

Reinaldo Nascimento Martins

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES SUPERFICIAIS DOS PAVIMENTOS FLEXÍVEIS EM
VIAS URBANAS, SUBMETIDOS A DIVERSOS TIPOS DE TRÁFEGO E CONDIÇÕES
CLIMÁTICAS: um estudo de caso na quadra 607 norte, em Palmas – TO

Palmas – TO

2020

Reinaldo Nascimento Martins

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES SUPERFICIAIS DOS PAVIMENTOS FLEXÍVEIS EM
VIAS URBANAS, SUBMETIDOS A DIVERSOS TIPOS DE TRÁFEGO E CONDIÇÕES
CLIMÁTICAS: um estudo de caso na quadra 607 norte, em Palmas – TO

Monografia elaborada e apresentada como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Esp. Euzir Pinto Chagas.

Palmas – TO

2020

Reinaldo Nascimento Martins

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES SUPERFICIAIS DOS PAVIMENTOS FLEXÍVEIS EM
VIAS URBANAS, SUBMETIDOS A DIVERSOS TIPOS DE TRÁFEGO E CONDIÇÕES
CLIMÁTICAS: um estudo de caso na quadra 607 norte, em Palmas – TO

Monografia elaborada e apresentada como requisito parcial para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Esp. Euzir Pinto Chagas.

Aprovado em: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Euzir Pinto Chagas
Orientador
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof. M.Sc Edivaldo Alves dos Santos
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Prof. M.Sc Fernando Moreno Suarte Júnior
Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas – TO

2020

Aos meus avós, pela existência de meus pais, pois sem eles este trabalho e muitos dos meus sonhos não se realizariam. Em especial, à minha avó, Antônia Pereira do Nascimento (in memoriam), cuja presença foi essencial na minha vida e que sempre me apoiou nos meus sonhos e projetos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre está presente em minha vida, me dando força quando fraquejava nos momentos difíceis, dando sabedoria e saúde para escrever um novo capítulo da minha história.

Aos meus pais, Raimunda Nascimento e Félix Campos, pilares da minha formação como ser humano, pelo carinho, afeto, dedicação e cuidado que me deram durante toda a minha existência e por sempre seguirem em frente lutando para que seus filhos obtivessem as melhores escolhas. Com muita gratidão.

Aos meus irmãos, Jully Anne e Jairo, meus primeiros e mais duradouros companheiros de caminhada que serviram de alicerce e inspiração para as minhas realizações.

Ao meu orientador, Prof. Esp. Euzir Pinto Chagas, pela solicitude nos momentos de necessidade, orientação, ensinamentos e paciência empregada.

A universidade e aos colegas de curso que foram conforto valoroso ao propiciarem uma constante partilha dos problemas, das angústias, das motivações e das informações.

A todos meus amigos que contribuíram direto ou indiretamente me incentivando e dando apoio para prosseguir.

Quanto mais sensibilidade tivermos diante da realidade que se apresenta, maior será a capacidade de ver que tudo valerá a pena.

Fernando Pessoa

RESUMO

MARTINS, Reinaldo Nascimento. **ANÁLISE DAS CONDIÇÕES SUPERFICIAIS DOS PAVIMENTOS FLEXÍVEIS EM VIAS URBANAS, SUBMETIDOS A DIVERSOS TIPOS DE TRÁFEGO E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS**: um estudo de caso na quadra 607 norte, em Palmas-TO. 2020. 83 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas, 2020.

A necessidade humana de transporte, seja de cargas, seja de pessoas, movimenta a ciência da pavimentação há séculos. Nesse ínterim, é inerente a preocupação com a qualidade e a durabilidade das vias. O presente estudo tem por objetivo analisar as condições superficiais dos pavimentos flexíveis da quadra 607 norte, na cidade Palmas/TO, especificamente nas Avenidas LO 11, LO 12, LO 112A, NS 5 e NS 15, submetidos à diversos tipos de tráfego e condições climáticas, e as intervenções/normatizações que asseguram a qualidade das vias urbanas. Para tanto, se fez da pesquisa de objetivo descritivo, natureza aplicada, de abordagem mista, através da pesquisa bibliográfica e estudo de caso com a aplicação da pesquisa de campo. A análise dos resultados está pautada na quantificação dos defeitos encontrados em cada uma das estações demarcadas e no cálculo do Índice de Gravidade Global. Como resultados, encontrou-se todos os defeitos mencionados na Norma DNIT 005/2006, com destaque para a presença de desgastes e remendos em quantidade elevada. De todas as vias, a que mais apresentou foi a NS 15. Em contrapartida, a LO 12A foi a que apresentou menos defeitos, o que não indica que esteja em bom estado. Em uma ordem decrescente, da que se apresenta em pior estado geral para a melhor, tem-se os valores encontrados para IGG, sendo: Av. NS 15 com um índice de 230,3; Av. NS 5 com 132,7; Av. LO 12, com um índice de 130,7; a Av. LO 11, com 88,1; e Av. LO 12A, com um índice de 65,6. Evidencia-se que as avenidas pesquisadas na quadra 607 norte não apresentam bom estado geral, necessitam de ações de reestruturação, pois já estão aquém de sua vida útil.

