

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CAMPUS GOIÂNIA
DEPARTAMENTO DE ÁREAS ACADÊMICAS III
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

KAIRO CÉSAR PIMENTEL FELIPE

**ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA DA MANUTENÇÃO DE PAVIMENTOS
URBANOS – ESTUDO DE CASO DA MANUTENÇÃO DE
PAVIMENTOS ASFÁLTICOS NO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA - GO**

Goiânia, GO
OUTUBRO/2024



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Kairo César Pimentel Felipe

Matrícula: 20161011050419

Título do Trabalho: ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA DA MANUTENÇÃO DE PAVIMENTOS URBANOS – ESTUDO DE CASO DA MANUTENÇÃO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS NO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA - GO

Autorização - Marque uma das opções

1. (x) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. () Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. () Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- () O documento está sujeito a registro de patente.
() O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
() Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia, 04/10/2024.
Local Data

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS

KAIRO CÉSAR PIMENTEL FELIPE

**ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA DA MANUTENÇÃO DE PAVIMENTOS
URBANOS – ESTUDO DE CASO DA MANUTENÇÃO DE
PAVIMENTOS ASFÁLTICOS NO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA - GO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação de Engenharia Civil, do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus
Goiânia, como parte dos requisitos necessários para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil
Orientador: Prof. Me. Ricardo Alves Cardoso

Goiânia, GO
OUTUBRO/2024

F315a Felipe, Kairo César Pimentel.

Administração pública da manutenção de pavimentos urbanos - estudo de caso da manutenção de pavimentos asfálticos no município de Goiânia - GO / Kairo César Pimentel Felipe – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia, 2024.
89 f.: il.

Orientador: Prof. Me. Ricardo Alves Cardoso.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Bacharelado em Engenharia Civil, Departamento de Áreas Acadêmicas IV, Coordenação de Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

1. Pavimentos de asfalto - manutenção - Goiânia (GO). 2. Pavimentos de asfalto - conservação - Goiânia (GO). 3. Pavimentação urbana - Goiânia (GO). I. Cardoso, Ricardo Alves (orientador). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia. III. Título.

CDD 625.702 88

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Alisson de Sousa Belthodo Santos CRB1/ 2.266
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS GOIÂNIA

ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

No dia 04/10/2024, às 16:00 h, no Instituto Federal de Goiás, Sala: Auditório Julieta Passos, Câmpus Goiânia, Estado de Goiás, foi realizada a sessão pública de apresentação e defesa do Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil do discente Kairo César Pimentel Felipe. A banca foi composta pelos seguintes membros: Prof. Me. Ricardo Alves Cardoso (orientador), Prof. Dr. João Carlos de Oliveira (avaliador interno – IFG), Profª Ma. Matilde Batista Melo (avaliadora interno – IFG), sob a presidência do primeiro. O trabalho de conclusão de curso teve como título: ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA DA MANUTENÇÃO DE PAVIMENTOS URBANOS – ESTUDO DE CASO DA MANUTENÇÃO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS NO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA - GO. Após a apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso, tendo sido o autor arguido pela Banca Examinadora, a nota obtida foi 9,0. Eu, Profª. Matilde Batista Melo, dato e assino a presente ata que segue assinada por todos os membros da banca.

Prof. Me. Ricardo Alves Cardoso (orientador)

Prof. Dr. João Carlos de Oliveira

Profª Ma. Matilde Batista Melo

Documento assinado eletronicamente por:

- Joao Carlos de Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/10/2024 13:37:47.
- Ricardo Alves Cardoso, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/10/2024 10:37:36.
- Matilde Batista Melo, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC0001 - GYN-CCBEC, em 07/10/2024 07:28:07.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 07/10/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 572532
Código de Autenticação: 3d705e125a



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Rua 75, nº 46, Centro, GOIÂNIA / GO, CEP 74055-110
(62) 3227-2736 (ramal: 2736)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeira e imensamente a Deus por me sustentar até aqui em meio a tantas adversidades. Por ter me dado uma segunda chance de viver mesmo não merecendo, a fim de experimentar a conclusão de etapas tão importantes da vida como esta. Em segundo lugar, agradeço aos meus pais Aílto e Marli por terem me dado todo o suporte necessário sem medir qualquer esforço para que este momento se concretizasse. Também agradeço aos meus irmãos Rodrigo, Paulo Victor e Giovanna por terem me aconselhado e incentivado na conclusão desta etapa da vida. Externo meus mais singelos afetos aos professores que tive o privilégio de conhecer, verdadeiros mestres do conhecimento que se esforçam diuturnamente para repassar o que aprederam em suas longas carreiras. Em especial, agradeço imensamente ao professor Ricardo Cardoso pela sua dedicação, empenho e disposição em compartilhar seu vasto conhecimento técnico sobre o tema e sempre pontuar dicas e sugestões fundamentais neste processo.

RESUMO

Os pavimentos asfálticos de uma cidade constituem parte importante de sua infraestrutura, pois são um dos indicadores de adequada urbanização presente no espaço. Não obstante, o estado adequado de pavimentação das vias urbanas de um município contribui significativamente para o desenvolvimento econômico e social do mesmo, além de fornecer aos usuários conforto e segurança. Desta forma, uma análise direta sobre a gerência dos pavimentos deve ser ressaltada, com o intuito de contribuir para que erros de execução, manutenção e conservação sejam mitigados com o tempo. Para isso necessita-se rastrear a origem dos problemas que acometem os pavimentos de uma cidade, bem como os gargalos que surgem e impedem ou dificultam a sua adequada gerência por parte do poder público. Verbas disponíveis, gestão, equipamentos, materiais e qualidade técnica da equipe coordenadora e executora são alguns dos fatores que influenciam diretamente nos resultados que os cidadãos de uma cidade têm quanto à pavimentação das vias urbanas que é destinada a eles. Para isto, o presente trabalho realizou uma análise técnica de forma a rastrear junto aos departamentos responsáveis os fatores objetivos que afastam os usuários de desfrutarem de um serviço de maior qualidade. Assim, com esta pesquisa obteve-se de forma clara, técnica e objetiva o conhecimento dos fatores envolvidos na disponibilização muitas vezes precária de serviços de manutenção de vias pavimentadas. Tudo isso com o objetivo de estimular na população goianiense, nos profissionais de engenharia, na equipe executora e, principalmente, nos gestores públicos a urgência da necessidade de se construir um plano de ação efetivo para resolução do problema. Os resultados indicaram que na atual conjuntura as técnicas de manutenção utilizadas na conservação e manutenção das vias asfálticas da cidade de Goiânia estão um tanto quanto distantes do que a literatura estabelece como o ideal. Tais discrepâncias envolvem uma série de fatores, tais como dificuldades administrativas e orçamentárias na cadeia de departamentos responsáveis. Todavia, percebe-se ser nítido um empenho dos envolvidos em fornecer o melhor trabalho dentro dos recursos que estão disponíveis atualmente. Com isso, este trabalho colabora como incentivador de rastrear os detalhes dos gargalos a fim de solucioná-los no curto, médio e longo prazo.

Palavras-chave: gestão de pavimentos, manutenção de pavimentos, conservação de pavimentos, manutenção de estradas urbanas.

ABSTRACT

A city's asphalt pavements constitute an important part of its infrastructure, as they are one of the indicators of adequate urbanization present in the space. However, the adequate state of paving of urban roads in a municipality contributes significantly to its economic and social development, in addition to providing users with comfort and safety. Therefore, a direct analysis of pavement management must be highlighted, with the aim of helping to mitigate execution, maintenance and conservation errors over time. To do this, it is necessary to trace the origin of the problems that affect the pavements of a city, as well as the bottlenecks that arise and prevent or hinder their adequate management by the public authorities. Available funds, management, equipment, materials and technical quality of the coordinating and executing team are some of the factors that directly influence the results that the citizens of a city have regarding the paving of urban roads intended for them. To this end, this work carried out a technical analysis in order to track, with the responsible departments, the objective factors that prevent users from enjoying a higher quality service. Thus, this research provided clear, technical and objective knowledge of the factors involved in the often precarious provision of paved road maintenance services. All of this with the aim of encouraging the population of Goiás, engineering professionals, the executing team and, mainly, public managers, the urgency of the need to build an effective action plan to resolve the problem. The results indicated that in the current situation the maintenance techniques used in the conservation and maintenance of asphalt roads in the city of Goiânia are somewhat distant from what the literature establishes as ideal. Such discrepancies involve a series of factors, such as administrative and budgetary difficulties in the chain of responsible departments. However, there is a clear commitment from those involved in providing the best work within the resources that are currently available. Therefore, this work encourages tracking the details of bottlenecks in order to resolve them in the short, medium and long term.

Keywords: pavement management, pavement maintenance, pavement conservation, urban road maintenance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema de seção transversal de um pavimento asfáltico.....	21
Figura 2 - Deformação elástica pela carga no pavimento flexível.....	21
Figura 3 - Seção transversal típica do pavimento rígido	22
Figura 4 - Deformação pela carga no pavimento rígido	22
Figura 5 - Fissura nos pavimentos asfálticos	23
Figura 6 - Trinca transversal nos pavimentos asfálticos.....	24
Figura 7 - Trinca longitudinal – (a) curta e (b) longa	24
Figura 8 - Trinca interligada – (a) com erosão da borda e (b) sem erosão	25
Figura 9 - Trinca em bloco– (a) com erosão da borda e (b) sem erosão.....	25
Figura 10 - Trinca de retração	26
Figura 11 - (a) conjunto de trincas longitudinais e (b) trinca de retração térmica	26
Figura 12 - Afundamento plástico nas trilhas de roda	27
Figura 13 - Afundamento por consolidação nas trilhas de roda	27
Figura 14 - Corrugações e ondulação	28
Figura 15 - Ilustração de escorregamento.....	29
Figura 16 - Escorregamento de massa	30
Figura 17 - Exsudação na pista.....	30
Figura 18 - Exsudação em detalhe.....	31
Figura 19 - Desgaste ou desagregação.....	31
Figura 20 - Panela ou buraco	32
Figura 21 - Ilustração de panela ou buraco.....	32
Figura 22 - Remendos rodoviários de extensões variadas	33
Figura 23 - Ilustração de um remendo	34
Figura 24 - Exemplo de demarcação de áreas para inventário de defeitos	41
Figura 25 - Fluxograma da metodologia do trabalho	50
Figura 26- SEINFRA (imagem de satélite)	52
Figura 27 - GERCMV: escritório e pátio.....	56
Figura 28 - Limpeza de buraco profundo - 1ª etapa	58
Figura 29 - Aplicação de ligante em buraco profundo - 1ª etapa.....	58
Figura 30 - Aplicação de CBUQ - 1ª etapa.....	59
Figura 31 - Regularização de CBUQ - 1ª etapa	59
Figura 32 - Compactação de massa regularizada - 1ª etapa.....	60
Figura 33 - 2ª mão de CBUQ para regularização - 1ª etapa.....	60
Figura 34 - Aplicação de ligante betuminoso - 2ª etapa	61
Figura 35 - Aplicação de CBUQ - 2ª etapa.....	61
Figura 36 - Regularização de CBUQ - 2ª etapa	62
Figura 37 - Serviço concluído - 2ª etapa.....	62

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 38 - Limpeza de panela pequena - 3ª etapa	63
Figura 39 - Aplicação de ligante betuminoso - 3ª etapa	63
Figura 40 - Aplicação de CBUQ - 3ª etapa.....	64
Figura 41 - Limpeza de couro de jacaré - 3ª etapa.....	64
Figura 42 - Limpeza de panela com entulho - 3ª etapa.....	65
Figura 43 - Medição de painéis - 3ª etapa	65
Figura 44 - Aplicação de ligante em painéis associadas - 3ª etapa	66
Figura 45 - Observação de estratos de revestimento asfáltico - 3ª etapa	66
Figura 46 - Serviço concluído - 3ª etapa.....	67
Figura 47 - Painel com couro de jacaré e lama - 4ª etapa	68
Figura 48 - Aplicação de ligante betuminoso sem a devida limpeza - 4ª etapa.....	68
Figura 49 - Aplicação em região de patologia compartilhada - 4ª etapa	69
Figura 50 - Espalhamento de CBUQ por rodeiro - 4ª etapa	69
Figura 51 - CBUQ em sua 1ª compactação - 4ª etapa	70
Figura 52 - Regularização de compactação - 4ª etapa	70
Figura 53 - Abrangência de ligante em 4 patologias associadas - 4ª etapa.....	71
Figura 54 - Serviço finalizado - 4ª etapa.....	72
Figura 55 - Padrão do trecho recapeado sem patologias - 5ª etapa.....	73
Figura 56 - Padrão do trecho recapeado com patologias - 5ª etapa	74
Figura 57 - Patologia 1: Correção de trinca e painel resultante de afundamento - 5ª etapa.....	75
Figura 58 - Patologia 2: painel aberto resultante de base comprometida - 5ª etapa.....	75
Figura 59 - Patologia 3: início de painel resultante de base comprometida - 5ª etapa.....	76
Figura 60 - Outras patologias (galeria pluvial exposta; painéis; ondulações) - 5ª etapa.....	76
Figura 61 - Fresagem e limpeza no processo de recapeamento – Etapa Complementar 1	77
Figura 62 - Imprimação e CBUQ – Etapa Complementar 1.....	77
Figura 63 - Espalhamento/Regularização de CBUQ e Compactação Pneumática – Etapa Complementar 1 ..	78
Figura 64 - Compactação com cilindro vibratório – Etapa Complementar 1	78
Figura 65 - Fresagem e limpeza no processo de recapeamento – Etapa Complementar 2	79
Figura 66 - Imprimação e CBUQ – Etapa Complementar 2.....	79
Figura 67 - Espalhamento/Regularização de CBUQ e Compactação Pneumática – Etapa Complementar 2 ..	80
Figura 68 - Compactação com cilindro vibratório e conferência de espessura – Etapa Complementar 2.....	80
Figura 69 - Nível de rolamento da via prejudicado pela manutenção inadequada	84
Figura 70 - Ilustração da diferença de nível	84

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Variação da serventia com o tráfego ou com o tempo decorrido de utilização da via	36
Gráfico 2 - Variação da carga dinâmica de dois eixos legais trafegando em uma via com elevada irregularidade.....	37
Gráfico 3 - Variação da serventia com o tráfego ou com o tempo decorrido de utilização da via	39
Gráfico 4 - Variação do IRI a depender de situações específicas.....	40

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Níveis de serventia	36
Quadro 2 - Conceito de degradação do pavimento em função do IGG	41
Quadro 3 - Tipos de medidas de restauração mais usuais no Brasil	46
Quadro 4 - Procedimento Executivo de Remendo Superficial	81
Quadro 5 - Procedimento Executivo de Remendo Subsuperficial	81
Quadro 6 - Procedimento Executivo de Remendo Profundo.....	82

LISTA DE SIGLAS

DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
CNT	Confederação Nacional de Transportes
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
CAP	Cimento Asfáltico de Petróleo
PRO	Procedimento
TER	Terminologia
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
IRI	Índice de Irregularidades Internacional
SEINFRA	Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana
GERCMV	Gerência de Conservação de Malha Viária

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1.Objetivo geral	17
1.2.Objetivos específicos.....	17
1.3.Estrutura do trabalho	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1.Pavimentos asfálticos – Um breve relato histórico	19
2.2.A pavimentação asfáltica urbana.....	19
2.3.A necessidade da pavimentação no contexto urbano	20
2.4.Tipos de pavimentos.....	20
2.5.Patologias nos pavimentos asfálticos	22
1.5.1 Definição	22
1.5.2 Fendas.....	23
1.5.3 Afundamentos	26
1.5.4 Ondulação/Corrugação	28
1.5.5 Escorregamento	29
1.5.6 Exsudação.....	30
1.5.7 Desgaste.....	31
1.5.8 Buracos ou panelas	32
1.5.9 Remendos	33
2.6.A importância do diagnóstico dos defeitos nos pavimentos asfálticos	34
2.7.Avaliação funcional de serventia.....	35
2.8.Avaliação de irregularidade longitudinal.....	39
2.9.Avaliação objetiva da superfície pela determinação do IGG	40
2.9.1 Avaliação de aderência.....	42
2.9.2 Avaliação estrutural.....	43
2.10. Técnicas de conservação e manutenção dos pavimentos asfálticos	44
2.10.1 Remendo superficial	45
2.10.2 Remendo profundo	45
2.10.3 Lama asfáltica.....	45
2.10.4 Tratamentos superficiais.....	45
2.10.5 Técnicas de reparo	45
2.11. Desafios e dificuldades na gerência dos pavimentos.....	47
3 METODOLOGIA.....	49
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS	51

4.1.caracterização do local estudado.....	Erro! Indicador não definido.
4.2.Levantamento de informações preliminares.....	53
4.2.1 A demanda e o contexto atual	53
4.2.2 Os recursos teóricos, humanos e tecnológicos da GERCMV	54
4.3.Acompanhamento de Operação Tapa-buracos e de Recapeamento.....	56
4.3.1 Procedimento padrão:.....	56
4.3.2 Primeira etapa: manutenção de patologias na Av. Nerópolis – Vila Clemente c/ Gentil Meireles.	57
Data: 06/10/2022	57
4.3.3 Segunda etapa: manutenção de patologias em rua entremeada na Vila Irany (região de Campinas) – Rua 1.....	61
Data: 06/10/2022	61
4.3.4 Terceira etapa: manutenção de patologias em rua entremeada na Vila Irany (região de Campinas) – Rua 2.....	63
Data: 06/10/2022	63
4.3.5 Quarta etapa: manutenção de patologias em rua entremeada na Vila Vera Cruz (Parque Jerivá).....	68
Data: 18/09/2023	68
4.3.6 Quinta etapa: análise de operação de manutenção feita em patologia surgida em recapeamento recente (Projeto 630 km) – Rua Benjamin Constant c/ Rua das Laranjeiras, Vila Abajá.	72
Data: 10/11/2022	72
4.3.7 Etapa Complementar 1: acompanhamento de recapeamento em trecho de alto fluxo - Av. Anhanguera: Lago das Rosas no Setor Oeste.....	77
Data: 10/11/2022	77
4.3.8 Etapa Complementar 2: acompanhamento de recapeamento em trecho de baixo fluxo - Rua E c/ Rua F no Setor Progresso.....	79
Data: 29/11/2023	79
4.4.Operação Tapa-buracos: comparação direta entre a técnica correta e o padrão de execução em vigor na GERCMV.....	80
4.5.Análise da combinação dos serviços de recapeamento (Reabilitação) e de manutenção (Operação Tapa-buracos).....	82
5 CONCLUSÃO.....	85
REFERÊNCIAS.....	87

1 INTRODUÇÃO

A vida útil de um pavimento começa a ser contabilizada quando a via é liberada ao tráfego. As condições de conforto e segurança durante o transporte de cargas e pessoas varia ao longo da vida útil do pavimento, pois, mesmo quando bem executado, o pavimento irá sofrer com variáveis externas, trazendo manifestações patológicas indesejáveis devido às intempéries e o tráfego. Para evitar que a qualidade seja inferior ao mínimo desejável, durante o período de vida útil do pavimento, é muito importante a realização de atividades de conservação ou manutenção de forma a prolongar a sua vida útil.

