

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS - *CAMPUS* AVANÇADO PIUMHI
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Maria de Fátima Sousa Faria

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE SUPERFÍCIE DO
PAVIMENTO FLEXÍVEL NO TRECHO DA RODOVIA MG-341 ENTRE PIUMHI E
SÃO ROQUE DE MINAS.**

Piumhi
2023

MARIA DE FÁTIMA SOUSA FARIA

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE SUPERFÍCIE DO
PAVIMENTO FLEXÍVEL NO TRECHO DA RODOVIA MG-341 ENTRE PIUMHI E
SÃO ROQUE DE MINAS.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Bacharelado em
Engenharia Civil do Instituto Federal de
Minas Gerais - *Campus* Avançado Piumhi
para a obtenção do grau de bacharel em
Engenharia Civil.

Orientadora: Dayana K. Carmo Gonçalves

Piumhi

2023

F224e Faria, Maria de Fátima Sousa.

Estudo de caso: análise das condições de superfície do pavimento flexível no trecho da rodovia MG-341 entre Piumhi e São Roque de Minas [manuscrito] / Maria de Fátima Sousa Faria. – 2023.

112 f. : il. color.

Orientadora: Dayana Keitty Carmo Gonçalves.

Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado) – Instituto Federal Minas Gerais. *Campus* Avançado Piumhi, 2023.

1. Pavimentos flexíveis. 2. Pavimentos - defeitos. 3. Rodovias. I. Gonçalves, Dayana Keitty Carmo. II. Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* Avançado Piumhi. III. Título.

CDD 625.7

Catálogo: Andreia Cristina Damasceno - CRB-6/1974



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS

Campus Avançado Piumhi
Diretoria de Ensino
Docentes Campus Avançado Piumhi
Rua Severo Veloso 1880 - Bairro Bela Vista - CEP 37925-000 - Piumhi - MG
(37)3371-3353 - www.ifmg.edu.br

FOLHA DE APROVAÇÃO

MARIA DE FÁTIMA SOUSA FARIA

**ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO FLEXÍVEL
NO TRECHO DA RODOVIA MG-341 ENTRE PIUMHI E SÃO ROQUE DE MINAS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em: 15 de dezembro de 2023 pela banca examinadora.

BANCA EXAMINADORA:

Piumhi, 18 de dezembro de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Thiago Pastre Pereira, Professor**, em 18/12/2023, às 11:06, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Jeferson Monteiro de Andrade, Professor**, em 18/12/2023, às 11:49, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Carla Cristiane Silva, Professora**, em 21/12/2023, às 21:48, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **1775801** e o código CRC **25EB7A71**.



Dedico este trabalho primeiramente a Deus, a minha família e amigos, principalmente meu pai Joaquim de Sousa Faria, que sempre me apoiaram na minha carreira acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente à Deus, agradeço também à minha orientadora que se dedicou e confiou em mim com empenho e seriedade e ao meu pai e amigos que estiveram presentes com apoio e auxílio no desenvolvimento neste trabalho.

“A percepção do desconhecido é a mais fascinante das experiências. O homem que não tem os olhos abertos para o misterioso passará pela vida sem ver nada.”

Albert Einstein

RESUMO

As rodovias são o principal meio de transporte no país, dispendo de uma vasta extensão. Entretanto, desde que foram construídas, muitas dessas rodovias apresentam alterações. O trabalho consiste em analisar as deteriorações existentes em pavimento flexível, sendo o mais utilizado em malhas rodoviárias do Brasil. Neste estudo analisou-se as principais e mais comuns manifestações patológicas que ocorrem em um trecho da rodovia MG - 341 entre Piumhi e São Roque de Minas. O trecho em análise possui aproximadamente 7 km de extensão. Para tal utilizou – se de levantamento em campo, pesquisas bibliográficas e análise dos principais defeitos encontrados. Panela/buraco, trincas interligadas tipo “couro de jacaré” e remendo são os defeitos mais comuns. O tráfego intenso de veículos e o envelhecimento do pavimento foram identificados como as principais causas dessas deteriorações.

Palavras-Chave: Pavimentos flexíveis. Pavimentos - defeitos. Rodovias.

ABSTRACT

Highways are the main means of transport in the country with a vast network. However, since they were constructed, many of these highways have changed. The work consists of analyzing existing faults on flexible pavement surfacing in Brazil. In this study, the main and the most common deteriorations observed on a 7 km long stretch of the MG341 highway, between Piumhi and São Roque de Minas. To this end, field surveys, researches and analysis of found damages were used. Potholes, interconnected cracks like “alligator skin” and patch repairs are the most common damages. Intense vehicular traffic and pavement aging were identified as the main causes of these deteriorations.

Keywords: Flexible pavement. Paviments - defects. Highway.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Distribuição das tensões nos pavimentos: Rígido, Semirrígido e Flexível.	25
Figura 2 - Camadas de um pavimento asfáltico.	26
Figura 3 - Camadas de um pavimento semirrígido.	27
Figura 4 - Camadas do Pavimento rígido.	28
Figura 5 - Diferentes tipos de manifestações patológicas.	29
Figura 6 - Afundamento.	31
Figura 7 - Representação esquemática dos afundamentos por consolidação e plástico.	32
Figura 8 - Representação esquemática dos tipos de afundamentos.	32
Figura 9 - Desgaste.	33
Figura 10 - Representação esquemática do desgaste.	33
Figura 11 - Escorregamento.	34
Figura 12 - Representação esquemática do escorregamento.	34
Figura 13 - Exsudação.	35
Figura 14 - Representação esquemática de escorregamento e exsudação.	35
Figura 15 - Representação esquemática de alguns tipos de trinca.	36
Figura 16 - Trinca tipo "Bloco".	37
Figura 17 - Representação esquemática da trinca interligada tipo "Bloco".	37
Figura 18 - Trinca tipo "Couro de Jacaré".	38
Figura 19 - Trinca isolada longitudinal.	38
Figura 20 - Representação esquemática de trincas isoladas longitudinais.	39
Figura 21 - Trinca isolada transversal.	39
Figura 22 - Representação esquemática das trincas isoladas transversais.	40
Figura 23 - Representação de diversos tipos de trincas interligadas.	40
Figura 24 - Ondulação ou corrugação.	41
Figura 25 - Representação esquemática das panelas ou buracos.	42
Figura 26 - Panela ou buraco.	42
Figura 27 - Representação esquemática dos remendos.	43
Figura 28 - Fluxograma das etapas da pesquisa.	67
Figura 29 - Localização da Rodovia MG – 341.	68
Figura 30 - Trecho em estudo.	69
Figura 31 - Trevo entre São Roque de Minas e Vargem Bonita.	70

Figura 32 - Portal de Campinópolis.	71
Figura 33 - Radar localizado na Rodovia MG-341, Km 17.	72
Figura 34 - Ponte sobre o Rio São Francisco, Km 17.	72
Figura 35 - Redutor de velocidade e sonorizadores na Rodovia MG-341.....	73
Figura 36 - Redutor de Velocidade na Rodovia MG-341.....	73
Figura 37 - Sonorizadores na Rodovia MG-341.....	74
Figura 38 - Perímetro Urbano de Campinópolis.....	74
Figura 39 - Trecho em estudo, dividido por segmentos.....	75
Figura 40 - Trincas, panelas e desgaste.	79
Figura 41 - Trincas e desgaste.....	80
Figura 42 - Remendo e trincas.....	80
Figura 43 - Remendo e trincas.....	81
Figura 44 - Remendo, trincas e afundamento.....	81
Figura 45 - Panela e trincas.	82
Figura 46 - Escorregamento, trincas, desgaste, ondulação, afundamento e remendo.	83
Figura 47 - Panela e trincas.	84
Figura 48 - Afundamento e trincas.	84
Figura 49 - Remendo, trincas e desgaste.....	85
Figura 50 - Afundamento, ondulação, trincas e panela.	86
Figura 51 - Remendo e desgaste.....	86
Figura 52 - Trincas, desgaste, remendo, ondulação e panela.....	87
Figura 53 - Trinca.	87
Figura 54 - Remendo, ondulação, trincas e panela.....	88
Figura 55 - Trincas, escorregamento e desgaste.....	88
Figura 56 - Escorregamento, trincas, desgaste, exsudação e panelas.	89
Figura 57 -Panela e trincas.	90
Figura 58 - Trincas, remendo e panela.....	90
Figura 59 - Remendo e trincas.....	91
Figura 60 - Remendo, trincas, panela e exsudação.....	91
Figura 61 - Remendo, afundamento, escorregamento, desgaste, exsudação e trincas.	92
Figura 62 - Trincas, remendo e afundamento.....	92
Figura 63 - Trincas, ondulação e remendo.....	93

Figura 64 - Remendo, panela, trincas e afundamento.	94
Figura 65 - Remendo, trincas e afundamento.	94
Figura 66 - Panela, trincas, desgaste, ondulação e afundamento.....	95
Figura 67 - Trincas, afundamento, remendo e desgaste.	95
Figura 68 - Escorregamento, desgaste, remendo, panela, afundamento, trincas e ondulação.....	96
Figura 69 - Remendo, afundamento, escorregamento e trincas.	96
Figura 70 - Remendo, ondulação, trincas e desgaste.	97
Figura 71 - Trincas.	97
Figura 72 - Remendo, trincas, escorregamento, desgaste e afundamento.....	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulário para o Levantamento Visual Contínuo.....	61
Tabela 2 - Frequências de Defeitos.....	62
Tabela 3 - Conceito do ICPF.....	62
Tabela 4 - Quadro Resumo.	63
Tabela 5 - Cálculo do IGGE.....	64
Tabela 6 - Determinação do Índice de Gravidade.	64
Tabela 7 - Pesos para Cálculo.....	65
Tabela 8 - Índice do Estado de Serventia (IES) do pavimento.	65
Tabela 9 - Resumo dos cálculos efetuados para o IGGE.....	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Estrutura do pavimento asfáltico flexível.	26
Quadro 2 - Estrutura do pavimento semirrígido.....	27
Quadro 3 - Estrutura do pavimento rígido.	28
Quadro 4 - Quadro resumo das patologias: Codificação e classificação.	30
Quadro 5 - Tarefas de Conservação corretiva rotineira.	44
Quadro 6 - Tarefas de conservação corretiva rotineira.....	48
Quadro 7 - Tarefas de conservação preventiva periódica.	50
Quadro 8 - Tarefas de reabilitação.	51
Quadro 9 - Técnicas de reconstrução.	52
Quadro 10 - Tarefas de recuperações superficiais (recargas).....	54
Quadro 11 - Quadro resumo de patologias e suas causas.....	78

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Equação do IGGE.....	63
---------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CA	Concreto Asfáltico
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
CNT	Confederação Nacional do Transporte
DER/MG	Departamento de Edificações e Estradas de Rodagem de Minas Gerais
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes
ICPF	Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis
IES	Índice do Estado da Superfície
IGG	Índice de Gravidade Global
IGGE	Índice de Gravidade Global Expedito
LVC	Levantamento Visual Contínuo
NBR	Norma Brasileira Regulamentar
PNV	Plano Nacional de Viação
SBS	Estireno-Butadieno-Estireno
TSD	Tratamento Superficial Duplo
VDM	Volume Médio Diário
VSA	Valor de Serventia Atual

LISTA DE SIMBOLOS

+	Adição
“”	Aspas
-	Hífen
=	Igual
>	Maior que
<	Menor que
x	Multiplicação
()	Parênteses
%	Percentual
/	Tal que

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	JUSTIFICATIVA	22
3	OBJETIVOS	23
3.1	Objetivo Geral.....	23
3.2	Objetivos específicos.....	23
4	REFERENCIAL TEÓRICO	24
4.1	Pavimento.....	24
4.1.1	<i>Tipos de pavimentos</i>	24
4.1.1.1	Pavimento Flexível	25
4.1.1.2	Pavimento Semirrígido	27
4.1.1.3	Pavimento Rígido	28
4.2	Manifestações Patológicas em pavimento flexível	29
4.3	Técnicas de manutenção do pavimento flexível	43
4.3.1	<i>Conservação</i>	44
4.3.2	<i>Reabilitação</i>	51
4.3.3	<i>Recapeamento</i>	51
4.3.4	<i>Reconstrução</i>	52
4.3.5	<i>Recuperação</i>	53
4.3.6	<i>Reforço</i>	55
4.3.7	<i>Remendo</i>	55
4.3.8	<i>Restauração</i>	56
4.4	Métodos de Avaliação.....	56
4.4.1	<i>Levantamento Visual Contínuo (LVC)</i>	59
4.4.1.1	Processo de levantamento	59
5	METODOLOGIA	66
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	70
6.1	Trecho em Estudo	70
6.2	Levantamento Visual Contínuo (LVC).....	75
6.3	Levantamento de Patologias Encontradas	77
6.4	Soluções.....	98
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	101
8	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	103

REFERÊNCIAS.....	104
APÊNDICE	107
APÊNDICE A.....	107
APÊNDICE A1	108
APÊNDICE B.....	109
APÊNDICE B1.....	110
APÊNDICE C	111
APÊNDICE C1	112

1 INTRODUÇÃO

A história e o desenvolvimento da pavimentação começam na antiguidade, quando os veículos de tração animal eram o principal meio de transporte. Com o surgimento das rodas de madeira e aço, houve a necessidade de revestir as estradas principais para suportar a demanda de veículos. (ANDRADE, 2017). Em 1920 teve início a implementação de rodovias no Brasil, com o apoio dos Estados Unidos, ao oferecer financiamento para a abertura de estradas. Em 1937 foi criado o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), órgão responsável pela construção, manutenção, fiscalização e elaboração de estudos técnicos relacionados a estradas.

Durante o governo de Juscelino Kubitschek, em 1956, houve uma grande evolução no setor rodoviário exercendo um papel fundamental na integração nacional. Isto foi possível graças ao Plano de Metas, que previa um Plano Quinquenal de Obras Viárias. A partir de 1964, deram prioridade ao transporte rodoviário em virtude da atração de empresas do setor automobilístico e da abertura da economia nacional para empresas estrangeiras, continuando o projeto de integração nacional com o objetivo de povoar as regiões menos favorecidas e integrá-las às demais regiões do país, facilitando a exploração de recursos naturais dessas regiões e criando vínculos com outras regiões (MELLO, 2004).

Desde então o modal rodoviário se tornou o principal meio de transporte no Brasil, ele é composto por um conjunto de rodovias sob competência do Governo Municipal, Estadual e Federal, sendo responsáveis tanto pela infraestrutura rodoviária, quanto pela manutenção e conservação da estrutura operacional, como é definido no Roteiro Básico para Sistemas Rodoviários do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). É essencial que as rodovias sejam pavimentadas e que os governos disponibilizem recursos a fim de mantê-las preservadas e em condições de uso, ou até mesmo ampliadas, conforme demanda.

No Brasil, segundo o Anuário do Transporte da Confederação Nacional do Transporte (CNT) de 2022, dos 1.720.909 km de malha rodoviária, apenas 213.500 km (12,41%) são pavimentadas. Destes, foram avaliados 110.333 km sendo que as condições de 72.763 km (66%) dos pavimentos foram classificadas como regulares, ruins e de péssimas qualidades. Este mesmo estudo mostrou que, nas rodovias, à intensidade de tráfego de veículos, alterações climáticas, tráfego de caminhões

pesados, acidentes, falta de manutenções preventivas, intempéries, projetos errôneos, construções inadequadas, tempo de utilização e/ou o uso de materiais de qualidade questionável, facilitam o surgimento precoce de diversas patologias na superfície do pavimento. Elas são responsáveis por diminuir o nível de serviço da rodovia, reduzir a sensação de segurança e o conforto, aumentar o tempo das viagens, reduzir a eficiência econômica causando o aumento dos custos operacionais, potencializando a ocorrência de acidentes e as despesas com a manutenção dos veículos.

Para a construção das rodovias, hoje em dia, são utilizados três tipos de pavimentos, o rígido, o semirrígido e o flexível. O mais usual é o pavimento flexível, que utiliza como material o concreto asfáltico de petróleo, ele começou a ser utilizado no Brasil em meados de 1956, o que revolucionou o mercado (ZAGONEL, 2017). Esse tipo de pavimento é mais utilizado no país por ter um método de execução simples. Tal tipo de pavimento é definido como uma estrutura de camadas com espessuras pré-estabelecidas, podendo suportar os esforços solicitantes oriundos de veículos, proporcionando conforto e segurança aos usuários. (DNIT, 2006)

Em comparação com os outros tipos de pavimento, o pavimento flexível possui um preço mais acessível na produção e execução. Mas como decorrer do tempo de uso, é comum o aparecimento de patologias na superfície deste tipo de pavimento, tais como: fendas, afundamentos, buracos, ondulações, exsudações, desgastes, escorregamentos e remendos. (SENÇO, 2007).

Com isso, surge a necessidade de elaborar um estudo relacionado as principais manifestações patológicas existentes na pavimentação rodoviária, sendo necessário detectar e identificar o tipo, severidade, extensão e suas possíveis causas, para assim tomar as decisões adequadas para a reparação, reconstrução, reforço e conservação da rodovia. Portanto o presente trabalho consiste em um estudo de caso na rodovia MG - 341. De acordo com o a diretoria de manutenção do DNER esse trecho é considerado como uma rodovia de trafegabilidade regular por onde transitam veículos pesados e de passeio. É um importante meio de traslado entre os municípios, pelo fato da região ser turística e produtora de laticínios, café e outros.

Este estudo delimitou-se à coleta de informações sobre as características referentes ao trecho de aproximadamente 7 km entre o município de São Roque de Minas - MG e o município de Piumhi - MG, iniciando no Km 15 da referida rodovia. Com base nas informações recolhidas *in loco*, buscou-se determinar as possíveis

causas das principais manifestações patológicas presentes, suas consequências e devidas soluções, a partir da análise conjunta das imagens coletadas, das bibliografias e documentos especificados em normas regulamentadoras.

2 JUSTIFICATIVA

A rodovia MG - 341 é o principal meio de traslado entre os municípios de Piumhi - MG e São Roque de Minas - MG, por haver um fluxo de veículos pesados na região devido ao agronegócio e ao turismo. A rodovia se encontra na região da Serra da Canastra, um dos pontos turísticos mais importantes do Estado de Minas Gerais, também é conhecida pela produção de queijos artesanais, laticínios e área de agricultura, incluindo a produção de café e várias frutas. Por este motivo transitam, diariamente, veículos pesados como caminhões, máquinas agrícolas, também veículos turísticos e entre outros. Embora seja antiga a existência de manifestações patológicas em trechos dessa rodovia, não há registros de estudos de caso nesta região. Com isso, se fez necessário a apresentação e investigação da pesquisa.

As patologias nos pavimentos flexíveis estão presentes em boa parte das rodovias do país e fazem parte do dia a dia de todos que utilizam essas vias. As anomalias que aparecem nas estradas atrapalham o desenvolvimento das cidades, pois proporcionam desconforto e insegurança aos usuários que utilizam a via para ter acesso ao comércio, turismo, educação e saúde.

A deficiência na manutenção e reconstrução das rodovias faz com que problemas medianos, que a princípio teriam baixo valor econômico para sua recuperação, se transformem em situações precárias com ambientes de má qualidade estética, de possível insegurança estrutural e de alto valor econômico para reconstrução.

Portanto, a justificativa para a elaboração deste estudo de caso deve-se à necessidade de avaliar as principais manifestações patológicas, as quais influenciam diretamente na qualidade da mobilidade e na segurança de quem ali trafega. É perceptível que o diagnóstico correto das manifestações patológicas otimiza a técnica de recuperação, visto que por meio de um estudo apropriado identifica qual é o método mais adequado para recuperação dos defeitos. Vale salientar que executar a manutenção periódica do pavimento, ajuda na redução dos custos com a recuperação e com gastos relativos aos acidentes de trânsito. (ROSA, 2016).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é verificar as condições atuais e prescrever, conforme a necessidade, soluções adequadas para o pavimento flexível, no trecho da rodovia MG - 341.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar os principais defeitos existentes, ao decorrer da rodovia;
- Apontar, descrever e avaliar as características das manifestações patológicas registradas;
- Indicar possíveis causas e soluções para a prevenção e regularização dessas patologias.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Este estudo utilizou-se de uma revisão bibliográfica abordando os temas relacionados a pavimentação, tipos de pavimentos, manifestações patológicas, técnicas de manutenção e métodos de avaliação. O referencial teórico teve como base teórica autores de livros, manuais, artigos científicos e normatização.

