



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ - REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

LARISSA PEREIRA ALMEIDA

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DO IGG – INDICE DE GRAVIDADE GLOBAL – PARA
AVALIAÇÃO E DETERMINAÇÃO DE SERVIÇOS DE REABILITAÇÃO DE
PAVIMENTOS FLEXÍVEIS. ESTUDO DE CASO: RUA 01 DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO AMAPÁ - CAMPUS MARCO ZERO.**

MACAPÁ

2023

LARISSA PEREIRA ALMEIDA

APLICAÇÃO DO MÉTODO DO IGG – ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL – PARA AVALIAÇÃO E DETERMINAÇÃO DE SERVIÇOS DE REABILITAÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS. ESTUDO DE CASO: RUA 01 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ - CAMPUS MARCO ZERO.

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito parcial para a obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Civil, pela Universidade Federal do Amapá.

Orientador: Prof. Me. Adenilson Costa de Oliveira.

MACAPÁ

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP
Elaborado por Mário das Graças Carvalho Lima Júnior – CRB-2 / 1451

A447 Almeida, Larissa Pereira.

Aplicação do método IGG - Índice de Gravidade Global - para avaliação e determinação de serviços de reabilitação de pavimentos flexíveis. Estudo de caso: rua 01 da Universidade Federal do Amapá - Campus Marco Zero / Larissa Pereira Almeida. - Macapá, 2023.
1 recurso eletrônico. 103 folhas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Engenharia Civil, Macapá, 2023.
Orientador: Adenilson Costa de Oliveira.

Modo de acesso: World Wide Web.

Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

1. Pavimento Flexível. 2. Manifestações Patológicas. 3. IGG. I. Oliveira, Adenilson Costa de Oliveira, orientador. II. Universidade Federal do Amapá. III. Título.

CDD 23. ed. – 624

ALMEIDA, Larissa Pereira. **Aplicação do método IGG - Índice de Gravidade Global - para avaliação e determinação de serviços de reabilitação de pavimentos flexíveis. Estudo de caso:** rua 01 da Universidade Federal do Amapá - Campus Marco Zero. Orientador: Adenilson Costa de Oliveira. 2023. 103 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Coordenação do Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2023.

LARISSA PEREIRA ALMEIDA

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DO IGG – INDICE DE GRAVIDADE GLOBAL – PARA
AVALIAÇÃO E DETERMINAÇÃO DE SERVIÇOS DE REABILITAÇÃO DE
PAVIMENTOS FLXÍVEIS. ESTUDO DE CASO: RUA 01 DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO AMAPÁ - CAMPUS MARCO ZERO.**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado
como requisito parcial para a obtenção de grau
de Bacharel em Engenharia Civil, pela
Universidade Federal do Amapá.

Data de aprovação: 19/09/2023

Banca Examinadora:

Prof. Me. Adenilson Costa de Oliveira
Orientador – UNIFAP

Prof. Me. Heldio José Carneiro de Souza
Examinador Interno – UNIFAP

Prof. Me. Luis Henrique Rambo
Examinador Interno – UNIFAP

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por sempre me dar forças e conduzir meus passos ao longo dessa jornada.

Agradeço a todos os meus professores, em especial ao meu orientador Prof. Adenilson Oliveira pelas valiosas contribuições dadas durante todo o processo.

A minha mãe, Lúcia, que sempre esteve ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória.

Ao meu marido, Edgar, por sempre me apoiar e me acompanhar, e por sua compreensão e paciência ao longo de todo o período desse projeto.

À minha filha, Giovanna, por me fazer ser mais persistente e determinada em todos os processos da minha vida.

“Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso! Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus, estará com você por onde você andar”.

(Josué 1:9)

RESUMO

É comum o pavimento flexível sofrer deterioração ao longo do tempo, tendo uma vida útil média estipulada em torno de 10 anos, quando associado a processos de manutenção preventiva adequada. Desta forma, ao longo do tempo, podem surgir vários tipos de manifestações patológicas que prejudicam as condições do pavimento existente. O presente trabalho utiliza o Método do IGG (Índice de Gravidade Global) para analisar as condições do pavimento da Rua 01, da Universidade Federal do Amapá, com três anos de utilização. Tal método avalia de forma objetiva os tipos de manifestações patológicas dos pavimentos existentes na via e seu índice de repetição, para que seja possível caracterizar as condições do pavimento. Através da análise dos resultados obtidos, foi possível identificar que os defeitos mais frequentes são desgastes superficiais, trincas longitudinais, trincas transversais, trincas em bloco e afundamento de trilho de roda, caracterizando o pavimento com o conceito *ruim*. A partir do diagnóstico da condição funcional do pavimento estudado, sugere-se algumas intervenções preventivas e corretivas baseadas nas prescrições técnicas do Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos - DNIT, como capa selante e recapeamento asfáltico em alguns trechos, a fim de aumentar a vida útil do pavimento levando em consideração a relação custo-benefício. A utilização da Método IGG apresentou uma classificação funcional da via condizente com seu estado de conservação e conseqüentemente para a escolha da solução corretiva a ser adotada.

Palavras-chave: Pavimento Flexível, Manifestações Patológicas, IGG.

ABSTRACT

It is common for flexible flooring to suffer deterioration over time, having an average service life stipulated around 10 years, when combined with appropriate preventive maintenance processes. In this way, over time, various types of pathological manifestations can emerge that impair the conditions of the existing floor. The present work uses the IGG Method (Global Gravity Index) to analyze the conditions of the flooring of Rua 01, Federal University of Amapá, with three years of use. This method objectively evaluates the types of pathological manifestations of the floors existing in the pathway and their repetition index, so that it is possible to characterize the conditions of the floor. Through the analysis of the results obtained, it was possible to identify that the most common defects are surface wear, longitudinal slits, transverse slices, block slits, and wheel-rail sinking, characterizing the floor with the bad concept. From the diagnosis of the functional condition of the studied floor, it is suggested some preventive and corrective interventions based on the technical prescriptions of the Manual of Restoration of Asphaltic Floors - DNIT, such as sealing coating and asphaltic overlaying in some sections, to increase the life of the floor taking into account the cost-benefit ratio. The use of the IGG Method presented a functional classification of the path in accordance with its state of conservation and consequently for adopting the corrective solution.

Keywords: Flexible Pavement, Pathological Manifestations, IGG.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Trecho Analisado.	18
Figura 2 – Resposta mecânica do pavimento flexível.	21
Figura 3 - Resposta mecânica do pavimento rígido.	22
Figura 4 - Estrutura de um Pavimento Flexível.....	22
Figura 5 - Trinca isolada – transversal.	26
Figura 6 - Trinca isolada – longitudinal.	26
Figura 7 – Trinca interligada – tipo jacaré.	27
Figura 8 - Trinca interligada – tipo bloco.....	27
Figura 9 – Afundamento plástico - tipo trilho de roda.	28
Figura 10 – Afundamento de consolidação - tipo trilho local.	28
Figura 11 – Ondulação.	29
Figura 12 – Escorregamento.....	29
Figura 13 – Exsudação.	30
Figura 14 – Desgaste.	30
Figura 15 – Painela.....	31
Figura 16 – Defeitos diversos.....	31
Figura 17 - Exemplo de demarcação de áreas para inventário de defeitos.	33
Figura 18 – Perímetro de Avaliação.....	35
Figura 19 - Fluxograma de Trabalho.....	36
Figura 20 – Fissurômetro utilizado.	37
Figura 21 – Trena de fibra de vidro de 50 metros utilizada.	37
Figura 22 – Trena metálica de 5 metros utilizada.	37
Figura 23 – Fitas crepe utilizadas.....	38
Figura 24 – Sentido da superfície de avaliação do pavimento.	38
Figura 25 – Esquema de demarcação das superfícies de avaliação.....	39
Figura 26 – Área de avaliação 1.	39
Figura 27 – Trinca Isolada Longitudinal Curta – Área de avaliação 1.	40
Figura 28 – Desgaste – Área de avaliação 1.....	40
Figura 29 – Área de avaliação 2.	41
Figura 30 – Trinca Isolada Transversal Curta e Desgaste - Área de avaliação 2.....	41
Figura 31 – Área de avaliação 3.	42
Figura 32 – Trinca Isolada Transversal e Longitudinal Curta - Área de avaliação 3.....	42

Figura 33 – Desgaste – Área de avaliação 3.....	43
Figura 34 – Área de avaliação 4.....	43
Figura 35 – Trinca Interligada Tipo “Bloco” - Área de avaliação 4.....	44
Figura 36 – Desgaste - Área de avaliação 4.....	45
Figura 37 – Área de avaliação 5.....	45
Figura 38 – Trinca Interligada Tipo “Bloco” - Área de avaliação 5.....	46
Figura 39 - Trinca Isolada Transversal Longa - Área de avaliação 5.....	46
Figura 40 – Desgaste - Área de avaliação 5.....	47
Figura 41 – Afundamento de Consolidação de Trilho de Roda - Área de avaliação 5.....	47
Figura 42 – Área de avaliação 6.....	48
Figura 43 – Trinca Isolada Longitudinal e Transversal Longa - Área de avaliação 6.....	48
Figura 44 – Desgaste - Área de avaliação 6.....	49
Figura 45 – Área de avaliação 7.....	49
Figura 46 – Trinca Isolada Longitudinal e Transversal Longa - Área de avaliação 7.....	50
Figura 47 – Desgaste - Área de avaliação 7.....	50
Figura 48 – Afundamento de Consolidação de Trilho de Roda - Área de avaliação 7.....	51
Figura 49 – Área de avaliação 8.....	51
Figura 50 – Trinca Isolada Transversal Longa e Desgaste - Área de avaliação 8.....	52
Figura 51 – Área de avaliação 9.....	52
Figura 52 – Trinca Isolada Longitudinal e Transversal Longa - Área de avaliação 9.....	53
Figura 53 – Desgaste, Afundamento de Trilho de Roda e Trinca Transversal Longa - Área de avaliação 9.....	54
Figura 54 – Área de avaliação 10.....	54
Figura 55 – Trinca Isolada Longitudinal e Transversal Longa - Área de avaliação 10.....	55
Figura 56 – Desgaste - Área de avaliação 10.....	55
Figura 57 – Afundamento de Trilho de Roda - Área de avaliação 10.....	56
Figura 58 – Área de avaliação 11.....	56
Figura 59 – Trinca Isolada Transversal Curta - Área de avaliação 11.....	57
Figura 60 – Trinca Isolada Transversal Longa - Área de avaliação 11.....	57
Figura 61 – Desgaste - Área de avaliação 11.....	58
Figura 62 – Afundamento de Trilho de Roda - Área de avaliação 11.....	58
Figura 63 – Área de avaliação 12.....	59
Figura 64 – Trinca Isolada Longitudinal e Transversal Longa - Área de avaliação 12.....	60
Figura 65 – Desgaste - Área de avaliação 12.....	60

Figura 66 – Afundamento de Trilho de Roda - Área de avaliação 12.....	61
Figura 67 – Área de avaliação 13.....	61
Figura 68 – Trinca Isolada Longitudinal e Transversal Longa - Área de avaliação 13.	62
Figura 69 – Desgaste - Área de avaliação 13.....	62
Figura 70 – Afundamento de Trilho de Roda - Área de avaliação 13.....	63
Figura 71 – Área de avaliação 14.....	63
Figura 72 – Trinca Isolada Longitudinal e Transversal Longa - Área de avaliação 14.	64
Figura 73 – Desgaste - Área de avaliação 14.....	64
Figura 74 – Afundamento de Trilho de Roda - Área de avaliação 14.....	65
Figura 75 – Área de avaliação 15.....	65
Figura 76 – Trinca Isolada Longitudinal e Transversal Longa - Área de avaliação 15.	66
Figura 77 – Desgaste - Área de avaliação 15.....	66
Figura 78 – Afundamento de Trilho de Roda - Área de avaliação 15.....	67
Figura 79 – Área de avaliação 16.....	67
Figura 80 – Desgaste - Área de avaliação 16.....	68
Figura 81 – Área de avaliação 17.....	68
Figura 82 – Trinca Isolada Transversal Curta - Área de avaliação 17.....	69
Figura 83 – Trinca Isolada Longitudinal Curta - Área de avaliação 17.....	69
Figura 84 – Desgaste e Afundamento de Trilho de Roda - Área de avaliação 17.	70
Figura 85 – Área de avaliação 18.....	70
Figura 86 – Trinca Isolada Longitudinal Curta - Área de avaliação 18.....	71
Figura 87 – Desgaste - Área de avaliação 18.....	71
Figura 88 – Área de avaliação 19.....	72
Figura 89 – Desgaste - Área de avaliação 19.....	72
Figura 90 – Afundamento de Trilho de Roda - Área de avaliação 19.....	73
Figura 91 – Área de avaliação 20.....	73
Figura 92 – Trinca Isolada Longitudinal Longa - Área de avaliação 20.....	74
Figura 93 – Desgaste - Área de avaliação 20.....	74
Figura 94 – Área de avaliação 21.....	75
Figura 95 – Trinca Interligada Tipo “Bloco” - Área de avaliação 21.....	75
Figura 96 – Desgaste - Área de avaliação 21.....	76
Figura 97 – Afundamento de Consolidação de Trilho de Roda - Área de avaliação 21.....	76
Figura 98 – Área de avaliação 22.....	77
Figura 99 – Trinca Isolada Transversal Curta - Área de avaliação 22.....	77

Figura 100 – Desgaste - Área de avaliação 22.	78
Figura 101 – Afundamento de Trilho de Roda - Área de avaliação 22.....	78
Figura 102 – Área de avaliação 23.....	79
Figura 103 – Trinca Isolada Transversal Curta - Área de avaliação 23.	79
Figura 104 – Trinca Isolada Transversal Longa - Área de avaliação 23.....	80
Figura 105 – Desgaste - Área de avaliação 23.	80
Figura 106 – Afundamento de Trilho de Roda - Área de avaliação 23.....	81
Figura 107 – Representação gráfica de incidência das manifestações patológicas encontradas nos trechos de 01 a 07.	84
Figura 108 – Representação gráfica de incidência das manifestações patológicas encontradas nos trechos de 08 a 15.	85
Figura 109 – Representação gráfica de incidência das manifestações patológicas encontradas nos trechos de 16 a 23.	86
Figura 110 – Árvore de decisão para Trincas em Bloco.	87
Figura 111 – Árvore de decisão para Trincas Longitudinais.	87
Figura 112 – Árvore de decisão para Trincas Transversais.	88
Figura 113 – Árvore de decisão para Deformação Permanente nas Trilhas de Roda.	88
Figura 114 – Árvore de decisão para Desgaste.	89
Figura 115 – Execução de Tratamento Superficial Duplo (TSD).	91
Figura 116 – Execução de Tratamento Superficial Duplo (TSD).	91
Figura 117 – Execução de Recapeamento Asfáltico.	92
Figura 118 – Execução de Recapeamento Asfáltico.	93
Figura 119 – Planilha Orçamentária para os serviços de reabilitação de pavimentos flexíveis da rua 01 da Universidade Federal do Amapá - Campus Marco Zero.	93
Figura 120 – Memória de Cálculo para os serviços de reabilitação de pavimentos flexíveis da rua 01 da Universidade Federal do Amapá - Campus Marco Zero.	94
Figura 121 – Taxas de consumo CM-30 e RR-2C.	95
Figura 122 – Distância entre a Universidade Federal do Amapá e a Usina de Asfalto.	96
Figura 123 – BDI médio para obras de construção de rodovias e ferrovias.....	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Codificação e classificação dos defeitos do pavimento flexível.	32
Tabela 2 - Valor do Fator de Ponderação.	34
Tabela 3 – Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG.....	34
Tabela 4 – Cálculo do IGI e IGG.	82
Tabela 5 – Causas dos defeitos e principais atividades de manutenção e reabilitação.....	89

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Patologías Encontradas.....	83
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

NBR – NORMA BRASILEIRA

IGG – ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL

IGI – ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL

DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES

AGETOP – AGÊNCIA GOIANA DE TRANSPORTES E OBRAS

SINAPI – SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA
CONSTRUÇÃO CIVIL

PMM – PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAPÁ

TCU – TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO

DER – DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	16
1.1.	Objetivos.....	18
1.1.1.	Objetivo geral.....	18
1.1.2.	Objetivos específicos.....	18
1.2.	Justificativa.....	18
1.3.	Problema.....	19
1.4.	Hipótese.....	19
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1.	Pavimento.....	20
2.2.	Classificação dos pavimentos.....	20
2.2.1.	Pavimentos flexíveis.....	20
2.2.2.	Pavimentos semirrígidos.....	21
2.2.3.	Pavimentos rígidos.....	22
2.3.	Estruturas de pavimentos flexíveis.....	22
2.3.1.	Subleito.....	23
2.3.2.	Reforço do Subleito.....	23
2.3.3.	Sub-base.....	23
2.3.4.	Base.....	23
2.3.5.	Revestimento.....	23
2.4.	Avaliação funcional.....	23
2.4.1.	Avaliação Superficial Objetiva.....	24
2.5.	Defeitos nos pavimentos flexíveis.....	24
3.	METODOLOGIA.....	32
3.1.	IGG (Índice de Gravidade Global).....	32
3.2.	Justificativa de escolha do método.....	35

3.3.	Área de Investigação	35
3.4.	Caracterização do tráfego	36
3.5.	Fluxograma de Trabalho	36
3.6.	Instrumentação	36
3.7.	Definição do sentido da superfície de avaliação.....	38
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
4.1	Condições e Classificações.....	39
4.2	Cálculo do Índice de Gravidade Individual (IGI) e Índice de Gravidade Global (IGG)....	81
4.3	Incidência das patologias encontradas.....	83
4.4	Principais causas dos defeitos levantados e atividades de manutenção e reabilitação	87
4.5	Custos para aplicação das atividades de manutenção e reabilitação	93
5.	CONCLUSÃO	98
5.1	Recomendações para trabalhos futuros	98
	REFERÊNCIAS	100
	ANEXO A - Formulário de inventário do estado da superfície do pavimento.	103

1. INTRODUÇÃO

O surgimento da pavimentação de vias e estradas está relacionado ao desenvolvimento da civilização humana, incluindo colonização continental, conquista territorial, transporte militar, intercâmbios comerciais, culturais e religiosos, urbanização e progresso. No apogeu do Império Romano, a população percebeu que as vias e rodovias fazem parte de uma sociedade desenvolvida, as quais eram degradadas com o passar do tempo, tornando sua manutenção indispensável. (BALBO, 2007).

A via não se trata apenas de um elemento para circulação de veículos ou pessoas, mas também de um local de relações entre os seus usuários (JACOBS, 2000). As vias urbanas fazem parte da estrutura das cidades e de seu desenvolvimento. Em uma cidade desenvolvida, suas vias apresentam condições de uso mais adequadas. Em contrapartida, cidades com falhas de planejamento possuem ruas e avenidas que apresentam crônicos problemas quanto a seu estado funcional. Cidades onde há a falta de vias urbanas pavimentadas ou em condições inadequadas afetam a qualidade de vida e dificultando a mobilidade urbana, a qual caracteriza-se como sendo as ações que facilitam o acesso da população a bens e serviços e a movimentação de pessoas e mercadorias nos centros urbanos. (PMM, 2004).

A estrutura implementada nas vias urbanas necessita fornecer funcionalidade, seja para a utilização de veículos automotivos, pedestres ou ciclistas, provendo a mobilidade urbana necessária nas cidades. Como afirma Guilherme *et al.* (2017), ao longo da história, o homem percebeu a necessidade de se deslocar em seu território. A partir desse processo de remanejamento, iniciou-se a construção de estradas rústicas, com traçados orgânicos e superfícies simples, baseadas em materiais naturais e condições locais, não havendo muito planejamento. No entanto, com o tempo e com a progressiva incorporação de tecnologias, este processo construtivo sofreu diversas modificações, atingindo a estrutura atualmente em uso.