A cidade de Goiânia contém uma das maiores taxas de veículos por habitante dentre os municípios brasileiros, contento uma frota de 1.281.000 milhões de automóveis, segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022).

As solicitações dos esforços nos pavimentos de ruas e avenidas, associado com a falta de manutenção adequada, resulta na deterioração da estrutura do pavimento asfáltico predominante no sistema viário da cidade, o que gera transtornos no deslocamento da população. Ao conhecer estas informações e ao mesmo tempo, tecer um olhar crítico para a realidade objetiva da cidade de Goiânia, percebe-se claramente uma falta de novas técnicas especializadas para cada tipo de manutenção dos pavimentos baseado em sua patologia que deveria ser estudado mais a fundo e não somente realizar operações corriqueiras utilizando sempre o mesmo método de reparos.

Este trabalho tem o propósito de discorrer acerca da manutenção desta parte da infraestrutura urbana que é a pavimentação e, principalmente a conservação das vias urbanas da cidade de Goiânia. A capital do estado de Goiás é uma cidade relativamente “jovem”, mas pode-se dizer que sua malha asfáltica é bastante antiga. Isso faz com que a conservação tardia de seu sistema viário cause desconforto e insegurança para a população usuária, além de encarecer muito as intervenções que são feitas em longo prazo, pois as condições funcionais e estruturais dos pavimentos estão colapsadas, ou seja, necessitando em alguns segmentos de reconstrução total.

Bernucci *et al.* (2006) esclarecem que o objetivo principal de uma pavimentação consiste em, além de resistir aos esforços verticais e horizontais, garantir a trafegabilidade em qualquer época do ano e condições climáticas, proporcionando aos usuários conforto ao rolamento e segurança. Isso evidencia que o aspecto de uma pavimentação subsiste de forma

dupla, isto é, garantindo duas frentes ao mesmo tempo: conforto e segurança. Logo, por inferência, entende-se que uma pavimentação asfáltica que carece fornecer ao usuário essas duas condições ou uma delas que seja, se enquadrará como uma estrutura que falha na sua função e que carece de atenção. Com uma sociedade globalizada, urbanizada, com elevado fluxo de pessoas e relações comerciais, é imprescindível ressaltar que para que haja contínuo e saudável avanço dessa sociedade, faz-se necessário uma boa infraestrutura que sirva de suporte ao seu devido crescimento. Do contrário, tem-se um meio social que cresce em número de pessoas, mas que carece de infraestrutura. A longo prazo, isso traz inúmeros problemas e prejuízos de ordem social e econômica.

Portanto, ter um olhar atento para a pavimentação asfáltica de Goiânia não é somente uma possibilidade dentre muitas das quais o cidadão goianiense dispõe. Para muito, além disso, analisar tecnicamente a infraestrutura do sistema viário urbano é se preocupar com o futuro econômico, social e estrutural da cidade, bem como com a qualidade de vida das pessoas que vivem ou escolhem viver em Goiânia.

A cidade de Goiânia em seus 87 anos de existência cresceu muito mais do que o seu planejamento inicial e, com isso, surgiram diversos problemas relacionados ao processo de urbanização. Um desses problemas, que pode ser rapidamente percebido ao se andar por diversos pontos da cidade, é a qualidade dos pavimentos asfálticos da capital goiana que deixa muito a desejar nos quesitos técnicos de conforto e segurança à população usuária. Com isso, uma cidade que a cada dia mais se consolida como referência em crescimento e desenvolvimento da região centro-oeste do país, necessita de um planejamento permanente de manutenção e conservação de seu sistema viário, garantindo segurança e conforto aos cidadãos que se deslocam pela cidade.

Goiânia é uma cidade referência em algumas áreas da medicina, como por exemplo, a oftalmologia. Neste sentido tem recebido investimentos diversos ao longo dos anos, com empreendimentos e complexos na área da saúde, como redes de hospitais e indústrias farmacêuticas. Além disso, a capital de Goiás é polo têxtil para outras regiões do país, como norte e nordeste. Com sua localização centralizada no Brasil e sua proximidade com a capital federal, Goiânia é uma ponte que vincula qualquer lugar do país e se apresenta como um ambiente com um alto grau de urbanização já consolidado, fornecendo estrutura para receber investimentos e eventos de grande porte. Tendo em vista a visibilidade que a cidade projetou no cenário nacional, é de grande perda constatar que algo tão básico para uma cidade, como no

caso da mobilidade urbana e as características de trafegabilidade, sejam tão precárias em relação ao que poderia e deveria ser, e pensando nisso que este trabalho quer trazer uma relevância social para a cidade, para que pessoas interessadas neste tema possa perceber a importância deste trabalho para aqueles que buscam um conhecimento mais amplo sobre este tema.

O IBGE classificou Goiânia na posição 474º no Brasil no quesito ‘urbanização de vias públicas’ que engloba: presença de bueiros, calçadas, pavimentação e meio-fio IBGE (2017). Neste sentido pode-se perceber que pesquisas e trabalhos divulgados na área são de grande valia para contribuir quanto ao desenvolvimento dos trabalhos técnicos necessários a boa conservação do sistema viário local. Assim, numa cidade cuja importância no cenário regional e nacional é grande, este trabalho busca conhecer e verificar o porquê das intervenções tardias e com técnicas pouco duradouras no sistema viário da cidade.

1.1. Objetivo geral

Rastrear os motivos que fazem com que a manutenção que é dada aos pavimentos asfálticos da cidade de Goiânia seja, em sua maioria, entregue aquém das condições técnicas básicas que as normas técnicas da engenharia estabelecem.

1.2. Objetivos específicos

- Fazer um levantamento das principais patologias que acometem algumas pavimentações asfálticas selecionadas de Goiânia;
- Investigar o método mais utilizado nas atividades de manutenção dos pavimentos asfálticos de Goiânia;
- Identificar as especificações de serviços que fundamentam as operações “tapa-buracos” na cidade;

1.3. Estrutura do trabalho

Este trabalho está estruturado em 5 capítulos.

No Capítulo 1 - Introdução é abordada toda a contextualização do tema, destacando como principal assunto os motivos que levaram a realização deste trabalho e os objetivos específicos.

No Capítulo 2 – Referencial Teórico aborda-se as características dos pavimentos asfálticos flexíveis e rígidos, com as diversas patologias associadas aos mesmos. Discorre-se também sobre parâmetros de conforto e segurança de rodagem.

No Capítulo 3 – Metodologia são apresentados os critérios utilizados para a pesquisa, como se deu o sequenciamento das etapas de acompanhamento dos serviços analisados e por fim quais os caminhos utilizados para se chegar as respostas dos objetivos específicos.

No Capítulo 4 – Apresentação e análise dos dados obtidos são apresentados os resultados encontrados e os possíveis fatores que levaram aos resultados obtidos.

No Capítulo 5 – Conclusões, são apresentadas as conclusões do trabalho, levando em consideração todos os aspectos apresentados e os objetivos alcançados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo o DNIT (2011), um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) tem como componentes o planejamento, o projeto, a construção e a manutenção dos pavimentos, devendo interagir mutuamente.³³

O objetivo principal de um Sistema de Gerência de Pavimentos é alcançar a melhor aplicação para os recursos públicos disponíveis e oferecer um transporte rodoviário seguro, compatível e econômico (DNIT, 2011).

2.1. Pavimentos asfálticos – Um breve relato histórico

O homem, com o intuito de ter acesso às áreas cultiváveis, lugares onde se podia extrair madeira, rocha, minerais e água, além do anseio por expandir seu território de influência, criou o que conhecemos por estradas. As primeiras a serem criadas de que se tem conhecimento são na China que, até onde se sabe, é o país que as inventou (Balbo, 2007). Segundo o autor, remetendo-se ainda a tempos antigos, o Império Romano já entendia que as rodovias constituíam parte integrante de sociedades desenvolvidas, que elas sofriam degradação com o passar do tempo e que sua manutenção era imprescindível.

2.2. A pavimentação asfáltica urbana

Até meados do século XVIII, a engenharia era exercida basicamente com fins militares. Após isso, com o surgimento de obras fora do contexto militar, principalmente relacionado à construção de estradas, é que surgiu a denominação “construção civil” e “engenharia civil” (CONFEA, 2005).

Segundo Bernucci *et al.* (2006), os pavimentos são uma estrutura de múltiplas camadas, sendo o revestimento a camada que se destina a receber a carga dos veículos e mais diretamente a ação climática. Ainda segundo os autores, é justamente por isso que esta camada deve ser a mais impermeável possível e com resistência aos esforços de contato pneu-pavimento em movimento. Já o Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes (DNIT) esclarece que “o pavimento de uma rodovia é a superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semi-espaco, considerado teoricamente como infinito”, isto é, a infraestrutura ou terreno de fundação, também chamada de subleito DNIT (2006, p. 95).

Apesar de não ser mais utilizada pelo setor rodoviário e ter sido cancelada em 2014, a NBR 7207 (ABNT, 1982) especificava o que era pavimento e trazia um outro conceito que podemos usar para entender melhor a matéria deste estudo. Esta NBR afirmava que pavimento

É uma estrutura construída após a terraplenagem, destinada, econômica e simultaneamente, em seu conjunto, a: resistir e distribuir ao subleito os esforços verticais produzidos; melhorar as condições de rolamento quanto à comodidade e segurança; e resistir aos esforços horizontais que nela atuam, tornando mais durável a superfície de rolamento (NBR, 1982, p. 3).

A Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes - GOINFRA (antiga AGETOP), contextualiza a aplicação do pavimento flexível com o desenvolvimento das técnicas de pavimentação. Segundo a agência o aumento da pavimentação – através da urbanização – unido à técnicas inovadoras na área da pavimentação foram os motivos motores que fizeram com que as cidades comesçassem a migrar dos antigos métodos de calçamento das ruas para a pavimentação flexível que se conhece hoje (AGETOP, 2016).

Para efeitos de comparação, num contexto nacional, uma informação relevante é a de que o pavimento no Brasil é dimensionado para durar de 8 a 12 anos, comparados com 25 anos para o pavimento nos Estados Unidos (CNT, 2017). Guardando as devidas proporções de poder econômico entre estas duas nações, isso ainda consegue evidenciar uma grande discrepância entre a qualidade e porte do que é fornecido para a população em matéria de pavimentação urbana.

2.3. A necessidade da pavimentação no contexto urbano

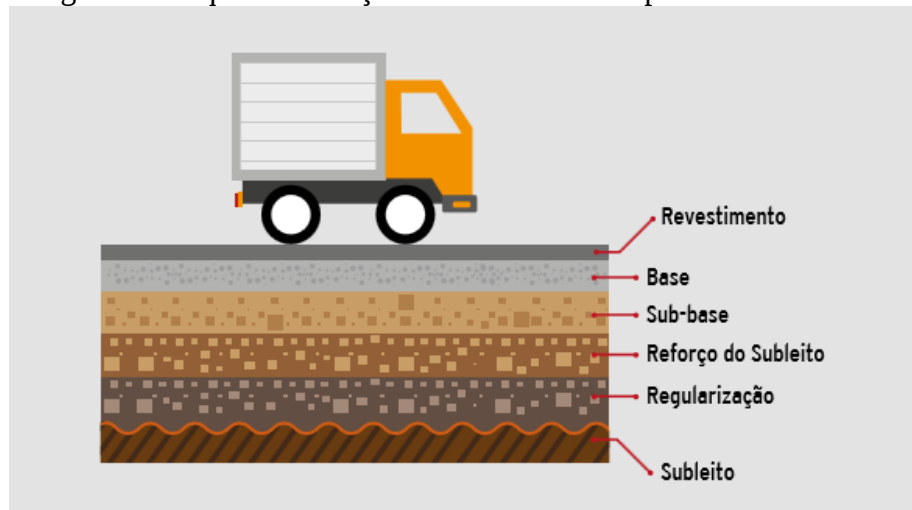
As ruas podem ser entendidas como as artérias de uma cidade, por onde circulam todos os dias seus veículos e seus habitantes (CONFEA, 2005). Ainda segundo o Conselho, a pavimentação das vias se justifica na mesma medida em que se aumenta a qualidade de vida da população de uma cidade, nos seguintes sentidos:

- melhora as condições de tráfego;
- melhora as condições de acesso;
- otimiza serviços de limpeza urbana;
- reduz o nível de poeira suspensa, diminuindo atendimentos médicos relacionados à doenças respiratórias;
- reduz o assoreamento nos cursos d'água;
- otimiza a economia de água potável usada para aplacar a poeira;
- fomenta a valorização imobiliária; e
- aumenta o potencial de negócios do comércio local.

2.4. Tipos de pavimentos

Os pavimentos podem ser classificados em flexíveis, semirrígidos e rígidos. A Figura 1 apresenta uma seção transversal típica de um pavimento asfáltico.

Figura 1 - Esquema de seção transversal de um pavimento asfáltico

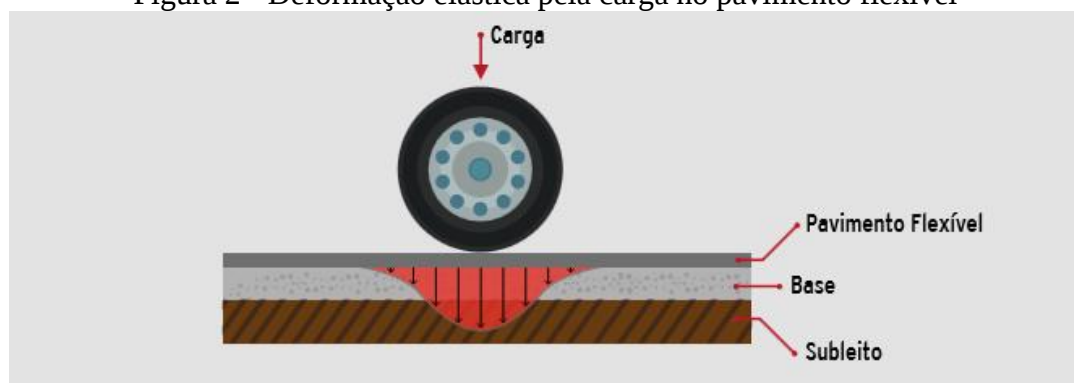


Fonte: CNT, 2017.

O pavimento flexível é aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas (DNIT, 2006).

Este tipo de pavimento permite um campo de tensões muito concentrado no ponto de aplicação da carga, conforme apresentado na Figura 2. Isso demanda que as camadas constituintes do pavimento flexível sejam mais espessas, de forma a propiciar a proteção do subleito do pavimento.

Figura 2 - Deformação elástica pela carga no pavimento flexível

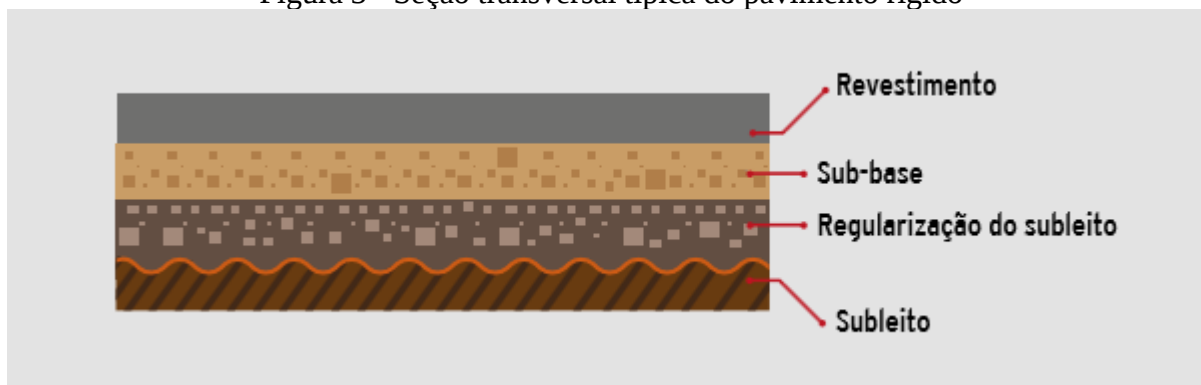


Fonte: CNT, 2017.

Já o pavimento semirrígido é caracterizado por uma base cimentada por algum aglutinante que possui propriedades cimentícias, como por exemplo, uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica DNIT (2006, p. 95). Ainda segundo o DNIT, na sequência, o pavimento tido como rígido é

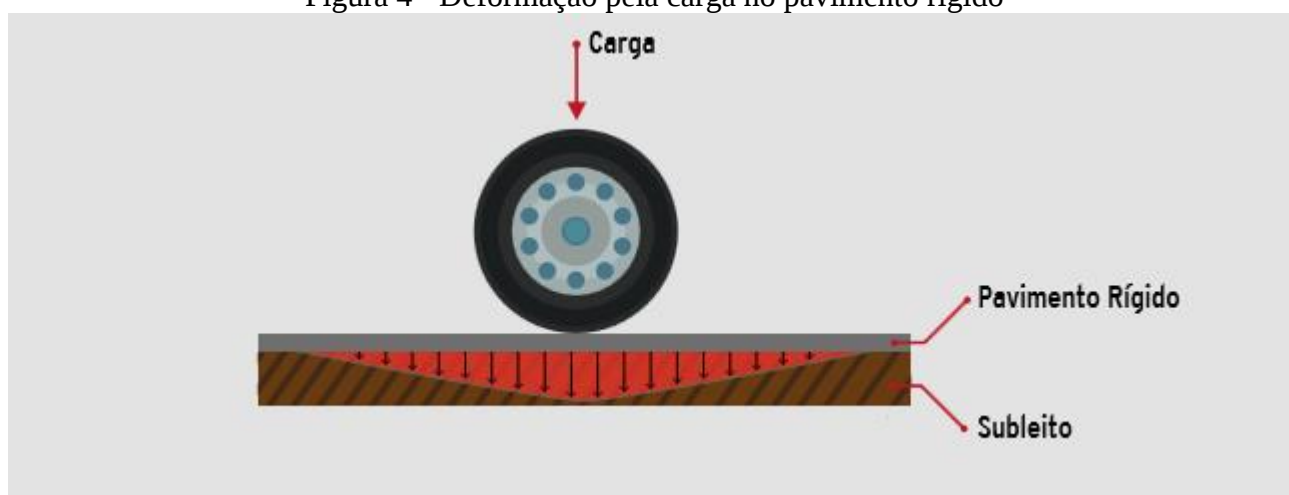
(...) aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado. Exemplo típico: pavimento constituído por lajes de concreto de cimento Portland. (Figura 3 e Figura 4)

Figura 3 - Seção transversal típica do pavimento rígido



Fonte: CNT, 2017.