4.1 Pavimento

A evolução da pavimentação no Brasil ocorreu a partir da 2ª Guerra Mundial, momento em que houve a troca de conhecimento entre engenheiros Brasileiros e Norte - Americanos, vindos ao país para atender às necessidades em garantir um meio de transporte de pessoas e equipamentos (SANTOS, 2017). Depois disso houve grandes mudanças, trazendo mais conforto aos usuários das vias em geral.

O pavimento pode ser definido como uma estrutura feita sobre uma superfície composta por camadas e materiais com diferentes usos. Essa estrutura deve garantir o conforto e a segurança do usuário, com ênfase na mais alta qualidade de serviço e baixo custo. As estradas pavimentadas são vitais, pois promovem o progresso socioeconômico da região, melhorando assim a qualidade de vida da população. (SANTOS, 2017).

De acordo com Almeida (1986), pavimento é a estrutura constituída sobre a terraplenagem de um terreno, onde suporta cargas resultantes do tráfego que são transmitidas para a infraestrutura que proporciona condições satisfatórias de conforto, segurança e economia para o usuário.

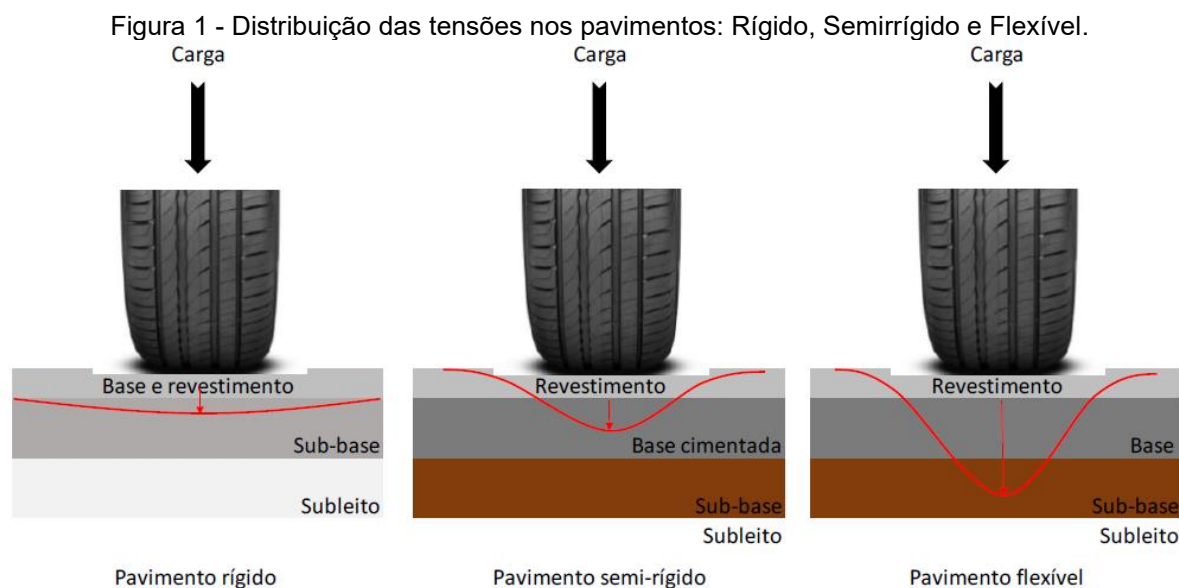
O pavimento tem como função atender estruturalmente e operacionalmente o fluxo de veículos resistindo aos esforços horizontais e verticais devido ao tráfego. Além de proporcionar condições de condução segura e confortável aos condutores durante a sua vida útil.

4.1.1 Tipos de pavimentos

O Manual de Implantação Básica de Rodovia do DNIT, de 2010 classifica os pavimentos em flexíveis, semirrígidos e rígidos. Pavimento Flexível é aquele, em

que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, então, a carga se distribui em parcelas iguais entre as camadas. Um exemplo seria o pavimento constituído por uma base de brita (brita graduada, macadame) ou por uma base de solo com pedregulhos, revestida por uma camada asfáltica. O Pavimento Semirrígido se 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. Já o Pavimento Rígido é aquele em que o revestimento tem uma rigidez alta em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado. Um exemplo é o pavimento constituído por lajes de concreto de cimento Portland.

A Figura 1 mostra como ocorre a transferência de esforços do tráfego para o subleito nos pavimentos citados acima e é possível observar que as classificações estão relacionadas aos tipos de materiais empregados em cada camada do pavimento.

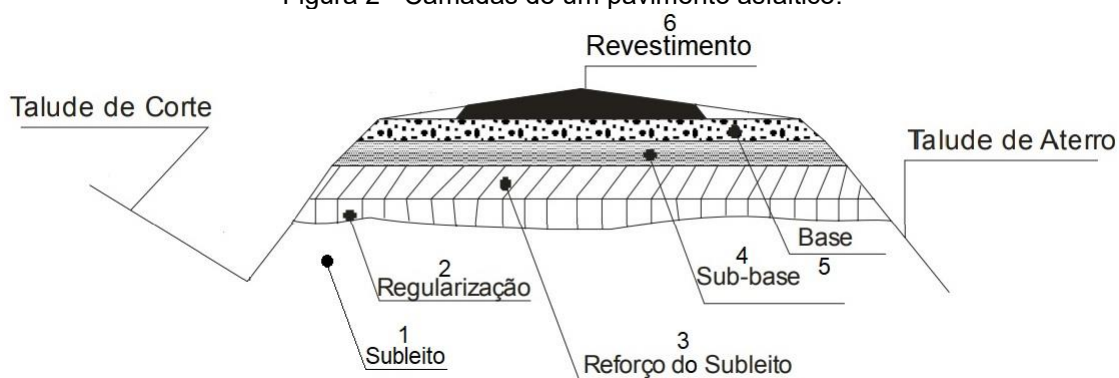


Fonte: MOURA, 2022.

4.1.1.1 Pavimento Flexível

Os pavimentos flexíveis apresentam como características suas camadas constituídas por diversos materiais. As camadas se denominam respectivamente: subleito, regularização, reforço do subleito, sub-base, base e revestimento. A Figura 2 ilustra a seção transversal e as camadas constituintes desse tipo de pavimento.

Figura 2 - Camadas de um pavimento asfáltico.



Fonte: MOURA, 2022.

O Quadro 1 mostra as camadas que compõem o pavimento asfáltico flexível, suas funções e os materiais de cada uma de acordo com Bernucci (2006) e o Manual do DNIT (2006). As espessuras de cada camada variam de acordo com cada projeto em execução.

Quadro 1 - Estrutura do pavimento asfáltico flexível.

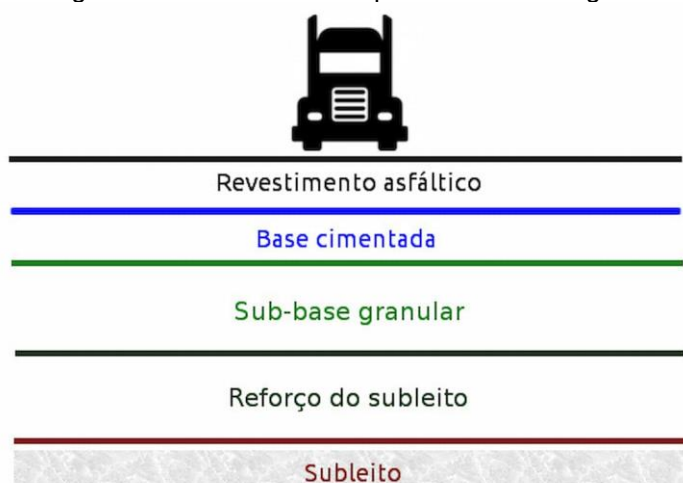
Nº de Ref.	Camada	Função	Materiais mais utilizados
1	Subleito	Receber os esforços das demais camadas.	Terreno natural de fundação.
2	Regularização	Corrigir falhas existentes na superfície terraplenada.	Material igual ou superior às camadas subjacentes.
3	Reforço do Subleito	Melhorar a qualidade do subleito e regularizar a espessura da base.	Solo laterítico, solo arenoso fino laterítico, agregados reciclados de resíduo sólido da construção civil, entre outros.
4	Sub-base	Camada complementar à base, usada como parâmetro de controle de espessura da base.	Brita graúda simples, solo brita, solo cimento, brita graduada tratada com cimento.
5	Base	Suportar os esforços oriundos da utilização da rodovia, distribuindo as tensões para as camadas inferiores.	Brita corrida, brita graduada simples, solo brita com cimento, laterita.
6	Revestimento	Receber diretamente as tensões do tráfego de veículos, resistir ao desgaste e melhorar as condições de rolamento.	CA, CBUQ, mistura asfáltica descontínua, entre outros.

Fonte: Adaptado de: BERNUCCI, 2008.

4.1.1.2 Pavimento Semirrígido

Assim como nos pavimentos flexíveis, os pavimentos semirrígidos também são revestidos de material asfáltico, esses pavimentos contêm uma estrutura composta por subleito, reforço do subleito, sub-base granular, base cimentada e revestimento asfáltico. O que entre o pavimento flexível e o semirrígido é a presença de ligantes hidráulicos, como cimento Portland ou cal hidratada, em sua base. A Figura 3 ilustra as camadas de um pavimento semirrígido.

Figura 3 - Camadas de um pavimento semirrígido.



Fonte: DER, 2021.

O Quadro 2 descreve as camadas existentes no pavimento semirrígido, suas devidas funções e os materiais utilizados em cada camada de acordo com Bernucci (2006) e o DER (2021).

Quadro 2 - Estrutura do pavimento semirrígido.

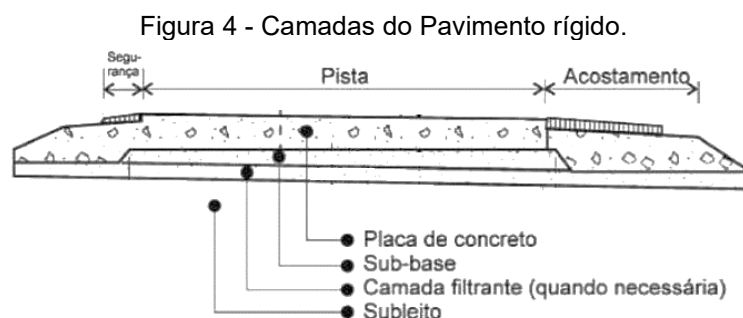
Camada	Função	Materiais mais utilizados
Subleito	Receber os esforços das demais camadas.	Terreno natural de fundação.
Reforço do Subleito	Melhorar a qualidade do subleito e regularizar a espessura da base.	Solo laterítico, solo arenoso fino laterítico, agregados reciclados de resíduo sólido da construção civil, entre outros.
Sub-base granular	Camada complementar à base, usada como parâmetro de controle de espessura da base.	Brita graúda simples, solo brita, solo cimento, brita graduada tratada com cimento.

Base cimentada	Suportar os esforços oriundos da utilização da rodovia, distribuindo as tensões para as camadas inferiores.	<i>Sand-Creep</i> , Solo Tratado com cimento, Solo Cimento, Solo-cimento-cal e Brita Graduada tratada com Cimento.
Revestimento asfáltico	Receber diretamente as tensões do tráfego de veículos, resistir ao desgaste e melhorar as condições de rolamento.	CA, CBUQ, mistura asfáltica descontínua, entre outros.

Fonte: Adaptado de: BERNUCCI, 2008.

4.1.1.3 Pavimento Rígido

O pavimento rígido é constituído por subleito, uma camada filtrante, quando necessário, sub-base e placa de concreto. A Figura 4 mostra a seção transversal e suas respectivas camadas.



Fonte: SENÇO, 2008.

No Quadro 3 estão descritas as camadas, suas devidas funções e os materiais mais utilizados para a execução de acordo com o Manual de pavimentação Rígida do DNIT (2005).

Quadro 2 - Estrutura do pavimento rígido.

Camadas	Funções	Materiais mais utilizados
Subleito	Receber os esforços das demais camadas.	Terreno natural de fundação.
Camada filtrante	Tem a função de drenar a água.	Brita graduada
Sub-base	Suportar os esforços da rodovia.	Brita graúda simples, solo brita, solo cimento, brita graduada tratada com cimento.
Placa de concreto	Servir, ao mesmo tempo, como base e revestimento.	Cimento Portland, areia, agregado graúdo e água.

Fonte: Adaptado de: DNIT, 2005.

4.2 Manifestações Patológicas em pavimento flexível

A palavra patologia, de acordo com o dicionário da língua portuguesa, se origina do grego *pathos* significando doença e *logos* estudo, sendo definida como estudo das doenças e/ou enfermidades em seus diferentes sentidos como estado anormal de causas conhecidas e/ou desconhecidas. Já as patologias em pavimentos, tem como definição situações decorrentes de vários fatores como tipo de material utilizados na execução do pavimento, sua execução, manutenção preventiva ou corretiva, também a ausência dessas manutenções e esforços sofridos pelo pavimento devido a cargas dos veículos, tudo isso faz com que o pavimento sofra consequências no aparecimento de patologias (DNIT, 2006). Na Figura 5 estão demonstradas várias manifestações patológicas presentes em uma rodovia com pavimento flexível.

Figura 5 - Diferentes tipos de manifestações patológicas.



Fonte: DNIT, 2003.

Há vários motivos pelos quais as manifestações patológicas podem se desenvolver na superfície dos pavimentos. Essas manifestações podem ser classificadas e identificadas de acordo com o grau. Para tal é necessário fazer um levantamento destas deteriorações avaliando o estado de conservação das rodovias. Para identificar e classificar essas patologias, no Brasil, é utilizada a Norma do DNIT 005/2003 – Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos - Terminologia, que descreve todos os tipos de manifestações patológicas de pavimentos flexíveis e semirrígidos, o Quadro 4 é mostrado um resumo das patologias, suas classificações e codificações dispostas na norma.

Quadro 3 - Quadro resumo das patologias: Codificação e classificação.

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
Fissuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação 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

OUTROS DEFEITOS				CODIFICAÇÃO
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

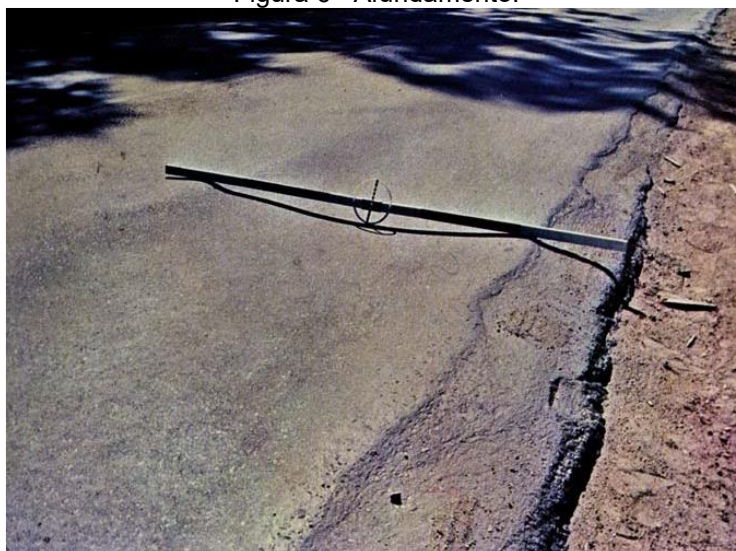
As trincas interligadas são classificadas como FC-3 e FC-2 caso apresentem ou não erosão nas bordas.

Fonte: Adaptado de: DNIT, 2003.

Segundo o DNIT (2003) nos pavimentos flexíveis podem existir vários tipos de patologias, que são divididas em afundamentos (A), desgaste (D), escorregamento (E), exsudação (EX), fendas (F), ondulação ou corrugação (O), panela ou buraco (P) e remendos (R). A seguir serão descritos e exemplificados esses tipos de manifestações patológicas.

De acordo com o DNIT (2003) o afundamento possui duas classificações, são elas, afundamento plástico ou de consolidação, que são deformações permanentes definidas por depressão da superfície do pavimento pode ser acompanhada ou não por elevação ao longo das bordas. Na Figura 6 pode ser observado esse tipo de patologia.

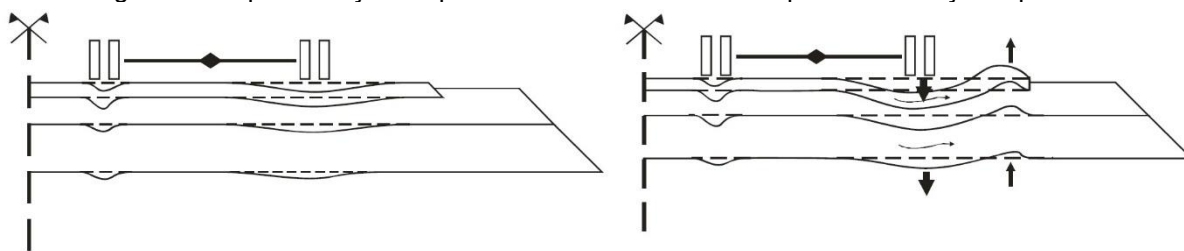
Figura 6 - Afundamento.



Fonte: DNIT, 2003.

O afundamento plástico tem elevação ao longo das bordas e é causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento. Já o afundamento de consolidação não possui elevação ao longo das bordas e é causado pela consolidação diferencial das camadas do pavimento. Esses afundamentos são classificados como afundamento local, que são concentrados no centro da rodovia, possui uma extensão de até 6 m e afundamento de trilha de roda, que se localizam nas extremidades da rodovia e possui extensão superior a 6 m. A Figura 7 representa em corte, respectivamente, de uma maneira esquemática os afundamentos de trilha de roda por consolidação e plástico descrita no Manual de restauração de pavimentos asfálticos do DNIT (2006).

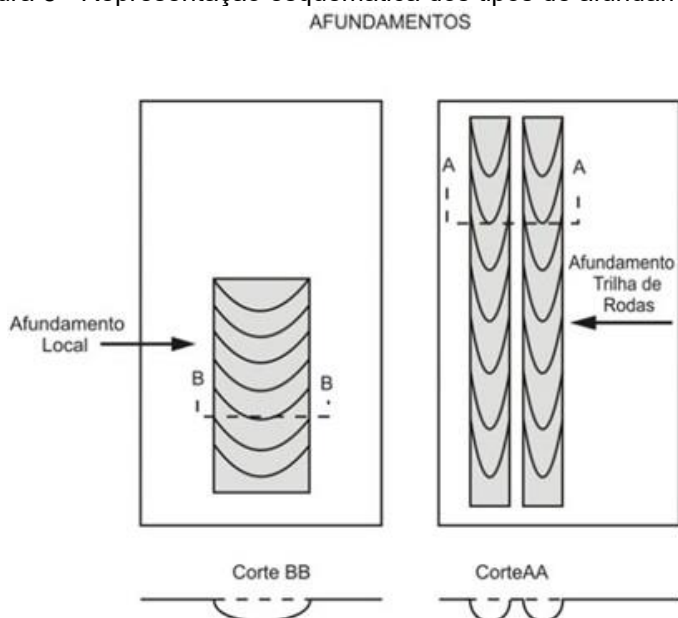
Figura 7 - Representação esquemática dos afundamentos por consolidação e plástico.



Fonte: Manual de restauração de pavimentos asfálticos, 2006.

Já a Figura 8 , demonstra a representação esquemática dos afundamentos, em planta.

Figura 8 - Representação esquemática dos tipos de afundamentos.



Fonte: DNIT, 2003.

De acordo com Paulo Silva (2008) uma das possíveis causas dos afundamentos na pavimentação asfáltica é a má compactação do solo na hora da execução do projeto da rodovia, causando uma depressão enquanto o solo sofre expansão, fazendo com que apareçam os afundamentos na pavimentação.

Outro tipo de defeito é o desgaste que é uma associação do tráfego com o intemperismo, decorre do arrancamento gradativo do pavimento promovendo uma aspereza superficial, apresentando, no revestimento, desprendimento de agregados da superfície, como é descrito no manual do DNIT (2003). A Figura 9 ilustra a situação do pavimento com desgaste.