De acordo com a definição apresentada por Senço (2007), o pavimento é uma estrutura construída sobre a terraplanagem de um determinado local, sendo destinado a resistir aos esforços provenientes do tráfego, e aos esforços que, ao longo do tempo, provocam o desgaste do pavimento, prolongando então a durabilidade do revestimento adotado. O pavimento é constituído por várias camadas, podendo ser divididas basicamente entre: subleito, base e revestimento. Cada camada composta é por materiais que apresentam características e resistências diferentes, como forma de diluir a tensão aplicada na superfície por todas as camadas do pavimento.

O revestimento é definido como sendo a camada mais superior do pavimento e a que sofre o impacto direto das ações do tráfego. O tipo de revestimento mais utilizado na

pavimentação convencional costuma ser o revestimento asfáltico, por apresentar boas condições de rolamento gerando conforto e segurança a quem está utilizando (BERNUCCI *et al*, 2008).

De acordo com Prestes (2001), é necessário avaliar as condições dos pavimentos e prever a evolução de seu estado com o passar do tempo, visando a seleção de projetos e de estratégias de manutenção e reabilitação do mesmo quando necessário. Existem diversos fatores a serem utilizados para classificar o desempenho de um pavimento, os quais se diferenciam entre aqueles que caracterizam a sua condição funcional e aqueles que consistem no aparecimento de defeitos de superfície ou das deformações plásticas (GONÇALVES,1999).

Torna-se possível determinar os tipos de defeitos presentes no pavimento e sua classificação e severidade fazendo a avaliação do pavimento danificado. A má qualidade das rodovias gera um alto custo financeiro para a sociedade, que pode ser evitado com melhorias no asfaltamento, sinalização, densidade e manutenção da rodovia. O processo se baseia na alocação de recursos e investimentos para essas atividades (CNT, 2021). Outro fator que também interfere na qualidade da malha viária brasileira é a inexistência de manutenção preventiva e corretiva do pavimento durante sua vida útil. Portanto, é muito importante identificar e corrigir as manifestações patológicas antes que elas tornem o pavimento inutilizável.

Existem vários métodos utilizados para fazer a avaliação de pavimentos flexíveis, o método a ser utilizado no presente trabalho será o Índice de Gravidade Global, especificado na norma DNIT 006/2003 – PRO, visando avaliar objetivamente a superfície do pavimento, através da repetição dos defeitos identificados visualmente na via. Sendo um método avaliativo com custo baixo, simples de ser executado e rápido para se obter os resultados.

A Universidade Federal do Amapá, em seu Campus Marco Zero, executou em 2020 o recapeamento da rua 01. A via interliga a zona central do campus a parte norte e noroeste, sendo um dos trajetos principais do Campus da Universidade (Figura 1). O objetivo deste trabalho consiste em avaliar, em caráter funcional, as condições atuais do trecho em análise, orientadas pelas prescrições do DNIT e da literatura técnica aplicável a pavimentos flexíveis.

Figura 1 – Trecho Analisado.



Fonte: Google Maps (2022).

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo geral

Avaliar o estado de conservação do pavimento asfáltico executado na rua 01 da Universidade Federal do Amapá, Campus Marco Zero, pela realização da avaliação superficial do pavimento, através do método do Índice de Gravidade Global (IGG).

1.1.2. Objetivos específicos

Conseqüentemente, a partir da Avaliação Superficial do Pavimento, pode-se alcançar os seguintes objetivos específicos:

- Descrever os tipos de pavimentos, conceituação, e as principais patologias;
- Identificar as manifestações patológicas encontradas no trecho verificado;
- Sugerir intervenções para mitigar esses defeitos deletérios ao pavimento.
- Estimar o custo associado as intervenções propostas.

1.2. Justificativa

A qualidade dos pavimentos é essencial para o desenvolvimento econômico e social de uma região. Os pavimentos flexíveis, são parte integrante da infraestrutura viária, estando sujeitos a desgastes ao longo do tempo devido aos esforços do tráfego, variações climáticas e outros fatores. Uma avaliação regular e sistemática é essencial para identificar a necessidade de

manutenção e reabilitação, contribuindo para a segurança dos usuários e a economia de recursos.

O pavimento da rua 01, do Campus Marco Zero da Universidade Federal do Amapá, encontra-se com sua superfície comprometida em alguns trechos, apesar de sua última intervenção ter apenas 3 anos, o que interfere nas condições de trafegabilidade da via. Para isto, se faz necessária a avaliação do pavimento existente para identificar sua real condição e buscar possíveis métodos para sua reabilitação, levando em consideração a relação custo-benefício.

1.3. Problema

Através do contexto apresentando, chegamos ao seguinte problema: Qual a real condição do pavimento existente na Rua 01 da Universidade Federal do Amapá - Campus Marco Zero e quais ações são necessárias para garantir sua vida útil?

1.4. Hipótese

Parte-se da hipótese de que, mesmo tendo passado por intervenções recentemente, o pavimento da Rua 01, encontra-se com um grau de deterioração elevado para o curto prazo de utilização, necessitando então de manutenções para minimizar as manifestações patológicas causadas pelas ações do tráfego e do tempo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Pavimento

Gonçalves (1999) afirma que o pavimento possui como suas principais funções possibilitar uma superfície de rolamento que garanta os requisitos de conforto e segurança para o tráfego, nas velocidades em que a via foi desenvolvida para suportar e manter tais características acima dos limites permitidos, independente das condições climáticas locais.

De acordo com Bernucci *et al* (2008), cerca de 95% das vias e rodovias brasileiras são pavimentadas com revestimento asfáltico. As razões para o uso intenso desse tipo de revestimento são diversas e as principais são: o fato de proporcionar uma forte união entre os agregados presentes em sua composição, atuando como um ligante e permitindo controlar a flexibilidade. O revestimento asfáltico também possui a característica de ser impermeável, durável e resistir à maioria dos ácidos, álcalis e sais presentes no meio, o qual pode ser utilizado tanto aquecido quanto emulsionado, em combinação com uma grande estrutura mineral, com ou sem a adição de aditivos.

O sistema pode ser considerado satisfatório, do ponto de vista de projeto, quando não houver dano em nenhum ponto ou deformação máxima, respeitando os limites previamente fixados. As espessuras das camadas devem ser suficientes para suportar a carga gerada pelo tráfego e clima (AGETOP, 2016).

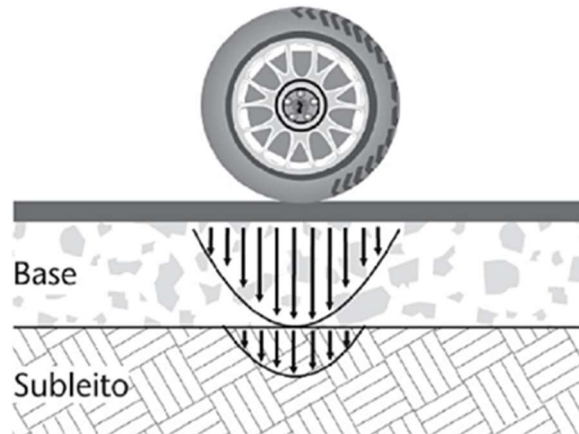
2.2. Classificação dos pavimentos

Segundo o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), de uma forma geral, os pavimentos são classificados em flexíveis, semirrígidos e rígidos. A descrição detalhada das classificações de pavimento é apresentada a seguir.

2.2.1. Pavimentos flexíveis

Os pavimentos flexíveis recebem este nome devido a sua composição, possuindo várias camadas, as quais sofrem deformações elásticas consideráveis. Assim, as cargas de tráfego são distribuídas quase que igualmente entre si, o que permite observar um campo de tensões mais concentrado próximo ao ponto de aplicação da carga. Para isso, é necessário ter camadas de pavimento mais espessas a fim de que protejam a camada de subleito do pavimento. (CNT, 2007). O próprio Manual de Pavimentação do DNIT (2006) complementa tal definição, destacando que os pavimentos flexíveis sob ação do carregamento oriundo do tráfego sofrem deformações elástica em todas as camadas, ou seja, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes e com pressões concentradas (Figura 2).

Figura 2 – Resposta mecânica do pavimento flexível.



Fonte: Balbo (2007).

Segundo Gonçalves (1999), um pavimento flexível é aquele que tem revestimento asfáltico e camada de base granular. As seguintes definições são atribuídas ao revestimento de concreto asfáltico (BERNUCCI *et al.* 2008):

“Betume: comumente é definido como uma mistura de hidrocarbonetos solúvel no bissulfeto de carbono;

Asfalto: mistura de hidrocarbonetos derivados do petróleo de forma natural ou por destilação, cujo principal componente é o betume, podendo conter ainda outros materiais, como oxigênio, nitrogênio e enxofre, em pequena proporção;

Alcatrão: é uma designação genérica de um produto que contém hidrocarbonetos, que se obtém da queima ou destilação destrutiva do carvão, madeira etc.” (BERNUCCI *et al.* 2008, p. 25).

O DNIT classifica o concreto asfáltico como sendo:

“Mistura executada a quente, em usina apropriada, com características específicas, composta de agregado graduado, material de enchimento (filer) se necessário e cimento asfáltico, espalhada e compactada a quente.” (DNIT, 2006, p. 03).

2.2.2. Pavimentos semirrígidos

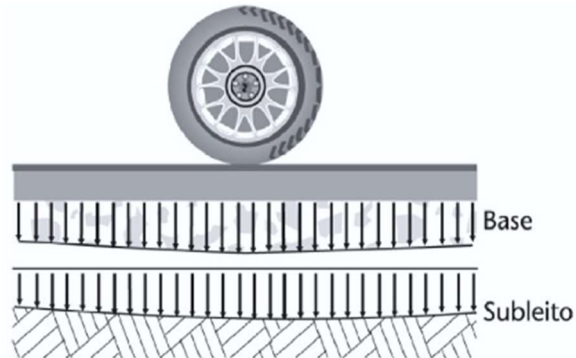
Para Balbo (2007), o pavimento semirrígido caracteriza-se como sendo um pavimento formado por uma camada de solo-cimento em sua base, sendo esta considerada rígida, e imediatamente acima possuir uma capa de revestimento asfáltico considerada como flexível.

Os pavimentos semirrígidos têm seu revestimento constituído de material asfáltico, o que o diferencia de um pavimento flexível é a utilização de ligantes hidráulicos (cimento Portland ou cal hidratada) em sua base, com o intuito de se alcançar uma camada com rigidez suficiente para resistir às cargas de tráfego. As misturas mais usuais são: solo tratado com cimento, solo cimento, solo-cimento-cal e a brita graduada tratada com cimento – BGTC.

2.2.3. Pavimentos rígidos

Os pavimentos rígidos são aqueles definidos por apresentarem alta rigidez na camada de revestimento, a qual absorve a maior parte dos esforços sofridos pelo pavimento (Figura 3). Um exemplo citado é o caso dos pavimentos de concreto, os quais possuem sua superfície constituída por lajes de concreto de cimento Portland (Bernucci *et al*, 2008).

Figura 3 - Resposta mecânica do pavimento rígido.



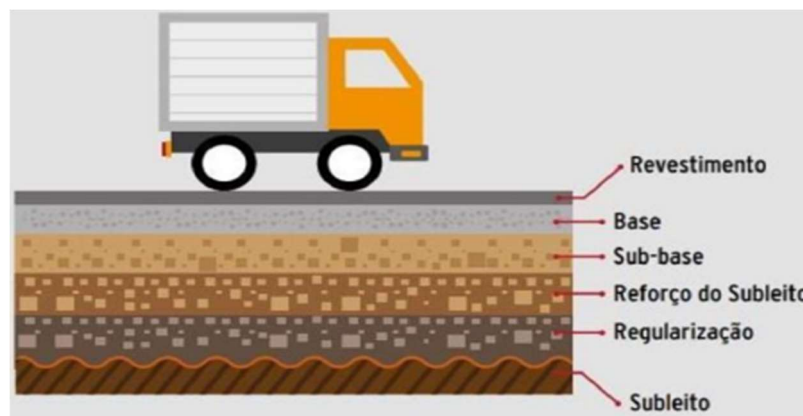
Fonte: Balbo (2007).

Filho (2018) relaciona os principais materiais utilizados em pavimentos rígidos, sendo eles: o cimento Portland comum - CP-I, cimento Portland composto - CP-II, cimento Portland de alto forno - CP-III e cimento Portland pozolânico - CP-IV, agregados graúdos e miúdos, água, aditivos, materiais selantes de juntas, fibras de plástico ou de aço e barras de aço CA-50, CA-60 e CA-25.

2.3. Estruturas de pavimentos flexíveis

O pavimento flexível é constituído por várias camadas, cada uma com suas características e funções específicas, sendo elas, portanto: subleito, reforço do subleito, sub-base, base e revestimento (Figura 04).

Figura 4 - Estrutura de um Pavimento Flexível.



Fonte: CNT (2018).

2.3.1. Subleito

O subleito é a camada mais profunda do pavimento, sobre a qual estão assentadas todas as camadas superiores. É constituído pelos materiais presentes no solo local.

2.3.2. Reforço do Subleito

O reforço do subleito é definido como sendo uma camada granular, a qual está assentada sobre o subleito. Sendo necessária quando o subleito não apresentar capacidade suficiente para suportar a carga estimada. Os materiais constituintes dessa camada podem ser solos ou mistura de solos, que possuam qualidade superior à do subleito. (DNIT, 2010).

2.3.3. Sub-base

A sub-base é uma camada a qual pode ser executada sobre o subleito ou sobre o reforço do subleito. É destinada a resistir às deformações e distribuir os esforços provenientes da camada de base do pavimento para as camadas inferiores (AGETOP, 2016). Os materiais constituintes podem ser solos, mistura de solos, mistura de solos com materiais britados. (DNIT, 2010).

2.3.4. Base

A camada construída para resistir e distribuir tensões devido às cargas de tráfego, principalmente vertical, é chamada de base do pavimento (SENÇO, 2007), sendo uma camada granular, executada sobre a sub-base e sobre a qual se constrói o revestimento do pavimento (AGETOP, 2016). Os materiais constituintes podem ser os mesmos presentes na sub-base, sendo solos, mistura de solos, mistura de solos com materiais britados. (DNIT, 2010).

2.3.5. Revestimento

A camada superficial que está em contato direto com o tráfego, sendo construída para resistir às forças horizontais, é conhecida como revestimento ou capa de rolamento. Essas forças horizontais causam desgaste do revestimento, logo, em intervalos de tempo, o mesmo deve ser recoberto com uma camada nova - recapeamento -, reforçado ou até mesmo substituído, dependendo da intensidade do desgaste. (SENÇO, 2007). É constituído por revestimento de concreto asfáltico.

2.4. Avaliação funcional

De acordo com Silva (2006), o objetivo da avaliação funcional de pavimentos visa determinar o grau de degradação da via, quantificando e identificando os problemas superficiais que afetam a segurança e conforto do usuário. As manifestações patológicas verificadas na superfície do pavimento podem ser consideradas sua principal característica funcional, a qual

pode ser dividida em duas categorias: deformação permanente e degradação da superfície, que produzem perda de serventia em termos de segurança, conforto e rolagem. (CAVALCANTE, 2005).

Bernucci *et al.* (2008) afirmam que a avaliação funcional de um pavimento está relacionada com a avaliação superficial dos pavimentos e como a condição afeta o conforto de rolamento da via. O desempenho funcional refere-se à eficácia do pavimento em cumprir sua função primordial, a qual é fornecer ao pavimento boas condições de rolamento (DNIT, 2006).

2.4.1. Avaliação Superficial Objetiva

O DNIT apresenta algumas normas as quais podem ser utilizadas para realizar a avaliação superficial do pavimento. Tem-se como exemplo as normas DNIT 006/2003 – PRO, DNIT 005/2003 – TER e DNIT 007/2003 – PRO.

A norma DNIT 005/2003 – TER (Terminologia: Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos), define os termos técnicos empregados para classificar os defeitos existentes em pavimentos flexíveis e semirrígidos, além de padronizar a linguagem adotada em normas e afins, sendo então necessária à sua leitura para entender as normas posteriores a ela.

Ao que se diz respeito da norma DNIT 006/2003 – PRO (Procedimento: Avaliação Objetiva da Superfície de Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos), ela especifica as condições necessárias para a avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos, além de classificar os defeitos aparentes e deformações permanentes em trilhas de roda. Também faz a avaliação da pista de rolamento através do cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG).

A normativa DNIT 007/2003 – PRO (Procedimento: Levantamento para Avaliação da Condição de Superfície de Subtrecho Homogêneo de Rodovias de Pavimentos Flexíveis e Semirrígido para Gerência de Pavimentos e Estudos e Projetos) define o procedimento para a execução da avaliação da condição da superfície do pavimento, em subtrechos homogêneos de rodovias de pavimentos flexíveis e semirrígidos, além de descrever os aparelhos necessários para a realização do levantamento.

2.5. Defeitos nos pavimentos flexíveis

De acordo com Gonçalves (1999), inúmeros fatores influenciam na atuação de um determinado pavimento, como a quantidade e intensidade das cargas de tráfego, as propriedades dos materiais constituintes das camadas e sua heterogeneidade ao longo da via, a natureza do subleito, a frequência e as práticas de manutenção utilizadas durante a vida útil do pavimento, condições de drenagem e aspectos ambientais.

Gonçalves (1999), afirma que os principais mecanismos de deterioração dos pavimentos flexíveis são:

“Formação e crescimento de trincas nas camadas asfálticas do revestimento, decorrentes da fadiga provocada pela repetição das cargas do tráfego;

Geração de afundamentos em trilha de roda ou de ondulações na superfície em decorrência do acúmulo de deformações plásticas em todas as camadas, sob a repetição das cargas do tráfego;

Se a camada de base é de drenagem lenta, a formação de trincas no revestimento dá acesso a águas pluviais, que se acumulam no topo da base. Com a passagem de uma carga de roda, gera-se um excesso de pressões neutras na água retida, levando ao bombeamento de finos da base para a superfície (erosão) e a solicitações dinâmicas elevadas sob a camada de revestimento, acelerando a sua deterioração. Se a água atingir e se acumular no topo do subleito, não sendo este drenante, aumenta a geração de deformações plásticas nessa camada e a sua intrusão na base granular;

Envelhecimento do ligante betuminoso por oxidação, que fragiliza a mistura asfáltica e facilita seu trincamento e o arrancamento de agregados. A velocidade com que a oxidação do asfalto se processa depende das condições de temperatura, umidade e insolação. As oscilações térmicas, por sua vez, levam à formação de trincas superficiais, cujo potencial de geração é aumentado pela oxidação dos primeiros 25 mm do topo da camada asfáltica;

Desgaste com exposição de agregados e perda da macrotextura da superfície do pavimento, em decorrência da abrasão provocada pelos veículos, acelerado pelo intemperismo (oxidação do asfalto), levando à queda do coeficiente de atrito. Este problema é especialmente grave nos revestimentos em Tratamento Superficial.”
(GONÇALVES, 1999, p. 16 e 17).

Para o desenvolvimento de projetos e planos de manutenção de pavimentos, fatores como tipo e estado atual do pavimento analisado influenciam na definição de estratégias. Dentre os diversos tipos de patologias que os pavimentos com revestimento em concreto asfáltico podem apresentar, de acordo com pesquisas, o tipo mais identificado é a ocorrência de trincamento das camadas asfálticas em decorrência da repetição das cargas provenientes do tráfego. (GONÇALVES, 2002).