Figura 4 - Deformação pela carga no pavimento rígido



Fonte: CNT, 2017.

Visto que 99% da malha rodoviária nacional é constituída por pavimento flexível (CNT, 2017) e que em Goiânia apenas alguns pontos estratégicos fazem utilização do pavimento rígido em detrimento do flexível, como paradas de ônibus e corredores centrais de ônibus, focaremos mais nos conceitos concernentes ao pavimento do tipo flexível.

2.5. Patologias nos pavimentos asfálticos

1.5.1 Definição

As patologias dos pavimentos, também conhecidas como defeitos de superfície, são aqueles danos localizados nas superfícies dos pavimentos asfálticos, que podem ser identificados a olho nu e serem classificados conforme uma terminologia normatizada (Bernucci *et al.*, 2006). No caso do

Brasil as patologias dos pavimentos estão especificadas na Norma DNIT 005/2003 – TER (DNIT, 2006).

1.5.2 Fendas

Segundo o DNIT (2003), fenda é qualquer descontinuidade na superfície do pavimento que conduza a aberturas de menor ou maior porte, apresentando-se sob diversas formas. Elas são tidas como um dos defeitos mais significativos dos pavimentos asfálticos e podem ser divididas por classes quanto à gravidade: classe 1 (aberturas menores que 1 mm), classe 2 (aberturas maiores que 1 mm) e classe 3 (aberturas maiores que 1 mm associadas com erosão ou desagregação junto às bordas) (Bernucci *et al.*, 2006). Segundo o DNIT as fendas se classificam em:

- a. Fissuras: fendas de largura capilar existente no revestimento, em posição longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, somente perceptível a olho nu de uma distância inferior a 1,5 m e com extensão inferior a 30 cm. Importante ressaltar que a fissura é categorizada como uma fenda incipiente que ainda não causa problemas funcionais ao revestimento asfáltico (Figura 5).

Figura 5 – Fissura nos pavimentos asfálticos



Fonte: CNT, 2017.

Conforme a CNT (2017), as fendas têm como principal causa a má dosagem do concreto asfáltico, o excesso de finos no revestimento, como também a compactação excessiva ou em momento inadequado.

- b. Trincas: são fendas que possuem aberturas superiores às de fissura (Bernucci *et al.*, 2006). Segundo a CNT (2017), elas podem ser classificadas em:
 - Trincas isoladas
 - Trincas perpendiculares ou transversais: em direção perpendicular ao eixo da via. É *curta* se a extensão for de até 100 cm e *longa* se for superior a isto (Figura 6).

Figura 6 - Trinca transversal nos pavimentos asfálticos

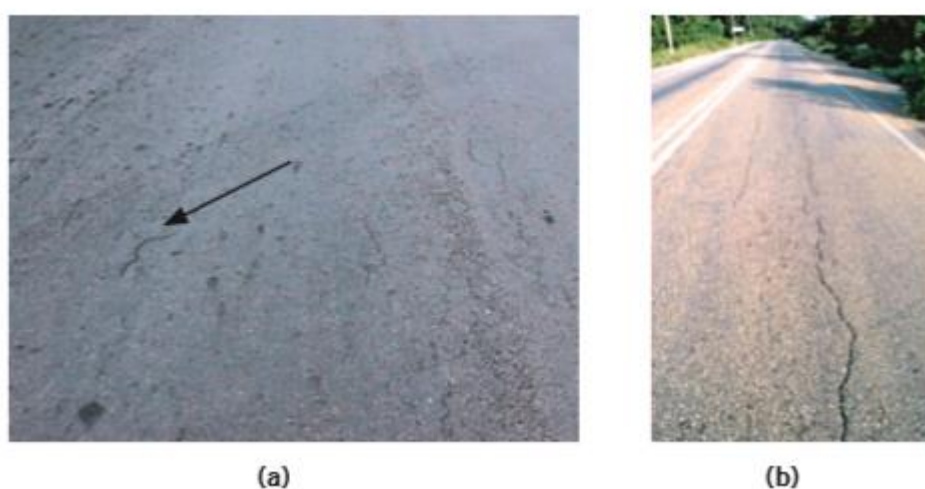


Fonte: CNT, 2017.

Tais trincas transversais têm como principais causas a contração da capa asfáltica devido a baixas temperaturas ou ao endurecimento do asfalto, ou ainda a propagação de trincas nas camadas inferiores à do revestimento (CNT, 2017).

- Trincas longitudinais: em direção predominante paralela ao eixo da via. É tida como *curta* se a extensão for de até 100 cm e *longa* se for superior a isto (Figura 7).

Figura 7 - Trinca longitudinal – (a) curta e (b) longa



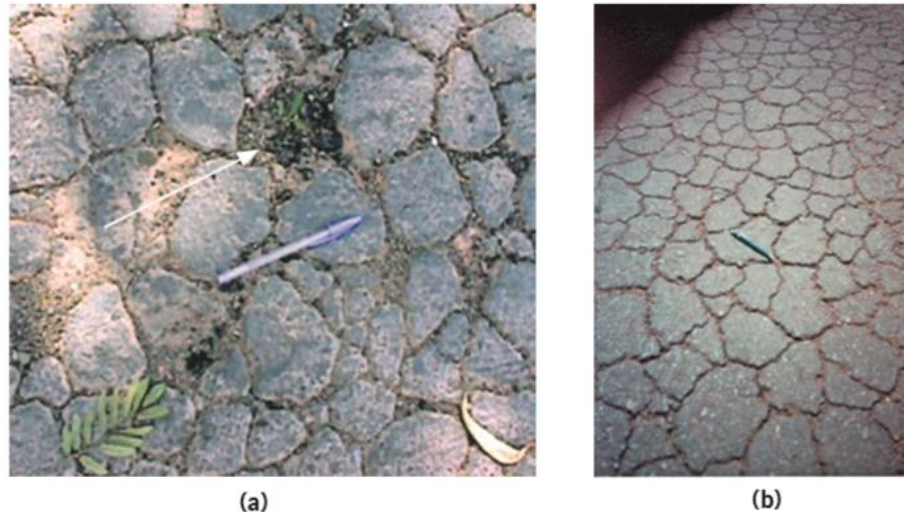
Fonte: Bernucci et al, 2006.

Conforme a CNT (2017), as trincas longitudinais possuem como causas a má execução da junta longitudinal de separação entre as duas faixas de tráfego, o recalque diferencial, a contração de capa asfáltica devido o endurecimento do asfalto ou baixas temperaturas, além da propagação de trincas nas camadas inferiores à do revestimento asfáltico.

- Trincas interligadas

- Malha do tipo couro de jacaré: são trincas sem direção definida, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré (CNT, 2017). A Figura 8 demonstra isso.

Figura 8 - Trinca interligada – (a) com erosão da borda e (b) sem erosão



Fonte: Bernucci et al, 2006.

Bernucci *et al.* (2006) apontam como possíveis causas desse tipo de trinca a ação repetida de cargas do tráfego, ação climática, envelhecimento do ligante, compactação deficiente do revestimento, recalques diferenciais, entre outros. É classificado como um defeito estrutural.

- Malha do tipo bloco: conforme a CNT (2017), é um conjunto de trincas formando blocos retangulares com lados bem definidos (Figura 9).

Figura 9 - Trinca em bloco– (a) com erosão da borda e (b) sem erosão



Fonte: Bernucci et al, 2006.

As principais causas desse tipo de trinca são a contração da capa asfáltica devido a alternância entre altas e baixas temperaturas e a baixa resistência à tração da mistura asfáltica (CNT, 2017). É classificado como um defeito funcional e também estrutural.

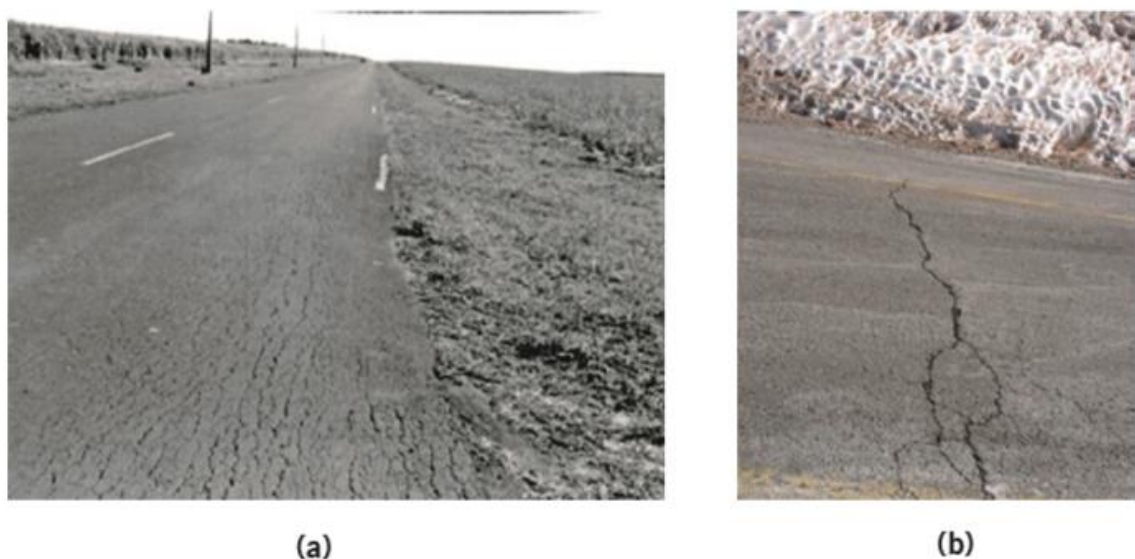
- Outros tipos de trinca
- Segundo Bernucci *et al.* (2006), são decorrentes da reflexão de trincas preexistentes (Figura 10).

Figura 10 - Trinca de retração



Fonte: Bernucci et al., 2006.

Figura 11 - (a) conjunto de trincas longitudinais e (b) trinca de retração térmica



Fonte: Bernucci et al, 2008.

A parte (a) da Figura 11 mostra trincas causadas por umedecimento da base por infiltração de água pelos acostamentos não protegidos juntamente com a ação do tráfego. Já a sua parte (b) mostra uma trinca de retração térmica em ambientes sujeitos a baixas temperaturas Bernucci *et al.* (2006).

1.5.3 Afundamentos

Segundo o DNIT (2006), afundamento é uma deformação permanente caracterizada pela depressão da superfície do pavimento e pode se manifestar de forma associada ou não com o solevamento, que é a compensação volumétrica lateral.

Bernucci *et al.* (2006), esclarecem que os afundamentos podem ser classificados como:

- Afundamentos por consolidação: quando as depressões surgem por densificação diferencial, podendo ser localizado (extensão menor que 6 m) ou longitudinal nas trilhas de roda (extensão maior que 6 m), conforme a Figura 12.
- Afundamentos plásticos: ocorrem quando as depressões decorrem principalmente da fluência do revestimento asfáltico, também podendo ser localizados ou longitudinais nas trilhas de roda (Figura 13).

Figura 12 - Afundamento plástico nas trilhas de roda



Fonte: CNT, 2017.

Figura 13 - Afundamento por consolidação nas trilhas de roda



Fonte: CNT, 2017.

1.5.4 Ondulação/Corrugação

É uma falha caracterizada por ondulações transversais, de caráter plástico e permanente, no revestimento asfáltico (DNIT, 2006). A CNT (2017) define como causas dessa patologia a falta de estabilidade da mistura asfáltica, a excessiva umidade do subleito, a contaminação da mistura asfáltica e a falta de aeração das misturas líquidas de asfalto.

Apesar de muitas fontes tratarem estes dois termos como sinônimos, Bernucci *et al.* (2006) diferenciam as duas patologias pelos fenômenos que as causam. Os autores citam que as corrugações são deformações transversais, em geral compensatórias, com depressões intercaladas de elevações que se distanciam entre si na ordem de alguns centímetros ou dezenas de centímetros. Já as ondulações são especificamente decorrentes da consolidação diferencial do subleito e, com comprimentos de onda entre duas cristas da ordem de metros. As duas imagens superiores e a inferior direita demonstram corrugação, enquanto a inferior esquerda demonstra ondulação (Figura 14).

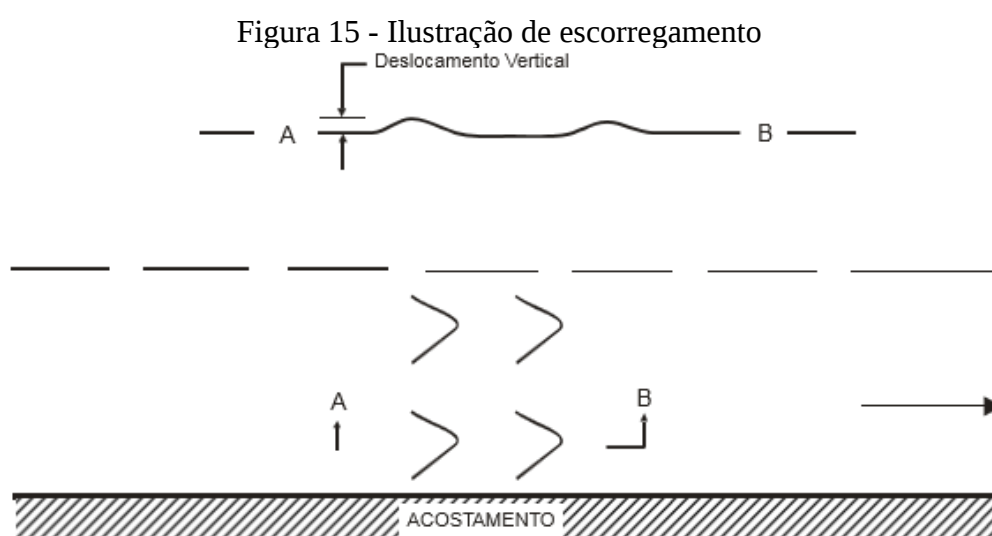
Figura 14 - Corrugações e ondulação



Fonte: CNT, 2017.

1.5.5 Escorregamento

De acordo com DNIT (2006) o escorregamento é um movimento horizontal do revestimento que é causado pelos esforços tangenciais transmitidos pelos eixos dos veículos, ou seja, durante o processo de frenagem ou aceleração, formando uma ondulação curta e abrupta na superfície do revestimento em forma de meia lua. Esta patologia é causada pela fluência do revestimento asfáltico, conforme citado por Bernucci *et al.* (2006) e ilustrado na Figura 15 e na Figura 16.



Fonte: DNIT, 2006.

Figura 16 - Escorregamento de massa



Fonte: Bernucci et al., 2006.

1.5.6 Exsudação

É a formação de um filme de material betuminoso na superfície do revestimento, criando um brilho vítreo (CNT, 2017). Geralmente se manifesta através de manchas escurecidas, conforme explanam Bernucci *et al.* (2006) e é causada pela dosagem errada da mistura asfáltica, com teor excessivo de ligante e/ou índice de vazios muito baixos, ou devido à alta temperatura do ligante, acima da especificação, no momento da mistura, acarretando na dilatação do asfalto e consequente ocupação definitiva dos vazios entre as partículas (DNIT, 2006), conforme ilustrado na Figura 17 e Figura 18.

Figura 17 - Exsudação na pista



Fonte: CNT, 2017.

Figura 18 - Exsudação em detalhe



Fonte: Bernucci et al, 2006.

1.5.7 Desgaste

Segundo o DNIT (2006), o desgaste (ou desagregação) consiste na perda de argamassa fina e/ou agregados do revestimento asfáltico, podendo ser identificado pelo caráter áspero anormal da superfície de rolamento, com perda de envolvimento betuminoso e consequente arrancamento dos agregados. As principais causas são: falha na adesividade ligante-agregado; água aprisionada e sobreposição em vazios da camada de revestimento, o que gera o deslocamento do ligante; deficiência no teor do ligante; e problemas executivos ou na mistura dos componentes (CNT, 2017), conforme apresentado na Figura 19.

Figura 19 - Desgaste ou desagregação



Fonte: Bernucci et al., 2006.

1.5.8 Buracos ou panelas

As panelas, também conhecidas como buracos, são uma cavidade no revestimento asfáltico que podem ou não atingir as camadas subjacentes Bernucci *et al.* (2006). O DNIT (2006) esclarece que

o defeito é muito grave pois afeta estruturalmente o pavimento, permitindo o acesso das águas superficiais ao interior da estrutura. Também é grave do ponto de vista funcional, já que afeta a irregularidade longitudinal e, como consequência, a segurança do tráfego, e o custo do transporte.

A CNT (2017) pontua algumas causas dessa patologia, dentre elas estão as trincas por fadiga, a desintegração localizada na superfície do pavimento, a compactação deficiente, a umidade excessiva nas camadas do solo e a falha na imprimação (Figura 20 e Figura 21).

Figura 20 - Panela ou buraco

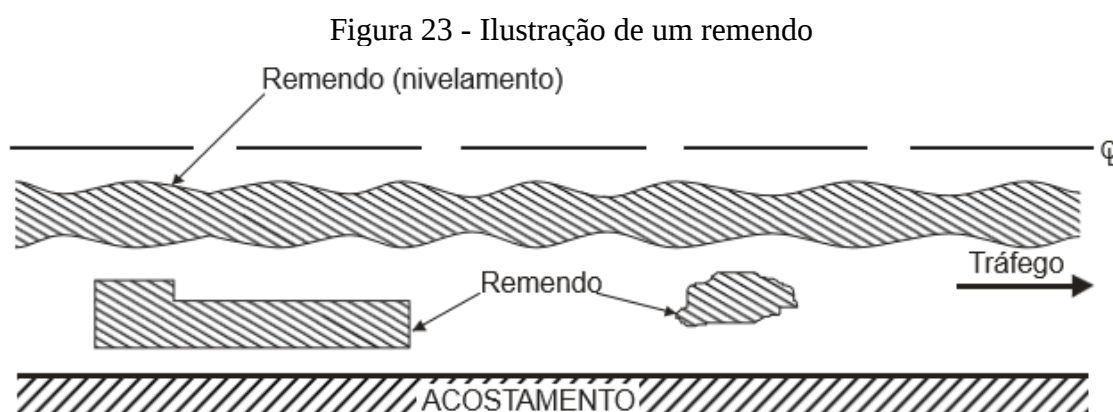


Fonte: CNT, 2017.

Figura 21 - Ilustração de panela ou buraco



Fonte: CNT, 2017.