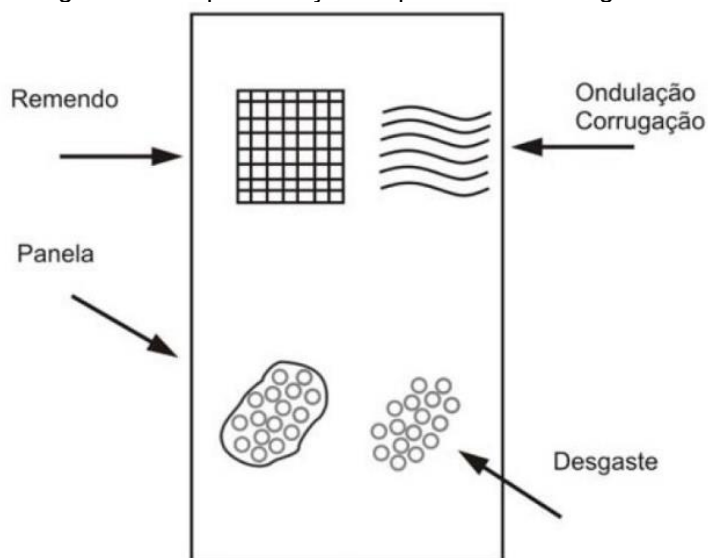
Figura 9 - Desgaste.



Fonte: DNIT, 2003.

De acordo com Paula Silva (2008), uma causa do aparecimento de desgaste na pista é a volatilização e a oxidação do asfalto, devido a ação intensa do tráfego e do intemperismo. Na Figura 10, pode ser observado a representação esquemática do desgaste.

Figura 10 - Representação esquemática do desgaste.



Fonte: DNIT, 2003.

Conforme estabelecido no Manual do DNIT (2003), escorregamento consiste no deslocamento do asfalto formando fendas em formato de meia lua, devido aos esforços de frenagem e aceleração dos veículos, isso acontece por causa da falta de aderência entre a camada de revestimento e a camada subjacente do asfalto. Na Figura 11, pode ser observado um exemplo desse tipo de patologia.

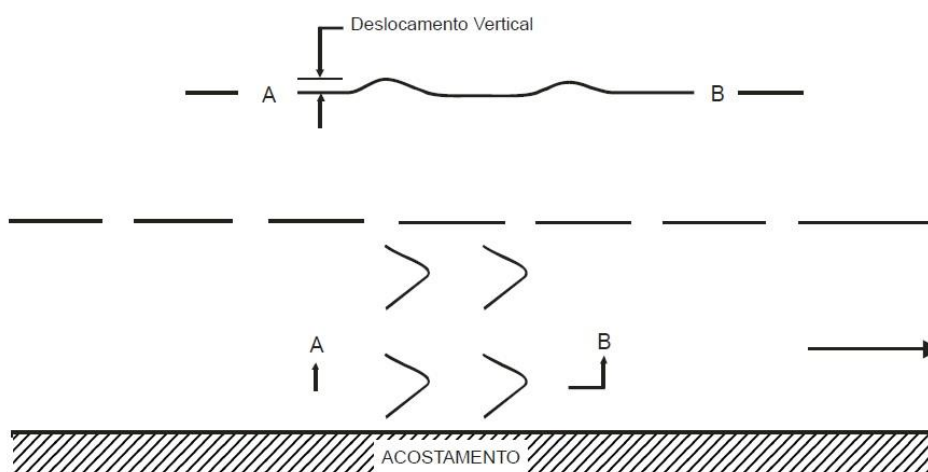
Figura 11 - Escorregamento.



Fonte: DNIT, 2003.

Segundo o Manual de restauração de pavimentos asfálticos (2006) o escorregamento pode ser causado devido a junção inadequada entre o revestimento e a camada sobre a qual se apoia, devido a limitação da capacidade de aderência do revestimento asfáltico em virtude da sua espessura reduzida, devido à má compactação das misturas asfálticas ou da porção superior da camada base e devido a deformação plástica do revestimento sob condições em altas temperaturas. Nas Figuras 12 e 14 estão ilustradas a representação esquemática do escorregamento.

Figura 12 - Representação esquemática do escorregamento.



Fonte: Manual de restauração de pavimentos asfálticos, 2006.

A Exsudação, de acordo com o manual do DNIT (2003), é caracterizada pelo excesso de material betuminoso que se solta do revestimento para a superfície do pavimento por causa da dilatação térmica do asfalto. Caracterizado por manchas

de várias dimensões, essas manchas comprometem seriamente a aderência do revestimento, principalmente em tempos chuvosos, trazendo um sério problema funcional. (SILVA, 2008). Na Figura 13 é apresentado um exemplo desse caso.

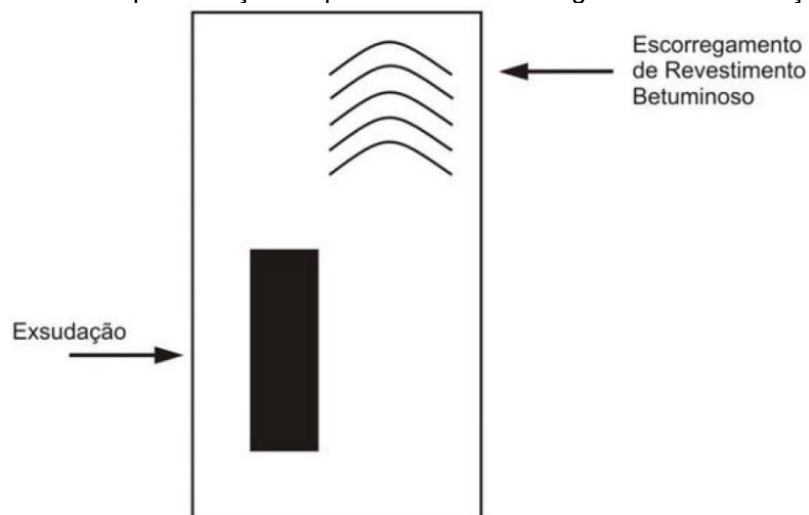
Figura 13 - Exsudação.



Fonte: DNIT, 2003.

De acordo com o Manual de restauração de pavimentos asfálticos a exsudação pode ocorrer devido a dosagem inadequada da mistura asfáltica e devido a temperatura do ligante acima da especificada no momento da mistura que acarreta a dilatação do asfalto. Na Figura 14, pode ser observado uma representação esquemática dos defeitos de escorregamento e exsudação.

Figura 14 - Representação esquemática de escorregamento e exsudação.

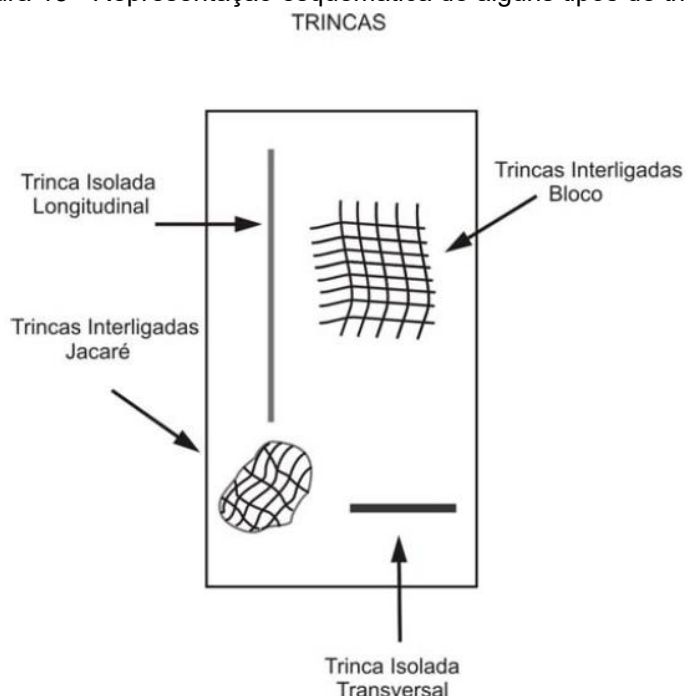


Fonte: DNIT, 2003.

Também está disponível no manual do DNIT (2003) informações sobre as fendas, elas são descritas como qualquer tipo de irregularidade na superfície do pavimento, com aberturas de menor e maior dimensão, elas representam um dos defeitos mais significativos dos pavimentos asfáltico e são subdivididas dependendo da tipologia e da gravidade. São divididas em fissuras e trincas.

São consideradas fissuras quando a abertura é perceptível a olho nu apenas a uma distância inferior a 1,50 m, posicionada com orientação longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, quanto à forma, podem ser classificadas como retilíneas, curvilíneas ou mistas. Essas fissuras são patologias simples, no qual não causam problemas funcionais ao revestimento, de acordo com os métodos de avaliação atuais não são consideradas patologias graves. Já as trincas são fendas existentes no revestimento, facilmente visíveis, com abertura superior à da fissura, podendo apresentar - se sob a forma de trinca isolada ou trinca interligada (DNIT, 2003). Na Figura 15 demonstra a representação esquemática de alguns tipos de trincas.

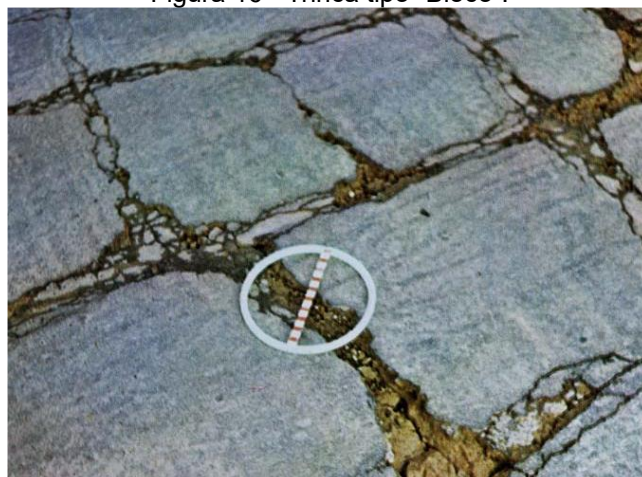
Figura 15 - Representação esquemática de alguns tipos de trinca.



Fonte: DNIT, 2003.

Trincas tipo “Bloco” é um conjunto de trincas interligadas caracterizadas pela formação de blocos de lados bem definidos, podendo ou não apresentar erosão acentuada nas bordas (DNIT, 2003). Conforme exposto na Figura 16.

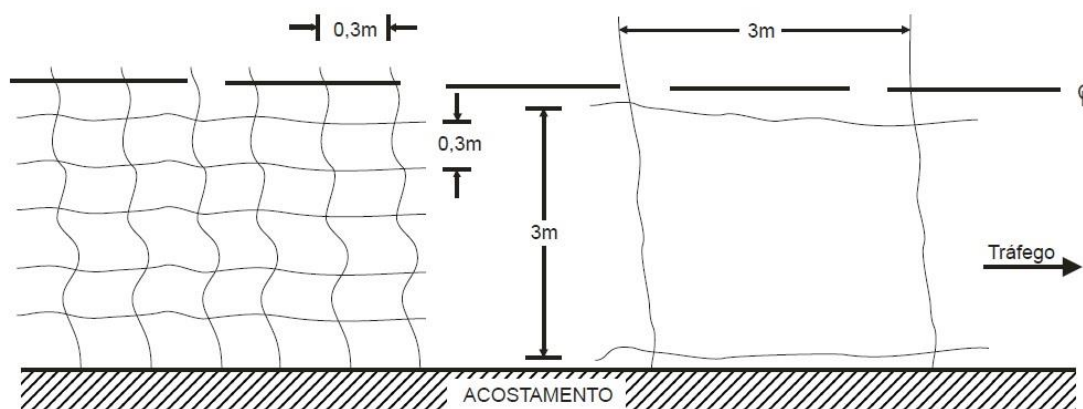
Figura 16 - Trinca tipo "Bloco".



Fonte: DNIT, 2003.

Segundo Paulo Silva (2008) as trincas tipo bloco mostram que o asfalto sofreu endurecimento significativo por ocorrer oxidação ou volatilização tornando menos flexível. Na Figura 17 tem - se a representação esquemática da trinca tipo bloco no pavimento asfáltico.

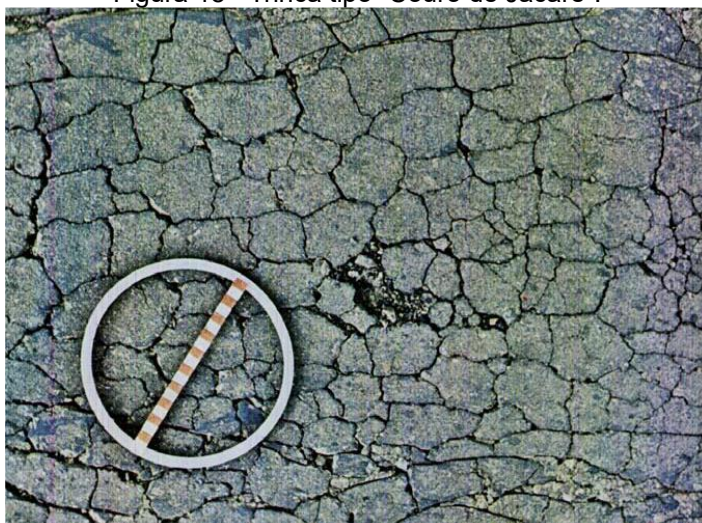
Figura 17 - Representação esquemática da trinca interligada tipo "Bloco".



Fonte: Manual de restauração de pavimentos asfálticos, 2006.

Segundo o DNIT (2003) as trincas interligadas tipo "Couro de Jacaré" são um conjunto de trincas sem direções preferenciais, que se assemelha à textura de couro de jacaré. Essas trincas podem apresentar ou não erosão acentuada nas bordas. Na Figura 18 pode ser observado um exemplo desse tipo de patologia. De acordo com Paulo Silva (2008) essas trincas representam estágio avançado de fadiga do asfalto e estão associadas à repetição das cargas de tráfego. Na Figura 18 possui a representação esquemática da trinca interligada tipo "Couro de Jacaré".

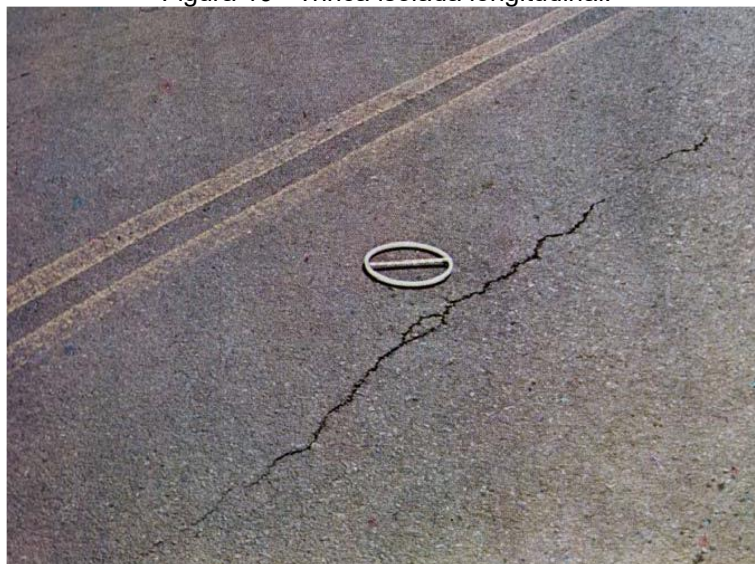
Figura 18 - Trinca tipo “Couro de Jacaré”.



Fonte: DNIT, 2003.

Já as trincas longitudinais, de acordo com o DNIT (2003) são trincas isoladas que se encontram na direção paralela ao eixo do pavimento, que podem possuir extensão de até 1m é denominada trinca isolada longitudinal curta e superior a 1m denominada trinca isolada longitudinal longa. A Figura 19 mostra um exemplo dessa patologia.

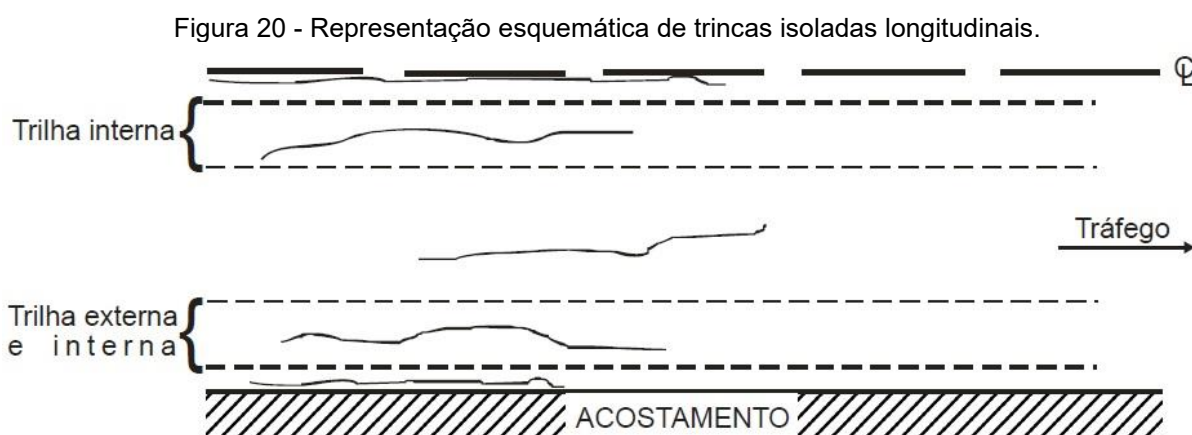
Figura 19 - Trinca isolada longitudinal.



Fonte: DNIT, 2003.

Essas trincas longitudinais possuem vários motivos para sua aparição no pavimento, são eles, má execução da junta de construção, retração do revestimento asfáltico, estágio inicial de fadiga, reflexão de trincas ou assentamento da fundação

(SILVA, 2008). Na Figura 20 é demonstrado a representação esquemática desse tipo de manifestação patológica.



Fonte: Manual de restauração de pavimentos asfálticos, 2006.

Como está descrito na norma do DNIT (2003) a trinca isolada transversal apresenta direção predominantemente ortogonal ao eixo do pavimento. Quando tem extensão de até 1m é denominada trinca isolada transversal curta, quando tem extensão superior a 1 m é denominada trinca isolada transversal longa. Na Figura 21 demonstra a ilustração desse tipo de patologia.

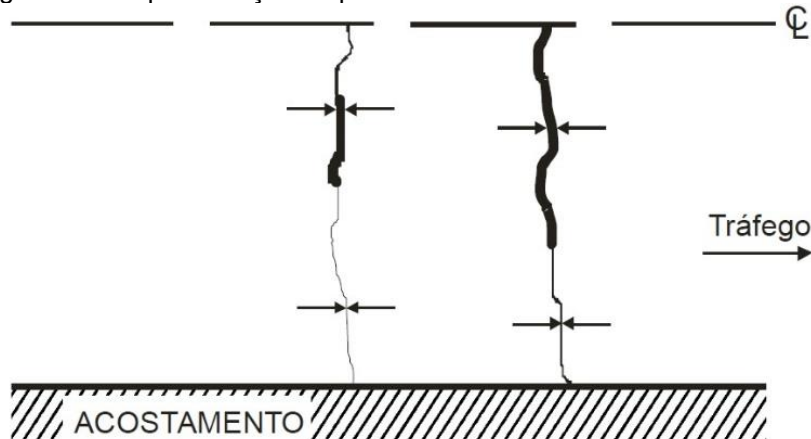
Figura 21 - Trinca isolada transversal.



Fonte: DNIT, 2003.

De acordo com Paulo Silva (2008) essas trincas transversais podem ser causadas por vários motivos, são eles, reflexão de juntas ou trincas subjacentes devido à movimentação térmica ou cargas de tráfego, retração da própria camada asfáltica. Na Figura 22 está representado o esquema das trincas isoladas transversais.