A norma DNIT 005/2003 – TER (Terminologia: Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semirrígidos) possui as seguintes definições para as patologias encontradas em pavimentos flexíveis:

- 1) **Fenda:** qualquer tipo de descontinuidade na superfície do pavimento, que conduza a aberturas grandes ou pequenas. Podendo ser apresentada em forma de fissuras ou trincas.

- a. **Fissura:** fenda de pequena largura existente no revestimento, podendo estar posicionada longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, somente perceptível a uma distância menor que 1,50 m.
- b. **Trinca:** fenda existente no revestimento, facilmente visível a olho nu, com abertura maior à da fissura. Podendo ser classificada entre trinca isolada ou trinca interligada.
 - i. **Trincas Isoladas:**
 - 1. **Trinca transversal:** Trinca isolada que possui direção ortogonal ao eixo da via. É classificada por trinca transversal curta quando apresentar extensão menor que 1 metro. Quando a extensão for superior a 1 metro, classifica-se como trinca transversal longa (Figura 5).

Figura 5 - Trinca isolada – transversal.



Fonte: DNIT (2003).

- 2. **Trinca longitudinal:** trinca isolada a qual apresenta direção paralela ao eixo da via. É classificada como trinca longitudinal curta quando apresenta menor que 1 metro. Quando a extensão for maior a 1 metro, classifica-se como trinca longitudinal longa (Figura 6).

Figura 6 - Trinca isolada – longitudinal.



Fonte: DNIT (2003).

3. **Trinca de retração:** trinca isolada não estando associada aos fenômenos de fadiga e sim aos fenômenos de retração térmica ou do material, podendo ser do material do revestimento ou da base rígida ou semirrígida subjacentes ao revestimento trincado.

ii. **Trincas Interligadas:**

1. **Trinca tipo “Couro de Jacaré”:** conjunto de trincas interligadas em diversas direções, similares ao couro de jacaré. Apresentando, ou não, erosão acentuada nas bordas (Figura 7).

Figura 7 – Trinca interligada – tipo jacaré.



Fonte: DNIT (2003).

2. **Trinca tipo “Bloco”:** conjunto de trincas interligadas possuindo configuração similares a blocos formados com seus lados bem definidos, apresentando, ou não, erosão acentuada nas bordas (Figura 8).

Figura 8 - Trinca interligada – tipo bloco.



Fonte: DNIT (2003).

- 2) **Afundamento:** é a deformação permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento, podendo ser acompanhada, ou não, de levantamento. O afundamento pode apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação.
- a. **Afundamento plástico:** causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, acompanhado de levantamento. É definido como afundamento plástico local quando ocorre em extensão menor que 6 metros; é definido como afundamento plástico da trilha de roda quando a extensão for maior que 6 metros e estiver localizado ao longo da trilha de roda (Figura 9).

Figura 9 – Afundamento plástico - tipo trilha de roda.



Fonte: DNIT (2003).

- b. **Afundamento de consolidação:** é causado pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, não estando acompanhado de levantamento. É definido como afundamento de consolidação local quando ocorre em extensão menor que 6 metros; é definido como afundamento de consolidação da trilha de roda quando a extensão for maior que 6 metros e estiver localizado ao longo da trilha de roda (Figura 10).

Figura 10 – Afundamento de consolidação - tipo trilha local.



Fonte: DNIT (2003).

- 3) **Ondulação ou Corrugação:** é a deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais ao longo da superfície do pavimento (Figura 11).

Figura 11 – Ondulação.



Fonte: DNIT (2003).

- 4) **Escorregamento:** é o deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, é acompanhado do aparecimento de fendas caracterizadas por possuírem formato de meia-lua (Figura 12).

Figura 12 – Escorregamento.



Fonte: DNIT (2003).

- 5) **Exsudação:** é caracterizado pelo excesso de ligante betuminoso presente na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento (Figura 13).

Figura 13 – Exsudação.



Fonte: DNIT (2003).

- 6) **Desgaste:** efeito do arrancamento que ocorre de forma progressiva do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento, sendo provocado por esforços providos do tráfego (Figura 14).

Figura 14 – Desgaste.



Fonte: DNIT (2003).

- 7) **Panela ou buraco:** cavidade formada no revestimento causada por diversos fatores, podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, conseqüentemente, provocando a desagregação dessas camadas (Figura 15).

Figura 15 – Painela.



Fonte: DNIT (2003).

- 8) Remendo:** é caracterizado por ser a painela preenchida com uma ou mais camadas de pavimento na operação denominada de “tapa-buraco”. O remendo pode ser considerado remendo profundo e remendo superficial.
- a. **Remendo profundo:** aquele em que além da substituição do revestimento, ocorre a substituição de uma ou mais camadas inferiores do pavimento. Usualmente, apresenta forma retangular.
 - b. **Remendo superficial:** correção feita apenas na superfície do revestimento, pela aplicação de uma camada betuminosa.

Figura 16 – Defeitos diversos.



Fonte: DNIT (2003).

A tabela 1 mostra a codificação e classificação dos defeitos do pavimento flexível, de acordo com a norma DNIT, 005/2003 – TER.

Tabela 1 - Codificação e classificação dos defeitos do pavimento flexível.

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
Fissuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente 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		
"Panelas" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores					P		
Remendos			Remendo Superficial		RS		
			Remendo Profundo		RP		

Fonte: DNIT (2003).

3. METODOLOGIA

3.1. IGG (Índice de Gravidade Global)

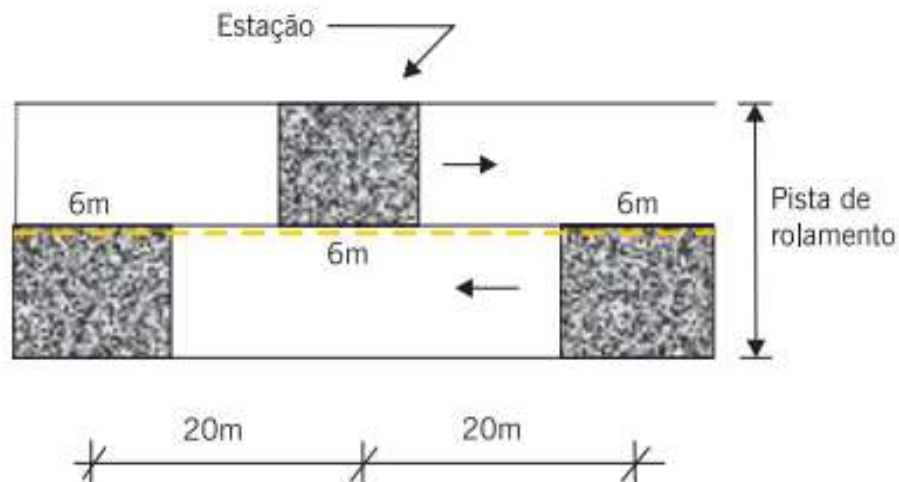
O parâmetro IGG é definido pela norma DNIT 006/2003 – PRO como sendo uma forma de avaliar objetivamente o grau de deterioração de pavimentos flexíveis e semirrígidos.

Como destaca Bernucci *et al.* (2008), para o cálculo do IGG não é analisada toda a pista de rolamento, sendo então analisada por amostragens, as quais são feitas seguindo a norma do DNIT 006/2003 – PRO. Em caso de pista simples, as estações são inventariadas a cada 20

metros, alternando-se a faixa a cada avaliação. No caso de pista dupla a cada 20 metros, na faixa mais solicitada pelo tráfego, em cada uma das pistas.

Para início da avaliação, a superfície a ser analisada totaliza 6 metros de largura, sendo 3 metros antes e 3 metros depois da estaca demarcada. Seu comprimento é igual ao da faixa avaliada. Conforme ilustrado na figura 17.

Figura 17 - Exemplo de demarcação de áreas para inventário de defeitos.



Fonte: Bernucci *et al* (2008).

Para o cálculo do IGG, é preciso calcular também o Índice de Gravidade Individual de cada um dos defeitos encontrados. Através da equação abaixo, fornecida pela norma DNIT 006/2003 – PRO:

$$IGI = f_r \times f_p$$

Onde:

f_r = frequência relativa;

f_p = fator de ponderação.

A frequência absoluta (f_a) corresponde ao número de vezes em que a ocorrência foi verificada. A frequência relativa (f_r) é obtida através da fórmula:

$$f_r = \frac{f_a \times 100}{n}$$

Onde:

f_r = frequência relativa;

f_a = frequência absoluta;

n = número de estações inventariadas.

Para o fator de ponderação a ser utilizado, é possível obter seus valores através da tabela 2:

Tabela 2 - Valor do Fator de Ponderação.

Ocorrência Tipo	Codificação de ocorrências de acordo com a Norma DNIT 005/2002-TER “Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia” (ver item 6.4 e Anexo D)	Fator de Ponderação fp
1	Fissuras e Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	0,2
2	FC-2 (J e TB)	0,5
3	FC-3 (JE e TBE) NOTA:Para efeito de ponderação quando em uma mesma estação forem constatadas ocorrências tipos 1, 2 e 3, só considerar as do tipo 3 para o cálculo da frequência relativa em percentagem (fr) e Índice de Gravidade Individual (IGI); do mesmo modo, quando forem verificadas ocorrências tipos 1 e 2 em uma mesma estação, só considerar as do tipo 2.	0,8
4	ALP, ATP e ALC, ATC	0,9
5	O, P, E	1,0
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Fonte: DNIT (2003).

O Índice de Gravidade Global (IGG) é obtido por meio da fórmula:

$$IGG = \sum IGI$$

Onde:

$\sum IGI$ = somatório dos Índices de Gravidade Individuais.

A classificação da qualidade da superfície do pavimento em função da ocorrência de defeitos pode ser feita através do IGG, sendo o mesmo utilizado para indicar as condições do pavimento para possíveis medidas necessárias de restauro. A tabela 3 apresenta a classificação do grau de degradação do pavimento através dos limites do IGG.

Tabela 3 – Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG.

Conceitos	Limites
Ótimo	$0 < IGG \leq 20$
Bom	$20 < IGG \leq 40$
Regular	$40 < IGG \leq 80$
Ruim	$80 < IGG \leq 160$
Péssimo	$IGG > 160$

Fonte: DNIT (2003).

3.2. Justificativa de escolha do método

A escolha do método deu-se por sua simplicidade de aplicação, facilidade na realização das análises e resultados rápidos, possibilitando uma avaliação da via sem necessidade de muitos instrumentos ou equipamentos sofisticados.

Entretanto, por se tratar de um método de avaliação de forma objetiva, dependendo da complexidade e da frequência de ocorrência das manifestações patológicas associadas principalmente a afundamentos, pode ser necessária a utilização de um método complementar para confirmar a preciosidade da avaliação, levando em consideração também que pela distância entre as estações definidas em norma, as áreas avaliadas em certos momentos podem não abranger o trecho em pior estado da via.

3.3. Área de Investigação

Para este estudo, escolheu-se um trecho de, aproximadamente, 460 metros de comprimento na Rua 1, situada no campus Marco Zero, da Universidade Federal do Amapá – UNIFAP. Sendo a única via de acesso aos blocos Ciências Ambientais, Educação Física, Letras e Artes, Engenharia Elétrica e à pista de atletismo do Campus. Também é a única via que possibilita acesso interno entre a Universidade e o Hospital Universitário, conforme a figura 18.

Figura 18 – Perímetro de Avaliação.



Fonte: Google Maps (2022).

A via é muito utilizada pelos usuários do Campus, principalmente para acessar os blocos abrangidos pelo trecho estudado. Por esse motivo a via passou por um processo de recapeamento durante o ano de 2020, para melhor atender aos seus usuários.

3.4. Caracterização do tráfego

O tráfego na área de investigação é caracterizado como um tráfego leve, de utilização, em sua maioria, por carros de passeio para acesso aos prédios presentes na área. Todavia, em alguns momentos do dia, a via recebe veículos pesados, como os ônibus da Universidade, tendo em vista que a via analisada é a única de acesso à garagem do Campus. Também há a presença de maquinários na via, em certas ocasiões, para a execução de obras de engenharia.

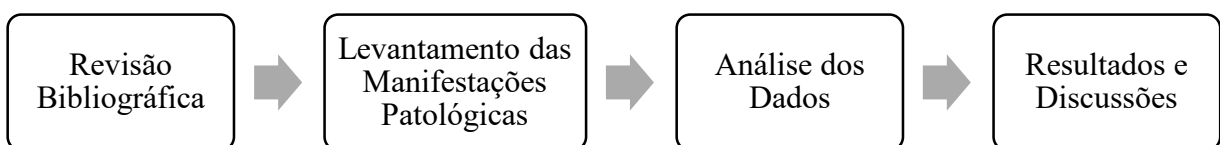
3.5. Fluxograma de Trabalho

Para iniciar a o estudo de caso da pista a ser avaliada, as normas 005 e 006 do DNIT foram utilizadas para revisão bibliográfica, assim como leitura de artigos e materiais relacionados ao conteúdo para entendimento da execução da avaliação a ser executada.

Após a ciência da metodologia a ser utilizada, executou-se os levantamentos “in loco” das manifestações patológicas encontradas no trecho viário escolhido, efetuando os devidos registros descritivos e fotográficos.

Finalizada a parte dos registros e anotações, seguiu-se para a interpretação dos dados e início dos cálculos dos parâmetros necessários, de acordo com o DNIT, para a correta avaliação do pavimento escolhido para análise, tendo assim os devidos resultados e discussões a respeito do estudo de caso (Figura 19).

Figura 19 - Fluxograma de Trabalho.



Fonte: Própria (2022).

3.6. Instrumentação

A avaliação foi realizada com o auxílio de uma câmera fotográfica, um fissurômetro, conforme figura 20, formulários e planilhas (normativos), trena de fibra de vidro 50 metros, conforme figura 21, trena metálica de 5 metros, conforme figura 22, fita crepe 24 mm x 50 metros, conforme figura 23.

Figura 20 – Fissurômetro utilizado.



Fonte: Própria (2022).

Figura 21 – Trena de fibra de vidro de 50 metros utilizada.



Fonte: Própria (2022).

Figura 22 – Trena metálica de 5 metros utilizada.



Fonte: Própria (2022).

Figura 23 – Fitas crepe utilizadas.



Fonte: Própria (2022).

3.7. Definição do sentido da superfície de avaliação

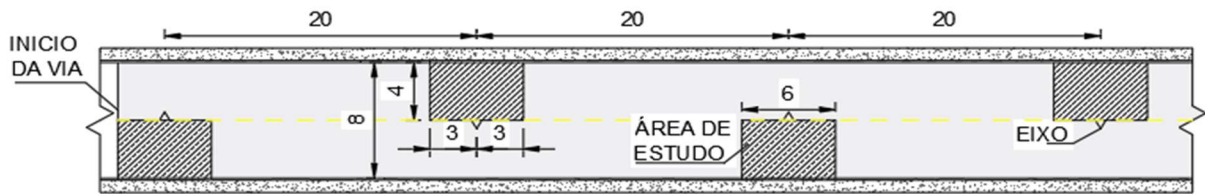
Para o sentido de avaliação da via, adotou-se o ponto de início partindo do Bloco de Engenharia Elétrica em direção ao prédio do Departamento de Registro e Controle Acadêmico (DERCA) do Campus Marco Zero. As áreas a serem avaliadas seguiram o estabelecido na norma do DNIT 006/2003, sendo demarcadas a cada 20 metros, totalizando 23 áreas avaliadas, com dimensões de 6,00m x 4,00m (24,00 m²). A figura 24 ilustra o sentido utilizado para a execução das avaliações e figura 25 ilustra o esquema adotado de demarcação da superfície de avaliação.

Figura 24 – Sentido da superfície de avaliação do pavimento.



Fonte: Google Maps (2022).

Figura 25 – Esquema de demarcação das superfícies de avaliação.



Fonte: Própria (2022).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando o trecho a ser estudado, serão apresentadas, em cada uma das 23 áreas avaliadas, as manifestações patológicas encontradas, identificadas através de imagens e classificadas conforme as diretrizes de avaliação funcional objetiva de pavimentos flexíveis.

4.1 Condições e Classificações

Figura 26 – Área de avaliação 1.



Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 1 (Figura 26), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Trinca Isolada Longitudinal Curta (TLC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão menor que 100 cm (CNT, 2017, p. 84), conforme figura 27.

Figura 27 – Trinca Isolada Longitudinal Curta – Área de avaliação 1.



Fonte: Própria (2022).

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 28.

Figura 28 – Desgaste – Área de avaliação 1.



Fonte: Própria (2022).

Na área avaliada, encontrou-se as trincas isoladas e o desgaste, havendo a predominância do desgaste no pavimento, como pode-se ver nas imagens acima, estando a estação bastante desgastada para o fluxo de veículos existente no perímetro, visto que naquela área quase não se passa veículos, por ser considerada fim da pista.

Figura 29 – Área de avaliação 2.



Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 2 (Figura 29), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Trinca Isolada Transversal Curta (TTC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão menor que 100 cm (CNT, 2017, p. 83), conforme figura 30.

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 30.

Figura 30 – Trinca Isolada Transversal Curta e Desgaste - Área de avaliação 2.



Fonte: Própria (2022).

Também houve a predominância do desgaste no pavimento, não tão acentuado quanto a área de avaliação 1.

Figura 31 – Área de avaliação 3.



Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 3 (Figura 31), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Trinca Isolada Transversal Curta (TTC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão menor que 100 cm (CNT, 2017, p. 83), conforme figura 32.

Trinca Isolada Longitudinal Curta (TLC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão menor que 100 cm (CNT, 2017, p. 84), conforme figura 32.

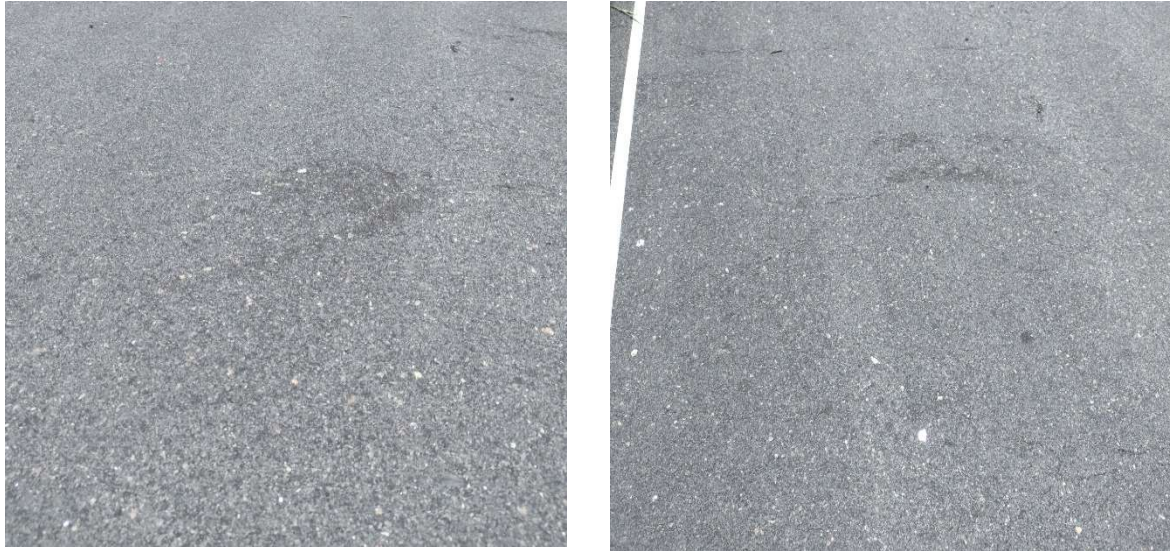
Figura 32 – Trinca Isolada Transversal e Longitudinal Curta - Área de avaliação 3.