Fonte: DNIT, 2006.

2.6. A importância do diagnóstico dos defeitos nos pavimentos asfálticos

Quando se trata de problemas, em qualquer área que seja, é imprescindível conhecer a causa dos mesmos. Um médico, ao tratar um paciente, passa por um longo processo que vai da anamnese aos exames clínicos, físicos e também laboratoriais. Tudo isso é feito com o objetivo de chegar a um diagnóstico correto e, conseqüentemente, encaminhar o paciente para um tratamento eficaz. A verdade é que quanto mais o médico avança em colher informações do seu paciente, mais ele afunila o seu parecer clínico a respeito do mesmo. Neste sentido, a medicina, que trata patologias no corpo humano, não se distancia muito da realidade da engenharia, que existe, entre outras coisas, também para tratar as patologias dos pavimentos asfálticos. Assim, torna-se imprescindível a dedicação no sentido de se

construir um caminho lógico de solução para os problemas dos pavimentos. Isso é tão verdade que Bernucci *et al.* (2006, p. 652) esclarecem que

antes da adoção de qualquer alternativa de restauração ou aplicação de qualquer critério numérico ou normativo para cálculo de reforços, um bom diagnóstico geral dos defeitos de superfície é imprescindível para o estabelecimento da melhor solução. Portanto, para corrigir ou minimizar uma consequência (defeito), deve-se conhecer as prováveis causas que levaram ao seu aparecimento. Para tanto, recomenda-se: verificação *in situ* dos problemas de superfície, relações com as condições geométricas, dos taludes e de drenagem; levantamento de dados climáticos, de tráfego, de mapas geológicos, pedológicos ou geotécnicos; levantamento de memórias técnicas e de relatórios de projeto e de controle; e estabelecimento de um cenário global dos defeitos e sua relação com todos os dados observados e levantados.

Ainda sem medo de ser exaustivo neste assunto, o autor insiste no princípio de que “a cada tipo de defeito são associadas algumas causas prováveis para seu aparecimento na superfície” Bernucci *et al.* (2006, p. 654). Eles finalizam dizendo que

o importante a ser ressaltado é que o diagnóstico da situação geral, envolvendo a compreensão das causas dos defeitos **é a etapa mais importante do levantamento da condição funcional para fins de projeto de restauração ou de gerência de manutenção.** [grifo próprio]

Essas considerações remetem às técnicas de diagnóstico de defeitos através da avaliação funcional de serventia, de irregularidade longitudinal, de defeitos de superfície, de avaliação objetiva de superfície pelo método IGG (Índice de Gravidade Global), de avaliação de aderência e também de avaliação de ruído. Além destes, ainda existem os métodos de avaliação estrutural, já que certas patologias têm caráter ascendente e sua origem se remete à camadas estruturais subjacentes à capa asfáltica.

Como o presente trabalho visa focar a cultura de manutenção dos pavimentos asfálticos da cidade de Goiânia, não é pauta o detalhamento exaustivo dos métodos de diagnóstico de defeitos e irregularidades nos pavimentos asfálticos. Mesmo sendo uma etapa imprescindível para a análise dos pavimentos, esta obra irá explanar de forma breve alguns destes métodos e os alguns dos equipamentos relacionados a eles, com o intuito de dar mais margem para a conceituação objetiva das atividades que envolvem diretamente a manutenção e conservação das vias pavimentadas.

2.7. Avaliação funcional de serventia

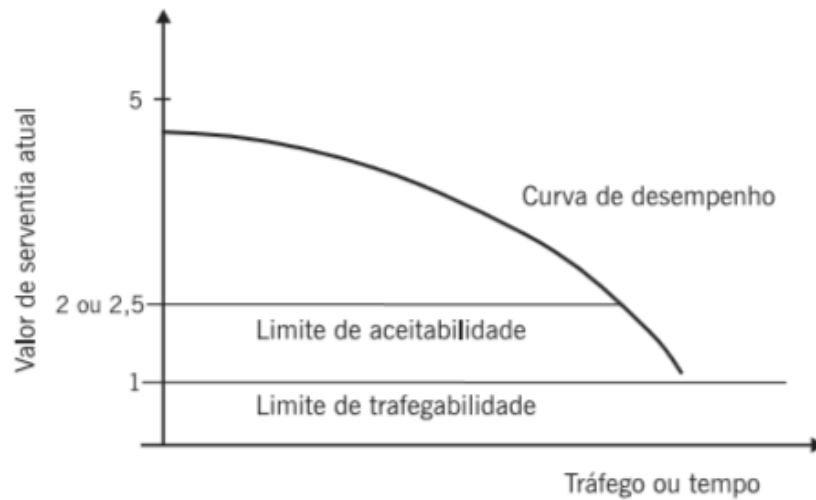
Este tipo de avaliação está relacionado à apreciação da superfície pavimentada e sobre qual a influência do seu estado em relação ao conforto ao rolamento Souza *et al.* (2019 *apud* ROBINSON, 1986). Já Bernucci *et al.* (2006) esclarecem que o primeiro método estabelecido para avaliação funcional foi o da serventia, feito por Carey e Irick (1960) para as pistas experimentais da AASHO (American Association of State Highway Officials, hoje AASHTO). O autor ainda explana que o método consiste em uma média de notas emitidas por avaliadores em relação ao conforto ao rolamento de um veículo que trafega por um determinado trecho pavimentado, em um período específico da vida útil deste pavimento. Tais médias montam um parâmetro, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Níveis de serventia

Padrão de conforto ao rolamento	Avaliação (faixa de notas)
Excelente	4 a 5
Bom	3 a 4
Regular	2 a 3
Ruim	1 a 2
Péssimo	0 a 1

Fonte: Bernucci et al., 2006 *apud* DNIT, 2003d.

No Brasil esse valor é denominado VSA (Valor de Serventia Atual), conforme a definição do DNIT (2003d). Um VSA de valor 5 é impossível, pois indica uma superfície sem qualquer irregularidade. No entanto, como pontuam Bernucci *et al.* (2006), “com o aprimoramento das técnicas construtivas, é possível obter nos dois tipos de pavimento [flexível e rígido] valores iniciais mais próximos da nota 5”. Os autores ainda pontuam que o valor inicial do VSA estará sempre intimamente ligado a dois fatores: qualidade executiva e alternativas de pavimentação escolhidas. Além disso, o VSA vai diminuir com o passar do tempo também por conta de dois fatores: tráfego e intempéries. A curva de serventia que demonstra tais relações está representada no Gráfico 1.



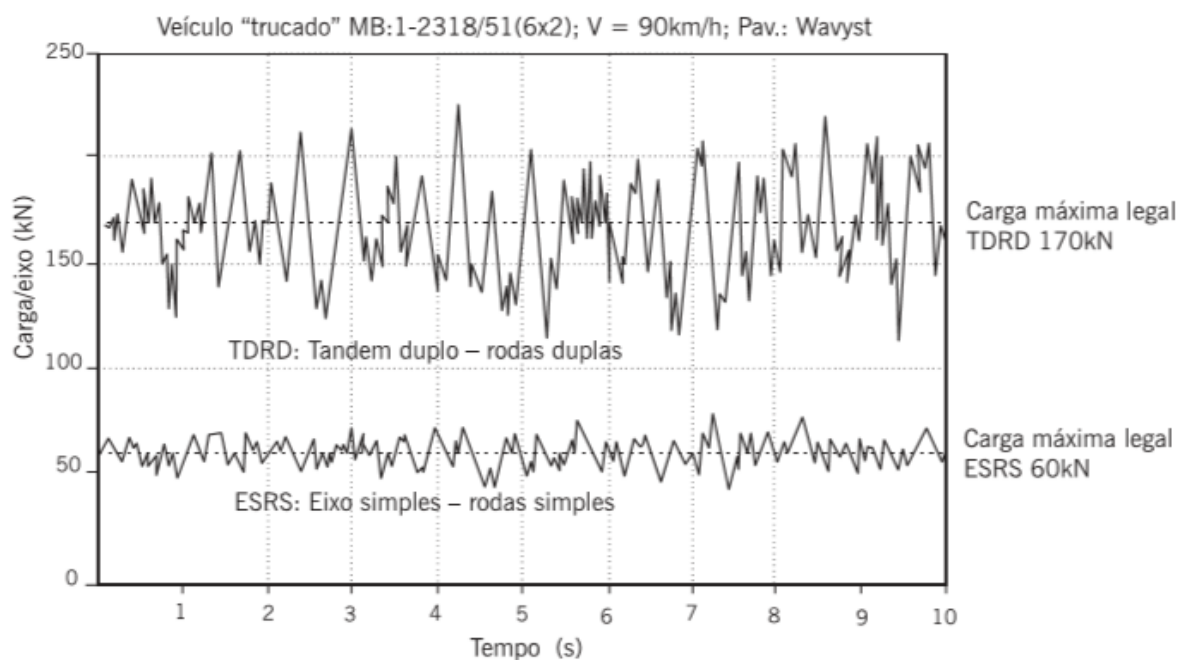
Fonte: Bernucci et al., 2006.

Bernucci *et al.* (2006, p. 632), esclarecem que

os veículos, principalmente os caminhões e ônibus, ao trafegarem sobre as irregularidades (depressões, corrugações, trilhas de rodas, entre outras), têm sua carga estática acrescida devido a efeitos dinâmicos e que atuam por um período curto de tempo nas proximidades da irregularidade.

O Gráfico 2 demonstra esse efeito.

Gráfico 2 - Variação da carga dinâmica de dois eixos legais trafegando em uma via com elevada irregularidade



Fonte: Bernucci et al., 2006 apud Fernandes Jr. e Barbosa 2000.

O clima também interfere diretamente no VSA dos pavimentos. Bernucci *et al.* (2006), esclarece que a água da chuva pode diminuir a capacidade de suporte dos pavimentos, fazendo com que este sofra mais deslocamento quando solicitado pelo tráfego, provocando mais danos estruturais e de superfície. Os autores completam afirmando que o trincamento do pavimento na superfície facilita a percolação de água e, na medida que as trincas aumentam de tamanho vai havendo um consequente decréscimo do VSA da pista.

A temperatura, segundo Bernucci *et al.* (2006, p. 633), também contribui para a diminuição do VSA, uma vez que o aumento da mesma “reduz a viscosidade dos ligantes asfálticos e a resistência das misturas asfálticas às deformações permanentes”. No lado inverso, temperaturas muito baixas provocam trincamento por retração no pavimento “e levam ainda ao seu enrijecimento que, se muito delgado, e construído sobre materiais muito deformáveis, fica mais suscetível ao trincamento por fadiga”.

Uma informação interessante sobre este tema é que “o guia de dimensionamento de pavimentos norte americano da AASHTO de 1993 introduziu pioneiramente já na sua primeira versão da década de 1960, além do critério de resistência, também o critério de serventia para o cálculo das estruturas de pavimento” Bernucci *et al.* (2006, p. 633). Isso demonstra a relevância que o teste dá não somente à parte estrutural dos pavimentos, mas também às condições de rolamento. Pode-se entender, então, que é neste tipo de postura que uma política e cultura de encarar a situação dos pavimentos asfálticos começa a mudar.

O Gráfico 3 demonstra que existe um limite de aceitabilidade em relação ao usuário. Isso mostra que toda vez que o VSA atinge esse nível, uma atitude em relação à pista deve ser tomada, a fim de que a serventia seja retomada. Bernucci *et al.* (2006, p. 633) estabelecem que o que deve ser feito é uma “intervenção de manutenção corretiva”. Sobre isso os autores ainda reforçam

no período em que o pavimento apresenta VSA acima deste valor [limite], deve-se realizar manutenção preventiva periódica de modo a prolongar o tempo em que o mesmo permanece em condição aceitável quanto ao rolamento. Caso não haja manutenção ou esta seja inadequada, o pavimento pode atingir o limite de trafegabilidade, situação na qual se torna necessária sua reconstrução.

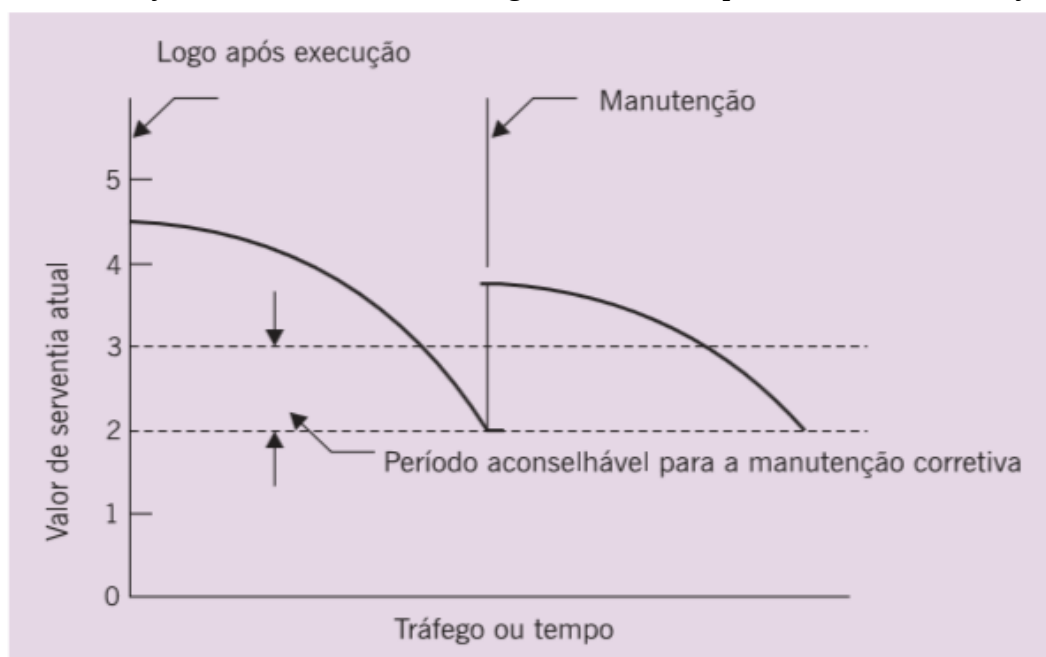
“Após manutenção corretiva, o valor de serventia eleva-se novamente podendo atingir valores menores, iguais ou maiores à serventia inicial do pavimento” Bernucci *et al.* (2006, p. 633), como demonstra o Gráfico 3. No entanto, os autores completam dizendo que este valor depende de três fatores, a saber:

- O tipo de revestimento asfáltico;
- a espessura projetada; e
- a qualidade executiva.

De maneira análoga, ainda é evidenciado pelos autores que após a restauração do pavimento, a serventia volta a diminuir com o tempo, dependendo também de três fatores. São eles:

- A estrutura original;
- o grau de deterioração em que se encontrava; e
- a espessura da camada empregada na manutenção.

Gráfico 3 - Variação da serventia com o tráfego ou com o tempo decorrido de utilização da via



Fonte: Bernucci et al., 2006.

Sobre o VSA, Bernucci *et al.* (2006, p. 635) concluíram algo muito importante

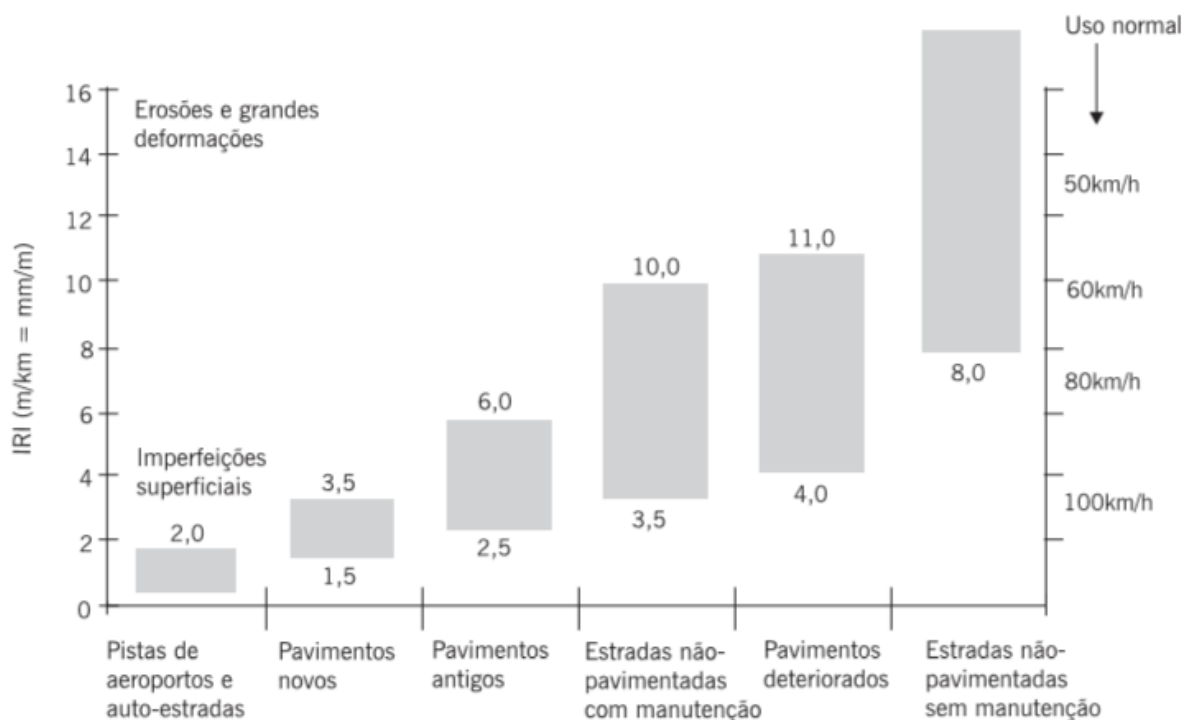
a manutenção de um pavimento asfáltico não deve ser realizada tão somente como correção funcional ou estrutural e próxima ao limite de aceitabilidade. **É aconselhável um plano estratégico de intervenções periódicas, envolvendo também manutenção preventiva, de modo a garantir um retardamento do decréscimo das condições de superfície.** Essas técnicas envolvem às vezes uma simples selagem de trincas ou execução de camadas asfálticas delgadas. [grifo próprio]

2.8. Avaliação de irregularidade longitudinal

Para Bernucci *et al.* (2006), irregularidade longitudinal é a soma dos desvios da superfície do pavimento em relação a um plano de referência ideal de projeto geométrico. Segundo o autor, este somatório de desvios afeta a dinâmica dos veículos que percorrem o pavimento, o efeito dinâmico das cargas (ver Gráfico 2), a qualidade ao rolamento e a drenagem superficial da via. Este parâmetro é medido por um índice denominado IRI, que vem do inglês, é expresso em m/km e quer dizer Índice de Irregularidade Internacional.

No Gráfico 4 podem ser observadas as faixas do IRI em diversas situações.