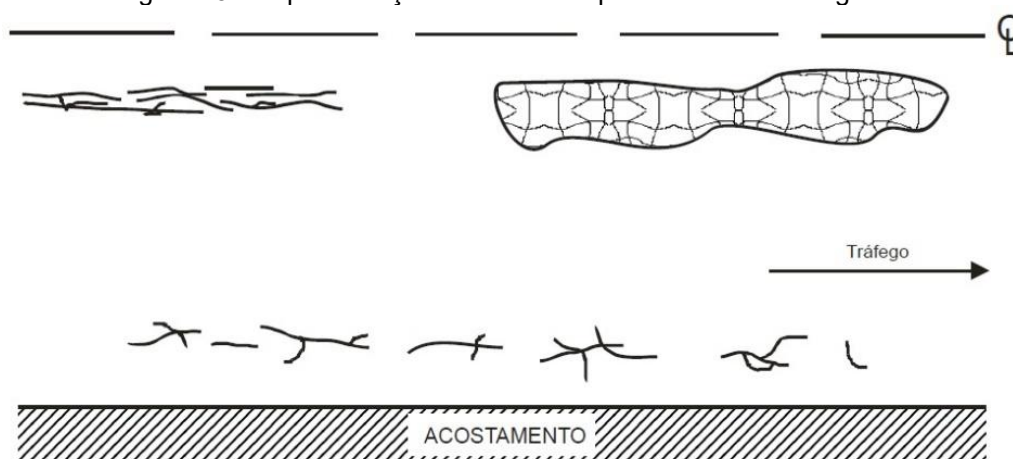
Figura 22 - Representação esquemática das trincas isoladas transversais.



Fonte: Manual de restauração de pavimentos asfálticos, 2006.

Segundo o Manual de restauração de pavimentos asfálticos do DNIT (2006) as fendas, incluindo todos os tipos de trincas e fissuras, podem ser causadas, genericamente, por tensões de tração na camada inferior do revestimento devido ao ciclo do carregamento e alívio de tráfego e por alteração de temperatura que causa contrações no revestimento existente. A Figura 23 mostra a representação esquemática de diversos tipos de trincas interligadas no pavimento asfáltico.

Figura 23 - Representação de diversos tipos de trincas interligadas.



Fonte: Manual de restauração de pavimentos asfálticos, 2006.

Segundo Bernucci (2008) ondulações são deformações transversais, de caráter plástico e permanente, ao eixo da via, ocorridas pela consolidação diferencial do subleito, tem o comprimento de onda entre duas cristas com distâncias entre eles em metros, já as corrugações também são deformações transversais ao eixo da pista, diferenciadas da ondulação pelo comprimento de onda entre duas cristas da ordem de centímetros. As ondulações ou corrugações são criadas devido a expulsão da massa asfáltica ocasionada pelo tráfego para fora da trilha de roda. Na Figura 24 pode ser observado esse tipo de patologia e na Figura 10 está demonstrado a representação esquemática das ondulações ou corrugações.

Figura 24 - Ondulação ou corrugação.

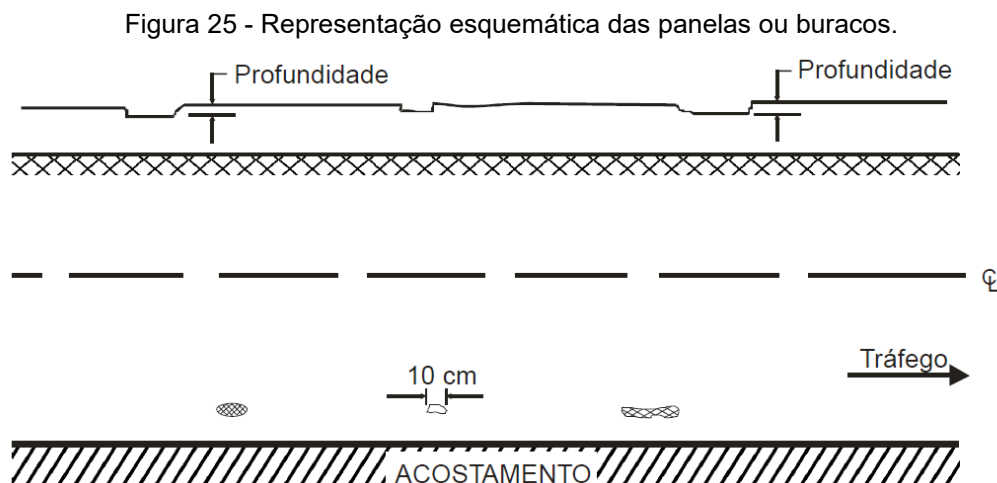


Fonte: DNIT, 2003.

De acordo com o Manual de restauração de pavimentos asfálticos do DNIT (2006) as prováveis causas das ondulações ou corrugações são excesso de umidade das camadas inferiores, retenção de água na mistura asfáltica e fragilidade da mistura betuminosa da camada ou base do pavimento. Normalmente aparecem nas regiões onde ocorre aceleração ou frenagem dos veículos.

Como está descrito no Manual de restauração de pavimentos asfálticos do DNIT (2006) panela ou buraco é uma cavidade que se inicia no revestimento do pavimento e pode atingir a base, possuem profundidade e dimensões variadas. Este defeito é uma evolução das trincas, afundamentos ou desgastes e é muito grave pois afeta a estrutura do pavimento, fazendo com que as águas superficiais, que caem no

pavimento, penetrem no interior da estrutura asfáltica. Nas Figura 10 e Figura 25 podem ser observados a representação esquemática de painéis ou buracos.



Fonte: Manual de restauração de pavimentos asfálticos, 2006.

As painéis ou buracos ocorrem quando as trincas de fadiga sofrem interligação, formando pequenas placas, com o decorrer do tempo e o translado de veículos ocasiona aumento de cargas de tráfego, e com isso estas placas vão sendo arrancadas, formando buracos no revestimento. A água superficial, que já possuía acesso até a base através das trincas, tem ainda maior facilidade de alcançar as camadas mais internas. (DNIT,2006) Na Figura 26 pode ser observado esse tipo de patologia.

Figura 26 - Painel ou buraco.

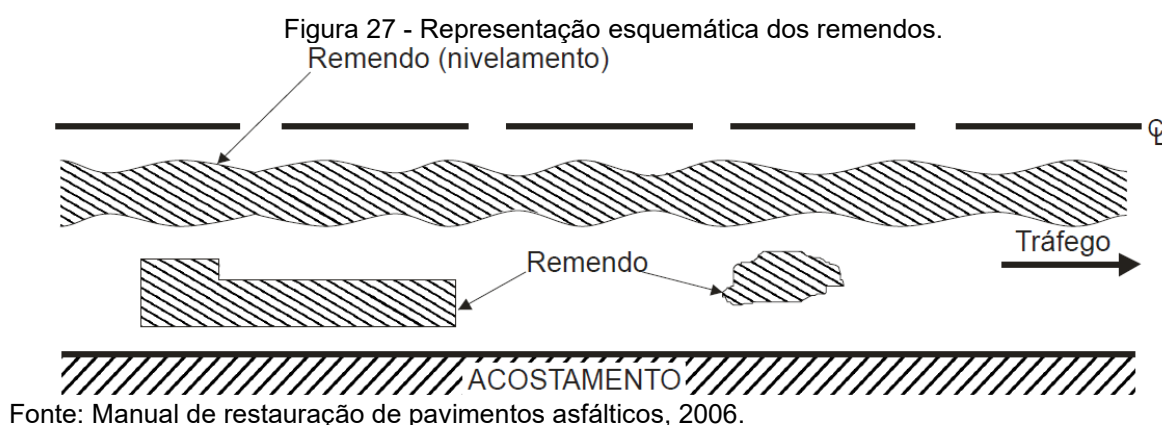


Fonte: DNIT, 2003.

Algumas possíveis causas relacionadas ao aparecimento de Panelas ou buracos na pavimentação flexível são desgastes de alta severidade localizados na superfície do pavimento e trincamento por fadiga em estágio terminal (DNIT, 2006).

Segundo o Manual de restauração de pavimentos asfálticos do DNIT (2006) remendo é uma parte do revestimento onde haviam defeitos que foi tapado com material betuminoso. O remendo é considerado uma manifestação patológica devido ao mau comportamento da estrutura, gerando irregularidade na via.

Há dois tipos de remendo, o remendo superficial e o profundo. O remendo superficial é uma correção da superfície do revestimento, geralmente possui formas irregulares. Já o remendo profundo é quando há substituição do revestimento de uma ou mais camadas inferiores do pavimento, geralmente sua correção possui forma retangular (DNIT, 2003). Nas Figura 10 e Figura 27 estão demonstrados as representações esquemáticas dos tipos de remendos.



De acordo com o Manual de restauração de pavimentos asfálticos do DNIT (2006) os remendos, quando provocam desconforto, são causados devido ao emprego de material de má qualidade, problemas construtivos, agressividade das condições ambientais e solicitação intensa de tráfego.

4.3 Técnicas de manutenção do pavimento flexível

Os pavimentos flexíveis, são caracterizados por sua capacidade de se deformar sob cargas e se adaptar às condições do terreno. No entanto, devido ao tráfego intenso, exposição às condições climáticas adversas e ao envelhecimento natural, esses pavimentos estão sujeitos a desgaste e deterioração. Com isso, é

necessário, para que a via tenha uma melhor vida útil e garanta uma mobilidade eficiente e segura, que haja manutenção periódica do pavimento (DNIT,2006).

Existem uma série de grupos de intervenções relacionadas à manutenção de pavimentos flexíveis, Bernucci (2008) cita as seguintes técnicas de manutenção, conservação, reabilitação, recapeamento, reconstrução, recuperação, reforço, remendo e restauração do pavimento, sendo classificados e utilizados de acordo com o grau da patologia existente na via.

4.3.1 Conservação

De acordo com o Manual de restauração de pavimentos asfálticos do DNIT (2006), a conservação da rodovia tem como finalidade abranger uma série de tarefas a fim de preservar as propriedades técnicas e operacionais da rodovia, até que tais tarefas se tornem impraticáveis em termos econômicos de acordo com sua concepção inicial. Tal conservação pode ser classificada entre conservação corretiva rotineira, conservação preventiva periódica e conservação de emergência.

Senço (2008) explica que a conservação corretiva rotineira é realizada de acordo com a programação utilizando técnicas para corrigir defeitos e retomar o funcionamento da rodovia, trazendo conforto e segurança aos usuários da via. O Manual de Conservação Rodoviária do DNIT (2005) cita algumas tarefas da conservação corretiva rotineira, como mostra o Quadro 5, retirado do mesmo manual.

Quadro 4 - Tarefas de Conservação corretiva rotineira.

Serviço	Descrição
Reconformação da plataforma	Conformar superfície não pavimentada, utilizando motoniveladora, sem adição de material, a fim de permitir boas condições de tráfego e drenagem.
Recomposição manual de aterro	Recuperar manualmente partes erodidas dos aterros, visando restabelecer, inclusive, os perfis dos taludes, para evitar acidentes e danos ao corpo estradal.
Roçada manual	Corte da vegetação de pequeno porte na faixa de domínio, melhorando a visibilidade e aspecto da rodovia.
Capina Química	Erradicação da vegetação através da aplicação de produtos químicos, objetivando evitar sua expansão nos acostamentos

	e facilitar a drenagem.
Limpeza de sarjeta e meio fio	Remoção do material depositado ao longo das sarjetas e linhas d'água do meio fio, visando facilitar o escoamento das águas superficiais.
Limpeza de valeta de corte	Remoção do entulho e dos sedimentos existentes. No caso de valetas não revestidas deve-se evitar a remoção total da vegetação. Apenas aquela que impeça o fluxo da água deve ser cortada.
Limpeza de bueiro	Remoção de todo material que impeça o livre funcionamento dos bueiros, restabelecendo-se o escoamento normal das águas.
Reparo de drenagem superficial de concreto	Remoção de todo material que impeça o livre escoamento das águas pela galeria.
Limpeza de drenagem da plataforma	Limpeza geral da drenagem superficial existente na plataforma da via, removendo o material resultante da limpeza, com o objetivo principal de permitir o escoamento das águas superficiais, em qualquer momento e, secundariamente, propiciar bom aspecto à rodovia.
Limpeza de drenagem fora da plataforma	Limpeza geral (mato, entulhos, solo), de todo tipo de drenagem superficial existente fora da plataforma da via, com o objetivo de permitir o livre escoamento das águas superficiais.
Recomposição de guarda corpo	Substituição ou reconstrução de guarda corpos danificados, podendo-se utilizar, eventualmente (pré-moldados). Trata-se de um serviço de alta prioridade que deve ser executado o mais rápido possível.
Selagem de trinca	Enchimento de trincas e fissuras no revestimento betuminoso ou pavimento de concreto de cimento com material asfáltico para impedir a penetração de água nas camadas inferiores do pavimento.
Tapa buraco	Reparar buraco ou depressão secundária no revestimento, de modo a evitar maiores danos ao pavimento e se obter uma

	superfície de rolamento segura e confortável.
Remendo profundo com demolição mecanizada ou manual	Remover a base defeituosa, substituir o material de suporte deficiente por outro com suporte adequado e reparar o revestimento com mistura asfáltica. Se necessário, executar drenagem superficial ou profunda.
Limpeza e enchimento de juntas de pavimento de concreto de cimento Portland	Limpar as juntas dos pavimentos rígidos, calafetando-as com material apropriado que permita sua livre dilatação, evitando a penetração de água e materiais estranhos.
Renovação de sinalização horizontal	Pintura de faixas ao longo do eixo do pavimento, em seus bordos ou em faixas de circulação para fornecer/manter orientação visual ao motorista.
Recomposição de placa de sinalização	Reparo, substituição e implantação da sinalização vertical.
Limpeza de tacha refletiva monodirecional ou bidirecional	Limpeza de tachas refletivas utilizando equipamento aplicador de água à alta pressão.
Reposição de tacha refletiva monodirecional ou bidirecional	Serviços de substituição ao longo das rodovias de tachas refletivas compino, que sofreram avarias, o que exigirá uma substituição esparsa e descontínua.
Recomposição de Tela Anti Ofuscante	Remoção das partes danificadas da tela anti ofuscante e narecomposição para evitar o ofuscamento
Recomposição parcial de cerca com mourão de madeira ou	Substituir os arames e mourões que se encontram inutilizados, recuperar peças isoladas, com aproveitamento parcial da extensão existente. Esta tarefa tem alta prioridade devido ao perigo que representa para o usuário da estrada, a

concreto	presença dos animais de grande porte que invadem a faixa de domínio.
Substituição de balizador	Substituição ou utilização de balizador.
Recomposição de defesa metálica	Limpeza, pintura, reparo ou substituição de defensas metálicas.
Reposição de porteira	Exclusivamente na substituição de porteira danificada. Os serviços de manutenção de porteiras poderão ser executados no local ou em oficina da Unidade Local ou Regional.
Reparo de Alambrado	Reparo de tela, suporte, prendedores ou base, em qualquer tipo de alambrado.
Remoção de lixo e entulho	Recolhimento, carga, transporte e descarga, em local predeterminado, de lixo e entulho, de toda espécie.
Varredura e limpeza de pista	Varrer e limpar as pistas e acostamentos, manualmente, para retirada de material terroso depositado e/ou acumulado, naquelas superfícies, por efeito do tráfego ou deficiência da drenagem superficial. Estão incluídos, nestes serviços, a carga, o transporte e a descarga do material resultante da limpeza.
Conservação manual de aceiro	Erradicação de vegetação, por meio de capina manual, nos aceiros junto às cercas da faixa de domínio.
Despraguejamento manual de gramados	Erradicação de ervas daninhas com uso de ferramentas manuais
Conservação de Árvores e Arbustos	Tratos agrícolas às árvores ou arbustos dispostos nos bosques ou locais outros que, a critério da Residência de conservação, devam ser mantidos visando à preservação de poda, colocação de tutor, capina e adubação. Neste serviço pode ser incluído o plantio ou replantio em pequenas quantidades anuais.
Corte de árvores	Corte e remoção de árvores da faixa de domínio que estejam causando perigo à segurança de tráfego, estruturas, linhas elétricas, telefones, dutos, etc., ou que estejam mortas ou

	ainda, afetadas por doenças. O serviço, pelas suas características, requer medidas especiais para a segurança dos trabalhos e do tráfego. Inclui remoção do material resultante do corte e aplicação de venenos para evitar a rebrota.
--	--

Fonte: Adaptado de: DNIT, 2005.

Silva (2008) descreve a conservação preventiva periódica como o conjunto de operações realizadas regularmente tendo o objetivo de evitar o aparecimento ou agravamento de defeitos na via, essas tarefas são realizadas durante o ano, mas depende do tráfego, topografia e efeitos climáticos da região onde se encontra a rodovia. No Manual de Conservação Rodoviária do DNIT (2005) estão descritas algumas tarefas relacionadas a esse tipo de conservação que estão descritas no Quadro 6.

Quadro 5 - Tarefas de conservação corretiva rotineira.

Serviço	Descrição
Recomposição de revestimento primário	Corrigir o desgaste da ação do tráfego e da erosão na pista de rolamento e acostamentos através da adoção de material selecionado, com objetivo de recompor a seção transversal e dar maior conforto e segurança ao usuário.
Limpeza de ponte	Limpeza e varredura do tabuleiro, limpeza de drenos, guarda-corpo e guarda-rodas para prover segurança do tráfego.
Caiação	Pintura de cal de sarjetas, meio fio, muros, guarda-corpos ou quaisquer outras superfícies, visando melhorar a visibilidade e aumentar a segurança dos usuários.
Capa selante com pedrisco	Aplicação de material betuminoso, seguida de imediata aplicação do agregado e tem como finalidade corrigir os revestimentos esgarçados, combater o envelhecimento dos revestimentos ocasionados pela oxidação do ligante, restabelecer a impermeabilização da superfície do revestimento e servir como tratamento antiderrapante.
Lama asfáltica fina (granulometrias I e	Aplicação de uma mistura fluída de agregado miúdo, "filler", emulsão asfáltica e água, em proporções definidas.

II)	
Recomposição do revestimento com areia asfalto a frio ou a quente	Aplicação de uma capa de mistura asfáltica para corrigir defeitos nas superfícies de rolamento.
Recomposição do revestimento com mistura betuminosa a frio ou a quente	Colocar uma capa de mistura asfáltica na superfície de rolamento, para correção de defeitos do pavimento e recomposição da seção transversal, visando-se obter um rolamento seguro e confortável.
Combate à exsudação com pedrisco	Espalhamento manual de agregado sobre a superfície exsudada. Visa evitar a ocorrência de subida do material betuminoso para a superfície do revestimento tornando-a lustrosa e escorregadia nos dias chuvosos.
Fresagem	É o processo pelo qual se corta parte das camadas superficiais de um pavimento existente, conferindo-lhe um novo perfil.
Reciclagem de Pavimentos	Reaproveitamento de camadas betuminosas deterioradas – as quais através de processos específicos, são devidamente recuperadas, em termos de granulometria e de ligante betuminoso.
Pintura de Ligação, com emulsão asfáltica tratada com polímero	Aplicação de emulsão asfáltica modificada por polímero sobre a superfície de base imprimada ou revestimento anterior à execução de uma camada betuminosa qualquer, objetivando promover condições de aderência entre as camadas.
Tratamento Superficial Duplo com Asfalto Polímero	Uma camada de revestimento do pavimento, constituído por duas aplicações sucessivas de ligante asfáltico modificado por polímero do tipo SBS cobertas cada uma por camada de agregado mineral.
Micro Revestimento de Pré - Misturado a	Associação de agregados, materiais de enchimento (<i>filler</i>), emulsão asfáltica modificada por polímero tipo SBS, água, aditivos se necessário, com consistência fluida,

Frio, com Asfalto Polímero	uniformemente espalhada sobre uma superfície plenamente preparada.
Concreto Betuminoso Usinado a Quente com Asfalto Polímero	Mistura executada em usina apropriada, com características específicas, constituída de agregados, material de enchimento (<i>filler</i>) se necessário, e cimento asfáltico de petróleo modificado por polímero tipo SBS, espalhado e comprimido a quente.
Recomposição de placa de concreto	Reparar áreas danificadas de pavimentos de concreto de cimento, para evitar a propagação de defeitos na própria placa e nas placas vizinhas. Inclusive a correção de suporte deficiente.

Fonte: Adaptado de: DNIT, 2005.

Já a Conservação de Emergência está descrita no Manual de restauração de pavimentos asfálticos do DNIT (2006) como o conjunto de operações realizadas com o objetivo de recompor, reconstruir ou restaurar trechos da rodovia que tenham sido seccionados, obstruídos ou danificados por um acontecimento extraordinário ou catastrófico, causando a interrupção do tráfego da rodovia. Tais conservações devem ser programadas e executadas ao longo da vida útil do pavimento. O Quadro 7, retirada do Manual de Conservação Rodoviária do DNIT (2005), mostra as tarefas relacionadas a esse tipo de conservação.