Fonte: Própria (2022).

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 33.

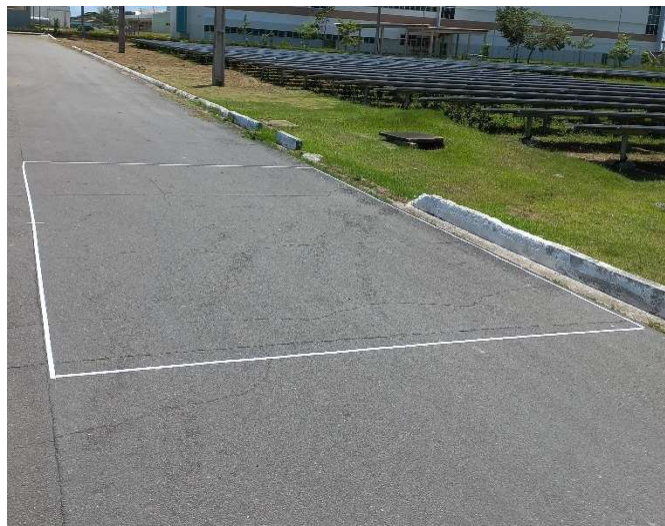
Figura 33 – Desgaste – Área de avaliação 3.



Fonte: Própria (2022).

Nesta área de avaliação, as trincas transversais e longitudinais estão presentes em vários pontos, mas sempre sendo curtas. O desgaste também é visivelmente identificado.

Figura 34 – Área de avaliação 4.



Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 4 (Figura 34), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Trincas Interligadas Tipo “Bloco” (TB), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta blocos retangulares bem definidos (CNT, 2017, p. 86), conforme figura 35.

Figura 35 – Trinca Interligada Tipo “Bloco” - Área de avaliação 4.



Fonte: Própria (2022).

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 36.

Figura 36 – Desgaste - Área de avaliação 4.



Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 4, conseguiu-se identificar as trincas interligadas tipo “bloco” ao longo de toda a estação, sendo bem acentuadas. O desgaste também está presente, assim como nas estações anteriores.

Figura 37 – Área de avaliação 5.

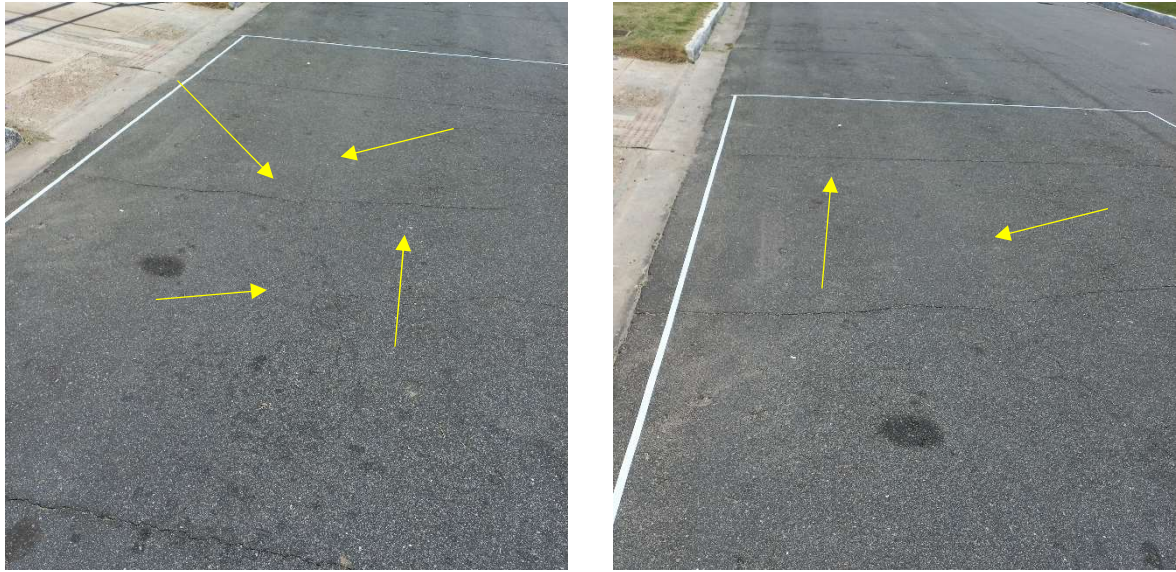


Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 5 (Figura 37), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Trincas Interligadas Tipo “Bloco” (TB), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta blocos retangulares bem definidos (CNT, 2017, p. 86), conforme figura 38.

Figura 38 – Trinca Interligada Tipo “Bloco” - Área de avaliação 5.



Fonte: Própria (2022).

Trinca Isolada Transversal Longa (TTL), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão maior que 100 cm (CNT, 2017, p. 83), conforme figura 39.

Figura 39 - Trinca Isolada Transversal Longa - Área de avaliação 5.



Fonte: Própria (2022).

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 40.

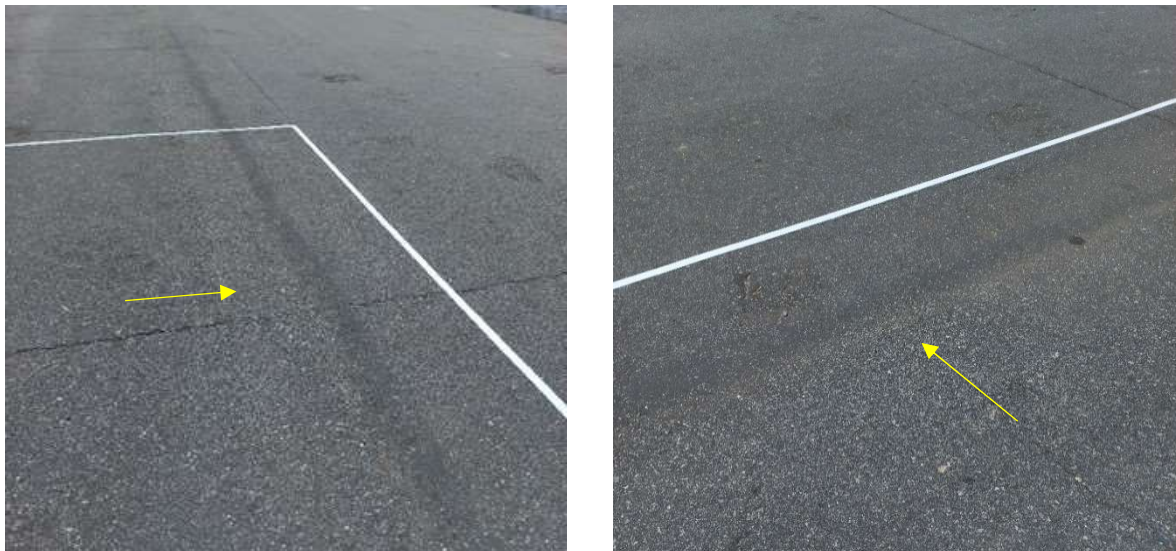
Figura 40 – Desgaste - Área de avaliação 5.



Fonte: Própria (2022).

Afundamento de Consolidação de Trilho de Roda (ATC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica se caracteriza pela deformação permanente causada por depressão da superfície do pavimento sem a presença de compensação volumétrica lateral. Estando localizado ao longo do trilho de roda. (CNT, 2017, p. 88), conforme figura 41.

Figura 41 – Afundamento de Consolidação de Trilho de Roda - Área de avaliação 5.



Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 5, foi possível identificar um maior número de manifestações patológicas. As trincas tipo “bloco” continuam presentes nessa estação, também pôde-se identificar trincas transversais longas, estando presentes de uma extremidade a outra da estação.

Percebe-se também o desgaste acentuado e a aparição de afundamento de trilho de roda na área avaliada, a qual fica localizada em frente ao bloco de Engenharia Elétrica do campus.

Figura 42 – Área de avaliação 6.



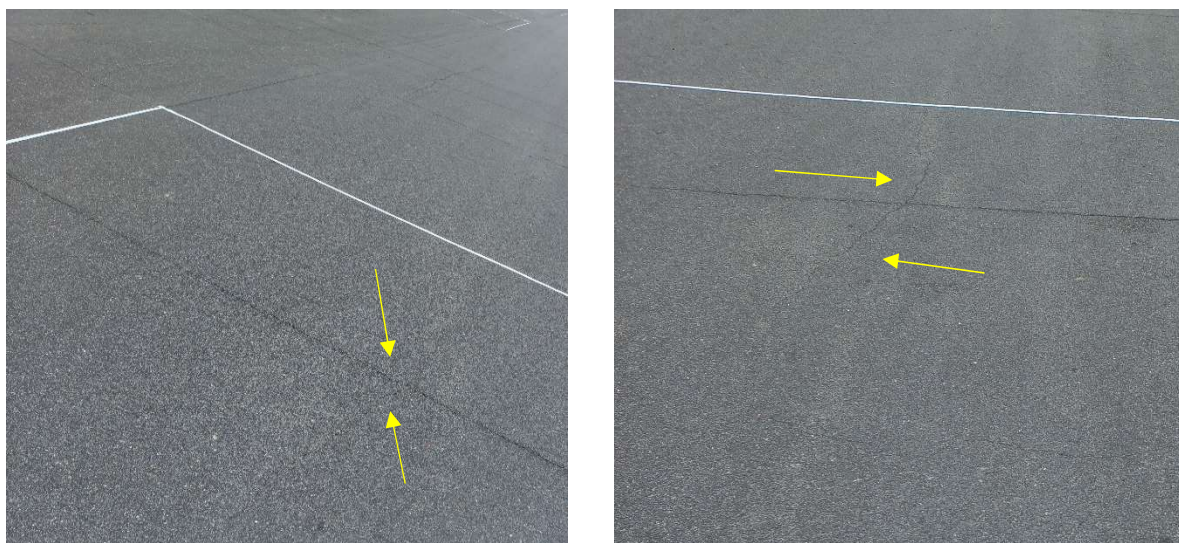
Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 6 (Figura 42), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Trinca Isolada Longitudinal Longa (TLL), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão maior que 100 cm (CNT, 2017, p. 84), conforme figura 43.

Trinca Isolada Transversal Longa (TTL), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão maior que 100 cm (CNT, 2017, p. 83), conforme figura 43.

Figura 43 – Trinca Isolada Longitudinal e Transversal Longa - Área de avaliação 6.



Fonte: Própria (2022).

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 44.

Figura 44 – Desgaste - Área de avaliação 6.



Fonte: Própria (2022).

Nesta área avaliada, foi possível identificar as trincas longitudinais e transversais longas, sendo as transversais presentes de uma extremidade a outra. Também se observou o desgaste na área.

Figura 45 – Área de avaliação 7.



Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 7 (Figura 45), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Trinca Isolada Longitudinal Longa (TLL), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão maior que 100 cm (CNT, 2017, p. 84), conforme figura 46.

Trinca Isolada Transversal Longa (TTL), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão maior que 100 cm (CNT, 2017, p. 83), conforme figura 46.

Figura 46 – Trinca Isolada Longitudinal e Transversal Longa - Área de avaliação 7.



Fonte: Própria (2022).

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 47.

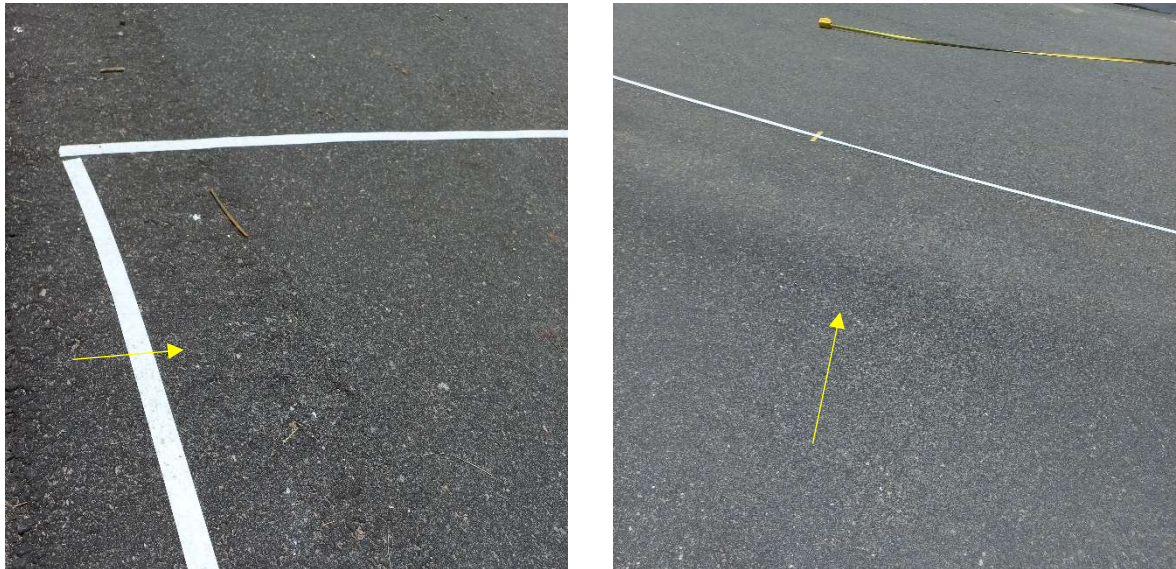
Figura 47 – Desgaste - Área de avaliação 7.



Fonte: Própria (2022).

Afundamento de Consolidação de Trilho de Roda (ATC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica se caracteriza pela deformação permanente causada por depressão da superfície do pavimento sem a presença de compensação volumétrica lateral. Estando localizado ao longo do trilho de roda. (CNT, 2017, p. 88), conforme figura 48.

Figura 48 – Afundamento de Consolidação de Trilho de Roda - Área de avaliação 7.



Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 7, também se identificou as trincais longitudinais e transversais longas. O desgaste e o afundamento de trilho de roda também estão presentes nessa estação.

Figura 49 – Área de avaliação 8.



Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 8 (Figura 49), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Trinca Isolada Transversal Longa (TTL), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão maior que 100 cm (CNT, 2017, p. 83), conforme figura 50.

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 50.

Figura 50 – Trinca Isolada Transversal Longa e Desgaste - Área de avaliação 8.



Fonte: Própria (2022).

Na área avaliada, identificou-se as trincais transversais longas ocorrendo algumas vezes. O desgaste também está presente.

Figura 51 – Área de avaliação 9.



Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 9 (Figura 51), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Trinca Isolada Longitudinal Longa (TLL), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão maior que 100 cm (CNT, 2017, p. 84), conforme figura 52.

Trinca Isolada Transversal Longa (TTL), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão maior que 100 cm (CNT, 2017, p. 83), conforme figura 52.

Figura 52 – Trinca Isolada Longitudinal e Transversal Longa - Área de avaliação 9.



Fonte: Própria (2022).

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 53.

Afundamento de Consolidação de Trilho de Roda (ATC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica se caracteriza pela deformação permanente causada por depressão da superfície do pavimento sem a presença de compensação volumétrica lateral. Estando localizado ao longo do trilho de roda. (CNT, 2017, p. 88), conforme figura 53.

Figura 53 – Desgaste, Afundamento de Trilho de Roda e Trinca Transversal Longa - Área de avaliação 9.



Fonte: Própria (2022).

Na área 9, encontrou-se mais uma vez as trincas longitudinais e transversais longas, o desgaste e o afundamento de trilho de roda.

Figura 54 – Área de avaliação 10.



Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 10 (Figura 54), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Trinca Isolada Longitudinal Longa (TLL), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão maior que 100 cm (CNT, 2017, p. 84), conforme figura 55.

Trinca Isolada Transversal Longa (TTL), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão maior que 100 cm (CNT, 2017, p. 83), conforme figura 55.

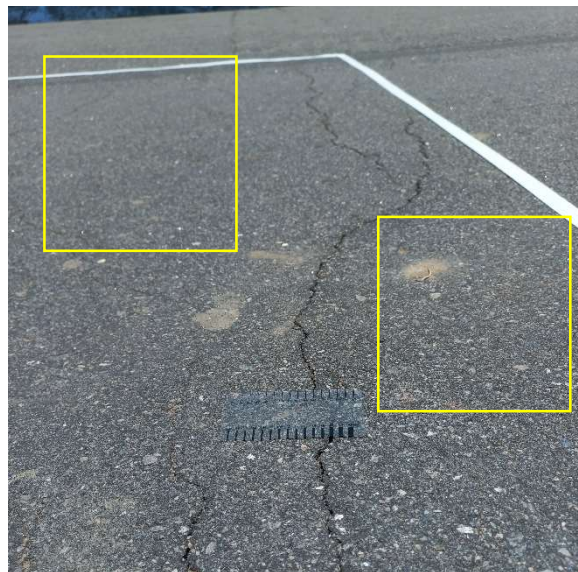
Figura 55 – Trinca Isolada Longitudinal e Transversal Longa - Área de avaliação 10.



Fonte: Própria (2022).

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 56.

Figura 56 – Desgaste - Área de avaliação 10.



Fonte: Própria (2022).

Afundamento de Consolidação de Trilho de Roda (ATC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica se caracteriza pela deformação permanente causada por

depressão da superfície do pavimento sem a presença de compensação volumétrica lateral. Estando localizado ao longo do trilho de roda. (CNT, 2017, p. 88), conforme figura 57.

Figura 57 – Afundamento de Trilho de Roda - Área de avaliação 10.



Fonte: Própria (2022).

Nesta área avaliada, foram encontrados diversos tipos de manifestações patológicas, estando presentes as trincas isoladas longas, longitudinais e transversais, sendo encontradas em mais de um ponto. Também pôde-se visualizar a presença do desgaste mais uma vez, além do afundamento de trilho de roda, que também está presente no trecho.

Figura 58 – Área de avaliação 11.

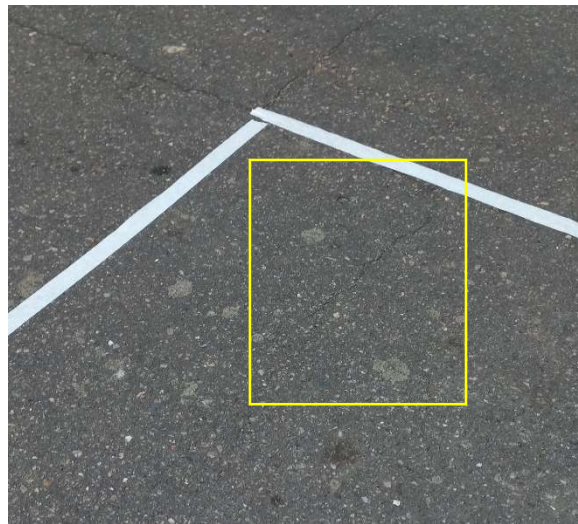


Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 11 (Figura 58), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Trincas Isoladas Transversal Curtas (TTC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão menor que 100 cm (CNT, 2017, p. 83), conforme figura 59.

Figura 59 – Trinca Isolada Transversal Curta - Área de avaliação 11.



Fonte: Própria (2022).

Trinca Isolada Transversal Longa (TTL), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão maior que 100 cm (CNT, 2017, p. 83), conforme figura 60.

Figura 60 – Trinca Isolada Transversal Longa - Área de avaliação 11.



Fonte: Própria (2022).

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 61.

