT 009/2003-TER: Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

OLIVEIRA, B. **Estudo técnico operacional da periodicidade dos defeitos no pavimento do município de Goiânia: Operação tapa-buraco**. Trabalho de Conclusão de Curso – Uni-Anhanguera, Anhanguera, 2018.

PINHEIRO, Igor. **INOVACIVIL** As patologias mais comuns na estrada, 06 de setembro de 2019. Disponível em: <https://inovacivil.com.br/as-patologias-mais-comuns-nas->

estradas/#:~:text=As%20trincas%20de%20retração%20são,base%20subjacentes%20ao%20revestimento%20trincado. Acesso em: 18 ago. 2024.

SANTOS, C. R. G. **Dimensionamento e análise do ciclo de vida de pavimentos rodoviários: uma abordagem probabilística**. 2011. 296 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SENÇO, Wlastermiller de. **Manual de técnicas de pavimentação**: Volume I. 2. ed. São Paulo: PINI, 2007. 777 p.

SENÇO, Wlastermiller de. **Manual de técnicas de pavimentação**: Volume II. 1. ed. São Paulo: PINI, 2001. 686 p.

SOARES, H. O. **Um estudo sobre a pavimentação do plano euclidiano**. 2019. 75 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

UZAN, J. Permanent deformation in flexible pavements. **Journal of Transportation Engineering**, v. 130, n. 1, 2004.

APÊNDICE

Figura 31 – Trinca Couro de Jacaré no Trecho 01



Fonte: do Autor

Figura 32 – Trinca couro de jacaré no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 33 – Trinca couro de jacaré no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 34 – Trinca couro de jacaré no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 35 – Trinca couro de jacaré no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 36 – Trinca couro de jacaré no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 37 – Trinca couro de jacaré no Trecho 03



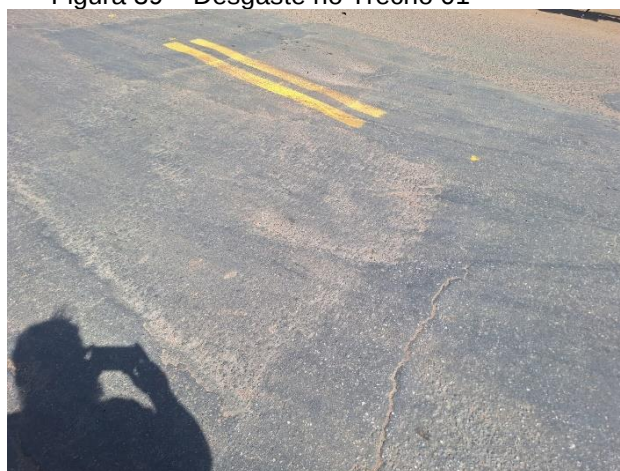
Fonte: do Autor

Figura 38 – Trinca couro de jacaré no Trecho 03



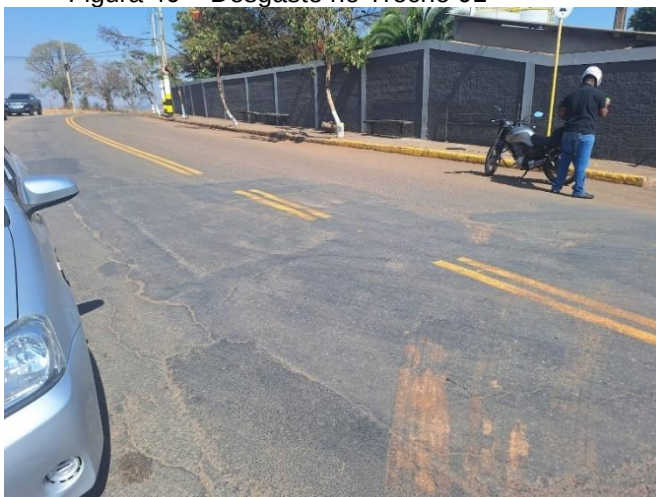
Fonte: do Autor

Figura 39 – Desgaste no Trecho 01



Fonte: do Autor

Figura 40 – Desgaste no Trecho 01



Fonte: do Autor

Figura 41 – Escorregamento no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 42 – Escorregamento no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 43 – Trinca couro de jacaré no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 44 – Trinca couro de jacaré no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 45 – Desplacamento no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 46 – Trinca couro de jacaré no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 47 – Desplacamento no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 48 – Trinca couro de jacaré no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 49 – Trinca couro de jacaré no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 50 – Trinca couro de jacaré no Trecho 02



Fonte: do Autor

Figura 51 – Desplacamento no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 52 – Trinca couro de jacaré no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 53 – Detalhe de remendo no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 54 – Remendo no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 55 – Remendo no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 56 – Remendo e trinca em bloco no Trecho 03



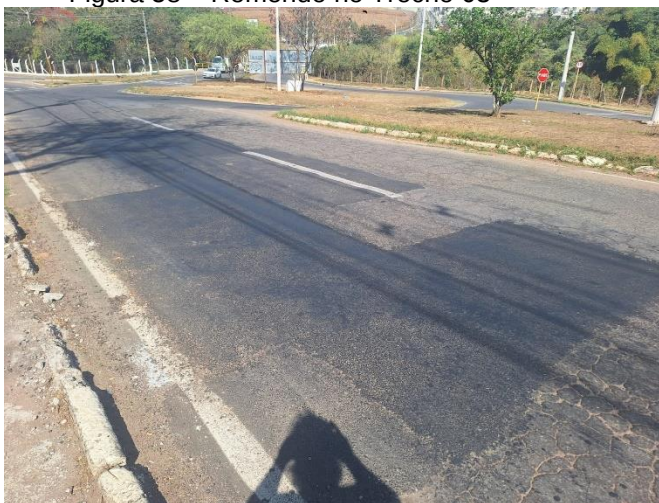
Fonte: do Autor

Figura 57 – Trinca couro de jacaré no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 58 – Remendo no Trecho 03



Fonte: do Autor

Figura 59 – Remendo no Trecho 02



Fonte: do Autor

Figura 60 – Trinca couro de jacaré no Trecho 02



Fonte: do Autor

Figura 61 – Trinca couro de jacaré no Trecho 02



Fonte: do Autor