Gráfico 4 - Variação do IRI a depender de situações específicas



Fonte: Bernucci et al., 2006 apud Sayers e Karamihas, 1998.

Existem diversas formas de se medir IRI, isto é, muitos instrumentos podem ser utilizados para tal fim. Bernucci *et al.* (2006 apud Sayers e Karamihas 1998), apresentam as classificações dos equipamentos existentes de acordo com a precisão:

- Avaliação direta: equipamentos de classe 1 (nível e mira; Dipstick; perfilômetro etc) e classe 2 (perfilógrafos, equipamentos com sensores a laser, APL francês etc);
- Avaliação indireta: equipamentos de classe 3 do tipo resposta (TRL Bump Integrator, Maysmeter, Merlin etc); e
- A Avaliação do VSA vista no tópico anterior é classificada por alguns autores como sendo de classe 4.

2.9. Avaliação objetiva da superfície pela determinação do IGG

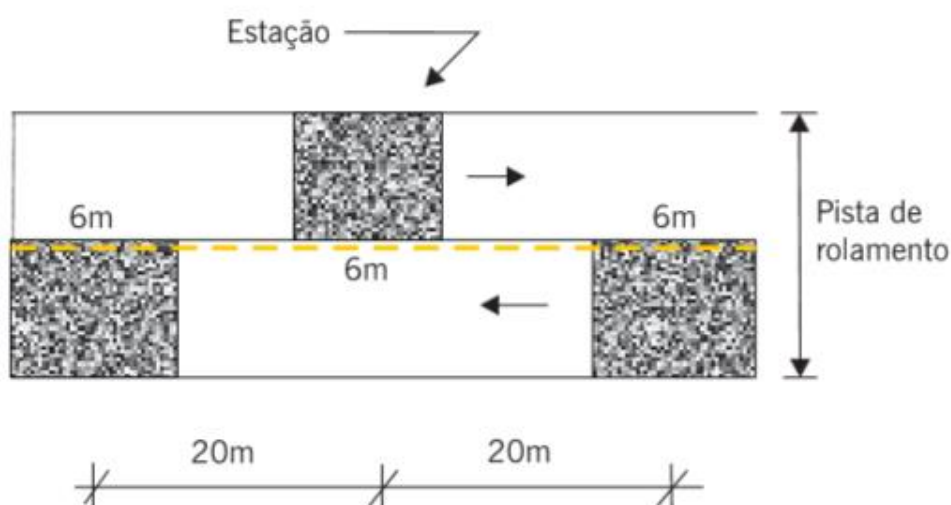
A condição de uma superfície asfáltica deve ser levantada, buscando conhecer os defeitos presentes com suas respectivas causas, de forma a aplicar indicadores numéricos para a pista que classifiquem o seu estado Bernucci *et al.* (2006). O DNIT possui normas que dão as diretrizes necessárias para os assuntos concernentes aos pavimentos asfálticos. Bernucci *et al.* (2006) esclarecem que quando se trata da necessidade de um projeto de reforço para um determinado pavimento, a norma do DNIT que rege o procedimento é a NORMA DNIT 006/2003 PRO (DNIT, 2003), denominada

“avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento”. Neste sentido, é necessário o cálculo do índice que avalia objetivamente a pista de rolamento, que é o Índice de Gravidade Global ou IGG.

Para a execução do cálculo do IGG, DNIT (2003c) estabelece as seguintes etapas:

- Localização das superfícies de avaliação: as superfícies que serão avaliadas devem ser definidas de forma específica com as distâncias entre uma e outra conforme estabelece a norma;
- Demarcação das superfícies de avaliação: as superfícies de avaliação precisam ser demarcadas sobre o pavimento com material normatizado e também de forma a compreender uma área específica também normatizada (Figura 24);

Figura 24 - Exemplo de demarcação de áreas para inventário de defeitos



Fonte: Bernucci et al, 2006.

- Medidas de flechas: as flechas das trilhas de roda precisam ser medidas dentro das áreas previamente demarcadas, seguindo o conselho da norma;
- Inventário das ocorrências (defeitos): dentro de cada área demarcada deve haver anotação da ocorrência de qualquer defeito no pavimento, respeitando-se as classes e tipos dos mesmos conforme a norma;
- Cálculos: frequências (relativa e absoluta), parâmetros (média e variâncias), Índice de Gravidade Individual (IGI), Índice de Gravidade Global (IGG), todos conforme a norma; e por fim
- Conceito de degradação do pavimento: como cita a norma “com a finalidade de conferir ao pavimento inventariado um conceito que retrate o grau de degradação atingido”.

O valor objetivo do IGG, conforme estabelece a norma, irá graduar a superfície pavimentada em algum conceito (Quadro 2).

Quadro 2 - Conceito 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, 2003b.

Bernucci *et al.* (2006, p. 665) concluem afirmando que “um bom diagnóstico dos defeitos, com observações globais, identificando as causas que levaram às patologias é imprescindível para um adequado projeto de restauração. O valor de IGG é um critério complementar.”

Por outro lado, quando nos distanciamos um pouco do conceito de projeto de restauração dos pavimentos e adentramos na área que trata da gerência dos mesmos, a norma do DNIT que rege o procedimento é a NORMA DNIT 007/2003 PRO (DNIT, 2003), denominada “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”. Neste sentido, o que esta norma estabelece a ser executado é:

- Inventário das condições de superfície de avaliação para rede: seleção de subtrechos homogêneos feito por engenheiro, inventário de defeitos das superfícies de avaliação em subtrechos homogêneos da rede, medição das flechas nas trilhas de rodas (interna e externa); e
- Inventário de defeitos em superfícies de avaliação para estudos e projetos

Independentemente da norma e do objetivo que se tenha, todo e qualquer procedimento mencionado deve ser feito seguindo as especificações e detalhamentos das normas em questão.

2.9.1 Avaliação de aderência

De acordo com Bernucci *et al.* (2006), no que diz respeito ao aspecto do pavimento em si, existe algo além a ser analisado além da geometria e irregularidade superficial. Tal fator a ser avaliado é o atrito pneu-pavimento, que é o que fornece a quantificação da resistência à derrapagem que é função da aderência. Ainda segundo o autor, dois fatores são tidos como imprescindíveis para se analisar quando o assunto é aderência, são eles: a textura superficial da pista e as características dos pneus, tais como, ranhuras, pressão de inflação, dimensões e tipo.

Como a textura do pavimento está diretamente ligada à sua execução e também aos materiais utilizados para construí-lo, ela se torna um dos aspectos da aderência que os engenheiros da área podem interferir, fazendo dela o principal foco das avaliações e medidas destes profissionais Bernucci

et al. (2006).

Quanto ao atrito, alguns equipamentos que auxiliam na medição deste fator são: μ Meter e o equipamento francês Adhera.

2.9.2 Avaliação estrutural

Bernucci *et al.* (2006, p. 734) pontua que

a avaliação estrutural é fundamental para se determinar a capacidade de carga de um pavimento desde a sua construção e ao longo da sua vida **para definir a época mais adequada de fazer uma intervenção de restauração e qual deve ser a técnica a ser empregada.** [grifo próprio]

Ainda segundo os autores, a avaliação estrutural dos pavimentos pode ser feita por método destrutivo, semi-destrutivo ou não destrutivo. O destrutivo é aquele que permite retirada de amostragem de cada material até o subleito e a realização de ensaios de capacidade de carga *in situ*. Este tipo de ensaio permite colher informações como: tipos de materiais que compõem as camadas do pavimento e as espessuras de cada camada, permitindo a coleta de amostras para análise laboratorial.

O método semi-destrutivo é aquele que faz aberturas menores no pavimento, com utilização de instrumento portátil que avalia a capacidade de carga, como no caso dos cones dinâmicos de penetração (DCP) Bernucci *et al.* (2006 *apud* Trichês e Cardoso, 2001; Trichês *et al.*, 2004). Para avaliações em grandes extensões de pistas e com repetição no mesmo ponto para acompanhamento da capacidade de carga com o tempo, lança-se mão de métodos não destrutivos, que são representados por medidas de deflexão realizados por equipamentos que “caminham” sobre o pavimento. Neste método, conforme aponta Bernucci *et al.* (2006), a cada passagem de roda o pavimento sofre um deslocamento total que possui duas vertentes:

- Deformação elástica: que consiste na flexão alternada do revestimento (deflexão), através do que se consegue fazer uma avaliação estrutural de um pavimento; e
- Deformação plástica ou permanente: que é quando há formação de trilhas de roda cuja medida define a vida útil estrutural e funcional do pavimento, já que a partir de certo valor ela interfere diretamente no conforto e na segurança que o mesmo fornece.

No Brasil, são dois os tipos de equipamentos que fazem avaliação estrutural dos pavimentos: as vigas Benkelman e os equipamentos de peso batente (FWD) Bernucci *et al.* (2006). O autor ainda indica quais são os parâmetros que estes equipamentos medem: deflexão máxima, raio de curvatura e a deformada. Como complemento não destrutivo, equipamentos de geo-radar podem ser utilizados para estimar as espessuras das camadas ao longo da extensão da via Bernucci *et al.* (2006 *apud* Gonçalves e Ceratti, 1998; ASTM D 4748).

2.10. Técnicas de conservação e manutenção dos pavimentos asfálticos

A conservação dos pavimentos pode ser definida com um conjunto de serviços que tem por finalidade a preservação do pavimento nas condições originais de construção ou no estado posterior de restauração DNIT (2006). Ainda segundo DNIT (2006), as técnicas de conservação visam propiciar ao pavimento a capacidade de desempenhar de forma satisfatória o papel para o qual foi projetado durante todo o seu tempo de vida útil. Dessa forma, reforça o autor, a conservação não deve ser encarada como recurso temporário ou esporádico, mas como um investimento aplicado na infraestrutura rodoviária (e/ou urbana) e na garantia contra uma restauração dispendiosa.

Gonçalves (1999) distingue alguns termos relacionados ao assunto, de forma a esclarecer o entendimento sobre esta matéria. Para o autor:

- Conservação consiste em intervenções que tenham por finalidade a correção total ou parcial de deficiências funcionais e/ou a proteção da estrutura do pavimento contra a degradação gradual;
- Restauração é o procedimento que traz a condição funcional do pavimento a níveis aceitáveis, através de intervenções técnicas e economicamente viáveis, resguardando o atendimento aos requisitos mínimos necessários da solução escolhida, além do máximo retorno possível do investimento aplicado. Isso faz com que o procedimento de restauração necessite de um projeto de engenharia completo; e
- Reconstrução se define como o procedimento de remoção total do pavimento pré-existente, para a construção de um totalmente novo. Tal medida deve ser feita em casos bastante específicos e atendendo a critérios objetivos de custo-benefício, falta de confiabilidade no pavimento antigo etc.

Ainda segundo o autor

a conservação de um pavimento asfáltico compreende a correção rotineira de defeitos, sem técnicas muito elaboradas. Quando seus custos anuais se tornam importantes ou defeitos como trincas, afundamentos plásticos e desgaste superficial começam a interferir com a serventia, deve-se restaurar o pavimento.

DNIT (2006, p. 246) traz uma diferenciação a respeito da conservação, pois as classifica como periódicas ou rotineiras. As conservações rotineiras compõem o “conjunto de operações realizadas com o objetivo de reparar ou sanar um defeito”, onde os principais serviços dessa categoria são: remendos e selagem de trincas. Já as conservações periódicas compõem o “conjunto de operações realizadas com o objetivo de evitar o surgimento ou agravamento de defeitos”. DNIT (2006) explica que este método geralmente envolve a aplicação de uma camada fina de mistura asfáltica ou um

tratamento superficial de caráter simples, cuja finalidade é apenas proteger o pavimento, mas que não tem valor estrutural. Os principais tipos de serviços periódicos são: capa selante, lama asfáltica, camadas porosas de atrito e recapeamentos esbeltos com misturas densas.

A seguir são apresentadas algumas técnicas de conservação asfáltica.

2.10.1 Remendo superficial

Será chamado de remendo superficial aquele que envolver a retirada e a seguida recomposição de uma ou mais camadas asfálticas que fazem parte do revestimento Gonçalves (1999). Conforme o autor, este tipo de operação pode ser realizada com alguns materiais, tais como: CBUQ ou Pré-Misturado a Frio (PMF), com a ressalva de que no caso do PMF o resultado não é satisfatório, pois apresenta baixa durabilidade. O remendo superficial pode ser aplicado a situações como: trincamento prematuro por fadiga, instabilidade da mistura asfáltica e arrancamento localizado de agregados.

2.10.2 Remendo profundo

O remendo é tido como profundo quando a patologia está em alguma camada subjacente ao revestimento, isto é, na base, sub-base, reforço ou subleito Gonçalves (1999). Conforme explica o autor, a “execução implica em se cortar uma caixa de paredes verticais que ultrapasse um pouco a área afetada pelos problemas que se deseja corrigir”.

2.10.3 Lama asfáltica

É um revestimento superficial obtido por espalhamento a frio, com uma camada delgada composta por agregados miúdos e emulsões asfálticas especiais de cimento asfáltico Gonçalves (1999). Segundo o autor o resultado é um revestimento impermeável que rejuvenesce a pista e corrige o atrito. No entanto, ressalva o autor, a lama asfáltica não corrige irregularidades na pista e é bastante apropriada para vias urbanas, visto que o seu resultado é um revestimento com menor rugosidade.

2.10.4 Tratamentos superficiais

Segundo Gonçalves (1999), “são revestimentos constituídos por uma ou mais camadas de agregados ligadas por um ligante hidrocarbonado, cada camada tendo uma espessura próxima da dimensão máxima do agregado”. São indicados quando se tem alta resistência à derrapagem e, ainda segundo autor, se configuram como uma solução de conserva de pavimentos flexíveis, viáveis técnica e economicamente para pavimentos de revestimento antigos, porém em boas condições.

2.10.5 Técnicas de reparo

Cardoso (2017) apresenta como técnicas de reparo de panelas as opções *throw-and-go* e *throw-and-roll*. Como os próprios nomes sugerem, o primeiro significa literalmente “joga e vai embora”, onde a massa para reparo do buraco é jogada dentro do mesmo e a equipe vai embora após este

procedimento. Já o segundo significa “joga e compacta”, indicando um processo de compactação do material jogado dentro do buraco, configurando assim um procedimento um pouco mais completo do que o primeiro. A execução, segundo o autor, consiste nos seguintes passos:

- Colocar o material dentro do buraco;
- Fazer a compactação utilizando os pneus dos próprios caminhões que transportam o material para a execução do serviço;
- Verificar se a área compactada apresenta elevação de 3 a 6 mm;
- Mover a equipe para o próximo buraco; e
- Liberação do tráfego assim que a equipe de manutenção deixar a área

Este último método, no entanto, está sendo citado no presente trabalho pela sua estreita semelhança com o que, de fato, é executado para reparos dos buracos da cidade de Goiânia e terá papel importante no decorrer das análises propostas por esta obra.

Sobre a restauração dos pavimentos, sabe-se que este é um tema importante e que está relacionado ao assunto central deste trabalho. Porém, como a restauração dos pavimentos não é o foco desta obra, senão a sua manutenção, este trabalho se reservará ao direito de apenas citar os principais métodos utilizados no Brasil para se restaurar pavimentos. Dessa forma, segue o Quadro 3 com a relação destes métodos.

Quadro 3 - Tipos de medidas de restauração mais usuais no Brasil

CÓDIGO	DESCRIÇÃO
RS(H_R)	recapeamento simples em CBUQ, na espessura H_R
FR(h_c)+RC(H_R)	fresagem total ou parcial do revestimento e aplicação de camada em CBUQ que aumente a capacidade estrutural do pavimento
CI+RC(H_R)	colocação de camada intermediária especial contra reflexão de trincas, seguida de recapeamento (“Sistema Anti-Reflexão de Trincas”)
FR(h_c)+CI+RC(H_R)	fresagem parcial do revestimento, seguida de aplicação de camada intermediária contra reflexão de trincas e coberta com novo revestimento em CBUQ. Considera-se em dois níveis: 1 e 2, com o nível 2 envolvendo maiores espessuras
RECL	reciclagem do revestimento e da base granular, formando-se uma base tratada com emulsão ou cimento e construindo-se um novo revestimento
TSD	aplicação de Tratamento Superficial Duplo sobre o tratamento existente
REC+TSD	remoção e reconstrução (com ou sem reciclagem) do revestimento em tratamento e da camada de base, seguida de aplicação de camada de TSD
REC+CBUQ	remoção e reconstrução (com ou sem reciclagem) do revestimento existente e da camada de base, seguida de aplicação de camada de CBUQ
RECRV+RC(H_R)	remoção e reconstrução total do revestimento asfáltico existente, nas condições do projeto original, seguida de complementação da espessura da capa em CBUQ (reforço estrutural)
RECRV	remoção e reconstrução total do revestimento asfáltico

Fonte: Gonçalves, 1999.

2.11. Desafios e dificuldades na gerência dos pavimentos

Gonçalves (1999) relata que

a partir do momento da implantação de uma estrutura de pavimento, **cabe ao órgão responsável pela sua gestão identificar e efetuar as atividades de manutenção necessárias, de modo a permitir que o tráfego possa fluir de forma segura, rápida, confortável e econômica.** [grifo próprio]

O autor ainda comenta que “as práticas de manutenção são imprescindíveis e visam manter e/ou restabelecer as condições da via, devendo, portanto, ser iniciadas logo após sua abertura ao tráfego”. Dessa forma, fica evidente o papel do poder público diante dos pavimentos asfálticos de uma cidade, corroborando o entendimento de que não basta simplesmente executar um serviço, mas cumprir com requisitos objetivos que garantam uma qualidade mínima aceitável para o usuário.

No entanto, existem grandes dificuldades encontradas pelos órgãos que gerenciam as vias urbanas pavimentadas. Conforme Gonçalves (1999), os maiores entraves que tais órgãos encaram são: planejamento, programação, identificação das estratégias de manutenção a serem adotadas, que permita a racionalização e uma consequente otimização dos recursos disponíveis.

A existência de profissionais capacitados para encabeçar a gerência de pavimentos é um fator importante, pois conforme Gonçalves (1999) estes recursos humanos precisam “do conhecimento e da experiência na área de manutenção de pavimentos” e de “uma considerável capacidade de julgamento”. Ele comenta que tais características formam um conjunto que irá

permitir que, a partir das informações obtidas na fase de avaliação do pavimento a ser analisado, sejam realizadas inferências coerentes que conduzam à identificação das reais necessidades de manutenção e do nível de serventia com que o pavimento está atendendo às exigências para as quais fora concebido.