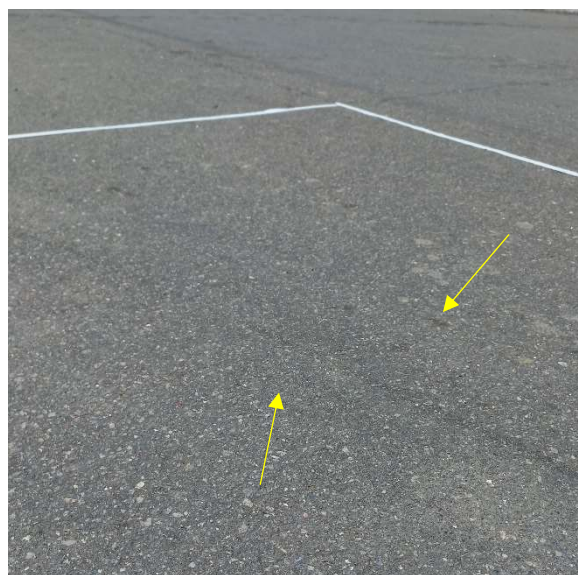
Figura 61 – Desgaste - Área de avaliação 11.



Fonte: Própria (2022).

Afundamento de Consolidação de Trilho de Roda (ATC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica se caracteriza pela deformação permanente causada por depressão da superfície do pavimento sem a presença de compensação volumétrica lateral. Estando localizado ao longo do trilho de roda. (CNT, 2017, p. 88), conforme figura 62.

Figura 62 – Afundamento de Trilho de Roda - Área de avaliação 11.



Fonte: Própria (2022).

Na área 11, foram encontradas trincas transversais curtas e longas, sendo que as longas atravessam a delimitação da estação analisada, além do desgaste também presente e do afundamento de trilho de roda.

Figura 63 – Área de avaliação 12.



Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 12 (Figura 63), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Trinca Isolada Longitudinal Longa (TLL), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão maior que 100 cm (CNT, 2017, p. 84), conforme figura 64.

Trinca Isolada Transversal Longa (TTL), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão maior que 100 cm (CNT, 2017, p. 83), conforme figura 64.

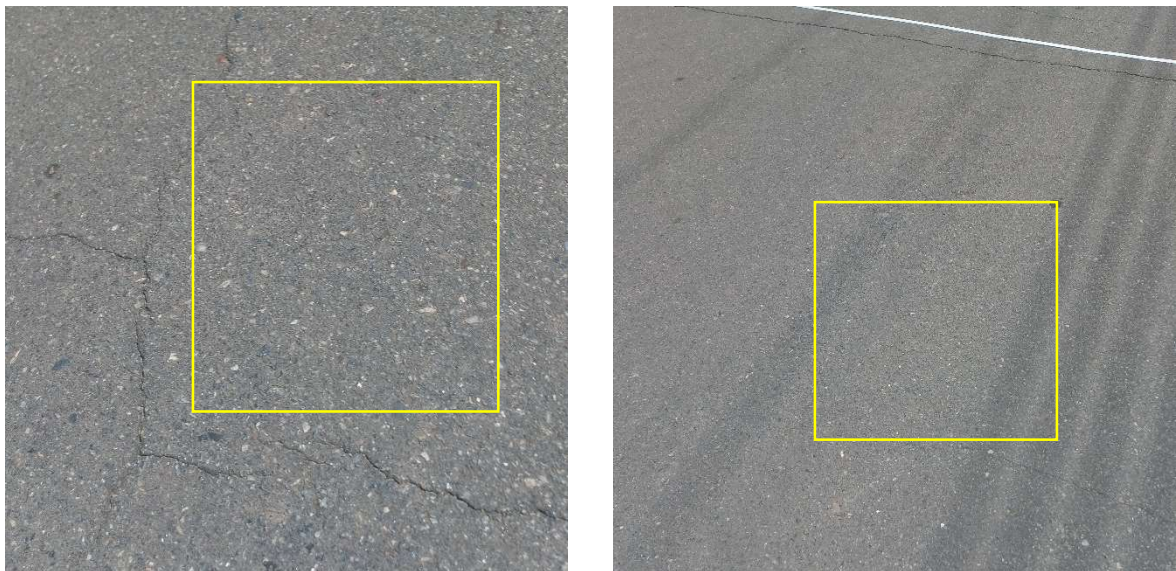
Figura 64 – Trinca Isolada Longitudinal e Transversal Longa - Área de avaliação 12.



Fonte: Própria (2022).

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 65.

Figura 65 – Desgaste - Área de avaliação 12.



Fonte: Própria (2022).

Afundamento de Consolidação de Trilho de Roda (ATC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica se caracteriza pela deformação permanente causada por depressão da superfície do pavimento sem a presença de compensação volumétrica lateral. Estando localizado ao longo do trilho de roda. (CNT, 2017, p. 88), conforme figura 66.

Figura 66 – Afundamento de Trilho de Roda - Área de avaliação 12.



Fonte: Própria (2022).

Na estação 12, também se encontraram as trincas longas, transversais e longitudinais, o desgaste e o afundamento de trilho de roda.

Figura 67 – Área de avaliação 13.



Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 13 (Figura 67), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Trinca Isolada Longitudinal Longa (TLL), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão maior que 100 cm (CNT, 2017, p. 84), conforme figura 68.

Trinca Isolada Transversal Longa (TTL), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão maior que 100 cm (CNT, 2017, p. 83), conforme figura 68.

Figura 68 – Trinca Isolada Longitudinal e Transversal Longa - Área de avaliação 13.



Fonte: Própria (2022).

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 69.

Figura 69 – Desgaste - Área de avaliação 13.



Fonte: Própria (2022).

Afundamento de Consolidação de Trilho de Roda (ATC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica se caracteriza pela deformação permanente causada por depressão da superfície do pavimento sem a presença de compensação volumétrica lateral. Estando localizado ao longo do trilho de roda. (CNT, 2017, p. 88), conforme figura 70.

Figura 70 – Afundamento de Trilho de Roda - Área de avaliação 13.



Fonte: Própria (2022).

Na estação 13, se encontraram as mesmas manifestações patológicas anteriores.

Figura 71 – Área de avaliação 14.



Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 14 (Figura 71), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Trinca Isolada Longitudinal Longa (TLL), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão maior que 100 cm (CNT, 2017, p. 84), conforme figura 72.

Trinca Isolada Transversal Longa (TTL), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão maior que 100 cm (CNT, 2017, p. 83), conforme figura 72.

Figura 72 – Trinca Isolada Longitudinal e Transversal Longa - Área de avaliação 14.



Fonte: Própria (2022).

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 73.

Figura 73 – Desgaste - Área de avaliação 14.



Fonte: Própria (2022).

Afundamento de Consolidação de Trilho de Roda (ATC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica se caracteriza pela deformação permanente causada por depressão da superfície do pavimento sem a presença de compensação volumétrica lateral. Estando localizado ao longo do trilho de roda. (CNT, 2017, p. 88), conforme figura 74.

Figura 74 – Afundamento de Trilho de Roda - Área de avaliação 14.



Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 14, permaneceram aparecendo as manifestações patológicas encontradas nas áreas anteriores.

Figura 75 – Área de avaliação 15.



Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 15 (Figura 75), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Trinca Isolada Longitudinal Longa (TLL), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão maior que 100 cm (CNT, 2017, p. 84), conforme figura 76.

Trinca Isolada Transversal Longa (TTL), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão maior que 100 cm (CNT, 2017, p. 83), conforme figura 76.

Figura 76 – Trinca Isolada Longitudinal e Transversal Longa - Área de avaliação 15.



Fonte: Própria (2022).

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 77.

Figura 77 – Desgaste - Área de avaliação 15.



Fonte: Própria (2022).

Afundamento de Consolidação de Trilho de Roda (ATC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica se caracteriza pela deformação permanente causada por depressão da superfície do pavimento sem a presença de compensação volumétrica lateral. Estando localizado ao longo do trilho de roda. (CNT, 2017, p. 88), conforme figura 78.

Figura 78 – Afundamento de Trilho de Roda - Área de avaliação 15.



Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 15, também continuaram aparecendo as manifestações patológicas encontradas anteriormente, sendo as trincas longas, longitudinais e transversais, o desgaste e o afundamento de trilho de roda.

Figura 79 – Área de avaliação 16.



Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 16 (Figura 79), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 80.

Figura 80 – Desgaste - Área de avaliação 16.



Fonte: Própria (2022).

A única manifestação patológica encontrada na área 16, foi o desgaste da superfície do pavimento.

Figura 81 – Área de avaliação 17.

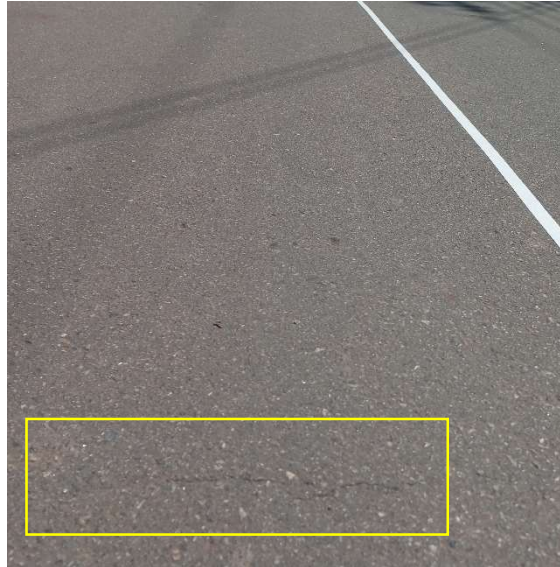


Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 17 (Figura 81), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Trinca Isolada Transversal Curta (TTC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão menor que 100 cm (CNT, 2017, p. 83), conforme figura 82.

Figura 82 – Trinca Isolada Transversal Curta - Área de avaliação 17.



Fonte: Própria (2022).

Trinca Isolada Longitudinal Curta (TLC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão menor que 100 cm (CNT, 2017, p. 84), conforme figura 83.

Figura 83 – Trinca Isolada Longitudinal Curta - Área de avaliação 17.



Fonte: Própria (2022).

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 84.

Afundamento de Consolidação de Trilho de Roda (ATC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica se caracteriza pela deformação permanente causada por depressão da superfície do pavimento sem a presença de compensação volumétrica lateral. Estando localizado ao longo do trilho de roda. (CNT, 2017, p. 88), conforme figura 84.

Figura 84 – Desgaste e Afundamento de Trilho de Roda - Área de avaliação 17.



Fonte: Própria (2022).

Na estação 17, as manifestações patológicas encontradas foram as trincas curtas em alguns pontos, longitudinais e transversais, além do desgaste e afundamento de trilho de roda.

Figura 85 – Área de avaliação 18.



Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 18 (Figura 85), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Trinca Isolada Longitudinal Curta (TLC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão menor que 100 cm (CNT, 2017, p. 84), conforme figura 86.

Figura 86 – Trinca Isolada Longitudinal Curta - Área de avaliação 18.



Fonte: Própria (2022).

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 87.

Figura 87 – Desgaste - Área de avaliação 18.



Fonte: Própria (2022).

Nesta área, encontraram-se trincas longitudinais curtas e o desgaste.

Figura 88 – Área de avaliação 19.

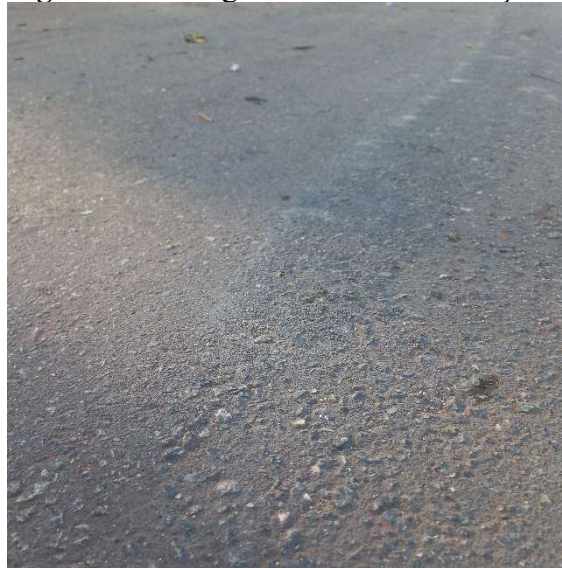


Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 19 (Figura 88), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 89.

Figura 89 – Desgaste - Área de avaliação 19.



Fonte: Própria (2022).

Afundamento de Consolidação de Trilho de Roda (ATC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica se caracteriza pela deformação permanente causada por

depressão da superfície do pavimento sem a presença de compensação volumétrica lateral. Estando localizado ao longo do trilho de roda. (CNT, 2017, p. 88), conforme figura 90.

Figura 90 – Afundamento de Trilho de Roda - Área de avaliação 19.



Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 19, estão presentes o desgaste e o afundamento de trilho de roda, ambos de maneira acentuada.

Figura 91 – Área de avaliação 20.

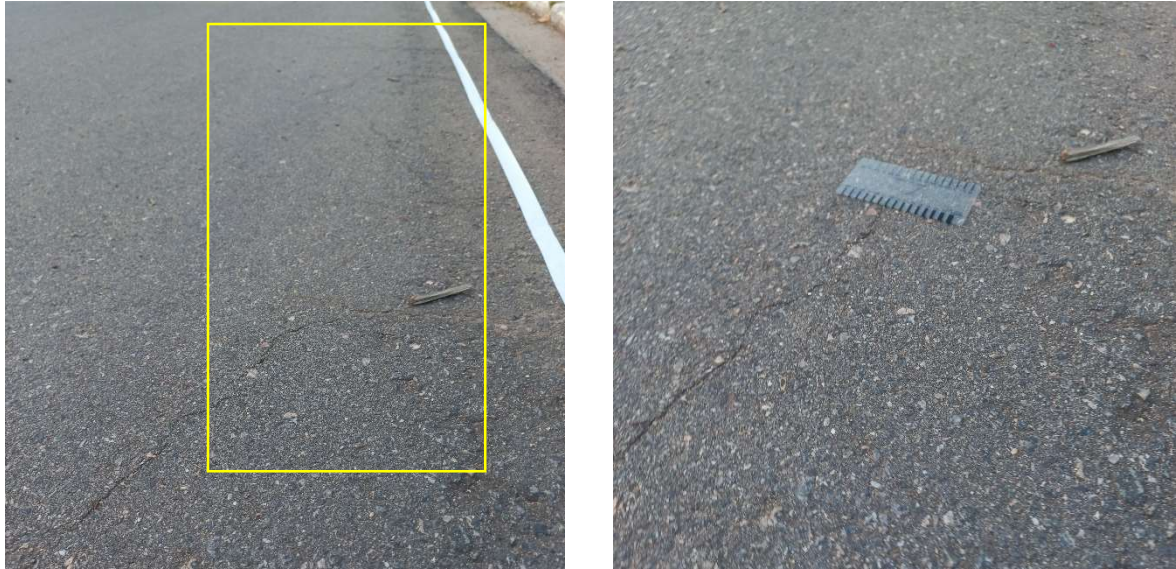


Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 20 (Figura 91), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Trinca Isolada Transversal Longa (TTL), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão maior que 100 cm (CNT, 2017, p. 83), conforme figura 92.

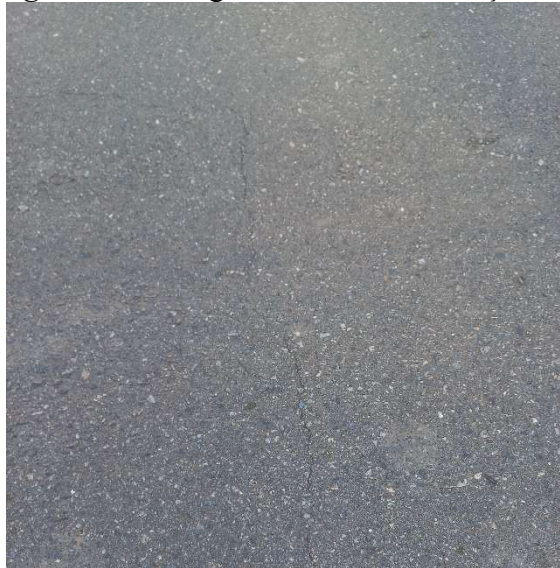
Figura 92 – Trinca Isolada Longitudinal Longa - Área de avaliação 20.



Fonte: Própria (2022).

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 93.

Figura 93 – Desgaste - Área de avaliação 20.



Fonte: Própria (2022).

Nesta estação, encontrou-se trinca longitudinal longa em alguns pontos e o desgaste presente em toda a área demarcada.

Figura 94 – Área de avaliação 21.



Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 21 (Figura 94), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Trincas Interligadas Tipo “Bloco” (TB), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta blocos retangulares bem definidos (CNT, 2017, p. 86), conforme figura 95.

Figura 95 – Trinca Interligada Tipo “Bloco” - Área de avaliação 21.



Fonte: Própria (2022).

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 96.

Figura 96 – Desgaste - Área de avaliação 21.



Fonte: Própria (2022).

Afundamento de Consolidação de Trilho de Roda (ATC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica se caracteriza pela deformação permanente causada por depressão da superfície do pavimento sem a presença de compensação volumétrica lateral. Estando localizado ao longo do trilho de roda. (CNT, 2017, p. 88), conforme figura 97.

Figura 97 – Afundamento de Consolidação de Trilho de Roda - Área de avaliação 21.



Fonte: Própria (2022).

Na área 21, as trincas tipo “bloco” voltaram a aparecer, estando presentes em toda a área delimitada. O desgaste e o afundamento de trilho de roda também estão presentes na estação analisada.

Figura 98 – Área de avaliação 22.

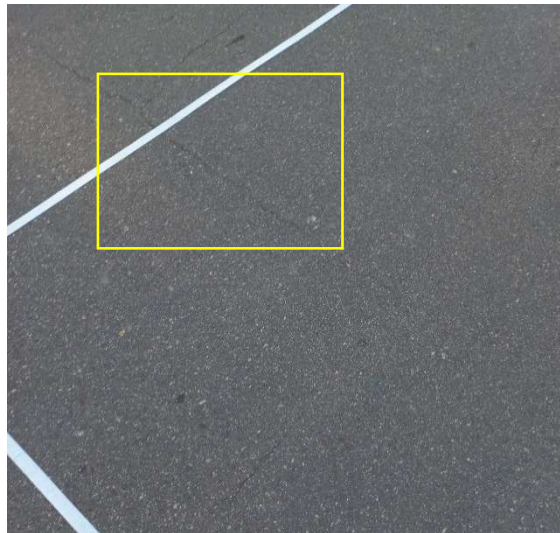


Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 22 (Figura 98), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Trinca Isolada Transversal Curta (TTC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão menor que 100 cm (CNT, 2017, p. 83), conforme figura 99.

Figura 99 – Trinca Isolada Transversal Curta - Área de avaliação 22.



Fonte: Própria (2022).

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 100.

Figura 100 – Desgaste - Área de avaliação 22.



Fonte: Própria (2022).

Afundamento de Consolidação de Trilho de Roda (ATC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica se caracteriza pela deformação permanente causada por depressão da superfície do pavimento sem a presença de compensação volumétrica lateral. Estando localizado ao longo do trilho de roda. (CNT, 2017, p. 88), conforme figura 101.

Figura 101 – Afundamento de Trilho de Roda - Área de avaliação 22.



Fonte: Própria (2022).

Na área 22, estão presentes trincas transversais curtas, desgaste e afundamento de trilho de roda.

Figura 102 – Área de avaliação 23.