Quadro 6 - Tarefas de conservação preventiva periódica.

Serviço	Descrição
Recomposição mecanizada de aterro	Recompôr com equipamentos partes erodidas de aterros com o objetivo de restaurar o terrapleno original e preservar o corpo estradal.
Remoção manual ou mecanizada de barreira-solo	Remoção manual ou com equipamentos de material deslizado de talude de corte sobre a plataforma da rodovia, com o objetivo de desobstruir a drenagem superficial e garantir a segurança do tráfego.

Fonte: Adaptado de: DNIT, 2005.

4.3.2 Reabilitação

De acordo com o Fernandes (2010), o termo reabilitação do pavimento consiste em recuperar um trecho com alto grau de deterioração que perdeu sua habilitação e tem o objetivo de prolongar a vida útil criando condições para elevar o nível de serventia do pavimento. As formas de reabilitação, mais utilizadas, estão descritas no Quadro 8.

Quadro 7 - Tarefas de reabilitação.

Serviço	Descrição
Fresagem	É a principal forma de remoção de revestimento antigo, tanto para reciclagem como para acerto da superfície a ser recapeada.
Reciclagem	Tem como caráter técnica utilizada para renovar e rejuvenescer misturas asfálticas envelhecidas, onde o revestimento asfáltico é escarificado, aquecido no local, misturado, lançado e compactado. Tendo finalidade também, de corrigir outros defeitos, como pequenas corrugações, agregados polidos e exsudação. Não é viável corrigir defeitos dos tipos trinca por fadiga e panelas.
Recapeamento estrutural	O recapeamento estrutural caracteriza-se pela construção de uma ou mais camadas sobre o pavimento já existente, aumentando a capacidade estrutural do pavimento, possuindo espessura uniforme.

Fonte: Adaptado de: DNIT, 2005.

4.3.3 Recapeamento

Senço (2008) define recapeamento do pavimento como sobreposição de uma ou mais camadas do pavimento existente, essas camadas são constituídas de mistura betuminosa. Tal sobreposição proporcionará ao pavimento devido aporte estrutural, sendo possível exercer um novo ciclo de vida, em concordância com as premissas técnico- econômicas.

Alguns defeitos que podem ser corrigidos com recapeamento são, polimento da superfície nas trilhas de roda, que resulta em decréscimo do coeficiente

de atrito; pequenas irregularidades longitudinais do pavimento, que não são defeitos associados com o carregamento; inadequada declividade transversal, que resulta em problemas de drenagem superficial; defeitos relacionados com as condições ambientais, tais como trincamento em bloco, desagregação e intemperismo. (Fernandes, 2010)

4.3.4 Reconstrução

De acordo com Fernandes (2010) reconstrução do pavimento é uma modalidade de intervenção que consiste em renovar completamente a superfície do pavimento, começando geralmente a partir da camada inferior, conhecida como subleito, ou a partir da sub-base mediante a retirada total dos materiais de base e revestimentos antigos, o processo de reconstrução poderá ser parcial ou até mesmo total, tornando-se necessário promover estudos capazes de permitir a definição das camadas a serem removidas, retrabalhadas ou aditivadas.

Reconstrução parcial do pavimento é a modalidade de reconstrução em que a espessura removida e substituída se limita em uma profundidade onde não atinge a espessura total do pavimento. Já a reconstrução total do pavimento consiste na remoção de toda a espessura do pavimento, podendo atingir o subleito (DNIT, 2005).

Antes de iniciar tal reconstrução deve-se fazer um estudo, tanto estrutural quanto funcional, do pavimento, fazendo assim o levantamento das principais causas e a partir daí propor soluções viáveis para as possíveis deteriorações. O novo revestimento executado sobre as camadas estruturais inferiores reconstruídas dispõe de suporte, onde o pavimento está apto a exercer um novo ciclo de vida (DNIT, 2005).

No Quadro 9 estão descritas algumas técnicas de reconstrução retiradas do Manual de Conservação Rodoviária (2005).

Quadro 8 - Técnicas de reconstrução.

Serviço	Descrição
Micro Revestimento asfáltico	Técnica em que são emitidas misturas asfálticas alteradas com polímero.
Lama asfáltica	Utilizada em revestimentos com poucos desgastes superficiais e

	pequeno grau de trincamento. Atua como rejuvenescedor da estrutura, com ação impermeabilizante.
Tratamento superficial	Aplicação, sem mistura, dos ligantes asfálticos e agregados no pavimento, tendo uma compactação após a aplicação, para adesão dos ligantes e recobrimento da estrutura.
Capa selante	A capa selante, nada mais é do que a aplicação dos ligantes no pavimento, com a finalidade de selar trincas, impermeabilizar, rejuvenescer o asfalto e reestabelecer o coeficiente de atrito pneu-pavimento.

Fonte: Adaptado de: DNIT, 2005.

4.3.5 Recuperação

Também estão descritas, no Manual de restauração de pavimentos asfálticos do DNIT (2006), as formas de recuperação do pavimento que nada mais é do que um processo aplicado na pavimentação desgastada, com o objetivo de melhorar as suas características técnicas. Essas formas de recuperação estão divididas em Recuperação do Pavimento através de sua restauração e Recuperação do Pavimento através de sua reabilitação e Recuperação superficial (Recargas).

A recuperação do pavimento através de sua restauração consiste em um processo aplicado a um pavimento que ainda possui um bom desempenho e está em condições adequadas com os modelos de previsão, mas que se encontra no estágio final do ciclo de vida, depois de ser aferido por parâmetros temporais e/ou índices de desempenho (Fernandes, 2010).

Tal restauração é realizada por meio de um projeto de engenharia específico, elaborado de acordo com as Diretrizes Básicas, para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários (2006), no qual, a solução a ser adotada é definida com base no valor residual do pavimento existente e considerando os parâmetros de tráfego esperados para o novo ciclo. A solução, nesse caso, é a execução do recapeamento do pavimento existente e há ainda a opção de executar a modalidade de reconstrução do pavimento em algumas situações específicas ou áreas localizadas (Fernandes, 2010).

Já a recuperação do pavimento através de sua reabilitação é um processo que já ultrapassou o estágio final do ciclo de vida do pavimento e apresenta

irregularidades com tendências irreversíveis em relação ao desempenho funcional e estrutural, conforme aferido por parâmetros temporais e/ou índices de desempenho, não possuindo mais capacidade de funcionamento (Senço, 2008).

Tal restauração é realizada por meio de um projeto de engenharia específico, elaborado de acordo com as Diretrizes Básicas, para Elaboração de Estudos e Projetos Rodoviários (2006), no qual, a solução ideal deverá ser a execução de recapeamento e/ou reconstrução do pavimento existente (Senço, 2008).

Recuperações Superficiais (Recargas) são operações que consistem em corrigir falhas superficiais como fissuração, desagregação, perda de agregados, polimento das asperezas, exsudação e etc., manifestadas pelo pavimento. Em alguns casos, podem corrigir pequenas irregularidades geométricas como trilhas de roda (DNIT, 2005).

Tal recuperação tem como finalidade impermeabilizar revestimentos abertos e/ou fissurados, minimizar os efeitos devido a oxidação dos ligantes betuminosos, recuperar a rugosidade do revestimento desgastado pela ação abrasiva do tráfego ou pela condição inadequadas dos agregados utilizados e corrigir as irregularidades das trilhas de roda. As principais ações de manutenção desse tipo de recuperação estão descritas no Quadro 10, retiradas do Manual de Conservação Rodoviária do DNIT (2005).

Quadro 9 - Tarefas de recuperações superficiais (recargas).

Serviço	Descrição
Mistura asfáltica usinada	Promove o recapeamento do revestimento existente com misturas asfálticas em espessuras bastante delgadas (de ordem de 2,5 cm). Podem ser executadas com pré - misturados a frio, areias-asfalto a frio ou a quente, ou ainda concretos asfálticos, espalhados com vibro-acabadoras e/ou com motoniveladoras.
Lama asfáltica	Aplicação de uma mistura fluida de agregado miúdo, “ <i>filler</i> ”, emulsão asfáltica e água, em proporções pré-definidas; suas espessuras delgadas, sempre inferiores a 1,0 cm, não lhe conferem efeitos estruturais próprios.
Capa selante	Um banho de ligante asfáltico, seguido da imediata cobertura com agregados finos (tipo areia ou pó de pedra), os quais deverão ser “paleados” e espalhados a rodo de forma uniforme.

<p>Tratamentos superficiais simples ou duplos</p>	<p>São aqueles tradicionalmente executados com alternância entre banhos de ligante asfáltico e a cobertura de agregados pétreos. No caso de serem indicados como recargas de revestimentos existentes deverão combinar em parte as técnicas de execução por penetração invertida e penetração direta; no TSD o banho mais rico deverá ser o segundo e, quando utilizado como ligante as emulsões asfálticas, recomenda-se um banho final e superior, diluído em água na proporção de 1:1, com teor da ordem de 0,8 L/m² e sem cobertura com pedrisco. Quando a rugosidade do revestimento existente for elevada, a execução de tratamentos superficiais poderá tornar-se praticamente impossível: nestes casos, recomenda-se a sua utilização combinada com uma camada de lama asfáltica fina, destinada a construir um “leito” liso e regular.</p>
---	--

Fonte: Adaptado de: DNIT, 2005.

4.3.6 Reforço

De acordo com Senço (2008), o reforço do pavimento consiste na sobreposição de uma ou mais camadas do pavimento existente, de forma a obter uma estrutura final em que atuam os esforços de tensão e deformação suportáveis pelas camadas, após executar as correções superficiais necessárias, com a finalidade de torná-lo apto a cumprir um novo ciclo de vida.

4.3.7 Remendo

Segundo o Fernandes (2010) o remendo é realizado por meio de preenchimento com mistura betuminosa à quente ou a frio em buracos produzidos naturalmente e regularizados em escavações feitas por trabalhadores, deve ser complementado com compactação apropriada, selagem dos bordos e limpeza.

Remendos superficiais servem para selar provisoriamente as trincas e evitar a penetração de umidade no pavimento. Eles são executados com aplicação de capa selante ou uma fina camada de mistura betuminosa. Já os remendos profundos

são utilizados para reparos permanentes, o material da área deve ser retirado até a profundidade necessária para atingir uma fundação firme (DNIT,2005).

O uso do remendo é apropriado para as seguintes situações: reparo de painelas ou buracos; recomposição de segmentos com trincamento por fadiga; restauração ou reparos localizados para a regularização prévia da superfície (DNIT,2005).

4.3.8 Restauração

De acordo com Senço (2008), a restauração do pavimento tem como finalidade restabelecer o funcionamento total do pavimento, e recompor suas características técnicas originais para cumprir um novo ciclo de vida. Quando o termo se refere a um trecho entende-se como um pavimento deteriorado onde grau da patologia não compromete a sua habilitação, já quando se refere a um segmento homogêneo deve-se elaborar soluções que envolvem o recapeamento do pavimento.

Para a execução da restauração do pavimento é necessário a elaboração de Projeto de Engenharia desenvolvido de acordo com os preceitos técnico-econômicos. Observando tais preceitos, a solução pode ser decidida como um simples reforço, restauração ou reconstrução, total ou parcial, do pavimento que, normalmente, consiste na substituição e/ou reconstrução habitual de uma ou mais camadas existentes, complementadas por outras camadas, cujo o propósito é conferir ao pavimento a capacidade estrutural requerida quando se encontra em estado de deterioração ou avaria, restabelecendo suas características originais (DNIT, 2005).

É importante ressaltar que a escolha da técnica de manutenção adequada depende da condição atual do pavimento, da extensão dos danos e da disponibilidade de recursos. Além disso, a implementação de um programa de manutenção regular e eficaz pode ajudar a minimizar os custos a longo prazo e garantir a durabilidade do pavimento flexível (Bernucci, 2008).

4.4 Métodos de Avaliação

De acordo com o Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (2006), a avaliação do pavimento é um conjunto de técnicas e procedimentos que avaliam sua situação e seu desempenho. Essa avaliação tem o objetivo de identificar defeitos,

planejar e estimar a vida útil do pavimento com formas adequadas de manutenção, contribuindo para a eficiência operacional da rodovia. Ela é uma parte crucial da gestão de infraestrutura rodoviária e desempenha um papel importante garantindo a segurança dos usuários e controle dos investimentos em pavimentação.

Bernucci (2008) cita os tipos de avaliação existentes são elas avaliação das condições da superfície ou avaliação funcional, avaliação das condições estruturais, avaliação das condições da irregularidade longitudinal, avaliação das condições de aderência pneu/pavimento, avaliação das solicitações de tráfego e avaliação global.

A avaliação das condições da superfície ou avaliação funcional é um conjunto de procedimentos e técnicas usados para classificar e determinar o estado e a qualidade da superfície do pavimento e tem como objetivo avaliar o desempenho funcional desse pavimento, identificar as patologias e elaborar a melhor manutenção e reabilitação para garantir a segurança e a eficiência do tráfego. O manual de restauração de pavimentos asfálticos (2006) descreve cinco normas do DNIT que são essenciais para esse tipo de avaliação são elas, DNIT 005/2003 – TER - Defeitos nos pavimentos asfálticos - Terminologia; DNIT 006/2003 – PRO - Avaliação objetiva da superfície de pavimentos asfálticos - Procedimento; DNIT 007/2003 – PRO - Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de rodovias de pavimento flexível e semirrígido para gerência de pavimentos e estudos e projetos - Procedimento; DNIT 008/2003 – PRO - Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos asfálticos - Procedimento; DNIT 009/2003 – PRO - Levantamento para avaliação subjetiva da superfície do pavimento - Procedimento. Essas normas são utilizadas nos métodos atuais de projeto para avaliação e restauração de pavimentos asfálticos.

Já a avaliação das condições estruturais, segundo Bernucci (2008), refere-se a um conjunto de técnicas e procedimentos utilizados para determinar o estado e a capacidade estrutural do pavimento. Essa avaliação tem o objetivo de apresentar informações sobre a deformabilidade de pavimentos, conceituando as deformações permanentes e recuperáveis, analisar o emprego da deflexão máxima, do raio de curvatura e da avaliação de módulos por retro análise e também abordar os parâmetros de resistência da capacidade estrutural do pavimento.

De acordo com o manual de restauração de pavimentos asfálticos (2006), a avaliação das condições da irregularidade longitudinal é o conjunto dos desvios da superfície do pavimento em relação a um plano de referência, desvios esses que

afetam a qualidade do rolamento e a ação dinâmica das cargas sobre a rodovia. Essa avaliação está relacionada ao custo operacional dos veículos, ao conforto, à segurança, à velocidade de percurso e à economia das viagens. Com base nos resultados da avaliação, as autoridades responsáveis pela manutenção das estradas podem planejar ações corretivas, como recapeamento, reparo de buracos, nivelamento da superfície ou outros trabalhos de manutenção necessários para melhorar a qualidade da estrada, a segurança do tráfego e o conforto dos usuários.

Silva (2008) afirma que a principal propriedade do pavimento no que diz respeito à segurança é a sua capacidade de proporcionar a adequada aderência e atrito entre a sua superfície e os pneus dos veículos. É necessário realizar uma avaliação para identificar lugares com altos índices de acidentes e baixo valor de aderência do pavimento. Tais identificações permitem ao DNIT realizar uma análise mais profunda, caso a caso, e com isso avaliar as necessidades e programar medidas corretivas de acordo com as normas e métodos desenvolvidos.

A avaliação das condições de aderência pneu/pavimento é fundamental para garantir a segurança nas estradas, pois a falta de aderência pode levar a acidentes, derrapagens e perda de controle dos veículos. Com base nos resultados da avaliação, as autoridades rodoviárias podem tomar medidas corretivas, como recapeamento, aplicação de selantes, limpeza de detritos, entre outras, para melhorar a aderência e minimizar os riscos de acidentes de trânsito (SILVA,2008).

A avaliação das solicitações de tráfego é importante para a definição de um diagnóstico preciso do pavimento existente. Para o dimensionamento do reforço ou a definição de outras intervenções é necessária a determinação do tráfego futuro. Com isso são definidos os seguintes elementos relativos ao tráfego para os casos de solicitações de tráfego, Projeção do Volume Médio Diário (VDM) do tráfego anual, Carregamento da frota, Cálculo do número N dos Parâmetros do Tráfego. Essa avaliação ajuda as autoridades rodoviárias a planejar a manutenção preventiva e corretiva, identificando quais trechos da estrada estão mais sujeitos a desgaste e quando é necessário realizar reparos ou recapeamentos para garantir a segurança e a durabilidade da via (Bernucci, 2008).

No Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (2006) está descrito que a avaliação global é um conjunto de avaliações que fornecem soluções eficientes e atende as restrições técnicas e econômicas, nessa avaliação devem ser abordadas as informações referentes aos defeitos de superfície, irregularidade, segurança,

condição estrutural e tráfego. As informações devem ter o intuito de auxiliar o projetista na determinação das causas da deterioração, no desenvolvimento de alternativas de restauração e na informação da condição do pavimento para a gerência de pavimentos.

4.4.1 Levantamento Visual Contínuo (LVC)

O método de avaliação Levantamento Visual Contínuo (LVC) está regulamentado na Norma do DNIT 008/2003 - Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos. Tal método está presente na avaliação das condições da superfície ou avaliação funcional. O CNT (2022) explica que este método consiste em realizar uma observação visual e sistemática da superfície do pavimento ao longo do trecho da rodovia em análise. Essa técnica tem o objetivo de avaliar a condição superficial do pavimento e identificar defeitos perceptíveis, como fissuras, buracos, desgastes, afundamentos e outros, defeitos esses que foram abordados no referencial teórico no item 4.2 deste estudo de caso e que também estão disponíveis na Norma do DNIT 005/2003 – Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos - Terminologia.

De acordo com a Norma DNIT 008/2003, para ser realizado o levantamento visual contínuo deve-se seguir algumas condições gerais, são elas: deve ser usado um veículo equipado com velocímetro/odômetro calibrado para conferir a velocidade de operação e a distância percorrida, também deve-se evitar realizar o levantamento em dias chuvosos, com muita neblina ou pouca luz natural (início ou final do dia).

As condições específicas para a realização do levantamento incluem os seguintes requisitos: é indispensável a presença de, no mínimo, dois técnicos, além do motorista do veículo. Além disso, o veículo deve ser operado a uma velocidade média que se aproxime de 40 Km/h, enquanto percorre a rodovia em um único sentido em rodovias de duas faixas de tráfego (DNIT,2003).

4.4.1.1 Processo de levantamento

Para fazer a avaliação da rodovia usando o levantamento visual contínuo é necessário preencher o formulário (Tabela 1), que também está disponível na Norma do DNIT, de acordo com as seguintes instruções (DNIT, 2003).

A extensão do trecho a ser analisado deve ter no mínimo 1 km e no máximo 6 km. O avaliador deve estabelecer segmentos, preferencialmente, de 1 km de extensão para ser analisado por vez. A coleta de dados deverá ser feita ao fim de cada quilômetro percorrido no sentido crescente descrito no Plano Nacional de Viação (PNV) do trecho delimitado (DNIT, 2003).

De acordo com a Norma do DNIT 008/2003 os campos a serem preenchidos no cabeçalho do formulário incluem informações sobre a rodovia, como o código do PNV, quilometragem do PNV, extensão avaliada, pontos de início e término do pavimento, marcos de relevância (se aplicável), volume médio diário de tráfego em ambos os sentidos, número da faixa/lado (preencher com "1" para pistas simples e "2" para pistas duplas), pista do lado direito (incremento na quilometragem), pista do lado esquerdo (decremento na quilometragem), mês/ano (data da coleta de dados), observações sobre o pavimento, número do segmento (sequencial de acordo com o trecho designado), odômetro (início e fim), quilômetro (início e fim), extensão e outros dados conforme indicado na Tabela 1.

Tabela 2 - Frequências de Defeitos.

Panelas (P) e Remendos (R)		
Código	Frequência	Quant./km
A	Alta	≥ 5
M	Média	2 – 5
B	Baixa	≤ 2
Demais defeitos		
Código	Frequência	% por km
A	Alta	≥ 50
M	Média	50 – 10
B	Baixa	≤ 10

Fonte: DNIT, 2003.