Além disso, o autor pontua como obstáculo a ser observado a questão orçamentária do órgão público responsável pela gerência dos pavimentos. Neste assunto ele esclarece que

de uma forma simplificada pode-se dizer que a política de manutenção estabelecida por um determinado órgão gestor de uma malha viária pode ser entendida como o conjunto de estratégias de manutenção **selecionadas a partir da identificação das restrições orçamentárias existentes.** [grifo próprio]

Gonçalves (1999) toca num ponto crucial a respeito da gerência de pavimentos que deve ser

realizada pela administração pública municipal de uma cidade. Ele destaca algo a respeito da cultura brasileira no seu modo de efetuar esta gerência, dizendo que

no Brasil, um fato que merece atenção nas atividades que envolvem a gerência da manutenção dos pavimentos é a existência de uma grande distância entre os responsáveis pelo aspecto técnico do processo (projetistas, consultores, etc.) e os administradores de verbas públicas, os quais representariam a comunidade. Esse fato leva muitas vezes a um acréscimo nas dificuldades existentes para o entendimento de que atividades de manutenção não significam apenas custos e podem ser altamente rentáveis para a sociedade (preservação do patrimônio existente, redução dos custos operacionais dos veículos, segurança, tempo de viagem).

Deste modo, o autor conclui mostrando o quanto “é fundamental demonstrar aos administradores e à sociedade a importância da manutenção dos pavimentos, bem como das consequências adversas da sua não realização”

3 METODOLOGIA

Este capítulo discorre sobre a metodologia utilizada para alcançar os objetivos propostos.

Esta pesquisa possui um caráter descritivo, pois visa descrever os métodos de execução de manutenção dos pavimentos asfálticos de Goiânia por parte dos departamentos responsáveis na administração pública da cidade. Neste sentido, entende-se que a melhor forma é buscar fontes distintas de informação, a fim de subsidiarem a pesquisa. Tais fontes são bibliografias, trabalhos científicos acerca do tema. Mas também através de fontes práticas, que se resume em acompanhar os profissionais e órgãos responsáveis pela execução dos serviços de manutenção dos pavimentos da cidade de Goiânia. Neste contato bilateral, portanto, buscou-se as informações concernentes à realidade do que é aplicado aos pavimentos asfálticos na cidade, visando perceber os critérios e metodologias que são adotados para a gerência destes pavimentos urbanos, a fim de se fazer uma leitura da atual cultura municipal desses serviços de conservação e manutenção viária e suas implicações práticas.

Como este trabalho está relacionado a métodos de execução de manutenção de pavimentos asfálticos, torna-se imprescindível o acompanhamento destas atividades para levantamento de dados objetivos com o fim de se estabelecer uma comparação com o que a literatura fornece sobre o assunto.

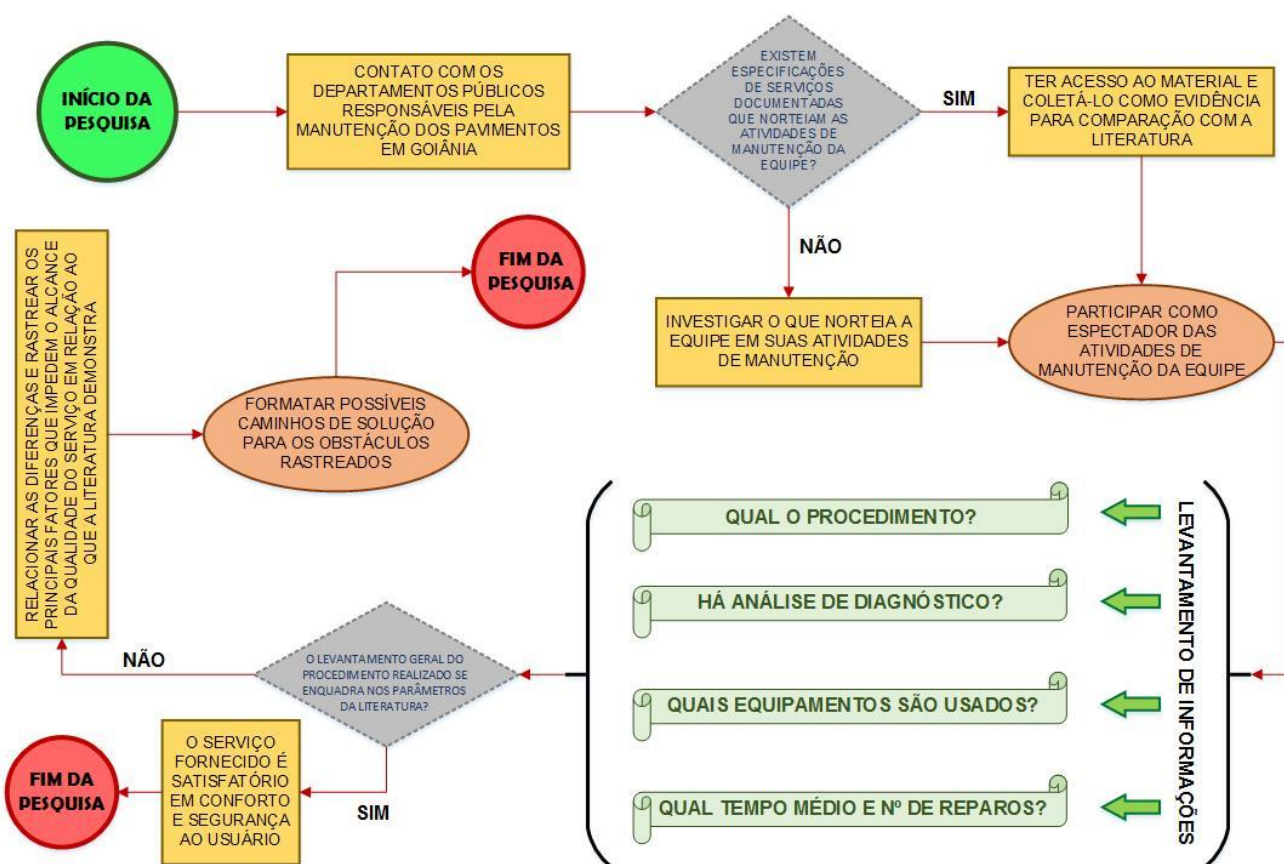
A abordagem da pesquisa é de caráter qualitativo com intuito de levantar dados sobre o tema, de acordo com Bogdan e Biklen (2003), o conceito de pesquisa qualitativa envolve cinco características básicas que configuram este tipo de estudo: ambiente natural, dados descritivos, preocupação com o processo, preocupação com o significado e processo de análise indutivo.

Quanto ao objetivo da pesquisa, a mesma tem como característica o estudo exploratório, que segundo Mattar (2001), os métodos utilizados pela pesquisa exploratória são amplos e versáteis. Esses métodos empregados compreendem: levantamentos em fontes secundárias, levantamentos de experiências, estudos de casos selecionados e observação informal.

Quanto aos procedimentos, foi utilizado a pesquisa bibliográfica com a intenção de apresentar suporte teórico que do ponto de vista de Vergara (2000), esta é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído, principalmente, de livros e artigos científicos e é importante para o levantamento de informações básicas sobre os aspectos direta e indiretamente ligados à respectiva temática.

A figura a seguir detalhe a metodologia utilizada na pesquisa:

Figura 25 – Fluxograma da metodologia do trabalho



Fonte: Acervo próprio, 2021.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS

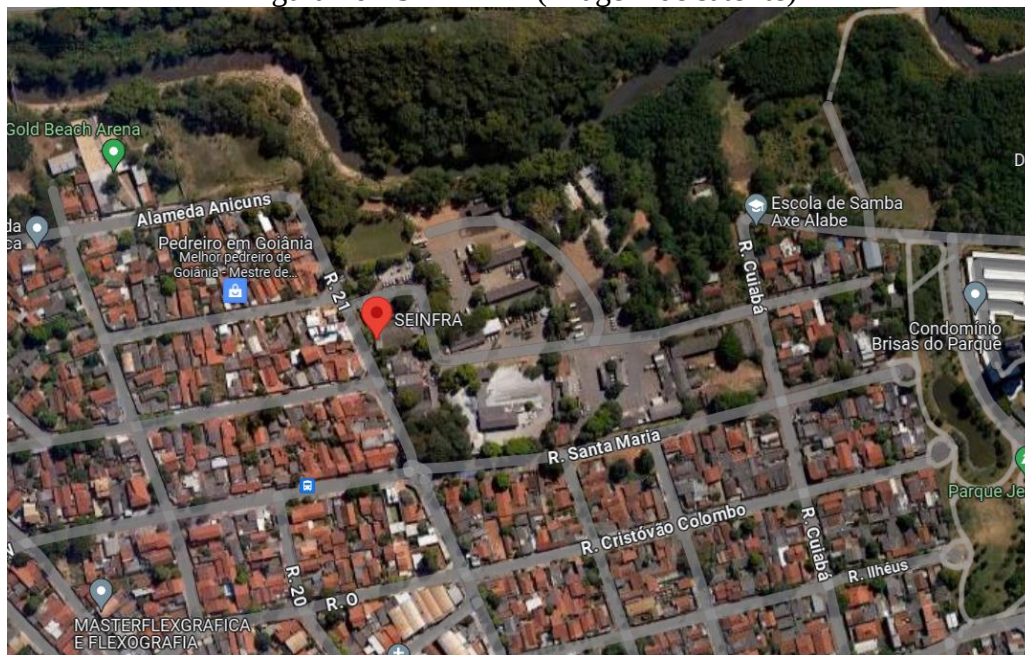
O intuito está centralizado na ideia de subsidiar possíveis caminhos de solução para o problema central do tema em questão. Para isto, esta pesquisa consistirá nas seguintes atividades:

1. Acompanhamento das atividades de manutenção e conservação dos pavimentos asfálticos da cidade de Goiânia junto aos departamentos responsáveis, através da SEINFRA;
2. Montagem de um sequenciamento das atividades e serviços desenvolvidos por estes departamentos relacionados ao tema;
3. Levantamento de dados, registro de imagens e rastreamento de informações pertinentes à manutenção de pavimentos asfálticos em Goiânia;
4. Realização de um panorama comparativo entre o que foi constatado e o que a literatura estabelece sobre o assunto;
5. Identificação dos principais obstáculos que impedem a prática dos serviços de manutenção dos pavimentos de se adequarem ao que a teoria estabelece; e
6. Apresentação de recomendações no sentido de contribuir para a devida conservação técnica dos pavimentos asfálticos da cidade no tempo certo e oportuno, buscando economia na preservação deste patrimônio que pertence à cidade e à sua população.

4.1. Caracterização do local estudado

A partir do que foi referenciado, o desenvolvimento do trabalho de campo foi iniciado através de visitas às operações de manutenção das vias públicas de Goiânia. Para isso, é importante ressaltar que o órgão municipal responsável por este serviço é a Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana (SEINFRA) situada na Rua 21, nº 410 - Vl. Sta. Helena CEP 74555-330, de acordo com a Figura 26.

Figura 26 - SEINFRA (imagem de satélite)



Fonte: Google Maps, c2023.

Conforme SEINFRA (Goiânia, c2023.) pontua em seu próprio sítio eletrônico, dentre tantas atribuições, pode-se citar que este é o órgão municipal responsável pelo

planejamento, a coordenação, a supervisão, elaboração de projetos e a execução das obras viárias, de edificações, por administração direta, indireta ou, preferencialmente, contratada, mediante gestão de contratos, elaboração de projetos, construção, reforma, **recuperação ou conservação de rodovias e vias urbanas.**” [grifo próprio].

Como a SEINFRA é um órgão de múltiplos departamentos, é importante esclarecer quais deles são responsáveis pelo objeto de estudo do presente trabalho, isto é, a conservação da malha viária do município de Goiânia. Sendo assim, ressalta-se que dentro da SEINFRA existe a Superintendência de Obras e Serviços de Infraestrutura Urbana que gere outro departamento denominado Diretoria de Operações e Conservação que, por sua vez, supervisiona a Gerência de Conservação de Malha Viária (GERCMV). De acordo com GERCMV (Goiânia, c2023.), a função deste departamento consiste, entre outras coisas, em

planejar, organizar, coordenar, dirigir, orientar, controlar e implantar as obras e serviços realizados por administração direta, de manutenção, conservação, reparos, recuperações referentes à pavimentação existente do leito carroçável das vias municipais, tais como: serviços de tapa-buracos, remendos superficiais, remendos profundos, serviços de restauração de pavimentos como recapeamentos e outros.

Assim, entende-se que toda composição departamental da SEINFRA, no que diz respeito ao presente objeto de estudo, está amarrada nos princípios de gerência, projeto, manutenção, aprimoramento, acompanhamento, fiscalização e execução de serviços de manutenção dos pavimentos asfálticos do município de Goiânia.

Com o aval do engenheiro responsável pela GERCMV, foi realizado acompanhamento de rotina das equipes de manutenção durante alguns dias. É importante salientar que ainda que o presente trabalho tenha como foco primário os serviços de manutenção viária específicos da operação tapa-buracos da capital goiana, duas frentes de recapeamento também foram acompanhadas a fim de complementar o escopo desta pesquisa. Além disso, as informações técnicas sobre a execução dos serviços e os recursos teóricos, humanos e tecnológicos empregados, foram obtidas *in loco* a partir do acompanhamento das equipes.

4.2. Levantamento de informações preliminares

4.2.1 A demanda e o contexto atual

De acordo com o engenheiro da GERCON (nome da atual GERCMV na gestão anterior) (informação verbal)¹, o município de Goiânia tem, atualmente, cerca de 6.300 km de via pública pavimentada. Somado a isto, conforme Laura Cardoso (2023) em reportagem feita para o jornal Diário de Goiás, o prefeito de Goiânia em 2023, relatou que “a malha viária da nossa cidade está muito danificada pelo tempo”. O prefeito, no entanto, não está sozinho, pois ainda de acordo com a autora, o atual titular da SEINFRA, relatou que “a maioria das vias de Goiânia tem 30, 40, 50 anos”, o que corrobora a constatação de tamanha necessidade de um projeto robusto e bem elaborado de reconstrução e manutenção.

De acordo com Vandr  Abreu (2023), são dois os projetos por parte da prefeitura de Goiânia para a revitalização da malha viária da cidade. O primeiro, que remonta   última gestão de Iriz Rezende, é denominado “Projeto 630 km” e visava inicialmente recapear aproximados 10% da malha viária da capital. Ainda segundo o autor, atualmente a execução desse projeto está em 85% e, dos 630 km contratados, são previstos a totalização de somente 560 km, todavia, com o cumprimento contratual da área de pavimentação prevista. Já o segundo projeto, lançado em outubro de 2022 pela gestão atual, se soma ao anterior e é chamado de Projeto 500 km, viabilizando a adição de mais 500 km de recapeamento, ressalta o autor.

É importante salientar que a diferença dos dois projetos está nos critérios de prioridade no que diz respeito à escolha das vias que receberão a reconstrução. Conforme Vandr  Abreu (2023), “no (projeto) mais antigo, a ideia era definir as ruas que receberiam o benefício desde a licitação, após **identificar as vias que tivessem a situação mais degradada dentre aquelas com maior fluxo de**

¹ Conversa informal com o antigo engenheiro responsável pela GERCON, em meados de 2021.

veículos.” [grifo próprio]. De acordo com a mesma fonte, no caso do Projeto 500 km, **“a licitação previu apenas a área a ser pavimentada, sem a definição das vias,** o que é realizado ao longo da execução da obra, de acordo com a necessidade apontada pelo Paço Municipal.” [grifo próprio]. Para complementar a informação, conforme o autor, os projetos 630 km e 500 km estão com orçamentos previstos de 288,4 e 357,3 milhões de reais, respectivamente, sendo que ambos estão sendo operados por empresas privadas, contratadas sob processo licitatório.

Por fim, além de toda esta demanda estrutural que pede por intervenções mais profundas na malha viária de Goiânia, existem também as demandas corriqueiras, que surgem com frequência durante todo o ano no pavimento da cidade (inclusive nos novos, como será verificado mais adiante), e que compõem o escopo de responsabilidade do poder público municipal via SEINFRA/GERCMV (informação verbal)². Estas demandas são supridas e atendidas pela equipe da GERCMV através da constante atividade de manutenção dos pavimentos, popularmente conhecida como operação tapa-buracos. Esta frente de serviço, diferentemente dos projetos em andamento atualmente, via de regra, não prioriza vias específicas a serem reparadas, antes, a equipe geralmente é direcionada sob as demandas oriundas de canais de denúncia da população e também por rodízio nas regiões de atuação (informação verbal)³.

4.2.2 Os recursos teóricos, humanos e tecnológicos da GERCMV

A GERCMV, enquanto departamento operacional, despende de recursos variados para a execução de suas competências. Entre eles, para fins didáticos, escolheu-se classifica-los conforme foram elencados no título deste tópico, a saber, recursos teóricos, recursos humanos, recursos tecnológicos e matéria prima.

a. Recursos Teóricos:

São os recursos que compõem todo arcabouço literário e/ou digital que dá suporte aos recursos humanos do departamento. Alguns deles, tais como, diretrizes, procedimentos de serviços, planilhas, entre outros, servem para treinar a equipe em cada uma de suas funções, visando uma melhor produtividade, além de fornecer métricas importantes a respeito dos trabalhos executados e entregues pela GERCMV.

Os recursos teóricos da GERCMV, infelizmente, se concentram apenas nos arquivos digitais (planilhas) que registram os serviços realizados durante o ano, indicando métricas de quantidade de buracos tampados e massa de CBUQ utilizada e área de corte asfáltico. Assim, a GERCMV não possui procedimentos de serviços, diretrizes, etc (informação verbal)⁴.

² Conversa informal com Encarregado de Equipe da GERCMV em 18/09/2023.

³ Conversa informal com o engenheiro responsável pela GERCMV em 08/08/2023.

⁴ Conversa informal com o engenheiro responsável pela GERCMV em 22/09/2023.

b. Recursos Humanos:

São as pessoas que contribuem de maneira direta para o serviço prestado pela GERCMV. O departamento conta com uma equipe de escritório, uma equipe de campo e uma equipe mista, que alterna entre escritório e campo conforme a necessidade. Elas são separadas da seguinte maneira (informação verbal)⁵:

Equipe de escritório: 5 Servidores Administrativos.

Equipe de campo: 15 Encarregados de Equipes e 87 Servidores Operacionais (motorista, pazeiro, carrinheiro, pincheiro etc).

Equipe mista: 1 Engenheiro e 1 Encarregado Geral.

c. Recursos Tecnológicos:

Estes compõem todo maquinário, ferramentas e matéria prima disponíveis para a execução dos serviços da GERCMV. E conforme o encarregado geral da repartição, estes recursos são (informação verbal)⁶:

Maquinário: 14 caminhões de carroceria e 2 rolos compressores lisos de pequeno porte.