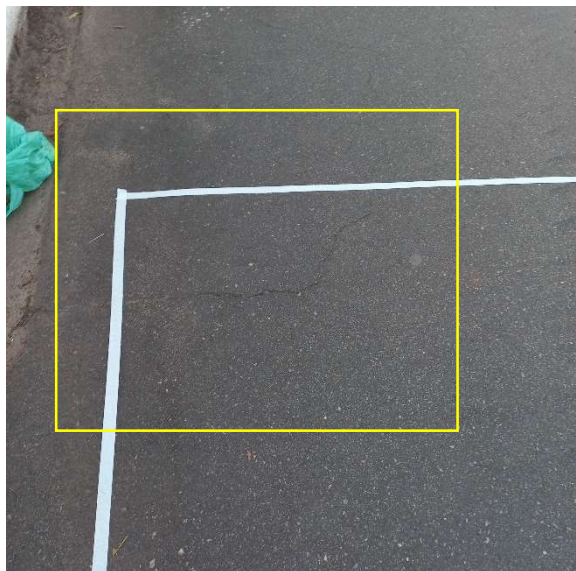


Fonte: Própria (2022).

Na área de avaliação 23 (Figura 102), foram encontradas as seguintes manifestações patológicas:

Trinca Isolada Transversal Curta (TTC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão menor que 100 cm (CNT, 2017, p. 83), conforme figura 103.

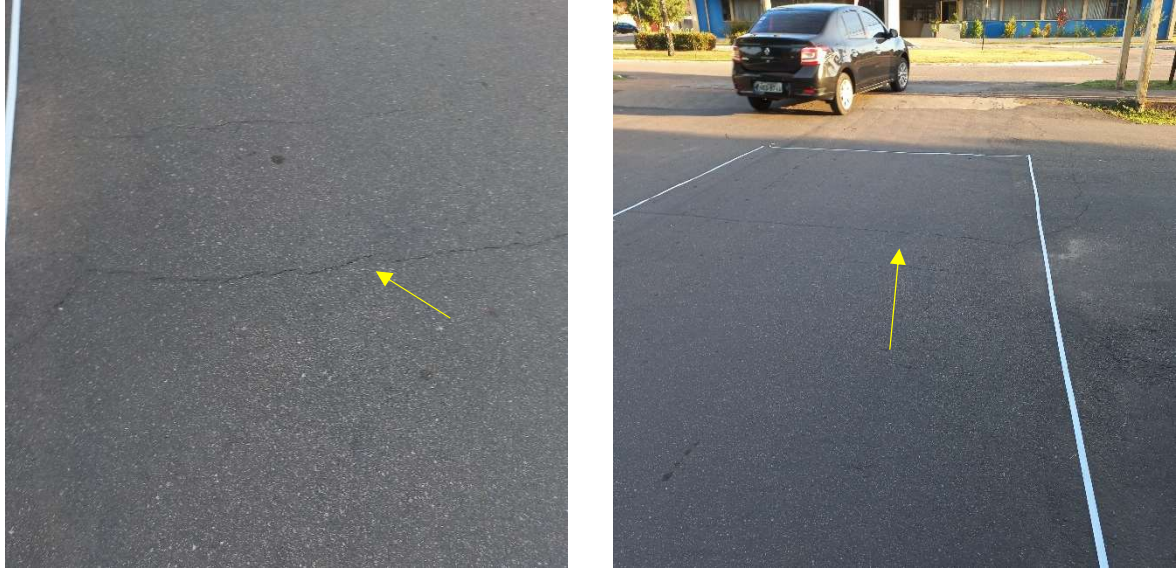
Figura 103 – Trinca Isolada Transversal Curta - Área de avaliação 23.



Fonte: Própria (2022).

Trinca Isolada Transversal Longa (TTL), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica apresenta extensão maior que 100 cm (CNT, 2017, p. 83), conforme figura 104.

Figura 104 – Trinca Isolada Transversal Longa - Área de avaliação 23.



Fonte: Própria (2022).

Desgaste (D), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica causa aspereza na superfície do revestimento (CNT, 2017, p. 92), conforme figura 105.

Figura 105 – Desgaste - Área de avaliação 23.



Fonte: Própria (2022).

Afundamento de Consolidação de Trilho de Roda (ATC), (DNIT 005/2003 – TER): esse tipo de manifestação patológica se caracteriza pela deformação permanente causada por depressão da superfície do pavimento sem a presença de compensação volumétrica lateral. Estando localizado ao longo do trilho de roda. (CNT, 2017, p. 88), conforme figura 106.

Figura 106 – Afundamento de Trilho de Roda - Área de avaliação 23.



Fonte: Própria (2022).

Na última estação analisada, pôde-se encontrar as trincas transversais, curtas e longas, ao longo do trecho, o desgaste, presente em todas as estações, e o afundamento de trilho de roda.

4.2 Cálculo do Índice de Gravidade Individual (IGI) e Índice de Gravidade Global (IGG)

Para a realização do cálculo do (IGI), utilizou-se os parâmetros de norma já mencionados na metodologia. Dessa forma, todos os dados das áreas avaliadas foram colocados na tabela 4 para melhor interpretação dos resultados e facilitação dos cálculos a serem feitos:

Tabela 4 – Cálculo do IGI e IGG.

Patologias em Pavimentos	Ocorrências nas estações	Frequência absoluta	Frequência relativa	Fator de ponderação	IGI
Trincas Transversais Curtas (TTC)	2, 3, 11, 17, 22, 23	6	26,09	0,2	5,22
Trincas Transversais Longas (TTL)	5-15, 23	12	52,17	0,2	10,43
Trincas Longitudinais Curtas (TLC)	1, 3, 17, 18	4	17,39	0,2	3,48
Trincas Longitudinais Longas (TLL)	6, 7, 9, 10, 12-15, 20	9	39,13	0,2	7,83
Trincas Interligadas Tipo Bloco (TB), de Classe FC-2	4, 5, 21	3	13,04	0,5	6,52
Afundamento de Consolidação de Trilha (ACT)	5,7, 9-15, 17, 19, 21-23	14	60,87	0,9	54,78
Desgaste acentuado na superfície do revestimento (D)	1-23	23	100,00	0,3	30,00
IGG					118,26

Fonte: Própria (2022).

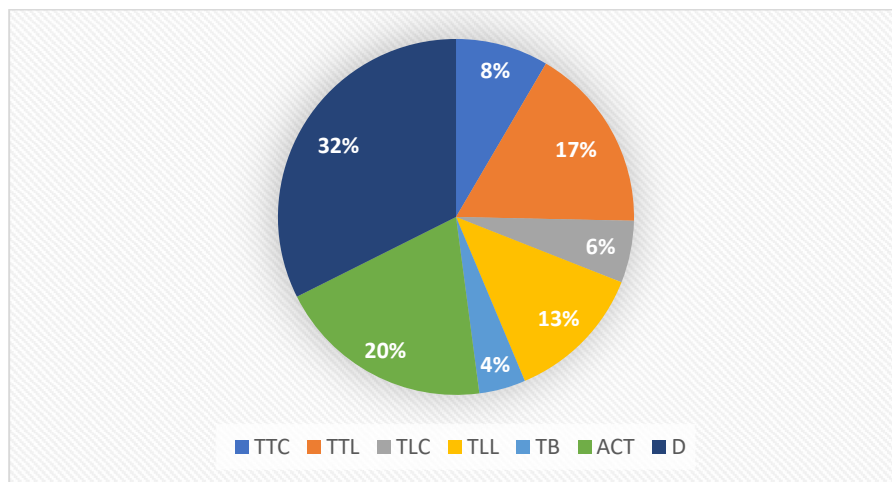
Para o cálculo do IGI, é necessário o fator de ponderação, o qual utilizou-se os valores presentes na tabela 2, supracitada na metodologia. Com o cálculo de cada IGI, pôde-se calcular o valor de IGG, cujo resultado obtido foi de 118,26.

De acordo com a tabela 3, também mencionada na metodologia, o valor corresponde acerca da degradação do pavimento, em função do parâmetro analisado, sendo considerado então no conceito *ruim*.

4.3 Incidência das manifestações patológicas encontradas

Procedeu-se a análise das manifestações patológicas encontradas para determinar sua incidência no trecho avaliado. Levou-se em consideração, a quantidade de áreas estudadas e a ocorrência dos defeitos para quantificar, delimitar e identificar qual a manifestação patológica com maior impacto na via, o qual pode-se observar no gráfico 1. Optou-se também por fazer a análise das manifestações patológicas de forma local, analisando em cada trecho qual o defeito que tem mais impacto na estação analisada, de acordo com as figuras 107, 108 e 109.

Gráfico 1 – Manifestações Patológicas Encontradas.

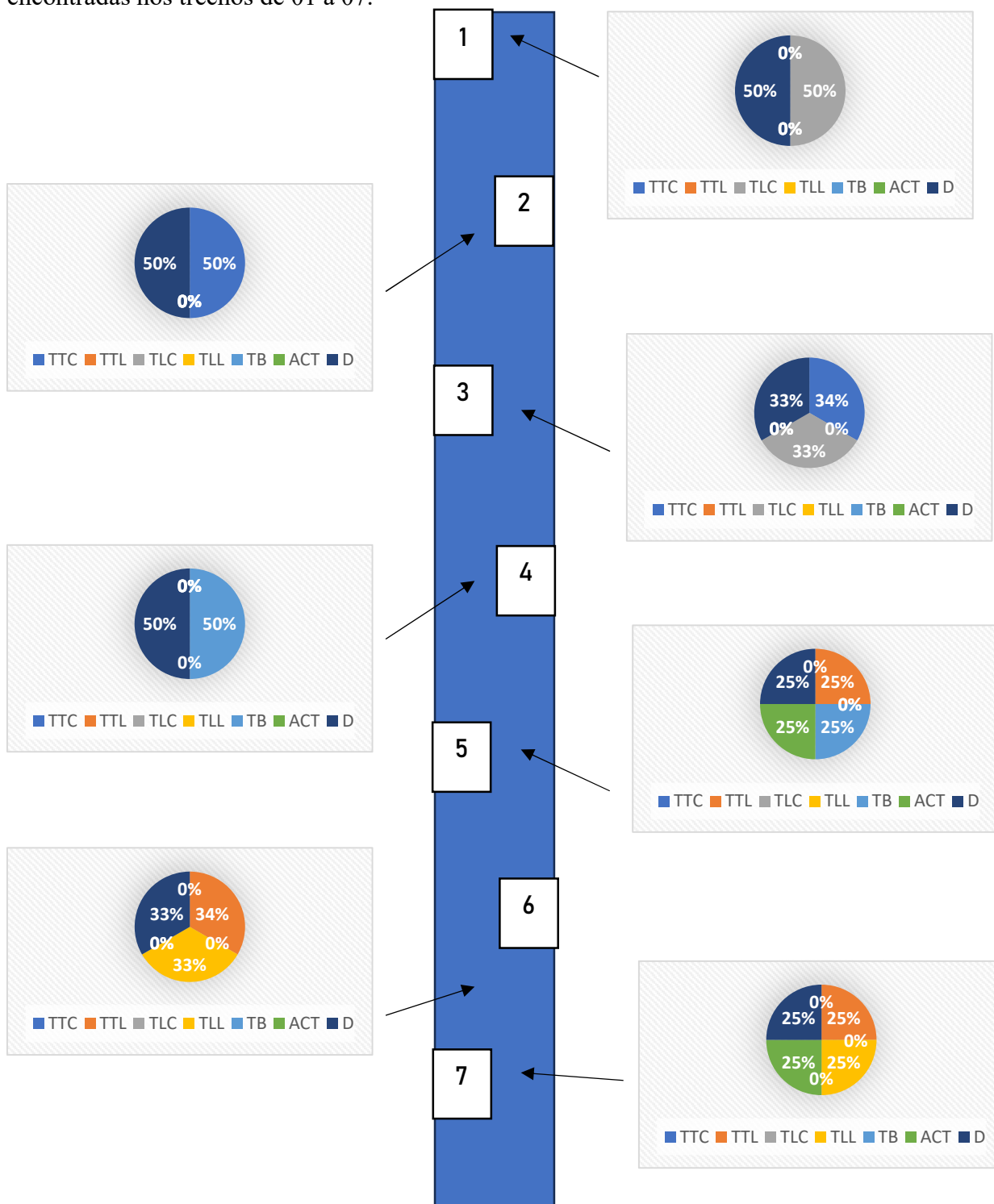


Fonte: Própria (2023).

Analisando o gráfico 1, juntamente com as figuras 107, 108 e 109, percebe-se que o desgaste é o defeito com maior recorrência encontrado na análise, interpretando a tabela 4, já citada, estando presente em todas as áreas estudadas, possuindo 32% de incidência. Posteriormente, temos o Afundamento de Consolidação de Trilho de Roda, que está presente em 14 áreas de estudo, e possuindo uma porcentagem de 20% de incidência.

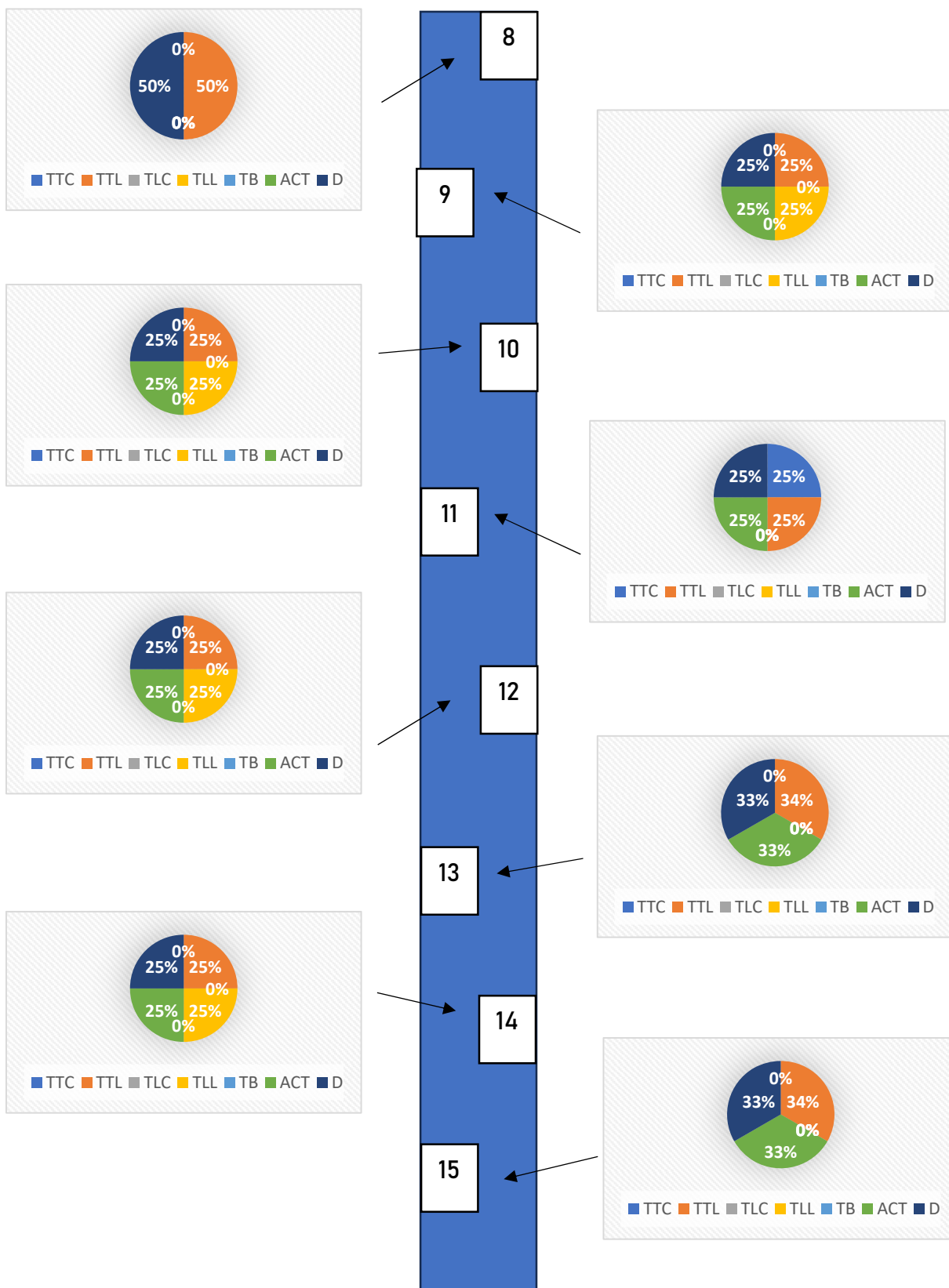
Em seguida, temos as trincas longas, sendo a Trinca Transversal Longa, com 17% de incidência e após ela, a Trinca Longitudinal Longa, com 13%. Temos então as Trincas Curtas, sendo a Trinca Transversal Curta com 8% e a Trinca Longitudinal Curta com 6% de incidência. Por fim, temos as Trincas Interligadas Tipo Bloco, com 4% de incidência, estando presente apenas em 3 áreas de estudo, podendo ser observado tanto na tabela 4, quanto nas figuras mencionadas acima.

Figura 107 – Representação gráfica de incidência das manifestações patológicas encontradas nos trechos de 01 a 07.



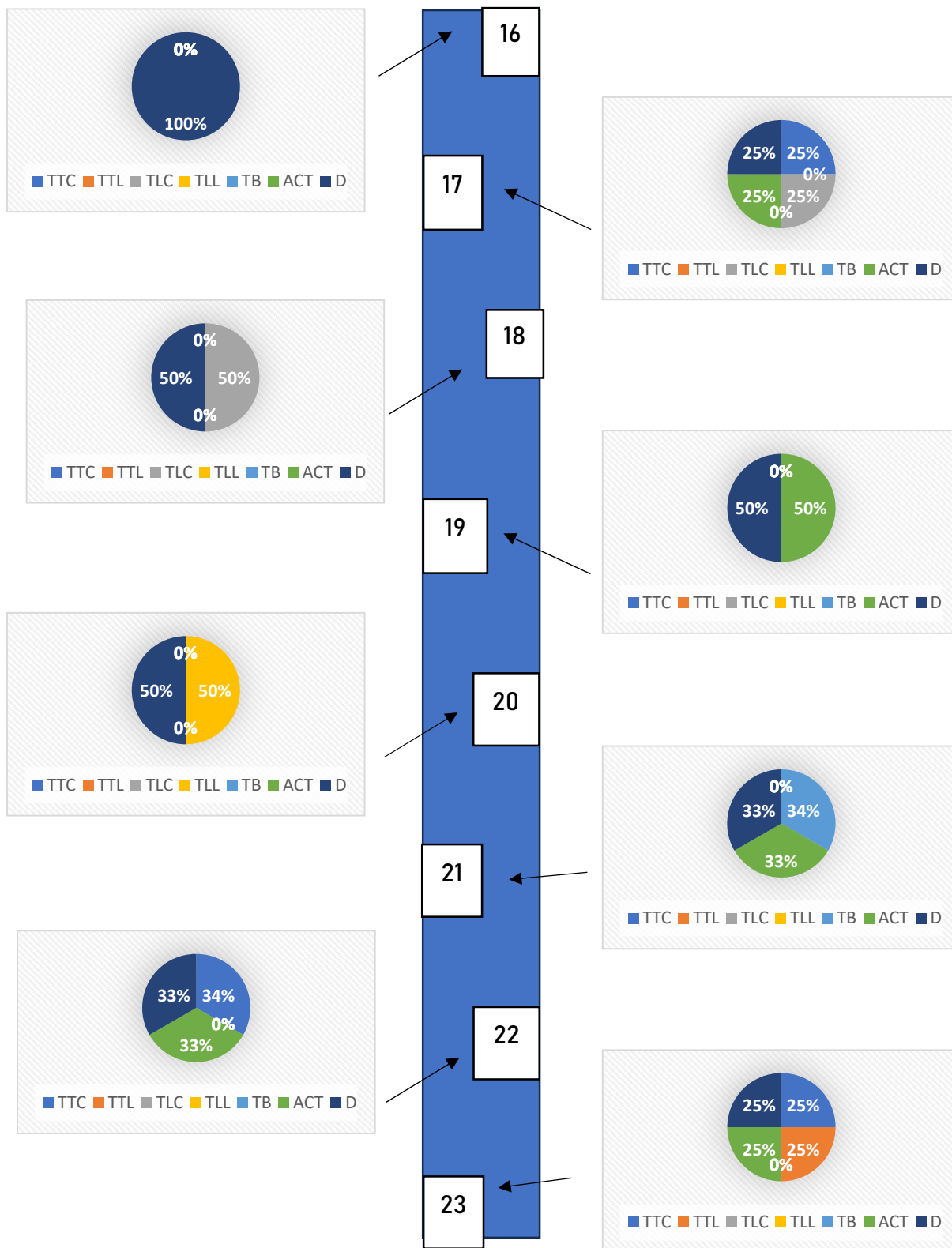
Fonte: Própria (2023).