Assim que se finaliza a classificação da frequência de defeitos é possível identificar o índice de condição do pavimento flexível (ICPF), no qual é estimado mediante a análise visual do pavimento, em que a superfície do segmento é classificada de acordo com os parâmetros apresentados na Tabela 3, considerando a análise das ações de manutenção determinadas pelo avaliador (DNIT, 2003).

Tabela 3 - Conceito do ICPF.

CONCEITO	DESCRIÇÃO	ICPF
Ótimo	NECESSITA APENAS DE CONSERVAÇÃO ROTINEIRA	5 - 4
Bom	APLICAÇÃO DE LAMA ASFÁLTICA - Desgaste superficial, trincas não muito severas em áreas não muito extensas	4 - 3
Regular	CORREÇÃO DE PONTOS LOCALIZADOS OU RECAPEAMENTO - pavimento trincado, com "panelas" e remendos pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal.	3 - 2
Ruim	RECAPEAMENTO COM CORREÇÕES PRÉVIAS - defeitos generalizados com correções prévias em áreas localizadas - remendos superficiais ou profundos.	2 - 1
Péssimo	RECONSTRUÇÃO - defeitos generalizados com correções prévias em toda a extensão. Degradação do revestimento e das demais camadas - infiltração de água e descompactação da base	1 - 0

Fonte: DNIT, 2003.

Os resultados do Levantamento Visual Contínuo (LVC) são colocados no Quadro Resumo apresentado na Tabela 4, são informados os dados de cada quilômetro avaliado ou para cada subtrecho homogêneo selecionado. Nesse quadro também é anotado os resultados do Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis (ICPF), o Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) e o Índice do Estado da Superfície (IES) (DNIT, 2003).

Tabela 4 - Quadro Resumo.
Quadro resumo

MT DNIT	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS							Folha	
	RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO							de	
Código PNV _____		Ext. PNV _____		UNIT _____	Nº PISTA/LADO _____		MÊS/ANO _____		
Início _____					MR Nº _____				
Trecho do PNV		Fim _____			VMD _____		MR Nº _____		
Nº do Seg	SEGMENTO			RESULTADOS					
	Km Início	Km Fim	Extensão	ICPF	IGGE	IES			OBSERVAÇÕES
Valor						Cód.	Conceito		

Fonte: DNIT, 2003.

Como está descrito na Norma do DNIT 008/2003, para calcular o IGGE, é necessário elaborar a média de dados contidos no Formulário do Levantamento mostrado na Tabela 5, utilizando a Equação 1.

Equação 1 - Equação do IGGE.

$$IGGE = (P_t \times F_t) + (P_{oap} \times F_{oap}) + (P_{pr} \times F_{pr})$$

Onde:

F_t , P_t = Frequência e Peso do conjunto de trincas t;

F_{oap} , P_{oap} = Frequência e Peso do conjunto de deformações;

F_{pr} , P_{pr} = Frequência (quantidade por Km) e Peso do conjunto de painéis e remendos.

Tabela 5 - Cálculo do IGGE.

MT DNIT		PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO (CÁLCULO)										Folha de		
Código PNV _____		Ext. PNV _____		UNIT _____		Nº PISTA/LADO _____		MÊS/ANO _____						
		Largura da Pista: _____												
		Largura do Acostamento: _____												
Trecho do PNV		Início _____				MR Nº _____								
		Fim _____				VMD _____				MR Nº _____				
SEGMENTO				TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			$(F_t \times P_t) +$	
Nº do Seg	Km Início	Km Fim	Extensão	F_t %	P_t	F_t x P_t	F_{oap} %	P_{oap}	F_{oap} x P_{oap}	F_{pr} nº	P_{pr}	F_{pr} x P_{pr}	$(F_{oap} \times P_{oap}) +$	
													$(F_{pr} \times P_{pr}) =$	

Fonte: DNIT, 2003.

Esses índices são estabelecidos com base na gravidade dos defeitos, que é avaliada conforme a incidência de falhas, sendo que essa gravidade é definida de acordo com as diretrizes da Tabela 6(DNIT,2003).

Tabela 6 - Determinação do Índice de Gravidade.

Painéis (P) e Remendos (R)		
FREQÜÊNCIA	Fator Fpr Quantidade/Km	GRAVIDADE
A - ALTA	≥ 5	3
M - MÉDIA	2 - 5	2
B - BAIXA	≤ 2	1
Demais defeitos (trincas, deformações)		
FREQÜÊNCIA	Fatores Ft e Foap (%)	GRAVIDADE
A - ALTA	≥ 50	3
M - MÉDIA	50 - 10	2
B - BAIXA	≤ 10	1

Fonte: DNIT, 2003.

Já os pesos são determinados com base nas disposições da Tabela 7 (DNIT,2003).

Tabela 7 - Pesos para Cálculo.

GRAVIDADE	Pt	Poap	Ppr
3	0,65	1,00	1,00
2	0,45	0,70	0,80
1	0,30	0,60	0,70

Fonte: DNIT, 2003.

Após determinar os Índices de Gravidade Global Exedito (IGGE), procede-se à classificação dos Índices do Estado da Superfície do Pavimento (IES). O IES é avaliado com base nos cálculos do Índice de Condição do Pavimento (ICPF) e dos IGGE, representando uma síntese desses dois índices. Os dados do IES, juntamente com os códigos e conceitos associados ao estado da superfície do pavimento, são obtidos de acordo com o que está especificado na Tabela 8 (DNIT, 2003).

Tabela 8 - Índice do Estado de Serventia (IES) do pavimento.

DESCRIÇÃO	IES	CÓDIGO	CONCEITO
$IGGE \leq 20$ e $ICPF > 3,5$	0	A	ÓTIMO
$IGGE \leq 20$ e $ICPF \leq 3,5$	1	B	BOM
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF > 3,5$	2		
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF \leq 3,5$	3	C	REGULAR
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF > 2,5$	4		
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF \leq 2,5$	5	D	RUIM
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF > 2,5$	7		RUIM
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF \leq 2,5$	8	E	PÉSSIMO
$IGGE > 90$	10		

Fonte: DNIT, 2003.

Os resultados obtidos são então resumidos e registrados na Tabela 4 para cada quilômetro ou trecho homogêneo avaliado. Com isso finaliza-se a avaliação pelo método Levantamento Visual Contínuo (LVC) (DNIT,2003).

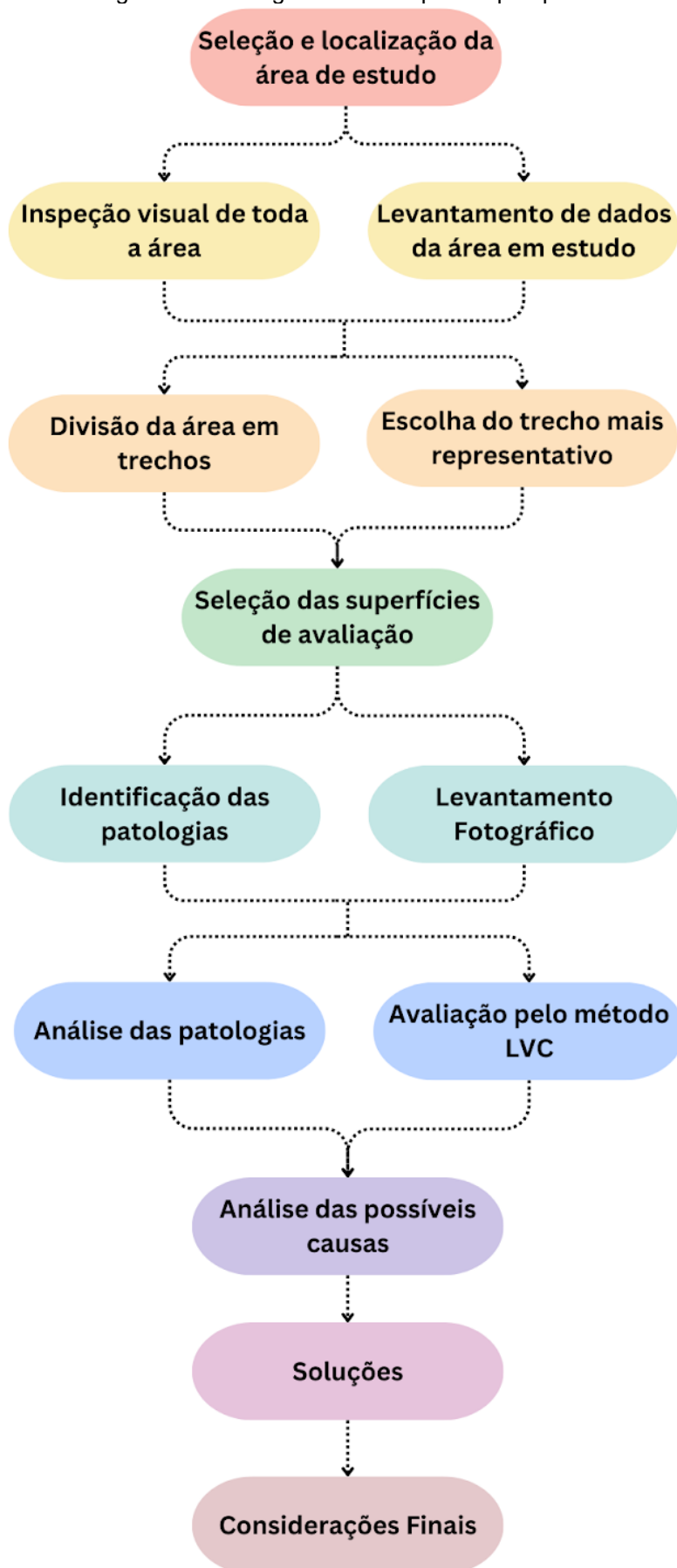
5 METODOLOGIA

Esta pesquisa classifica-se como um estudo de caso que foi aplicado na região entre os municípios de São Roque de Minas – MG e Piumhi – MG.

Na primeira etapa deste estudo, foram realizados um levantamento de dados bibliográficos buscando compreender os motivos pelos quais há o aparecimento de manifestações patológicas em pavimentos flexíveis, quais os tipos existentes em pavimentação asfáltica, suas terminologias e características, além do como devem ser desenvolvidas as atividades de reparação, reconstrução, reforço e manutenção de rodovias. Também foi determinado, através de estudos, o método de avaliação utilizado para elaborar o levantamento e análise de manifestações patológicas do pavimento em questão.

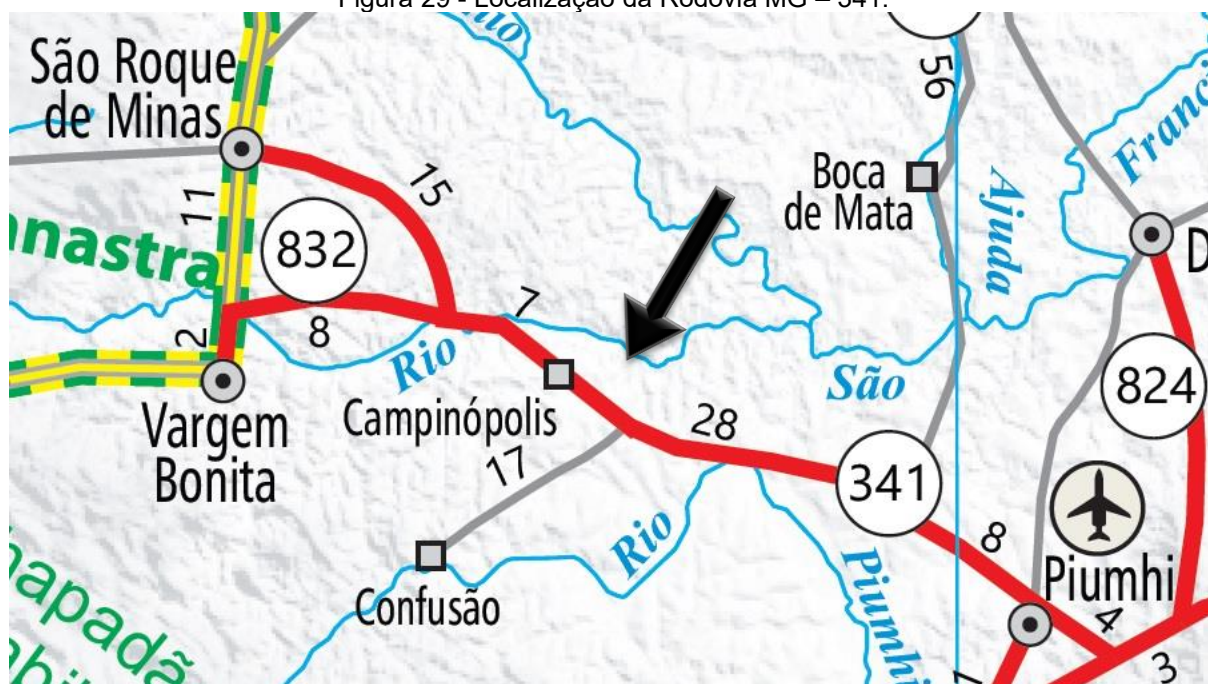
A seguir é apresentado o fluxograma, mostrado na Figura 28, descrevendo todas as etapas metodológicas efetuadas para a obtenção dos resultados desta pesquisa.

Figura 28 - Fluxograma das etapas da pesquisa.



O presente estudo de caso foi aplicado na rodovia MG - 341 localizada na região centro-oeste de Minas Gerais, segundo o Boletim Rodoviário DER/MG ela possui uma extensão de aproximadamente 60 km entre o município de São Roque de Minas - MG e Piumhi - MG, como mostra a Figura 29, que é um recorte do mapa rodoviário de Minas Gerais disponibilizado pelo DER – MG.

Figura 29 - Localização da Rodovia MG – 341.



Fonte: DER, 2021.

Foi feita uma inspeção visual de toda a rodovia. Após uma análise visual de toda esta extensão foi delimitado um trecho da rodovia. Foi escolhido um trecho de aproximadamente 7 km da rodovia em análise, trecho este, detalhado na Figura 30, que se localiza entre o trevo de acesso a Vargem Bonita - MG, localizado no Km 15 e a comunidade de Campinópolis (Cabrestos), localizado no Km 22 da rodovia, este trecho foi analisado e com isso foi selecionado as principais manifestações patológicas encontradas.

Figura 30 - Trecho em estudo.



Fonte: Google, 2023.

Em seguida realizou-se a coleta de dados em campo, visando os locais com maiores danos. A partir de um relatório fotográfico pôde-se acompanhar e apontar as principais manifestações patológicas encontradas no pavimento flexível, de acordo com a NORMA DNIT 005/2003, sendo possível o registro da descrição da situação funcional e de conservação do pavimento em estudo com o uso de planilhas. Realizou-se a avaliação pelo método Levantamento Visual Contínuo, com base na NORMA DNIT 008/2003. Este método tem a finalidade de coletar informações e dados necessários para determinar os índices indicados pelas Normas do DNIT (2003). Os resultados da análise do estado do pavimento em questão foram descritos em conformidade com o item 4.4 da revisão bibliográfica deste estudo, estabelecendo então, as possíveis soluções para tais ocorrências patológicas, tendo como diretriz, majoritariamente, o manual do DNIT (2003).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Depois de uma análise visual criteriosa de toda a rodovia MG - 341, concluiu - se que os defeitos encontrados são semelhantes em toda extensão da via, então o trecho escolhido apresenta maior índice de defeitos que podem ser analisados, o que justifica a escolha do trecho para a análise superficial do pavimento em questão.

Foram encontradas as seguintes manifestações patológicas: panelas/buracos, trincas isoladas transversais e longitudinais, trincas interligadas tipo “couro de jacaré” e tipo “bloco”, afundamento plástico e de consolidação, ondulação/corrugação, escorregamento, desgaste, exsudação e remendo.

6.1 Trecho em Estudo

O início do trecho em estudo está situado no Km 15, no Trevo entre São Roque de Minas e Vargem Bonita, e está representado na Figura 31.

Figura 31 - Trevo entre São Roque de Minas e Vargem Bonita.



Fonte: Autora, 2023.

O final do trecho está situado no Km 22, no Portal de Entrada da comunidade de Campinópolis (Cabrestos), como mostra a Figura 32.

Figura 32 - Portal de Campinópolis.



Fonte: Autora, 2023.

Após a iniciar os estudos na via foi observado que a rodovia em análise é uma via simples de mão dupla que não possui acostamento¹ em toda sua extensão. O acostamento nas rodovias é importante para possíveis emergências. Em sua ausência acidentes estão propícios a acontecer. Observa-se a necessidade da construção da acostamentos ao longo da rodovia em análise, especialmente em alguns locais com fluxo intenso.

No trecho em estudo pode-se notar a presença de um radar em um ponto estratégico da via na altura do Km 17. Sabe-se que a instalação é recente e foi motivada por se tratar de um trecho com constantes ocorrências de acidentes na região. No entanto, no dia da análise visual foi observado que o radar ainda não estava em funcionamento. A Figura 33, mostra a localização do Radar.

¹ De acordo com o Código de Trânsito Brasileiro (CTB) o acostamento é uma parte da pista de rolamento destinada à parada ou estacionamento de veículos em caso de emergência e também a circulação de pedestres e bicicletas, quando não há local apropriado.

Figura 33 - Radar localizado na Rodovia MG-341, Km 17.



Fonte: Autora, 2023.

No trecho em análise também há a presença de uma ponte sobre o Rio São Francisco (Figura 34), ela se encontra em um trecho com curvas acentuadas no Km 17, propícios a ocorrer acidentes automobilísticos.

Figura 34 - Ponte sobre o Rio São Francisco, Km 17.



Fonte: Autora, 2023.

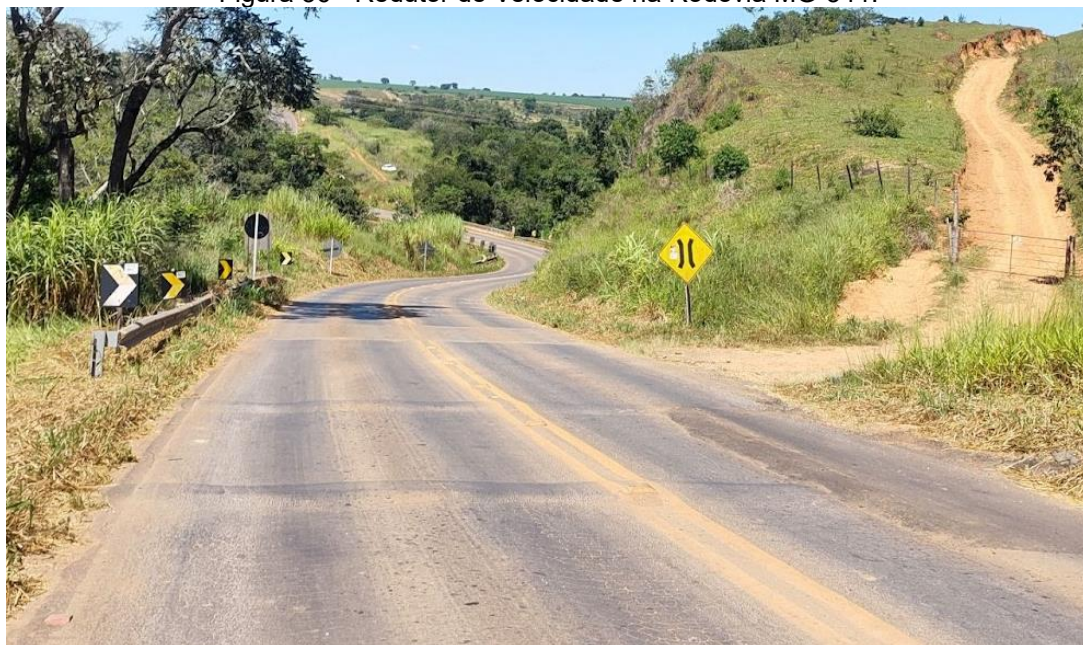
No início e no fim do perímetro onde se encontra a ponte há alguns tipos de redutor de velocidade e sonorizadores para veículos nas Figura 35, Figura 36 e Figura 37 ilustram esses pontos.

Figura 35 - Redutor de velocidade e sonorizadores na Rodovia MG-341.