Ferramentas: 28 carrinhos de mão, 28 picaretas, 28 pás, 14 enxadas e 28 rodos.

Matéria Prima: É o material utilizado para a operação de manutenção cotidiana das vias públicas de Goiânia. Dentre eles, pode-se citar: CBUQ e ligante betuminoso.

É importante ressaltar que a GERCMV com os recursos que possui, consegue formar 14 frentes de trabalho para as demandas da cidade de Goiânia. Cada equipe é montada no seguinte formato (informação verbal)⁷:

Maquinário: 1 caminhão e 1 rolo compressor de pequeno porte (exclusivamente em casos específicos como: quebra-molas, cortes de galeria pluvial etc).

Pessoal: 1 motorista, 1 encarregado de equipe, e 7 servidores operacionais (sendo 1 pincheiro, 2 pazeiros, 2 carrinheiros e 2 rodeiros).

Ferramentas: 2 pás, 2 carrinhos de mão, 2 picaretas, 1 enxada e 2 rastelos lisos (rodos).

Seguem imagens da GERCMV:

⁵ Conversa informal com Encarregado Geral da GERCMV em 29/11/2023.

⁶ Conversa informal com Encarregado Geral da GERCMV em 29/11/2023.

⁷ Conversa informal com Encarregado de Equipe da GERCMV em 23/09/2023.

Figura 27 - GERCMV: escritório e pátio



Fonte: Acervo próprio, 2022.

4.3. Acompanhamento de Operação Tapa-buracos e de Recapeamento

Antes de tudo, é importante ressaltar que existe um procedimento padrão em todas as paradas da equipe. Este procedimento será descrito na sequência, a fim de que não seja necessário repeti-lo a cada etapa que está descrita na sequência

4.3.1 Procedimento padrão:

- a. A equipe sai da GERCMV com todas as ferramentas, servidores operacionais e matérias primas necessárias embarcados no caminhão. A rota é definida previamente conforme critérios já mencionados.
- b. Chegando ao local, um servidor posiciona alguns cones de sinalização, enquanto o encarregado inicia uma caminhada para a devida avaliação ocular do trecho, a fim de identificar as patologias a receberem tratamento. Na medida em que ele identifica as patologias que julga ser necessário receberem manutenção, ele as indica para um servidor fazer uma de duas coisas: varrer o local e depois pinchar, ou apenas pinchar.

- c. A limpeza geralmente só é feita quando no local há muitos detritos soltos, uma quantidade exagerada de poeira ou água empoçada. Já a pinchção é realizada em todos os locais apontados, sem exceção, geralmente em formato retangular abrangendo mais do que o espaço indicado.
- d. Nesse ínterim, os carrinheiros se deslocam até o caminhão e posicionam seus carrinhos para que recebam o CBUQ jogado pelos pazeiros diretamente da carroceria.
- e. Com os carrinhos cheios, os carrinheiros vão até os pontos demarcados pelos pincheiros e despejam o material no local.
- f. Neste momento, os rodeiros já estão posicionados no local, a fim de espalharem o material e conforma-lo a um nível ligeiramente superior ao da via, para que com a “compactação” ele fique o mais próximo possível do nível da mesma.
- g. A compactação só é realizada em patologias mais graves, geralmente painelas mais profundas. No entanto, é feita sem a devida técnica, utilizando os pneus do próprio caminhão para compactar locais específicos. Se com a compactação acontece o afundamento da massa asfáltica, evidenciando um desnível, mais massa é jogada, afim de compactar novamente até estar ocularmente regularizado. A maioria dos locais não recebem sequer essa compactação amadora, permanecendo sobressalentes em relação ao nível da via.
- h. Após a finalização de todas as patologias escolhidas naquele trecho, a equipe recolhe os equipamentos e segue para um outro trecho de sua rota, encerrando o seu serviço naquele local.

Em seguida, será apresentado o acompanhamento de cinco etapas da operação tapa-buracos que foram realizados, destinando-se em coletar informações acerca da produtividade bem como do processo executivo de uma das quatorze equipes da GERCMV direcionadas para esta operação.

4.3.2 Primeira etapa: manutenção de patologias na Av. Nerópolis – Vila Clemente c/ Gentil Meireles.

Data: 06/10/2022

Equipe presente: 1 encarregado de equipe, 1 motorista, 2 pazeiros, 2 carrinheiros, 2 rodeiros, e 1 pincheiro.

Serviço realizado:

- a. Identificação ocular das patologias: buracos/panelas e trincas.
- b. Limpeza das panelas: as panelas que tinham profundidade menor, ainda que houvesse presença de cascalho ou muita poeira, não receberam limpeza. Veja a seguir a Figura 28.

Figura 28 - Limpeza de buraco profundo - 1ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

Apesar da presença de água dentro das panelas, a mesma não foi retirada em sua totalidade, mas apenas o excesso.

c. Aplicação de ligante asfáltico:

Este produto proporciona um efeito de cola para ligar a massa asfáltica quente (CBUQ) ao pavimento danificado. A Figura 29 ilustra este procedimento.

Figura 29 - Aplicação de ligante em buraco profundo - 1ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

d. Aplicação de CBUQ sobre o contorno, conforme a Figura 30.

Figura 30 - Aplicação de CBUQ - 1ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

- e. Regularização da massa de CBUQ sobre o contorno através do serviço dos rodeiros, de acordo com a Figura 31.

Figura 31 - Regularização de CBUQ - 1ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

- f. Compactação da massa regularizada, conforme indica a Figura 32.

Figura 32 - Compactação de massa regularizada - 1ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

- g. Aplicação de 2ª mão de CBUQ visando a regularização do nível após uma segunda compactação, conforme indica a Figura 33.

Figura 33 - 2ª mão de CBUQ para regularização - 1ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

- h. Outras patologias foram tratadas, os equipamentos foram recolhidos, o trânsito liberado para a equipe se deslocar para outro trecho.

Levantamento do que foi tratado: 1 faixa de trinca couro de jacaré de 80cm x 70cm, 1 faixa de trinca longitudinal de 130cm x 120cm, 3 painelas (uma pequena, uma média e uma grande) e 2 faixas de trinca menores.

Tempo despendido: 18 minutos a partir da largada da equipe.

4.3.3 Segunda etapa: manutenção de patologias em rua entremeada na Vila Irany (região de Campinas) – Rua 1.

Data: 06/10/2022

Equipe presente: 1 encarregado, 1 motorista, 2 pazeiros, 2 carrinheiros, 2 rodeiros, e 1 pincheiro.

Serviço realizado:

- a. Identificação ocular das patologias: buracos/panelas e trincas;
- b. Não houve limpeza alguma;
- c. Aplicação de ligante betuminoso, conforme Figura 34;

Figura 34 - Aplicação de ligante betuminoso - 2ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

- d. Aplicação do CBUQ, conforme a Figura 35;

Figura 35 - Aplicação de CBUQ - 2ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

e. Regularização através do rodeiro, de acordo com a Figura 36;

Figura 36 - Regularização de CBUQ - 2ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

Equipamentos recolhidos e trânsito liberado.

Trecho da segunda etapa concluída, conforme figura a seguir:

Figura 37 - Serviço concluído - 2ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

Não foi feita qualquer compactação específica, evidenciando uma execução no estilo *throw and go*, conforme item 2.10.5 desta pesquisa.

Levantamento do que foi tratado: 1 faixa de trinca beirando a sargeta e 6 panelas (pequenas e

médias).

Tempo despendido: 4 minutos a partir da largada da equipe.

4.3.4 Terceira etapa: manutenção de patologias em rua entremeada na Vila Irany (região de Campinas) – Rua 2.

Data: 06/10/2022

Equipe presente: 1 encarregado, 1 motorista, 1 pazeiros, 2 carrinheiros, 1 rodeiros e 1 pincheiro.

Serviço realizado:

- a. identificação ocular das patologias: buracos/panelas, trincas e couros de jacaré e limpeza de panela pequena, porém inundada, conforme a Figura 38;

Figura 38 - Limpeza de panela pequena - 3ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

- b. Aplicação de ligante betuminoso, conforme Figura 39;

Figura 39 - Aplicação de ligante betuminoso - 3ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

c. Aplicação de CBUQ, conforme Figura 40;

Figura 40 - Aplicação de CBUQ - 3ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

d. Limpeza de área próxima da sargeta com presença de couro de jacaré bastante degradado.
Veja Figura 41:

Figura 41 - Limpeza de couro de jacaré - 3ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

- e. Limpeza de panela com presença de entulho, conforme a Figura 42;

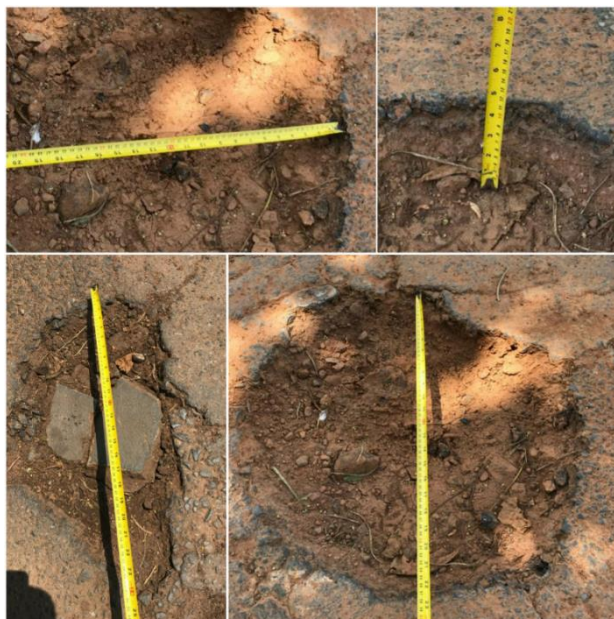
Figura 42 - Limpeza de panela com entulho - 3ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

- f. Medição de algumas panelas para noção de dimensões e profundidade. Veja Figura 43:

Figura 43 - Medição de panelas - 3ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

- g. Aplicação de ligante em panelas associadas, considerando-as como uma patologia única, conforme Figura 44;

Figura 44 - Aplicação de ligante em panelas associadas - 3ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

- h. Observação de estratos de revestimentos asfálticos administrados em épocas distintas, de acordo com a Figura 45;

Figura 45 - Observação de estratos de revestimento asfáltico - 3ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

i. Equipamentos recolhidos e trânsito liberado.

Serviço finalizado, conforme Figura 46.

Figura 46 - Serviço concluído - 3ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

Não foi feita nenhuma compactação específica.

Levantamento do que foi tratado: 2 afundamentos, 8 panelas pequenas, 16 panelas médias e 6 couros de jacaré. Tempo despendido: 22 minutos à partir da largada da equipe.

4.3.5 Quarta etapa: manutenção de patologias em rua entremeada na Vila Vera Cruz (Parque Jerivá).

Data: 18/09/2023

Serviço realizado:

- a. identificação ocular das patologias: buracos/panelas, trincas, afundamentos e couros de jacaré;
- b. Constatação de panela associada com couro de jacaré e com agravante de presença de água e lama. Veja a Figura 47.

Figura 47 - Panela com couro de jacaré e lama - 4ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2023.

- c. Aplicação de ligante asfáltico no local sem a devida limpeza, conforme a Figura 48;

Figura 48 - Aplicação de ligante betuminoso sem a devida limpeza - 4ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2023.

- d. Aplicação de CBUQ, de acordo com a Figura 49;

Figura 49 - Aplicação em região de patologia compartilhada - 4ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2023.

- e. Espalhamento de CBUQ para devida regularização, conforme Figura 50;

Figura 50 - Espalhamento de CBUQ por rodeiro - 4ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2023.

- f. Primeira compactação, de acordo com a Figura 51;

Figura 51 - CBUQ em sua 1ª compactação - 4ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2023.

- g. Regularização de compactação. Veja a Figura 52.

Figura 52 - Regularização de compactação - 4ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2023.

- h. Aplicação de ligante abrangendo trincas, panela, couros de jacaré e até mesmo afundamentos. Veja a Figura 53.

Figura 53 - Abrangência de ligante em 4 patologias associadas - 4ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2023.

- i. Equipamentos recolhidos e trânsito liberado.

Serviço finalizado, conforme a figura a seguir:

Figura 54 - Serviço finalizado - 4ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2023.

Levantamento do que foi tratado: 1 associação de trinca, panela, couro de jacaré e afundamento, 1 associação de trinca, panela e couro de jacaré e 6 painéis grandes avulsas. Tempo despendido: 26 minutos à partir da largada da equipe.

4.3.6 Quinta etapa: análise de operação de manutenção feita em patologia surgida em recapeamento recente (Projeto 630 km) – Rua Benjamin Constant c/ Rua das Laranjeiras, Vila Abajá.

Data: 10/11/2022

Serviço realizado:

- a. Visita para observação e registro fotográfico de uma região que recebeu o recapeamento do Projeto 630 Km.

O referido trecho foi recapeado no início de 2022, porém, pouco tempo depois apresentou patologias severas como afundamentos, trincas e painéis, evidenciando uma avaliação errada por parte da empresa executora, ao ignorar os problemas estruturais do pavimento no local.

Ao não agir com a devida técnica na região indicada, a empresa licitada acabou gastando recurso humano, tecnológico e matéria prima em um local comprometido, que em pouco tempo refletiria a gravidade dos seus problemas. A análise que será feita se torna imprescindível para essa pesquisa, pois, como as patologias voltaram a aparecer mesmo com a capa reconstruída, a equipe da

GERCMV precisou se deslocar e realizar seus procedimentos de manutenção conforme o padrão já demonstrado anteriormente nas etapas 1, 2, 3 e 4. Seguem os registros da visita com a devida análise.

Conforme a Figura 55 a seguir, constata-se que, visualmente falando, esta via, excetuando-se a ausência de sinalização horizontal, está com ótimas condições de rolagem. De forma geral, enxerga-se um pavimento limpo, bem acabado e sem patologias aparentes.

Figura 55 - Padrão do trecho recapeado sem patologias - 5ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

Por ser um trecho entre a Vila Abajá e o Setor Campinas, ele merece atenção pelo simples fato de que este setor é o mais antigo da capital goiana. Logo, deveria ter sido analisado a partir da premissa de que possivelmente ele seria um pavimento mais comprometido que os demais. A Figura 56, mostra um registro do mesmo trecho, porém, direcionado para o seu sentido oposto em relação à Figura 55.

Figura 56 - Padrão do trecho recapeado com patologias - 5ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

Comparando-se os dois registros, percebe-se de forma cristalina a diferença de comportamento do novo revestimento em ambas as partes do trecho. Em primeiro lugar, constata-se que este último já sofreu alguma intervenção de manutenção e que, diferentemente do primeiro, encontra-se visivelmente danificado, com surgimento de trincas refletidas, afundamentos e panelas, conforme está detalhado nos registros seguintes.

Figura 57 - Patologia 1: Correção de trinca e panela resultante de afundamento - 5ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

Aqui evidencia-se o resultado de uma operação de manutenção tentando combater os efeitos de algumas patologias que surgiram num pavimento mesmo sendo novo. Tal manutenção nitidamente prejudicou o nível de rolagem do pavimento recapeado.

Figura 58 - Patologia 2: panela aberta resultante de base comprometida - 5ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

Figura 59 - Patologia 3: início de panela resultante de base comprometida - 5ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

A Figura 59 denuncia como o novo pavimento está sendo deteriorado pela falta de tratamento da base. Com ela comprometida, o pavimento novo afunda e/ou sofre reflexão de trincas que se evidenciam na superfície, demandando manutenção. Esta última, sendo feita nos moldes que foram demonstrados nas etapas anteriores, acabam por deformar todo o trabalho realizado no recapeamento, comprometendo drasticamente o conforto e a segurança que este deveria proporcionar.

A Figura 60 abaixo denuncia outras patologias e deformações no pavimento recém recapeado:

Figura 60 - Outras patologias (galeria pluvial exposta; panelas; ondulações) - 5ª etapa



Fonte: Acervo próprio, 2022.

É importante ressaltar sobre as figuras mostradas até aqui, a quantidade de patologias associadas a um recapeamento novo, ocasionadas pelo tratamento incorreto na execução do mesmo,

bem como na tentativa de manutenção.

4.3.7 Etapa Complementar 1: acompanhamento de recapeamento em trecho de alto fluxo - Av. Anhanguera: Lago das Rosas no Setor Oeste.

Data: 10/11/2022

Serviço realizado:

- a. recapeamento completo de trecho de alto fluxo.

Seguem os registros das etapas realizadas. A Figura 61 introduz a etapa inicial de fresagem do pavimento antigo, bem o procedimento de limpeza dos detritos gerados por ela.

Figura 61 - Fresagem e limpeza no processo de recapeamento – Etapa Complementar 1



Fonte: Acervo próprio, 2022.

Já a Figura 62 traz o registro da imprimação com emulsão asfáltica e a consequente aplicação do CBUQ.

Figura 62 - Imprimação e CBUQ – Etapa Complementar 1



Fonte: Acervo próprio, 2022.

A etapa seguinte consiste na regularização e espalhamento do CBUQ com a utilização de rodos, com a consequente compactação pneumática. Veja a Figura 63:

Figura 63 - Espalhamento/Regularização de CBUQ e Compactação Pneumática – Etapa Complementar 1



Fonte: Acervo próprio, 2022.

O processo de recapeamento é finalizado com a compactação com cilindro vibratório, conforme demonstra a Figura 64.

Figura 64 - Compactação com cilindro vibratório – Etapa Complementar 1



Fonte: Acervo próprio, 2022.

Após isso, a pista recapeada é liberada para a medição da espessura e posterior aplicação de sinalização horizontal.