Figura 108 – Representação gráfica de incidência das manifestações patológicas encontradas nos trechos de 08 a 15.



Fonte: Própria (2023).

Figura 109 – Representação gráfica de incidência das manifestações patológicas encontradas nos trechos de 16 a 23.

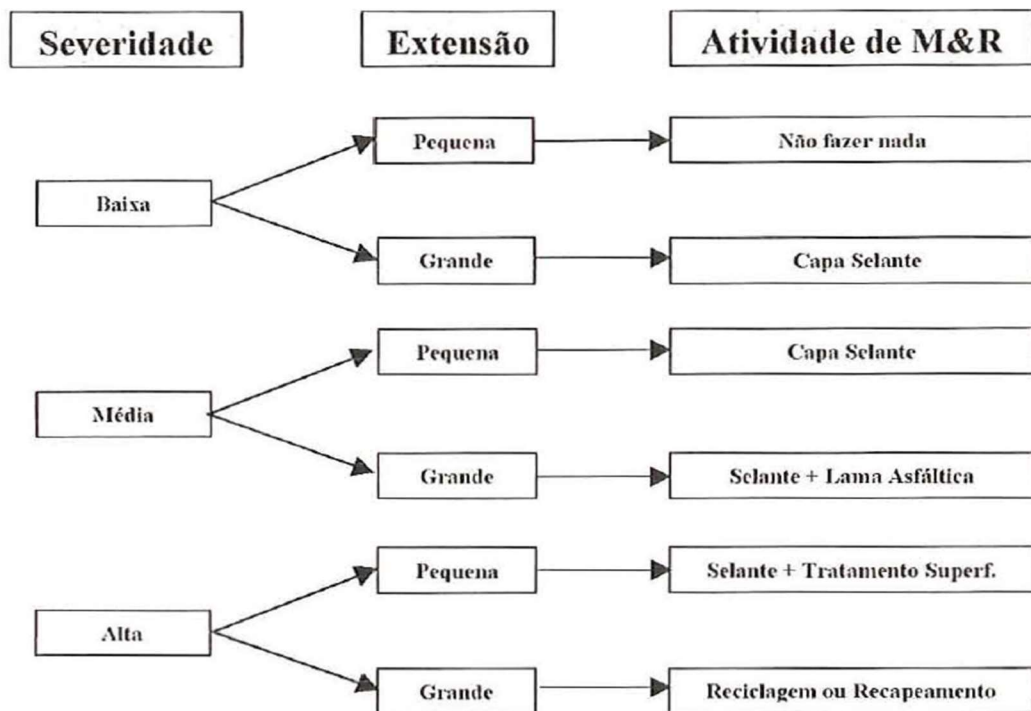


Fonte: Própria (2023).

4.4 Principais causas dos defeitos levantados e atividades de manutenção e reabilitação

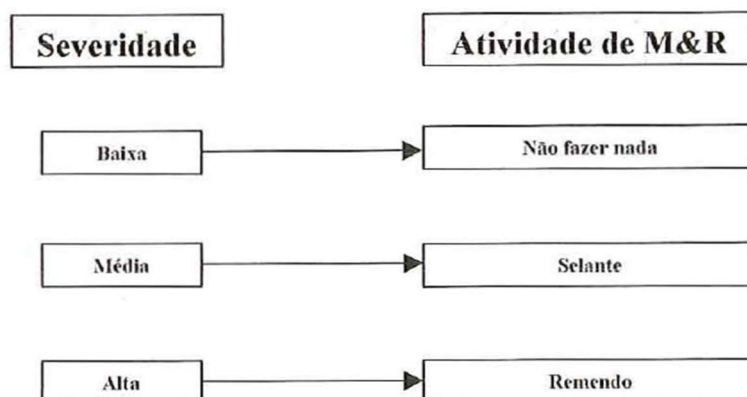
Através dos resultados obtidos, pôde-se perceber que foram encontrados diversos tipos de manifestações patológicas no pavimento. Pantigoso (1998), desenvolveu uma árvore de decisão para resumir as atividades de manutenção e reabilitação para cada tipo de defeito que podemos encontrar, levando em consideração a severidade do defeito, e, em alguns casos, sua extensão e tipo de tráfego. Podendo ser observada nas Figuras 110, 111, 112, 113 e 114.

Figura 110 – Árvore de decisão para Trincas em Bloco.



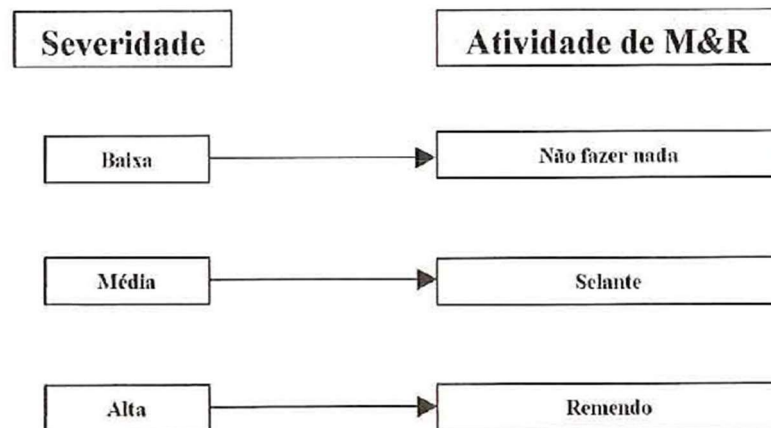
Fonte: Pantigoso (1998).

Figura 111 – Árvore de decisão para Trincas Longitudinais.



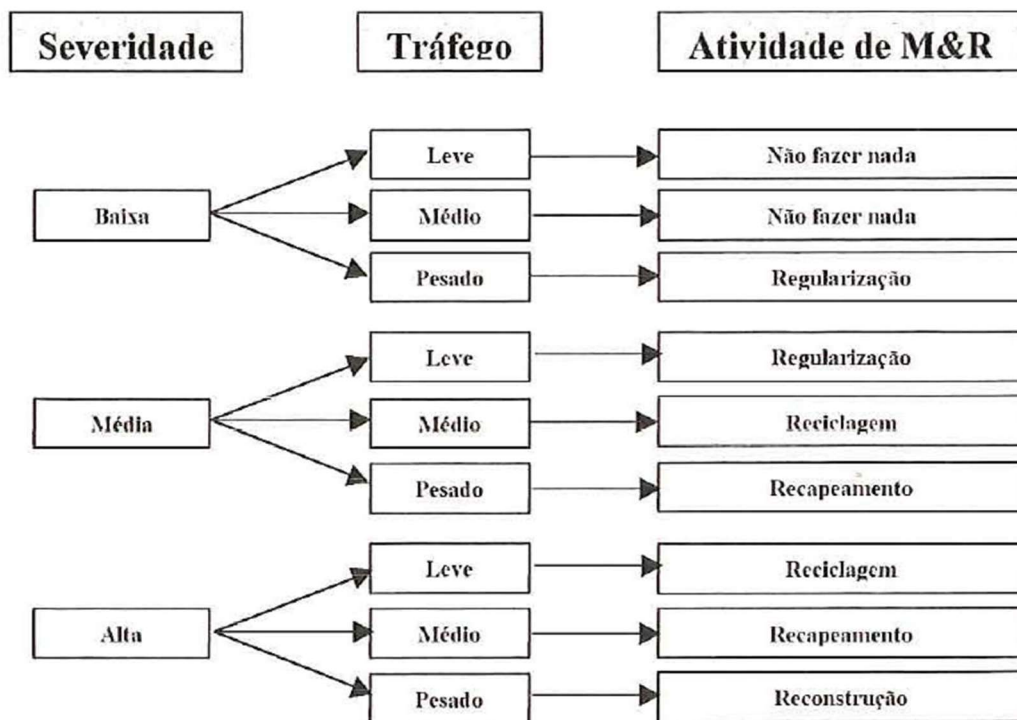
Fonte: Pantigoso (1998).

Figura 112 – Árvore de decisão para Trincas Transversais.



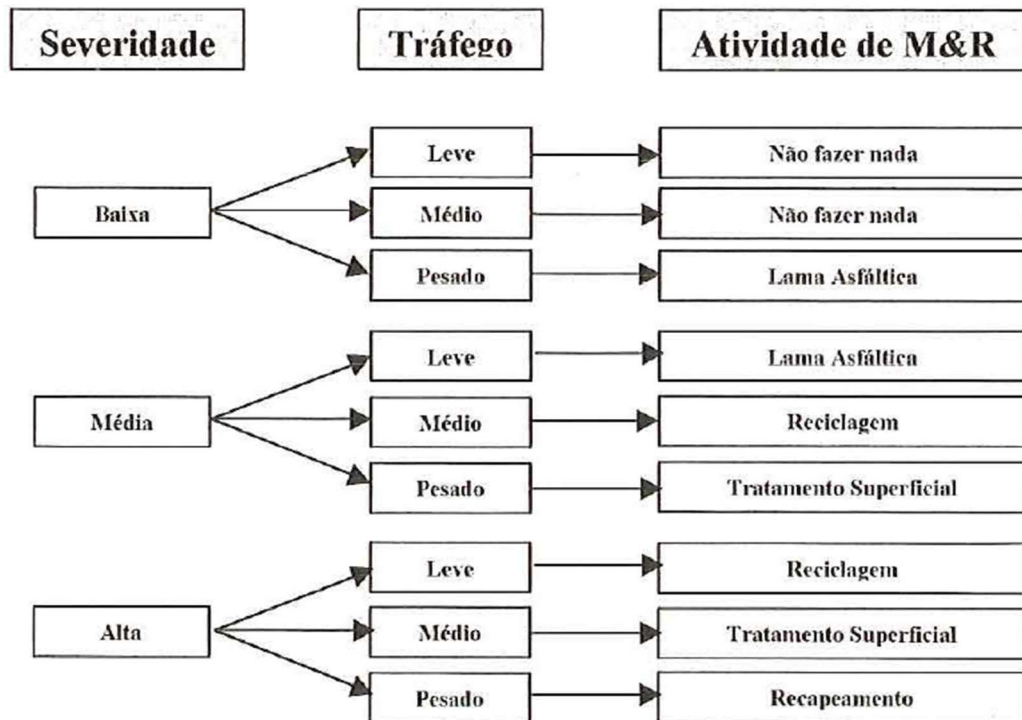
Fonte: Pantigoso (1998).

Figura 113 – Árvore de decisão para Deformação Permanente nas Trilhas de Roda.



Fonte: Pantigoso (1998).

Figura 114 – Árvore de decisão para Desgaste.



Fonte: Pantigoso (1998).

A tabela 5 aponta as principais causas dos tipos de defeitos existentes e formas de como tratar tais manifestações patológicas:

Tabela 5 – Causas dos defeitos e principais atividades de manutenção e reabilitação.

Defeitos	Principais Causas	Atividades de Manutenção e Reabilitação
Trincas Transversais	<ul style="list-style-type: none"> Contração térmica do revestimento e hidráulica de outras camadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Selante para evitar entrada de água e conseqüente enfraquecimento estrutural.
Trincas Longitudinais	<ul style="list-style-type: none"> Má execução de juntas longitudinais de separação entre duas faixas de tráfego (menor densidade e menor resistência à tração); Contração do revestimento. 	<ul style="list-style-type: none"> Manutenção: trincas com abertura menor que 3 mm não precisam ser preenchidas; trincas com abertura entre 3 e 20 mm devem ser limpas e receber aplicação de selante (asfalto modificado com borracha ou elastômeros) e lançamento de areia sobre o selante; Reabilitação: trincas com abertura maior que 20 mm devem ser reparadas com remendo ou, no caso de estar previsto um recapeamento, devem ser preenchidas com concreto asfáltico de granulometria fina.
Trincas em Bloco	<ul style="list-style-type: none"> Contração de origem térmica (revestimento formado por misturas asfálticas com agregados finos e alto teor de asfalto com baixa penetração) ou de variação do teor de umidade (camadas inferiores), ou ainda em razão do envelhecimento (perda da 	<ul style="list-style-type: none"> Manutenção: aplicação de selante (emulsão asfáltica seguida por tratamento superficial, lama asfáltica ou recapeamento delgado); Reabilitação: reciclagem ou recapeamento (nos estágios avançados).

	<p>elasticidade do revestimento causada por oxidação em virtude de tempo de mistura muito longo, temperatura de mistura elevada ou período de armazenamento muito longo);</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contração de bases tratadas com cimento ou utilização de solos tropicais. 	
Deformação Permanente (Afundamento de Trilho de Roda)	<ul style="list-style-type: none"> • Dimensionamento inadequado (espessuras ineficientes); • Dosagem da mistura (falta de estabilidade, que resulta em deformação plástica em razão do elevado teor de ligante, excesso de material de preenchimento e uso de agregados arredondados); • Compactação inadequada e posterior consolidação pelas cargas do tráfego; • Cisalhamento (fluência plástica) causada por enfraquecimento em razão de infiltração de água. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reabilitação: reciclagem, recapeamento delgado (nas fases iniciais, precedido pelo preenchimento das depressões com concreto asfáltico) ou recapeamento espesso (reforço estrutural); • Reconstrução: novos materiais ou reciclados.
Desgaste	<ul style="list-style-type: none"> • Dosagem da mistura (falta de ligante); • Problema construtivo (superaquecimento da mistura; falta de compactação que resulta em envelhecimento precoce; agregados sujos, úmidos ou com pequena resistência à abrasão; segregação: com a ausência de agregados miúdos, há apenas poucos pontos de ligação entre partículas da matriz de agregados graúdos, facilitando a oxidação); • Perda de adesividade ligante-agregado por ação de produtos químicos, água ou abrasão; • Abertura ao tráfego antes de o ligante aderir ao agregado; • Execução sob condições meteorológicas desfavoráveis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção: capa selante (reparo temporário), tratamento superficial ou lama asfáltica; • Reabilitação: reciclagem ou recapeamento delgado.

Fonte: SHRP, 1993b apud BERTOLLO, 1997 (Adaptada).

Analisando a tabela 5, podemos verificar algumas opções de atividades de manutenção e reabilitação do pavimento asfáltico. É possível analisar também que, para o trecho analisado, algumas das manifestações patológicas encontradas possuem o mesmo tipo de atividade de manutenção, sendo o caso do desgaste e das trincas transversais, longitudinais e em bloco, que podem ser solucionadas através da utilização de uma capa selante sobre o pavimento asfáltico.

O Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (2006), apresenta a seguinte definição:

“A capa selante é um serviço executado por penetração invertida, envolvendo uma aplicação de ligante asfáltico e uma aplicação de agregado miúdo. Sua execução tem por finalidade principal o incremento das condições de impermeabilização da camada a ser tratada. (...) O ligante que geralmente empregado é a emulsão asfáltica, que pode ser aplicada em taxas reduzidas diluídas com água. A capa selante é executada com cobertura por agregado miúdo (areia ou pó de pedra).” (DNIT, 2006, p. 217).

As figuras 115 e 116, demonstram um pouco do processo de execução do Tratamento Superficial Duplo (TSD), o qual é um dos tipos existentes de capa selante, possuindo duas camadas de ligante asfáltico e agregados, sendo submetidas à compactação.

Figura 115 – Execução de Tratamento Superficial Duplo (TSD).



Fonte: Souza (s.d.)

Figura 116 – Execução de Tratamento Superficial Duplo (TSD).



Fonte: Souza (s.d.)

Para o afundamento de consolidação de trilho de roda, a tabela 5 apresenta o recapeamento delgado, precedido pelo preenchimento das depressões com concreto asfáltico, tendo em vista que esse tipo de defeito não está em estado avançado na via.

O Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos (2006), define recapeamento como sendo:

“Modalidade de intervenção, definida em Projeto de Engenharia específico relativamente à Restauração do Pavimento e/ou à Reabilitação do Pavimento, que consiste na adequada sobreposição ao pavimento existente de uma ou mais camada(s) constituída(s) de mistura betuminosa e/ou concreto de cimento Portland. Tal sobreposição conferirá ao pavimento existente adequado aporte estrutural, mantendo-o assim apto a exercer, em continuidade, um novo ciclo de vida, de conformidade com as premissas técnico-econômicas.” (DNIT, 2006, p. 31).

A figuras 117 e 118, ilustram a respeito da execução do processo de recapeamento asfáltico de uma via.

Figura 117 – Execução de Recapeamento Asfáltico.



Fonte: Própria (2023).

Figura 118 – Execução de Recapeamento Asfáltico.



Fonte: Própria (2023).

4.5 Custos para aplicação das atividades de manutenção e reabilitação

Através das intervenções encontradas para os defeitos existentes no pavimento, optou-se por fazer um orçamento, simplificado, utilizando a tabela SINAPI, para avaliar os custos que tais intervenções gerariam se fossem aplicadas na via de estudo. Conforme figuras 119 e 120.

Figura 119 – Planilha Orçamentária para os serviços de reabilitação de pavimentos flexíveis da rua 01 da Universidade Federal do Amapá - Campus Marco Zero.

SERVIÇOS DE REABILITAÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS DA RUA 01 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ - CAMPUS MARCO ZERO							
Bancos: SINAPI-06/2023 - Amapá							
BDI: 20,97%							
Encargos Sociais: Desonerado							
Orçamento Sintético							
Item	Código Banco	Descrição	Und	Quant.	Valor Unit	Valor Unit com BDI	Total
1		CAPA SELANTE				R\$	134.645,22
1.1	96401 SINAPI	EXECUÇÃO DE IMPRIMAÇÃO COM ASFALTO DILUÍDO CM-30. AF_11/2019	m²	2.944,00	R\$ 6,78	R\$ 8,20	R\$ 24.140,80
1.2	97807 SINAPI	PAVIMENTO COM TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO, COM EMULSÃO ASFÁLTICA RR-2C, COM CAPA SELANTE. AF_01/2020	m²	2.944,00	R\$ 29,57	R\$ 35,77	R\$ 105.306,88
1.3	102330 SINAPI	TRANSPORTE COM CAMINHÃO TANQUE DE TRANSPORTE DE MATERIAL ASFÁLTICO DE 30000 L, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30KM (UNIDADE: TXKM). AF_07/2020	TXKM	255,54	R\$ 1,26	R\$ 1,52	R\$ 388,42
1.4	95875 SINAPI	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	M3XKM	1.807,94	R\$ 2,20	R\$ 2,66	R\$ 4.809,12
2		RECAPEAMENTO ASFÁLTICO				R\$	66.566,83
2.1	96402 SINAPI	EXECUÇÃO DE PINTURA DE LIGAÇÃO COM EMULSÃO ASFÁLTICA RR-2C. AF_11/2019	m²	736,00	R\$ 2,67	R\$ 3,22	R\$ 2.369,92
2.2	95995 SINAPI	EXECUÇÃO DE PAVIMENTO COM APLICAÇÃO DE CONCRETO ASFÁLTICO, CAMADA DE ROLAMENTO - EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE. AF_11/2019	m²	36,80	R\$ 1.376,64	R\$ 1.665,32	R\$ 61.283,77
2.3	102330 SINAPI	TRANSPORTE COM CAMINHÃO TANQUE DE TRANSPORTE DE MATERIAL ASFÁLTICO DE 30000 L, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30KM (UNIDADE: TXKM). AF_07/2020	TXKM	1.916,54	R\$ 1,26	R\$ 1,52	R\$ 2.913,14
				Total sem BDI	R\$		166.354,15
				Total do BDI	R\$		34.857,90
				Total Geral	R\$		201.212,05

Fonte: Própria (2023).