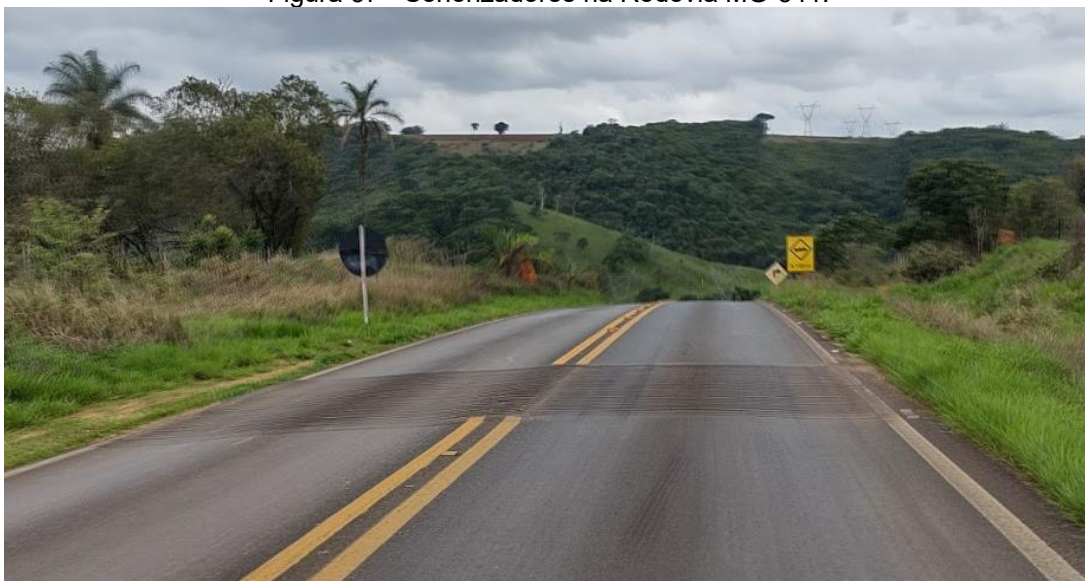
Fonte: Autora, 2023.

Figura 36 - Redutor de Velocidade na Rodovia MG-341.



Fonte: Autora, 2023.

Figura 37 - Sonorizadores na Rodovia MG-341.



Fonte: Autora, 2023.

Também se encontra, no trecho analisado, o perímetro urbano da Comunidade de Campinópolis (Cabrestos). Essa comunidade faz parte do município de Vargem Bonita - MG, a rodovia passa no centro do perímetro urbano. Na Figura 38, pode ser observado um trecho do perímetro urbano onde passa a rodovia.

Figura 38 - Perímetro Urbano de Campinópolis.



Fonte: Autora, 2023.

6.2 Levantamento Visual Contínuo (LVC)

O Levantamento Visual Contínuo (LVC) foi efetuado no dia 15 de Outubro de 2023. O trecho em estudo tem um total de 7,2 km de extensão e, conforme indicado anteriormente, inicia-se a partir do marco quilométrico do Km 15 e se estende até o Km 22. Foi feita a divisão desse trecho em sete segmentos nomeados como S1, S2, S3, S4, S5, S6 e S7, com 1 km cada, apenas o último segmento analisado tem uma extensão de 1 km e 200 m, como mostra a Figura 39.

Figura 39 - Trecho em estudo, dividido por segmentos.



Fonte: Adaptado de: Google, 2023.

O levantamento ocorreu em um único sentido da pista, seguindo as regras para rodovias de pista simples. Através deste método foi possível determinar diversas manifestações patológicas, algumas com mais frequência e outras com menos, em cada segmento analisado. Os resultados do levantamento estão descritos nas tabelas apresentadas nos Apêndices, elaboradas na planilha do Excel e estão disponíveis também as planilhas elaboradas à mão no ato do levantamento.

No APÊNDICE A, estão descritos os resultados do formulário para o Levantamento Visual Contínuo contendo as informações das patologias encontradas

em cada segmento. A avaliação foi feita seguindo a Tabela 2, onde foi registrado o código “A” para Alta, “M” para Média ou “B” para Baixa para cada tipo de patologia encontrada nos segmentos, com essa análise foi possível informar o ICPF de acordo com a Tabela 3, sendo para o Segmento 1 foi definido que é necessário fazer correções de pontos localizados, sendo considerado um pavimento regular. Para o Segmento 2 foi definido que é necessário apenas aplicação de lama asfáltica, sendo considerado um pavimento bom.

Para o Segmento 3 foi definido que é necessário realizar recapeamento com correções prévias, sendo considerado um pavimento ruim. Para o Segmento 4 foi definido que é necessário apenas de conservação rotineira, sendo considerado um pavimento ótimo. Para o Segmento 5 foi definido que é necessário apenas aplicação de lama asfáltica, sendo considerado um pavimento bom. Para o Segmento 6 foi definido que é necessário apenas aplicação de lama asfáltica, sendo considerado um pavimento bom. Para o Segmento 7 foi definido que é necessário apenas aplicação de lama asfáltica, sendo considerado um pavimento bom.

No APÊNDICE B, estão descritos os resultados do Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE). Para obter os resultados do IGGE, os fatores Ft, Foap e Fpr foram retirados da Tabela 6 que estão relacionados com a análise de frequência de defeitos e os fatores Poap, Pt e Ppr foram retirados da Tabela 7 que estão relacionados com o índice de gravidade dos defeitos. Com isso foram realizados os cálculos demonstrados na Tabela 9.

Tabela 9 - Resumo dos cálculos efetuados para o IGGE.

Nº do Seg	TRINCAS		DEFORMAÇÕES		PANELA + REMENDO		IGGE	
	Ft x Pt	Res.	Foap x Poap	Res.	Fpr x Ppr	Res.	(Ft x Pt) + (Foap x Poap) + (Fpr x Ppr)	Res.
S1	40,00x0,45	18	10x0,60	6	4x0,80	3,2	(40,00x0,45) + (10x0,60) + (4x0,80)	27,2
S2	20,00x0,45	9	5x0,60	3	2x0,70	1,4	(20,00x0,45) + (5x0,60) + (2x0,70)	13,4
S3	66,70x0,65	43,4	30x0,70	21	5x1,00	5	(66,70x0,65) + (30x0,70) + (5x1,00)	69,4
S4	16,70x0,45	7,5	0	0	3x0,70	2,1	(16,70x0,45) + (0) + (3x0,70)	9,6
S5	23,30x0,45	10,5	5x0,60	3	4x0,80	3,2	(23,30x0,45) + (5x0,60) + (4x0,80)	16,7
S6	33,30x0,45	15	30x0,70	21	3x0,80	2,4	(33,30x0,45) + (30x0,70) + (3x0,80)	38,4
S7	23,30x0,45	10,5	30x0,70	21	3x0,80	2,4	(23,30x0,45) + (30x0,70) + (3x0,80)	33,9

Fonte: Autora, 2023.

No APÊNDICE C, é apresentado um quadro resumo que também estão descritos os resultados do índice de Estado da Superfície (IES) do pavimento.

Para obter os resultados do IES, foi necessário analisar os resultados do IGGE e do ICPF realizando uma comparação, como mostra na Tabela 8, com isso obteve-se o valor do IES e assim foi possível classificar cada segmento do trecho de acordo com o estado que se encontra a rodovia no presente momento. O Segmento 1 se encontra em um estado regular, o Segmento 2 se encontra em um estado bom, o Segmento 3 se encontra em um estado péssimo, o Segmento 4 se encontra em um estado ótimo, o Segmento 5 se encontra em um estado bom, o Segmento 6 se encontra em um estado regular e o Segmento 7 se encontra em um estado regular.

6.3 Levantamento de Patologias Encontradas

Foram feitos dois levantamentos fotográficos do trecho em análise o primeiro levantamento foi feito no dia 04 de Abril de 2023 e o segundo foi realizado no dia 15 de Outubro de 2023. Foi possível observar que os tipos dos defeitos encontrados são semelhantes em todo o trecho analisado. Com isso, pode-se verificar que as suas causas provavelmente são as mesmas. O tráfego intenso de veículos e o envelhecimento do pavimento foram identificados como as principais causas para o aparecimento dos defeitos na via. As manifestações patológicas encontradas foram afundamento, desgaste, escorregamento, exsudação, ondulação, panela, remendo, trincas isoladas e trinca tipo “couro e jacaré”.

De acordo com a análise feita seguindo a Norma 005/2003 do DNIT pôde ser identificadas as patologias presentes em todo o trecho da rodovia, serão apresentados os principais defeitos encontrados em cada segmento do trecho em estudo, devidamente analisados, classificados de acordo com o tipo de patologia, foi feito também registros fotográficos dos mesmos e por fim, foi possível descrever suas possíveis causas e soluções. No Quadro 11 é apresentado um resumo detalhado das patologias encontradas no trecho em análise.

Quadro 10 - Quadro resumo de patologias e suas causas.

DEFEITOS	SEGMENTOS	CAUSAS	MANUTENÇÃO
Trincas tipo "couro de jacaré"	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7	Ações repetidas de tráfego, fadiga, envelhecimento do ligante asfáltico, temperatura, clima e umidade.	Conservação corretiva rotineira, conservação corretiva periódica, recapeamento, Remendo e reabilitação.
Trincas tipo "bloco"	S1, S2, S3, S5, S7	Envelhecimento, contração térmica e cargas excessivas de tráfego.	Conservação corretiva rotineira, conservação corretiva periódica, recapeamento e reabilitação.
Trinca longitudinal	S1, S3, S5, S7	Contração térmica, cargas excessivas de tráfego e dilatação.	Conservação corretiva rotineira, recuperação, reforço e reabilitação.
Trinca transversal	S3	Dilatação, junta de construção mal executada e contração térmica.	Conservação corretiva rotineira, recuperação, reforço e reabilitação.
Desgaste	S1, S3, S5, S6, S7	Presença de água aprisionada, sobreposição em vazios, intempéries climáticas e falta de adesividade.	Conservação corretiva periódica, reabilitação recapeamento e recuperação.
Buraco/Panela	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7	Remoção do revestimento e intempéries climáticas.	Conservação corretiva rotineira, remendo superficial ou profundo, reconstrução e reabilitação.
Ondulação/Corrugação	S1, S3, S6, S7	Instabilidade da mistura asfáltica e tráfego intenso.	Conservação corretiva periódica, recapeamento reforço.
Escorregamento	S1, S3, S5, S6, S7	Falha de compactação, problemas com drenagem e excesso de tráfego.	Recapeamento e conservação preventiva periódica.
Afundamento	S1, S2, S3, S5, S6, S7	Falha de compactação, problemas com	Remendo, recapeamento e recuperação.

		drenagem e rupturas por cisalhamento.	
Exsudação	S3, S5, S7	Migração do ligante e excesso de ligante.	Reabilitação e recuperação.
Remendo	S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7	Pouca compactação, desnível na pista e mal execução.	Recuperação e reconstrução.

Fonte: Autora, 2023.

A seguir será detalhado cada segmento e ilustrado com as imagens dos defeitos encontrados. Os defeitos mais vistos no segmento S1 foram panela/buraco, trincas isoladas longitudinais, trincas tipo “couro de jacaré”, trincas tipo “bloco”, remendo, afundamento, ondulações/corrugações, desgaste e escorregamento. Na Figura 40, podem ser observados os seguintes defeitos, trincas tipo “couro de jacaré”, panelas/buracos e desgaste.

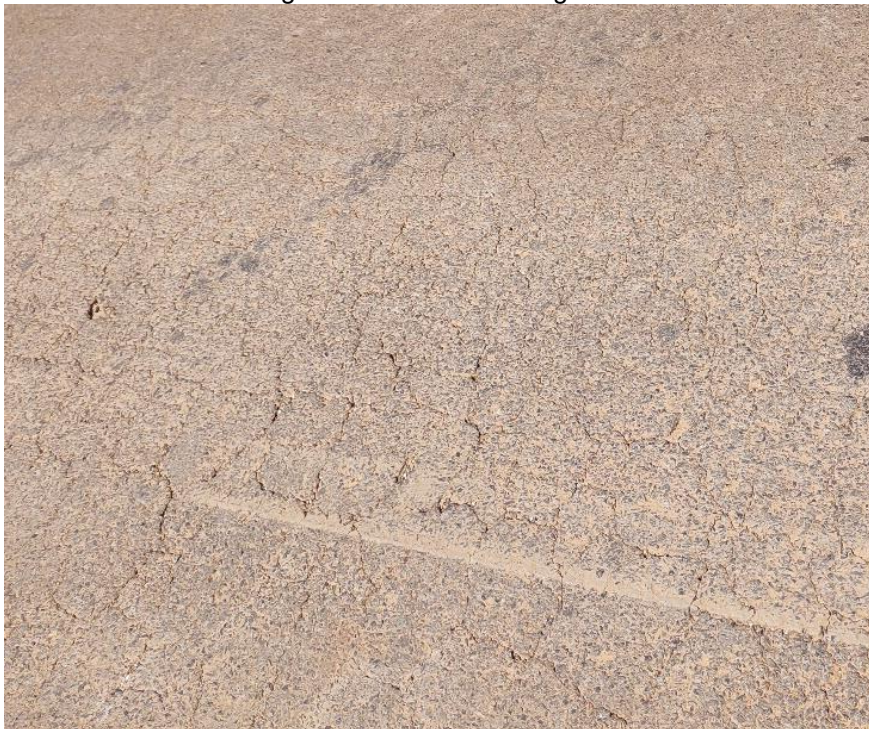
Figura 40 - Trincas, panelas e desgaste.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 41, podem ser observados os seguintes defeitos, trincas tipo “couro de jacaré” e desgaste.

Figura 41 - Trincas e desgaste.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 42, podem ser observados os seguintes defeitos, remendo e algumas trincas tipo “couro de jacaré”.

Figura 42 - Remendo e trincas.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 43, podem ser observados os seguintes defeitos, remendo, trincas tipo “couro de jacaré” e algumas trincas isoladas longitudinais.

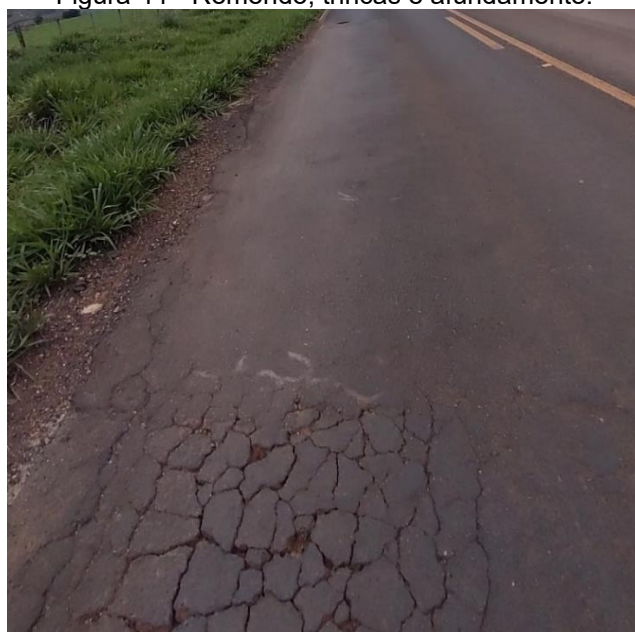
Figura 43 - Remendo e trincas.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 44, podem ser observados os seguintes defeitos, remendo, algumas trincas tipo “bloco” e afundamento de trilha de roda.

Figura 44 - Remendo, trincas e afundamento.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 45, podem ser observados os seguintes defeitos, panela/buraco e algumas trincas tipo “couro de jacaré”.

Figura 45 - Panela e trincas.



Fonte: Autora, 2023.

Para motivos de comparação (Figura 46), um dos lugares que apresentaram defeitos neste segmento foi renovado com remendo durante o período de análise, a imagem a esquerda foi registrada dia 02 de Abril de 2023, já a imagem a direita, no dia 15 de Outubro de 2023. Na imagem a esquerda, podem ser observados os seguintes defeitos, escorregamento, trincas longitudinais, trincas tipo “couro de jacaré”, desgaste, ondulação/corrugação e afundamento plástico. Já na imagem a direita podem ser observados os seguintes defeitos, remendo e algumas trincas tipo “couro de jacaré”.

Figura 46 - Escorregamento, trincas, desgaste, ondulação, afundamento e remendo.



Fonte: Autora, 2023.

Os defeitos mais vistos no segmento S2 foram panela/buraco, trincas tipo “couro de jacaré”, trincas tipo “bloco”, remendo e afundamento por consolidação. Na Figura 47, podem ser observados os seguintes defeitos, panela/buraco e trincas tipo “couro de jacaré”.

Figura 47 - Panela e trincas.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 48, podem ser observados os seguintes defeitos, afundamento por consolidação e trincas tipo “bloco”.

Figura 48 - Afundamento e trincas.



Fonte: Autora, 2023.

Os defeitos mais vistos no segmento S3 foram panela/buracos, trincas isoladas transversal e longitudinal, trincas tipo “couro de jacaré”, trincas tipo “bloco”, remendo, afundamento plástico de trilha de roda, ondulação/corrugação, desgaste, exsudação e escorregamento. Na Figura 49, podem ser observados os seguintes defeitos, remendo, trincas isoladas, trincas tipo “couro de jacaré” e desgaste.

Figura 49 - Remendo, trincas e desgaste.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 50, podem ser observados os seguintes defeitos, afundamento plástico de trilha de roda, ondulação, trinca tipo “bloco”, panela/buracos e trincas tipo “couro de jacaré”.

Figura 50 - Afundamento, ondulação, trincas e panela.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 51, podem ser observados os seguintes defeitos, remendo e desgaste.

Figura 51 - Remendo e desgaste.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 52, podem ser observados os seguintes defeitos, trincas tipo “couro de jacaré”, desgaste, remendo, ondulação/corrugação e panela/buraco.

Figura 52 - Trincas, desgaste, remendo, ondulação e panela.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 53, pode ser observado o seguinte defeito trinca isolada transversal, ela ocorreu devido a movimentação da ponte.

Figura 53 - Trinca.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 54, podem ser observados os seguintes defeitos, remendo, ondulação/corrugação, trincas tipo “couro de jacaré” e panela/buraco.

Figura 54 - Remendo, ondulação, trincas e panela.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 55, podem ser observados os seguintes defeitos, trincas tipo “bloco”, trinca isolada longitudinal, escorregamento e desgaste.

Figura 55 - Trincas, escorregamento e desgaste.



Fonte: Autora, 2023.

Para motivos de comparação (Figura 56), os defeitos, de uma parte deste segmento evoluíram, a imagem a esquerda, foi registrada dia 02 de Abril de 2023, já a imagem a direita no dia 15 de Outubro de 2023, pode ser observado essa evolução. Na imagem a esquerda, pode ser observado o defeito podem ser observados os seguintes defeitos, escorregamento, trincas tipo “couro de jacaré”, desgaste, exsudação e algumas panelas. Já na imagem a direita podem ser observados os seguintes defeitos, escorregamento, trincas tipo “couro de jacaré”, desgaste, exsudação e panelas.

Figura 56 - Escorregamento, trincas, desgaste, exsudação e panelas.



Fonte: Autora, 2023.

Os defeitos mais vistos no segmento S4 foram panela/buracos, trincas tipo “couro de jacaré” e remendo. Na Figura 57, podem ser observados os seguintes defeitos, panela e trincas tipo “couro de jacaré”.

Figura 57 -Panela e trincas.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 58, podem ser observados os seguintes defeitos, trincas tipo “couro de jacaré”, remendo e panela/buraco.

Figura 58 - Trincas, remendo e panela.



Fonte: Autora, 2023.

Os defeitos mais vistos no segmento S5 foram panela, trincas isoladas, trincas tipo “couro de jacaré”, trincas tipo “bloco”, remendo, afundamento, desgaste, exsudação, escorregamento. Na Figura 59, podem ser observados os seguintes defeitos, remendo e trincas tipo “couro de jacaré”.

Figura 59 - Remendo e trincas.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 60, podem ser observados os seguintes defeitos, remendo, panela, trincas tipo “couro de jacaré” e exsudação.

Figura 60 - Remendo, trincas, panela e exsudação.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 61, podem ser observados os seguintes defeitos, remendo, afundamento, escorregamento, desgaste, exsudação e trincas tipo “bloco”.

Figura 61 - Remendo, afundamento, escorregamento, desgaste, exsudação e trincas.



Fonte: Autora, 2023.