4.3.8 Etapa Complementar 2: acompanhamento de recapeamento em trecho de baixo fluxo - Rua E c/ Rua F no Setor Progresso.

Data: 29/11/2023

Serviço realizado: recapeamento completo de trecho de baixo fluxo. Seguem as imagens que sequenciam o serviço executado:

Figura 65 - Fresagem e limpeza no processo de recapeamento – Etapa Complementar 2



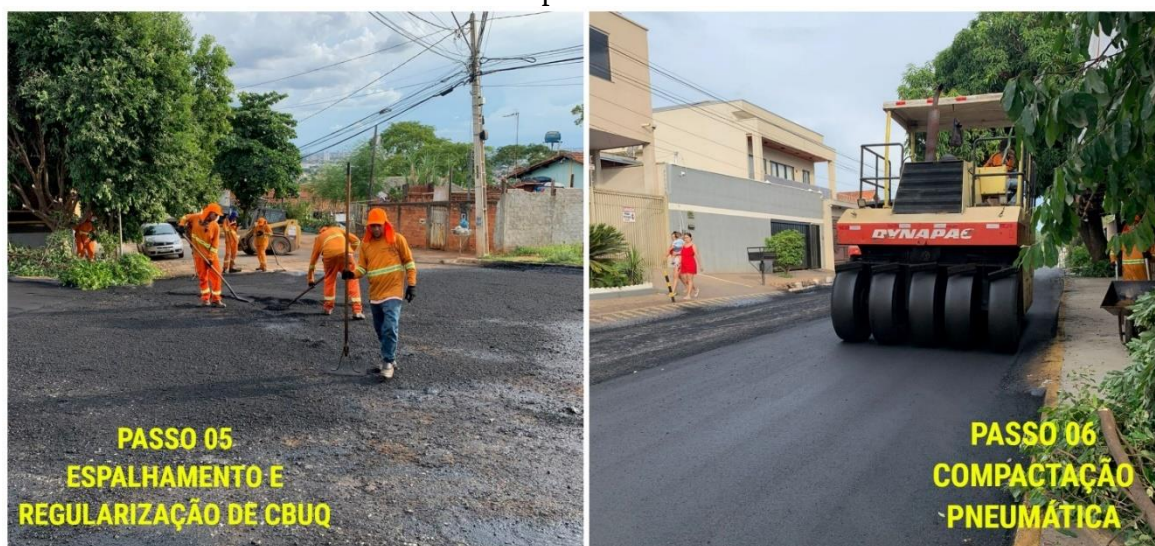
Fonte: Acervo próprio, 2023.

Figura 66 - Imprimação e CBUQ – Etapa Complementar 2



Fonte: Acervo próprio, 2023

Figura 67 - Espalhamento/Regularização de CBUQ e Compactação Pneumática – Etapa Complementar 2



Fonte: Acervo próprio, 2023.

Figura 68 - Compactação com cilindro vibratório e conferência de espessura – Etapa Complementar 2



Fonte: Acervo próprio, 2023.

4.4. Operação Tapa-buracos: comparação direta entre a técnica correta e o padrão de execução em vigor na GERCMV

O padrão de manutenção de pavimentos operado pela GERCMV já consta descrito no item 4.3 desta obra. Então para efeitos de comparação, serão apresentadas a seguir as técnicas corretas para execução de remendos superficiais e profundos, a fim de estabelecer um paralelo e melhor para entender o cenário atual e também repensar o futuro.

Para fins de parâmetro, serão considerados os procedimentos de DAER (2013), que estabelece de maneira detalhada todo o procedimento executivo adequado para:

- Remendo superficial (recomposição localizada de revestimento betuminoso);

- Remendo subsuperficial (recomposição localizada de revestimento betuminoso + base granular); e

- Remendo profundo para reconstituição do subleito.

Para simplificar, será exposto no corpo deste trabalho apenas a sequência executiva dos procedimentos.

Assim, para os serviços de Remendo Superficial, considerar conforme Quadro 4.

Quadro 4 - Procedimento Executivo de Remendo Superficial

- a) *SINALIZAR o trecho e ORIENTAR o trânsito;*
- b) *DEMARCAR os perímetros das áreas a serem reparadas cuidando que estas áreas apresentem configuração de quadriláteros com dois lados paralelos ao eixo do pavimento e os outros dois ortogonais ao mesmo eixo;*
- c) *CORTAR NO ESQUADRO de forma a se obter a configuração de figura plana regular;*
- d) *RETIRAR o material comprometido do revestimento antigo, deixando as paredes do buraco na vertical;*
- e) *REALIZAR registros necessários para futura medição (foto, medidas de áreas e espessuras);*
- f) *QUANTIFICAR o volume de cada serviço a ser executado;*
- g) *LIMPAR o fundo da área e as paredes do buraco;*
- h) *APLICAR Pintura de Ligação em todas as superfícies preparadas de acordo com as especificações;*
- i) *APLICAR o revestimento asfáltico de acordo com projeto ou especificações;*
- j) *LIMPAR a área trabalhada de detritos oriundos da operação;*
- k) *RETIRAR a sinalização e LIBERAR ao tráfego.*

Fonte: DAER, 2013.

Já para os serviços de Remendo Subsuperficial, deve seguir os procedimentos apontados pelo Quadro 5.

Quadro 5 - Procedimento Executivo de Remendo Subsuperficial

- a) *SINALIZAR o trecho e ORIENTAR o trânsito;*
- b) *DEMARCAR os perímetros das áreas a serem reparadas cuidando que estas áreas apresentem configuração de quadriláteros com dois lados paralelos ao eixo do pavimento e os outros dois ortogonais ao mesmo eixo;*
- c) *CORTAR NO ESQUADRO de forma a se obter a configuração de figura plana regular;*
- d) *RETIRAR o material comprometido do revestimento e base antiga, deixando as paredes do buraco na vertical;*
- e) *LIMPAR o fundo da área e as paredes do buraco;*
- f) *REALIZAR registros necessários para futura medição;*
- g) *EXECUTAR a reconstituição da base de brita graduada de acordo com as especificações;*
- h) *APLICAR Pintura de Ligação em todas as superfícies preparadas de acordo com as especificações;*
- i) *APLICAR o revestimento asfáltico de acordo com as especificações;*
- j) *LIMPAR a área trabalhada de detritos oriundos da operação;*
- k) *RETIRAR a sinalização e LIBERAR ao tráfego.*

Fonte: DAER, 2013.

E por fim, para executar remendos profundos, o parâmetro a seguir consta no Quadro 6.

Quadro 6 - Procedimento Executivo de Remendo Profundo

- a) *SINALIZAR o trecho e ORIENTAR o trânsito;*
- b) *DEMARCAR os perímetros das áreas a serem reparadas cuidando que estas áreas apresentem configuração de quadriláteros com dois lados paralelos ao eixo do pavimento e os outros dois ortogonais ao mesmo eixo;*
- c) *CORTAR NO ESQUADRO de forma a se obter a configuração de figura plana regular;*
- d) *RETIRAR o material comprometido do revestimento, base e sub-base antiga e o material comprometido do subleito deixando as paredes do buraco na vertical;*
- e) *LIMPAR o fundo da área e as paredes do buraco;*
- f) *REALIZAR registros necessários para futura medição;*
- g) *EXECUTAR a reconstituição do subleito com rachão de acordo com especificações;*
- h) *EXECUTAR a reconstituição da base+sub-base com brita graduada de acordo com especificações;*
- i) *APLICAR Pintura de Ligação em todas as superfícies preparadas de acordo com especificações;*
- j) *APLICAR o revestimento asfáltico de acordo com projeto ou especificações;*
- k) *LIMPAR a área trabalhada de detritos oriundos da operação;*
- l) *RETIRAR a sinalização e LIBERAR ao tráfego.*

Fonte: DAER, 2013.

4.5. Análise da combinação dos serviços de recapeamento (Reabilitação) e de manutenção (Operação Tapa-buracos)

A partir do conhecimento que se construiu com todas estas informações, torna-se indispensável uma análise prática e direta do que é executado atualmente (e há muito tempo) pela GERCMV com o que a técnica da Engenharia orienta. Utiliza-se, para isto, um dos casos que foi analisado. Mais especificamente, a quinta etapa descrita na presente obra (subitem 4.3.6).

O motivo para esta escolha se dá pelo fato de ela mesclar duas realidades importantes:

- 1ª - Uma via de situação precária que foi recapeada de acordo com o Projeto 630 Km; e
- 2ª - Uma operação tapa-buracos que foi realizada na mesma via pouco tempo depois de seu recapeamento.

A Figura 55 e Figura 56 evidenciam um fenômeno que não deveria acontecer, tecnicamente falando. Pois, uma vez que a via foi recapeada, entende-se que o seu tempo de vida útil foi aumentado. Mas não foi isso que aconteceu, pois um trecho demonstra ganho de vida útil (Figura 55), enquanto outro expõe um efeito quase nulo do recapeamento na sua composição, evidenciado pelas inúmeras e graves patologias surgidas em tão pouco tempo (Figura 57, Figura 58, Figura 59 e Figura 60).

A situação em questão deveria suscitar um questionamento: se o recapeamento foi realizado e

mesmo assim se perdeu, por qual motivo a equipe técnica de manutenção faria uma intervenção com uma técnica tal a deixar a via nas mesmas condições de conforto e segurança precárias de outrora? Assim, constata-se que há dois problemas:

1º - a equipe de recapeamento, que antes de executar o serviço não fez a devida análise da estrutura que suporta a capa asfáltica; e posteriormente

2º - a equipe de manutenção da GERCMV, que ao ver um trecho que foi refeito recentemente e mesmo assim apresentou defeito, não se organizou para executar uma manutenção técnica e robusta no local, a fim de viabilizar o restabelecimento mais próximo das condições almejadas pelo Projeto 630 Km.

As consequências dessa cadeia de eventos não poderiam ser diferentes, gerando um prejuízo de todo o recurso financeiro e material, diretos e indiretos, investidos naquele trecho, somando a isso o ônus de se aplicar uma manutenção praticamente inútil diante do que a condição do pavimento exigia.

Com isso, é razoável inclinar-se à ideia de que o foco, então, deveria ser dado à equipe de recapeamento, que não fez o diagnóstico inicial da estrutura que suporta a capa asfáltica. No entanto, entende-se que o recapeamento em Goiânia é um serviço bastante esporádico, ainda mais na abrangência em que está sendo executado. Por isso, a equipe de manutenção da GERCMV que faz intervenções contínuas durante todo o ano, é que deve receber maior atenção, principalmente para concentrar total esforço técnico, a fim de prolongar ao máximo a entrega pretendida pelo recapeamento.

Se esta postura não for internalizada na equipe de manutenção, em pouco tempo todo esforço corporativo, recursos financeiros, bem como o conforto e a segurança entregues pelo recapeamento, serão totalmente perdidos, fazendo a malha viária voltar a ser o que era antes: sem conforto e sem segurança.

Para subsidiar esta análise, mostra-se a seguir a diferença de nível causada pela manutenção do pavimento recapeado no Projeto 630 Km. Veja a Figura 69 e Figura 70.

Figura 69 - Nível de rolamento da via prejudicado pela manutenção inadequada



Fonte: Acervo próprio, 2022.

Figura 70 - Ilustração da diferença de nível



Fonte: Acervo próprio, 2022.

Portanto, o que se espera de um órgão técnico como GERCMV é a execução de manutenção de patologias em pavimentos asfálticos de maneira também técnica, isto é, cumprindo requisitos semelhantes aos expostos anteriormente (Quadro 4, Quadro 5 e Quadro 6).

5 CONCLUSÕES

Diante do que foi pesquisado, percebeu-se que os fatores que fazem com que o padrão técnico de entrega nos serviços de manutenção asfáltica seja entregue como atualmente, são justamente a falta de recursos humanos e tecnológicos diante da demanda existente. Com tantas patologias que acometem a malha asfáltica de Goiânia, como trincas, panelas, afundamentos etc, bem como seus respectivos níveis de gravidade, entende-se que os métodos utilizados atualmente não conseguem solucionar o problema, senão adiá-los para poucos meses adiante.

Com isso algumas pontuações sucintas se tornam imprescindíveis, conforme apresentado a seguir:

- Todos os municípios, independentemente da idade e estado de sua malha viária, devem contar com órgãos gerenciadores engajados de forma técnica na entrega de um pavimento asfáltico que proporcione conforto e segurança à sua população sendo, para isso, subsidiados pela administração pública do município com as ferramentas necessárias para se alcançar esse objetivo, tais como: orçamento compatível, quadro técnico de servidores e uma boa gestão.

Constata-se, porém, na realidade geral brasileira, que os gargalos que dificultam esse objetivo podem ser muitos e também complexos, tais como:

- Distribuição do recurso público de forma inadequada;
- Dificuldades de gestão nas secretarias responsáveis;
- Precariedade de recursos tecnológicos e humanos; etc.

Identificando-se a presença de alguns destes problemas chaves e mitigando-os, pode-se proporcionar em uma maior escala e com mais eficiência a:

- aplicação de um Sistema de Gestão da Qualidade ideal, afim de padronizar, nortear e estabelecer metas para o funcionamento da estrutura em curto, médio e longo prazo;
- aquisição de equipamentos, máquinas, ferramentas e matéria-prima de qualidade em quantidade suficiente;
- criação de uma estrutura de manutenção contínua para tais aquisições;
- contratação de equipe tecnicamente qualificada e em quantidade suficiente para a demanda dos serviços;
- formação de departamento de treinamento técnico para a equipe em toda etapa de sua rotatividade.

Além disso, enxerga-se que a atual situação do pavimento da cidade de Goiânia é crítica em diversos pontos. Ainda que haja trechos com boas condições de construção e manutenção asfáltica, especialmente nas vias de trânsito rápido e arteriais, é evidente que a maior parte da malha viária da cidade se traduz em vias coletoras e locais, que infelizmente deixam muito a desejar tanto no conforto como na segurança, ao apresentarem uma quantidade alarmante de trincas de diversos tipos, panelas profundas, afundamentos, entre outros.

Esta situação se agrava não somente pela idade do pavimento de Goiânia, mas também por conta de uma manutenção realizada com precariedade técnica ao longo dos anos. A soma destes dois fatores, elevada idade e manutenção precária, resultam em uma malha viária desconfortável e insegura para os usuários.

Com este diagnóstico em mente e a clareza a respeito do que seria uma malha viária “ideal” para seus usuários, entende-se que há um longo caminho a ser percorrido a partir da situação atual de Goiânia até o que se almeja entregar à população.

Entende-se, dessa forma, que o início de toda essa mudança parte da necessidade dos órgãos responsáveis estabelecerem instruções de serviços adequadas para a execução técnica e de qualidade, embasadas nas normas técnicas vigentes, observando-se sempre o momento oportuno para fazer a devida intervenção de manutenção em cada via do sistema viário da cidade.

REFERÊNCIAS

- ABNT (Brasil). Norma Técnica, ABNT NBR 7207:1982. **Terminologia e classificação de pavimentação**, [S. l.], 1982.
- ABREU, V. Projeto de asfalto avança média de 880 metros ao dia em Goiânia. **Jornal Daqui**, Goiânia, 24 nov. 2023. Geral. Disponível em: <<https://daqui.opopular.com.br/editorias/geral/projeto-de-asfalto-avan%C3%A7a-m%C3%A9dia-de-880-metros-ao-dia-em-goi%C3%A2nia-1.2738149>>. Acesso em 27/11/2023.
- AGETOP (Goiás, Brasil.). Instrução Técnica - 02, 03/2016. **Manual de pavimentação urbana**, Goiás, 2016.
- BALBO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica: Materiais, projeto e restauração**. 1. ed. [S. l.]: Oficina de textos, 2007. 560 p. ISBN 8586238562.
- BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação asfáltica: Formação básica para engenheiros**. Rio de Janeiro: ABEDA, 2006. 504 p.
- BOGDAN, R. S.; BIKEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. 12.ed. Porto: Porto, 2003.
- CARDOSO, L. Prefeitura lança programa que vai reconstruir 500 km de asfalto em 100 bairros de Goiânia: O Programa 500km prevê a reconstrução asfáltica em 600 vias da capital, com investimento de R\$ 357 milhões. **Diário de Goiás**, Goiânia, 31 ago. 2023. Mobilidade Urbana. Disponível em: <<https://diariodegoias.com.br/prefeitura-lanca-programa-que-vai-reconstruir-500-km-de-asfalto-em-100-bairros-de-goiania/350087/>>. Acesso em 27/11/2023.
- CARDOSO, Ricardo Alves. **Técnicas de conservação e reabilitação**. 2017. Notas de Aula. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.
- CNT - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (Brasília). **Transporte Rodoviário: Por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?**. 1. ed. Brasília: [s. n.], 2017. 160 p.
- DAER (Rio Grande do Sul, Brasil). Secretaria de Infraestrutura e Logística. DAER-ES-CON 010.1/13; DAER-ES-CON 011.1/13; DAER-ES-CON 013.1/13. **Revisão de especificação de serviço**, Porto Alegre: DAER, ano 2013. DE CASTRO, Cecília Catarina Oliveira et al. 33º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes - ANPET. **Análise das condições de superfície do pavimento por meio de VSA e do IRI obtido com o aplicativo SmartIRI: estudo de caso aplicado à rodovia CE-401**, Fortaleza, Brasil, 2019.

DNIT (Brasil). Diretoria de Planejamento e Pesquisa - IPR . NORMA DNIT 005/2003 TER, 06/08/2003. **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos:** Terminologia, Rio de Janeiro, 2003. (a)

DNIT (Brasil). Diretoria de Planejamento e Pesquisa - IPR . NORMA DNIT 009/2003 PRO, 06/08/2003. **Avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos:** Procedimento, Rio de Janeiro, 2003. (b)

DNIT (Brasil). Diretoria de Planejamento e Pesquisa - IPR . NORMA DNIT 009/2003 PRO, 06/08/2003. **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos:** Procedimento, Rio de Janeiro, 2003. (c)

DNIT (Brasil). Diretoria de Planejamento e Pesquisa - IPR . NORMA DNIT 009/2003 PRO, 06/08/2003. **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. (d)

DNIT (Brasil). Ministério da Infraestrutura. IPR, 719, 28/03/2006. **Manual de pavimentação**, Rio de Janeiro: IPR, ano 2006, ed. 3, 28 mar. 2006.

GOIÂNIA, Prefeitura de. Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos. **Secretarias: Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana**. Goiânia, c2023. Disponível em: <https://www.goiania.go.gov.br/secretaria/secretaria-municipal-de-infraestrutura-e-servicos-publicos/>. Acesso em 07/10/2023.

GOIÂNIA, Prefeitura de. Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos. **Secretarias: Gerência de Conservação de Malha Viária**. Goiânia, c2023. Disponível em: < <https://www.goiania.go.gov.br/secretaria/secretaria-municipal-de-infraestrutura-e-servicos-publicos/superintendencia-de-obras-e-servicos-publicos/diretoria-de-operacoes-e-conservacao/gerencia-de-conservacao-de-malha-viaria/>>. Acesso em 07/10/2023.

GOMEZ , Elthon Thomé et al. **Pavimentação urbana:** Orçamentos e custos. 1. ed. Brasília: CONFEA/CREA, 2005. 216 p.

GONÇALVES, Fernando Pugliero. **O diagnóstico e a manutenção dos pavimentos**. Outubro, 1999. Notas de Aula. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

IBGE (Brasil). Conheça o Brasil - População. In: **População rural e urbana**. [S. l.], 2015. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>. Acesso em: 6 jul. 2021.

IBGE (Brasil). Panorama: Goiânia. In: **Panorama:** Goiânia. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/goiania/panorama>. Acesso em: 6 jul. 2021.

IBGE (Brasil). População. In: **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>. Acesso em: 6 jul. 2021.

MARCONI, Maria de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 311 p. ISBN 85-224-3397-6.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

VERGARA, Sylvia C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 3.ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2000.