Figura 120 – Memória de Cálculo para os serviços de reabilitação de pavimentos flexíveis da rua 01 da Universidade Federal do Amapá - Campus Marco Zero.

SERVIÇOS DE REABILITAÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS DA RUA 01 DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ - CAMPUS MARCO				
Bancos: SINAPI-06/2023 - Amapá				
BDI: 20,97%				
Encargos Sociais: Desonerado				
Memória de Cálculo				
Item	Descrição Und	Quant.	Memória de Cálculo	
1 CAPA SELANTE				
1.1	EXECUÇÃO DE IMPRIMAÇÃO COM ASFALTO DILUÍDO CM-30. AF_11/2019	m²	2.944,00	-> Imprimação da Base para Execução da Capa Asfáltica >Área de Imprimação = Extensão x Largura da via >Área de Imprimação = 460,00 m x 8,00 m >Área de Imprimação = 3.680,00 m² x 80% (percentual da via para o qual será utilizada esse tipo de intervenção) >>>>Área de Imprimação >>>> 2.944,00 m²
1.2	PAVIMENTO COM TRATAMENTO SUPERFICIAL DUPLO, COM EMULSÃO ASFÁLTICA RR-2C, COM CAPA SELANTE. AF_01/2020	m²	2.944,00	-> Execução de Capa Asfáltica em TSD com Capa Selante >Área de Imprimação = Extensão x Largura da via >Área de Imprimação = 460,00 m x 8,00 m >Área de Imprimação = 3.680,00 m² x 80% (percentual da via para o qual será utilizada esse tipo de intervenção) >>>>Área de Imprimação >>>> 2.944,00 m²
1.3	TRANSPORTE COM CAMINHÃO TANQUE DE TRANSPORTE DE MATERIAL ASFÁLTICO DE 30000 L, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30KM (UNIDADE: TXKM). AF_07/2020	TXKM	255,54	-> Transporte do material betuminoso utilizado na capa asfáltica >Transporte do Material Betuminoso = ((Área de TSD x taxa de consumo de RR-2C + Área de Imprimação x taxa de consumo de CM-30) / 1000 -> Conversor Kg p/ Ton) x DMT de 21,7 km >Transporte do Material Betuminoso = ((2.944,00 m² x 2,8 kg/m² + 2.944,00 m² x 1,2 kg/m²) / 1000 -> Conversor Kg p/ Ton) x DMT de 21,7 km >>>>Transporte do Material Betuminoso = 255,54 tXkm
1.4	TRANSPORTE COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 10 M³, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30 KM (UNIDADE: M3XKM). AF_07/2020	M3XKM	1.807,94	-> Transporte do agregado utilizado na capa asfáltica >Transporte do Agregado = ((Área de TSD x taxa de consumo de agregados x DMT de 21,7 Km) ** Taxa de Consumo dos Agregados: (Brita 0: 0,0073 m³/m², Brita 1: 0,015 m³/m², Pó de brita: 0,006 m³/m²) = 0,0283 m³/m² >Transporte do Agregado = 2.944,00 m² x 0,0283 m³/m² x DMT de 21,7 Km >>>>Transporte do Agregado = 1.807,94 m3Xkm
2 RECAPEAMENTO ASFÁLTICO				
2.1	EXECUÇÃO DE PINTURA DE LIGAÇÃO COM EMULSÃO ASFÁLTICA RR-2C. AF_11/2019	m²	736,00	-> Execução de pintura de ligação >Área de pintura de ligação = Extensão x Largura da via >Área de pintura de ligação = 460,00 m x 8,00 m >Área de pintura de ligação = 3.680,00 m² x 20% (percentual da via para o qual será utilizada esse tipo de intervenção) >>>>Área de pintura de ligação = 736,00 m²
2.2	EXECUÇÃO DE PAVIMENTO COM APLICAÇÃO DE CONCRETO ASFÁLTICO, CAMADA DE ROLAMENTO - EXCLUSIVE CARGA E TRANSPORTE. AF_11/2019	m²	36,80	-> Execução de recapeamento com CBUQ >Área de recapeamento com CBUQ = Extensão x Largura da via >Área de recapeamento com CBUQ = 460,00 m x 8,00 m >Volume de recapeamento com CBUQ = 3.680,00 m² x 20% (percentual da via para o qual será utilizada esse tipo de intervenção) x 0,05 m (espessura a ser executada) >>>>Volume de recapeamento com CBUQ = 27,60 m³
2.3	TRANSPORTE COM CAMINHÃO TANQUE DE TRANSPORTE DE MATERIAL ASFÁLTICO DE 30000 L, EM VIA URBANA PAVIMENTADA, DMT ATÉ 30KM (UNIDADE: TXKM). AF_07/2020	TXKM	1.916,54	-> Transporte do material betuminoso utilizado no recapeamento >Transporte do Material Betuminoso = Volume de CBUQ x peso específico x DMT de 21,7 km >Transporte do Material Betuminoso = 36,80 m³ x 2,40 t/m³ x DMT de 21,7 km >>>>Transporte do Material Betuminoso = 1.916,54 tXkm

Fonte: Própria (2023).

Para os cálculos, considerou-se a extensão da via, 460,00 metros aproximadamente, e a sua largura de 8,00 metros. De acordo com o gráfico 1, já apresentado, a incidência do Afundamento de Trilho de Roda sobre a via é de 20%, analisando também a tabela 5, já citada, podemos ver que para esse tipo de defeito, a atividade de reabilitação adequada é o Recapeamento Delgado.

Analisando ainda o gráfico 1 em conjunto com a tabela 5, podemos ver que o restante das manifestações patológicas, 80% da via, possuem o mesmo tipo de reabilitação a ser executada, a Capa Selante.

Tais porcentagens foram consideradas na hora de calcular a área de intervenção das reabilitações a serem aplicadas.

Na etapa da capa selante, foi preciso utilizar a taxa de consumo de RR-2C e a taxa de consumo de CM-30 para fazer o cálculo do transporte de material betuminoso. Para isso, utilizou-se como referência a Instrução de Serviço DAER/RS IS-104/94 – Instruções de Serviço para projeto de pavimentação, conforme a figura 121.

Figura 121 – Taxas de consumo CM-30 e RR-2C.

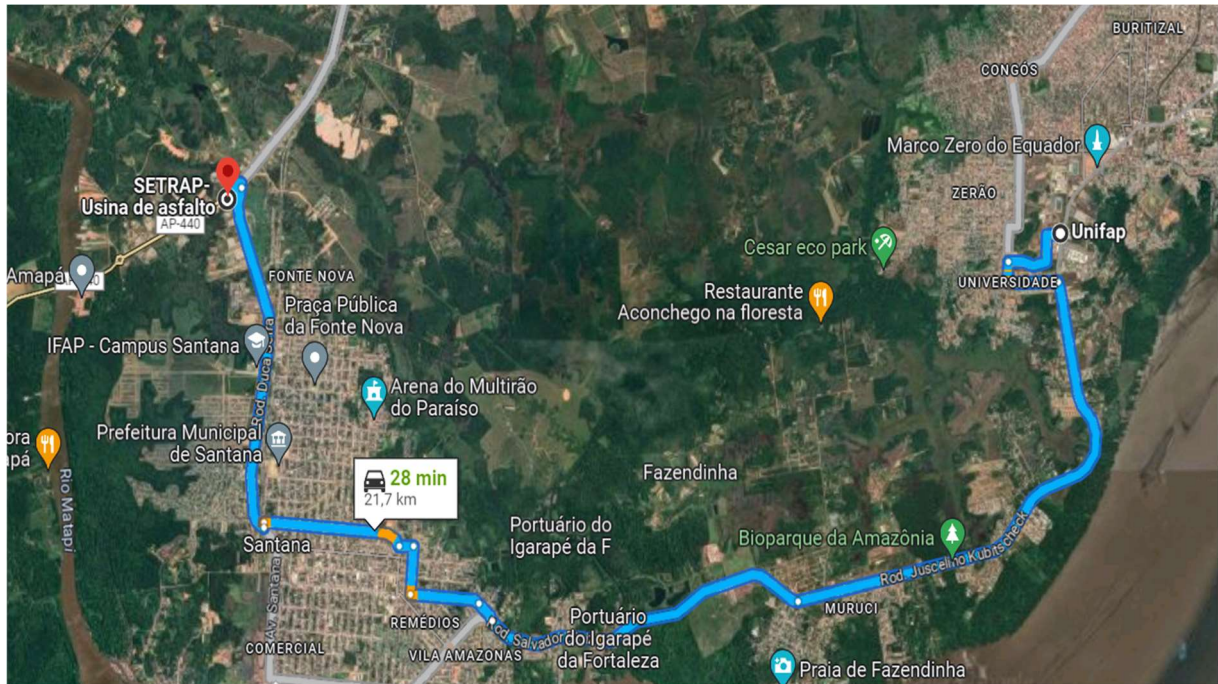
QUADRO 3B - TAXAS DE APLICAÇÃO				
DISCRIMINAÇÃO		UTILIZAÇÃO	TAXA	OBSERVAÇÃO
Asfalto diluído	Emulsão			
CM-30		Imprimação	1,2 litro/m ²	
	RR-1c	Pintura de ligação	0,5 litro/m ²	+ 0,5 litro água
	RR-1c	Capa selante	0,7 litro/m ²	+0,3 litro água
	RR-1c	Pintura de cura	0,4 litro/m ²	+0,6 litro água
	RR-2c	Tratam. Sup. Simples	1,2 litro/m ²	
	RR-2c	Tratam. Sup. Duplo	2,8 litro/m ²	

Fonte: DAER/RS (1994).

Também foi necessário utilizar as taxas de consumo dos agregados presentes na capa asfáltica, sendo eles a Brita 0, Brita 1 e Pó de brita. Para isso, utilizou-se como referência as Especificações Técnicas - Contrato de Repasse MDR 908763/2020 – Operação 1074400-30 - Planejamento Urbano - Pavimentação de Vias Públicas Município de Inimutaba – MG. De acordo com a especificação, as taxas de consumo recomendadas para os agregados são: Brita 0 = 0,0073 m³/m², Brita 1 = 0,015 m³/m² e Pó de brita = 0,006 m³/m².

Para o cálculo do Transporte, utilizou-se como referência a distância entre a Universidade Federal do Amapá e a Usina de Asfalto do estado, o qual possuem a distância aproximada de 21,7 km, de acordo com a figura 122.

Figura 122 – Distância entre a Universidade Federal do Amapá e a Usina de Asfalto.



Fonte: Google Maps (2023).

Para a etapa do recapeamento asfáltico, precisou-se utilizar o peso específico do CBUQ. Para isso, utilizou-se como referência a Memória de Cálculo - Recapeamento Asfáltico em Vias Públicas Urbanas - Contrato n.º. 1039088-65/2017– Tarumã - SP, a qual utiliza o peso específico do CBUQ como sendo 2,4 t/m³.

Para o orçamento em questão, utilizou-se o BDI de 20,97%, utilizando o Acórdão n.º 2622/2013 – TCU, o qual adota esse valor como BDI médio para as obras de construção de rodovias e ferrovias, conforme figura 123.

Figura 123 – BDI médio para obras de construção de rodovias e ferrovias.

VALORES DO BDI POR TIPO DE OBRA			
TIPOS DE OBRA	1º Quartil	Médio	3º Quartil
CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS	20,34%	22,12%	25,00%
CONSTRUÇÃO DE RODOVIAS E FERROVIAS	19,60%	20,97%	24,23%
CONSTRUÇÃO DE REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, COLETA DE ESGOTO E CONSTRUÇÕES CORRELATAS	20,76%	24,18%	26,44%
CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE ESTAÇÕES E REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	24,00%	25,84%	27,86%
OBRAS PORTUARIAS, MARÍTIMAS E FLUVIAIS	22,80%	27,48%	30,95%

Fonte: TCU (2013).

Pode-se observar então que o valor para o orçamento das reabilitações foi de R\$ 201.212,05, o que não é considerado um valor elevado, levando em conta que a via ainda não está em um estado de desgaste tão elevado, e se a não for feita nenhuma intervenção na via, a tendência ao decorrer do tempo é que seu grau deterioração aumente, e conseqüentemente, o valor para sua reabilitação também.

5. CONCLUSÃO

Tendo em vista que o pavimento analisado tem apenas 3 anos de utilização, o número de ocorrências das manifestações patológicas encontradas é considerado preocupante, uma vez que os pavimentos flexíveis devem ser dimensionados para durar no mínimo 10 anos.

Uma das formas de evitar que os pavimentos sofram com os defeitos antes do tempo estimado, é a execução de projetos de pavimentação, levando em consideração que um bom projeto e associado a uma boa execução melhora o desempenho e conseqüentemente a vida útil prevista para o pavimento.

No caso do pavimento analisado, não houve projeto do pavimento, e conseqüentemente, estudos que levaram em consideração o tráfego de carros na via, o que favoreceu a ocorrência precoce das manifestações patológicas encontradas.

Outro ponto importante a ser observado, é a inexistência de drenagem no local, em decorrência da falta de projeto para destinar corretamente a água que fica na via, de modo a conservar as características do pavimento e garantir a vida útil de projeto.

Ao analisar a incidência dos defeitos encontrados, nota-se que em relação ao afundamento, a sua maior ocorrência é no perímetro próximo à garagem de carros do Campus, condição, aparentemente não prevista, conseqüentemente, a entrada e saída de veículos naquele trecho, agrava a ocorrência dos defeitos no local.

Sabe-se também que todo pavimento precisa de manutenções preventivas, o que é inexistente no local de estudo, que podem prevenir o aparecimento de manifestações patológicas na via ou evitando que as manifestações patológicas presentes não se agravem e sejam recuperadas, a fim de prolongar ao máximo a vida útil do pavimento.

As reabilitações escolhidas para serem efetuadas na via em estudo, além de sanarem os defeitos ocasionados pela inexistência do dimensionamento, possuem boa relação de custo-benefício, e prolongam sua vida útil, evitando, assim, a necessidade de uma intervenção futura com custos muito mais elevados.

5.1 Recomendações para trabalhos futuros

- Utilização de outros métodos de avaliação no mesmo trecho, para fins comparativos;

- Utilização de métodos que avaliem as deformações devido aos afundamentos existentes no trecho que abrange a garagem do Campus.

REFERÊNCIAS

- AGETOP. **Manual de Pavimentação Urbana**. Góias, 2016
- BALBO, J. T. **Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração**. São Paulo, 2007.
- BERNUCCI, L. B., MOTTA, L. D., CERATTI, J. A. P., & SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro, 2008.
- BERTOLLO, S. A. M. **Considerações sobre a gerência de pavimentos urbanos em nível de rede**. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.
- CAVALCANTE, F. P. **Avaliação das características funcionais e estruturais da Rodovia BR-230 / PB**. 561 p. Dissertação de mestrado (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, 2005.
- CNT. **Transporte rodoviário: por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?** Brasília, 2017.
- CNT. **Pesquisa CNT de Rodovias 2018**. Brasília, 2018.
- CNT. **Pesquisa CNT de Rodovias 2021**. Brasília, 2021.
- DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DAER/RS IS-104/94 – Instruções de Serviço para projeto de pavimentação**. Porto Alegre, 1994.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. **DNIT 005/2003 – TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos- Terminologia**. Rio de Janeiro, 2003.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. **DNIT 006/2003 – PRO: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. **DNIT 007/2003 – PRO: Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de rodovias de pavimentos flexíveis e semi-rígidos para gerência de pavimentos e estudos e projetos - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. **DNIT 031/2006 - ES: Pavimentos Flexíveis - Concreto Asfáltico - Especificação De Serviço**. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE – DNIT. **Manual de Pavimentação**. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE – DNIT. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos**. Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. **DNIT 138/2010 – ES: Pavimentação – Reforço do subleito - Especificação de Serviço**. Rio de Janeiro, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. **DNIT 139/2010 – ES: Pavimentação – Sub-base estabilizada granulometricamente - Especificação de Serviço**. Rio de Janeiro, 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE. **DNIT 141/2010 – ES: Pavimentação – Base estabilizada granulometricamente - Especificação de Serviço**. Rio de Janeiro, 2010.

FERNANDES JUNIOR, J. L.; ODA, S.; ZERBINI, L. F. **Defeitos e atividades de manutenção e reabilitação em pavimentos asfálticos**. São Carlos: Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Paulo, Departamento de Transportes, 2006. Apostila.

FILHO, J. M. M.; ROCHA, E. G. A. **Estudo Comparativo entre Pavimentos Flexível e Rígido na Pavimentação Rodoviária**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 06, Vol. 02, pp. 146-163, Junho de 2018. ISSN:2448-0959.

GONÇALVES, F. P. **O desempenho dos pavimentos flexíveis**. Porto Alegre, 1999.

GONÇALVES, F. J. P. **Estudo do desempenho de pavimentos flexíveis a partir de instrumentação e ensaios acelerados**. Porto Alegre, 2002.

GUILHERME, D. D. P.; VELOSO, A. A.; COSTA, M.; SILVA, E. & SILVA, M. **Avaliação Funcional do pavimento flexível: Estudo de Caso–Trecho da Rodovia RN-016**. In Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 2017.

- JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- PANTIGOSO, J.F.G. **Uso dos Sistemas de Informação Geográfica para Integração da Gerência de Pavimentos Urbanos com as Atividades das Concessionárias de Serviços Públicos**. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 1998.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE INIMUTABA. **Especificações Técnicas - Contrato de Repasse MDR 908763/2020 – Operação 1074400-30 - Planejamento Urbano - Pavimentação de Vias Públicas Município De Inimutaba**. Inimutaba - MG, 2021.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAPÁ. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Macapá**. PMM: Macapá-AP, 2004.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE TARUMÃ. **Memória de Cálculo - Recapeamento Asfáltico em Vias Públicas Urbanas - Contrato N°. 1039088-65/2017**. Tarumã – SP, 2018.
- PRESTES, M. P. **Métodos de avaliação visual de pavimentos flexíveis: um estudo comparativo**. Porto Alegre, 2001.
- SENÇO, W. **Manual de Técnicas de Pavimentação-volume I-2ª edição**. PINI. São Paulo-SP. 761p, 2007.
- SILVA, M. C. **Avaliação funcional e estrutural das vias asfaltadas do campus da UFV**. 111 p. Dissertação de Pós-Graduação (Engenharia Civil-Magister Scientiae) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- SOUZA, R. S. **Execução de Revestimentos Betuminosos: Tratamentos Superficiais, Pré-misturados e Concretos Betuminosos**. 18 slides. [s.d.]
- TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Acórdão N° 2622/2013**, 2013.