Os defeitos mais vistos no segmento S6 foram panela, trincas tipo “couro de jacaré”, remendo, afundamento, ondulação, desgaste e escorregamento. Na Figura 62, podem ser observados os seguintes defeitos, trincas tipo “couro de jacaré”, remendo e afundamento.

Figura 62 - Trincas, remendo e afundamento.



Fonte: Autora, 2023.

Para motivos de comparação (Figura 63), um dos defeitos deste segmento teve uma evolução, a imagem a esquerda foi registrada dia 02 de Abril de 2023, já a imagem a direita no dia 15 de Outubro de 2023. Na imagem a esquerda, podem ser observados os seguintes defeitos, trincas tipo “couro de jacaré” e ondulação. Já na imagem a direita, podem ser observados os seguintes defeitos, remendo e algumas trincas tipo “couro de jacaré”, ondulação e panela/buraco.

Figura 63 - Trincas, ondulação e remendo.



Fonte: Autora, 2023.

Os defeitos mais vistos no segmento S7 foram panela, trincas isoladas, trincas tipo “couro de jacaré”, trincas tipo “bloco”, remendo, afundamento, ondulação, desgaste, exsudação, escorregamento. Na Figura 64, podem ser observados os seguintes defeitos, remendo, panela, trincas tipo “couro de jacaré” e afundamento.

Figura 64 - Remendo, panela, trincas e afundamento.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 65, podem ser observados os seguintes defeitos, remendo, trincas tipo “couro de jacaré” e afundamento.

Figura 65 - Remendo, trincas e afundamento.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 66, podem ser observados os seguintes defeitos, trincas tipo “bloco”, trincas tipo “couro de jacaré”, desgaste, ondulação e afundamento.

Figura 66 - Panela, trincas, desgaste, ondulação e afundamento.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 67, podem ser observados os seguintes defeitos, panela, trincas tipo “couro de jacaré”, afundamento, remendo e desgaste.

Figura 67 - Trincas, afundamento, remendo e desgaste.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 68, podem ser observados os seguintes defeitos, escorregamento, desgaste, remendo, panela, afundamento, trincas tipo “couro de jacaré”, trincas tipo “bloco” e ondulação.

Figura 68 - Escorregamento, desgaste, remendo, panela, afundamento, trincas e ondulação.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 69, podem ser observados os seguintes defeitos, remendo, afundamento, escorregamento, trinca longitudinal e trincas tipo “couro de jacaré”.

Figura 69 - Remendo, afundamento, escorregamento e trincas.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 70, podem ser observados os seguintes defeitos, remendo, ondulação, trincas tipo “couro de jacaré” e desgaste.

Figura 70 - Remendo, ondulação, trincas e desgaste.



Fonte: Autora, 2023.

Na Figura 71, podem ser observados os seguintes defeitos, algumas trincas tipo “bloco” e algumas trincas tipo “couro de jacaré”.

Figura 71 - Trincas.



Fonte: Autora, 2023.

Para motivos de comparação (Figura 72), pode ser observado que em um dos defeitos deste segmento teve uma evolução durante o período de análise, a imagem a esquerda foi registrada dia 02 de Abril de 2023, já a imagem a direita no dia 15 de Outubro de 2023. Na imagem a esquerda, podem ser observados os seguintes defeitos, remendo, trincas tipo “bloco”, trincas tipo “couro de jacaré”, escorregamento, desgaste e afundamento. Já na imagem a direita podem ser observados os seguintes defeitos, remendo, trincas tipo “bloco”, trincas tipo “couro de jacaré”, escorregamento, desgaste, afundamento e exsudação.

Figura 72 - Remendo, trincas, escorregamento, desgaste e afundamento.



Fonte: Autora, 2023.

6.4 Soluções

A rodovia MG – 341 possui um tráfego intenso de caminhões e carros de passeio por cortar uma região caracterizada por ser um ponto de turismo e produção de café e laticínios, desempenhando um papel importante no sistema viário. O sistema foi elaborado para suportar as demandas de tráfego e variações climáticas, no entanto, com o passar do tempo o pavimento foi se desgastando e diversas patologias

surgiram, comprometendo a integridade e a segurança de quem ali transita. São apresentadas algumas possíveis soluções para os defeitos encontrados no trecho analisado, com base no referencial bibliográfico, construído nesse trabalho. No entanto, destaca-se a importância da manutenção preventiva, da escolha dos materiais apropriados e das técnicas de reparo adequadas.

Para painéis/buracos algumas soluções plausíveis são manutenção preventiva que, neste caso é realizar inspeções regulares e reparar pequenos defeitos antes de evoluírem, preenchimento com material adequado garantindo a compactação dentro dos padrões especificados nas normas vigentes. Devem ser feitos remendos superficiais se o defeito for de pequena proporção ou remendo profundo se acaso atingir a base, sub-base ou subleito do pavimento.

No caso das trincas isoladas transversais e longitudinais seria necessário aplicar selantes elásticos para preencher e vedar as trincas, evitando a entrada de água e reduzindo o risco de infiltração.

Já as trincas interligadas tipo “couro de jacaré” e tipo “bloco” o indicado é a fresagem da camada afetada e o recobrimento com uma nova camada de asfalto e o recapeamento da superfície danificada.

Para o afundamento plástico e de consolidação as possíveis soluções são reforçar a camada de sub-base com material estabilizado ou geossintético para melhorar a capacidade de suporte, fazer manutenção com remendos, reconstruir restabelecendo a seção transversal com massa betuminosa e recapeamento.

No caso da ondulação/corrugação o mais adequado é fazer uma fresagem e nivelamento da superfície, reconectando adequadamente para eliminar as ondulações e recapeamento.

Já para o escorregamento as possíveis soluções seriam a recomposição da base refazendo-a e a compactação correta, reciclando resíduo do pavimento.

Para o desgaste o indicado é aplicar uma nova camada de capa selante para restaurar a textura superficial do pavimento, fazer manutenção com lama asfáltica e reabilitar com recapeamento.

No caso da exsudação o mais adequado é utilizar aditivos especiais tipo agente anti ranhura no asfalto para reduzir a exsudação, fazer manutenção com aplicações para tratamento superficial com areia quente e reabilitação com reciclagem do pavimento.

Já no caso de remendos o indicado é o reparo localizado com compactação

adequada, recuperação das camadas de sustentação do pavimento e reconstrução com operação “tapa-buracos”.

Em todos os casos, é essencial que a manutenção seja realizada por profissionais qualificados e que os materiais utilizados atendam às especificações técnicas adequadas. Além disso, a prevenção desempenha um papel crucial na preservação da pavimentação flexível, incluindo a drenagem eficaz e a aplicação de técnicas de reforço quando necessário. A combinação de inspeções regulares, reparos oportunos e construção de alta qualidade é fundamental para garantir a durabilidade e o desempenho das rodovias pavimentadas com esse tipo de sistema.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo de caso foi elaborado para investigar e analisar as manifestações patológicas de um trecho da Rodovia MG - 341, uma estrada estadual com pavimentação flexível. A metodologia de avaliação empregada segue as diretrizes previstas pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). A análise dessa via foi realizada com base nas recomendações do manual de pavimentação, e os resultados deste estudo forneceram possibilidades mais plausíveis para a manutenção desta rodovia.

Através da inspeção visual, foram identificadas diversas patologias ao longo do trecho, incluindo panela/buraco, trincas interligadas tipo “couro de jacaré” e remendo, sendo estas mais proeminentes. O tráfego intenso de veículos e o envelhecimento do pavimento foram identificados como as principais causas dessas patologias.

Ao empregar o método do Levantamento Visual Contínuo (LVC) e calcular os Índices de Condição de Pavimentos Flexíveis (ICPF) e de Índice de Gravidade Global Expedido (IGGE), ambos cruciais para classificar o estado do pavimento, constatou-se que o trecho em estudo apresenta múltiplas manifestações patológicas que comprometem a qualidade do rolamento e a segurança do tráfego. Com base nesses resultados, é possível notar que em alguns segmentos do trecho está em péssimo estado de conservação, exigindo uma cobertura completa do pavimento.

É fundamental ressaltar a importância dos reparos rotineiros na conservação da estrada, pois são cuidadosos para manter o desempenho funcional da via, prolongando sua vida útil e prevenindo o surgimento de novas patologias, garantindo, assim, a segurança e o conforto dos usuários.

Para trabalhos futuros, sugere-se realizar novas análises com métodos diferentes, bem como avaliações objetivas, a fim de fornecer uma análise mais aprofundada dos problemas encontrados e propor soluções mais desenvolvidas para melhoria do pavimento.

Com isso, este estudo destaca a importância do planejamento e gestão adequada dos pavimentos, possibilitando um gerenciamento consciente e eficaz que evite a proteção das condições da via. Com a análise visual realizada, os resultados obtidos foram pertinentes para o estudo das manifestações patológicas, permitindo a identificação e classificação desses defeitos. Todos os objetivos deste trabalho foram

exercidos, e a metodologia utilizada foi adequada para a análise do trecho, apesar das dificuldades encontradas na avaliação de pontos específicos, devido ao tráfego intenso de veículos e à presença de múltiplas patologias no local.

8 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Avaliação utilizando método IGG, elaborar um comparativo;
- Estudo de tráfego na região;
- Avaliação através de outros métodos descritos no manual do DNIT, incluindo tanto avaliação superficial quanto estrutural;
- Dar continuidade na análise de outros trechos da rodovia;
- Elaborar um estudo de caso, no trecho, em relação a inclinação da curva da ponte sobre o Rio São Francisco;
- Criação de um aplicativo, em parceria com o DER, para que os usuários pudessem fazer imagens das deformações nas rodovias, para que elas chegassem ao órgão para maior eficiência no planejamento da manutenção;
- Elaborar um estudo sobre a estrutura do pavimento e elaborar uma comparação com a intensidade de tráfego.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J.C.G.R. **Análise Estrutural de Pavimentos Rígidos pelo Método dos Elementos Finitos**, Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, IST, Lisboa, 1986.

ANDRADE, Mário Henrique Furtado. **Introdução à pavimentação**. Curitiba: Ufpr, 2017. 25 slides, Notas de Aula.

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: Petrobras: ABEDA, 2008. 504 p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Anuário CNT do Transporte**. 2022. Disponível em: <https://anuariodotransporte.cnt.org.br/2022/>. Acesso em: 27 jul. 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Pesquisa CNT de Rodovias 2019**. 2019. Disponível em: <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/>. Acesso em: 02 nov. 2022.

DEPARTAMENTO DE EDIFICAÇÕES E ESTRADAS DE RODAGEM DE MINAS GERAIS (DER/MG). **Boletim Rodoviário**, 2021. Disponível em: <http://www.der.mg.gov.br/>. Acesso em: 03 mar. 2022.

DEPARTAMENTO DE EDIFICAÇÕES E ESTRADAS DE RODAGEM DE MINAS GERAIS (DER/MG). **Mapa Rodoviário**, 2021. Disponível em: <http://www.der.mg.gov.br/>. Acesso em: 08 mar. 2023.

DEPARTAMENTO DE EDIFICAÇÕES E ESTRADAS DE RODAGEM DE MINAS GERAIS (DER/MG). **Rodovias**, 2021. Disponível em: <http://www.der.mg.gov.br/>. Acesso em: 15 set. 2022.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **710: Manual dos Pavimentos Rígidos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Ipr, 2005. 564 p. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/710_manual_de_conservacao_rodoviaria.pdf. Acesso em: 13 set. 2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **714: Manual de Conservação Rodoviária**. 2 ed. Rio de Janeiro: Ipr, 2005. 234 p. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/714_manual_de_pavimentos_rigidos.pdf. Acesso em: 10 jan. 2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **720: Manual de restauração de pavimentos asfálticos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Ipr, 2006. 313 p. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt->

br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/720_manual_restauracao_pavimentos_afalticos.pdf. Acesso em: 13 abr. 2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **742: Manual de Implantação básica de Rodovia**. 3 ed. Rio de Janeiro: Ipr, 2010. 617 p. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/742_manual_de_implantacao_basica.pdf. Acesso em: 10 jan. 2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Norma DNIT 005/2003 – Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos - Terminologia**. Rio de Janeiro: 2003. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/terminologia-ter/dnit_005_2003_ter-1.pdf. Acesso em: 25 out. 2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Norma DNIT 008/2003 – Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos - Procedimento**. Rio de Janeiro: 2003. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT_008_2003_PRO. Acesso em: 04 nov. 2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Roteiro Básico para Sistemas Rodoviários do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT)**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br>. Acesso em: 14 set. 2022.

FERNANDES JR., ODA, ZERBINI. **Defeitos e atividades de manutenção e reabilitação em pavimentos asfálticos**. São Carlos – SP: EESC – USP, 2010. 105 p. Disponível em: <http://repositorio.eesc.usp.br/handle/RIEESC/7448>. Acesso em: 24 out. 2023.

GOOGLE, Google Maps, 2023. Disponível em: <https://encurtador.com.br/BVX68>. Acesso em: 25 ar. 2023.

MELLO, José Carlos. **A Evolução do Transporte Rodoviário**. Apostila da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, 2004. Disponível em: <https://docslide.com.br/documents/a-evolucao-do-transporte-rodoviario.html>. Acesso em: 05 nov. de 2022.

MOURA, Edson. **Apostila de projeto de pavimento**. São Paulo: 2022. 191 p. FATEC – SP. Disponível em: <http://www.professoredmoura.com.br/>. Acesso em: 17 fev. 2023.

ROSA, K. K. B.; MOTA, G. L. P.; SOUZA, J. M. de; MARQUES, C. da S.; NEVES, L. D.; FERNANDES, F. A. da S. Diagnóstico e procedimento de recuperação das patologias apresentadas na pavimentação asfáltica de Palmas TO. **Revista**

Integralização Universitária, Palmas, v. 11, n. 15, nov. 2016, p. 44-58, nov. 2016. Disponível em: <https://to.catolica.edu.br/revistas/index.php/riu/article/view/64>. Acesso em: 16 dez. 2022.

SANTOS, Claudio Roberto dos. **Patologia em pavimentações**. Centro Universitário do Norte Paulista. São José do Rio Preto, 2017. Acesso em: 13 set. 2022.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de Técnicas de Pavimentação - Volume I**. 2^a. ed. São Paulo: Pini, 2007. 779 p.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de Técnicas de Pavimentação - Volume II**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2008. 688 p.

SILVA, Paulo F. A. **Manual de Patologia e Manutenção de Pavimentos**. 2^a. ed. São Paulo: Pini, 2008. 128 p.

ZAGONEL, Ana Regina. **Inovações em Revestimentos Asfálticos Utilizados no Brasil**. 2017. 48 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Revista Construindo, Belo Horizonte, 2017.

APÊNDICE
APÊNDICE A

Anexo B (normativo) - Formulário para o levantamento visual contínuo																			
DNIT																	Folha 1 de 1		
																	Ext. PNV: km 15 a km 22		
Início: km 15 Fim: km 22			VMD: 438				Largura da Pista: 3,0 m		Largura do Acostamento: Não tem Acostamento				MR Nº: Trevo entre São Roque de Minas e Vargem Bonita MR Nº: Portal de Campinópolis						
SEGMENTO			FREQÜÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B, ou S)											ICPF	INF.COMPLEMENTARES				OBSERVAÇÕES
Nº DO SEG	ODÔMETRO/KM		Ext	P	TRINCAS			R	DEFORMAÇÕES		OUTROS DEFEITOS				REV	ESP	IDADE		
	INÍCIO	FIM			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E				ORIG	REST	
S1	0 15	1 16	1 km	M	B	A	B	M	B	B	B	-	B	2,5	CBUQ	5	14/07/2006	-	Início no Trevo km 15
S2	1 16	2 17	1 km	B	-	M	B	B	B	-	-	-	-	3,5	CBUQ	5	14/07/2006	-	-
S3	2 17	3 18	1 km	A	M	A	M	A	M	B	B	B	M	1,5	CBUQ	5	14/07/2006	-	Radar e Ponte
S4	3 18	4 19	1 km	B	-	M	-	B	-	-	-	-	-	4,5	CBUQ	5	14/07/2006	-	-
S5	4 19	5 20	1 km	M	B	M	B	M	B	-	B	B	B	3,5	CBUQ	5	14/07/2006	-	-
S6	5 20	6 21	1 km	M	-	A	-	B	M	B	B	-	B	3,5	CBUQ	5	14/07/2006	-	Perímetro Urbano (Campinópolis)
S7	6 21	7,2 22	1,2 km	M	B	M	B	M	M	B	B	B	B	3,5	CBUQ	5	14/07/2006	-	Final no Portal em 200m do km 22

P – Panela AF – Afundamento D – Desgaste do Pavimento REST – Idade da última restauração TR – Trinca Isolada O – Ondulações EX – Exsudação
REV – Tipo de Revestimento TJ – Trinca Couro de Jacaré E – Escorregamento do revestimento betuminoso R – Remendo ESP – Espessura do
TB – Trinca em Bloco ICPF – Índice de Condições MR – Marco Rodoviário ORIG – Idade do Pav. Original

APÊNDICE B

Anexo C (normativo) - Cálculo do IGGE													
MT DNIT			PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS IGGE- ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO (CÁLCULO)										Folha 1 de 1
Ext. PNV: km 15 a km 22			Ext. EXEC: 7,2 km			Nº PISTA/LADO: 1/D			MÊS/ANO: Outubro/2023				
Início: km 15			VMD: 438			Largura da Pista: 3,0 m			Largura do Acostamento: Não tem Acostamento				
Fim: km 22						MR Nº: Trevo entre São Roque de Minas e Vargem Bonita			MR Nº: Portal de Campinópolis				
SEGMENTO				TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELA + REMENDO			$(F_t \times P_t) + (F_{oap} \times P_{oap}) + (F_{pr} \times P_{pr}) = IGGE$
Nº do Seg	Km Início	Km Fim	Extensão	Ft (%)	Pt	Ft x Pt	Foap (%)	Poap	Foap x Poap	Fpr (nº)	Ppr	Fpr x Ppr	
S1	15	16	1 km	40,00	0,45	18	10	0,60	6	4	0,80	3,20	27,20
S2	16	17	1 km	20,00	0,45	9	5	0,60	3	2	0,70	1,40	13,40
S3	17	18	1 km	66,70	0,65	43,4	30	0,70	21	5	1,00	5,00	69,40
S4	18	19	1 km	16,70	0,45	7,5	0	-	0	3	0,70	2,10	9,60
S5	19	20	1 km	23,30	0,45	10,5	5	0,60	3	4	0,80	3,20	16,70
S6	20	21	1 km	33,30	0,45	15	30	0,70	21	3	0,80	2,40	38,40
S7	21	22	1,2 km	23,30	0,45	10,5	30	0,70	21	3	0,80	2,40	33,90

APÊNDICE C

Anexo D (normativo) - Quadro resumo									
MT DNIT	PAVIMENTOS FLEXÍVEIS E SEMI-RÍGIDOS RESULTADOS DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO								Folha 1 de 1
Ext. PNV: km 15 a km 22		Ext. EXEC: 7,2 km		Nº PISTA/LADO: 1/D		MÊS/ANO: Outubro/2023			
Largura da Pista: 3,0 m									
Largura do Acostamento: Não tem Acostamento									
Início: km 15				MR Nº: Trevo entre São Roque de Minas e Vargem Bonita					
Fim: km 22				VMD: 438		MR Nº: Portal de Campinópolis			
Nº do Seg	SEGMENTO			RESULTADOS					
	Km Início	Km Fim	Extensão	ICPF	IGGE	IES			OBSERVAÇÕES
						Valor	Cód.	Conceito	
S1	15	16	1 km	2,50	27,20	3	C	Regular	Início no Trevo km 15
S2	16	17	1 km	3,50	13,40	1	B	Bom	-
S3	17	18	1 km	1,50	69,40	8	E	Péssimo	Radar e Ponte
S4	18	19	1 km	4,50	9,60	0	A	Ótimo	-
S5	19	20	1 km	3,50	16,70	1	B	Bom	-
S6	20	21	1 km	3,50	38,40	3	C	Regular	Perímetro Urbano (Campinópolis)
S7	21	22	1,2 km	3,50	33,40	3	C	Regular	Final no Portal em 200m do km 22
IGGE - Índice de Gravidade Global Expedito									
ICPF - Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis									
IES - Índice do Estado da Superfície									