Palavras-chave: Pavimentos flexíveis; Qualidade de vias urbanas; Deterioração de pavimentos; Índice de Gravidade Global (IGG).

ABSTRACT

MARTINS, Reinaldo Nascimento. **ANALYSIS OF THE SURFACE CONDITIONS OF FLEXIBLE FLOORS IN URBAN WAYS, SUBJECT TO VARIOUS TYPES OF TRAFFIC AND CLIMATE CONDITIONS:** a case study in block 607 north, in Palmas-TO. 2020. 83 f. Final Course - Civil Engineering Course, Lutheran University Center of Palmas, Palmas, 2020.

The human need for transportation, be it cargo or people, has been driving the science of paving for centuries. In the meantime, concern with the quality and durability of the roads is inherent. The present study aims to analyze the surface conditions of the flexible pavements of block 607 north, in the city Palmas / TO, specifically on Avenues LO 11, LO 12, LO 112A, NS 5 and NS 15, subjected to different types of traffic and climatic conditions, and the interventions / standards that ensure the quality of urban roads. To do so, research was carried out with a descriptive objective, applied nature, with a mixed approach, through bibliographic research and case study with the application of field research. The analysis of the results is based on the quantification of defects found in each of the demarcated stations and the calculation of the Global Severity Index. As a result, all the defects mentioned in DNIT 005/2006 were found, with emphasis on the presence of wear and patches in high quantity. Of all the routes, the one that presented the most was NS 15. On the other hand, LO 12A was the one with the least defects, which does not indicate that it is in good condition. In decreasing order, from the worst to the best overall condition, we have the values found for IGG, being: Av. NS 15 with an index of 230.3; Av. NS 5 with 132.7; Av. LO 12, with an index of 130.7; Av. LO 11, with 88.1; and Av. LO 12A, with an index of 65.6. It is evident that the avenues surveyed in block 607 north do not present a good general condition, they need restructuring actions, as they are already below their useful life.

Keywords: Flexible floors; Quality of urban roads; Deterioration of pavements; Global Severity Index (IGG).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estrutura de um pavimento	20
Figura 2: Camadas do pavimento flexível	21
Figura 3: Camadas do pavimento rígido	22
Figura 4: Camadas do pavimento semirrígido	22
Figura 5: Caracterização das trincas	24
Figura 6: Trinca transversal e longitudinal	25
Figura 7: Trinca tipo “Couro de Jacaré” e tipo “Bloco”	26
Figura 8: Caracterização dos afundamentos	27
Figura 9: Exemplos de afundamentos	27
Figura 10: Ondulações	28
Figura 11: Escorregamentos	29
Figura 12: Exsudação	30
Figura 13: Desgaste	31
Figura 14: Panela	32
Figura 15: Remendo	33
Figura 16: Árvore de Decisão para Pavimentos em Concreto Asfáltico	38
Figura 17: Atividades do SGP	40
Figura 18: Exemplo de demarcação de áreas para inventário	41
Figura 19: Vista superior da quadra 607 norte com as avenidas de estudos	49
Figura 20: Materiais utilizados	52
Figura 21: Exemplo de demarcação de áreas para inventário de defeitos em Pista Simples...52	
Figura 22: Exemplo de demarcação de áreas para inventário de defeitos em Pista Duplas...53	
Figura 23: Demarcação das áreas para inventário de defeitos	53
Figura 24: Ocorrência de Fissuras	57
Figura 25: Ocorrência de Afundamentos	60
Figura 26: Ocorrência de Escorregamento	62
Figura 27: Ocorrência de Ongulação/Corrugação	62
Figura 28: Ocorrência de Painelas/Desgastes/Remendos	64
Figura 29: Ocorrência de Exsudação	65

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Tipos de curvas de afundamento nas trilhas de roda considerando os efeitos de umidade e conservação	37
Gráfico 2: Quantitativo de estações por Avenidas	54
Gráfico 3: Comparativo entre o IGG das Avenidas na Quadra 607 norte.....	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valor do fator de ponderação	44
Tabela 2: Ocorrência das fissuras	56
Tabela 3: Ocorrência de outros defeitos	61
Tabela 4: Índices das flechas de trilho de roda (mm)	66
Tabela 5: Planilha de cálculo do IGG – Avenida LO 11.....	68
Tabela 6: Planilha de cálculo do IGG – Avenida LO 12.....	69
Tabela 7: Planilha de cálculo do IGG – Avenida LO 12A.....	70
Tabela 8: Planilha de cálculo do IGG – Avenida NS 5.....	71
Tabela 9: Planilha de cálculo do IGG – Avenida NS 15.....	72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Resumo das causas e tipos de deformação permanente	36
Quadro 2: Condição do pavimento em função do IGG	42
Quadro 3: Pesquisa Quantitativa x Pesquisa Qualitativa	47
Quadro 4: Classificação das pesquisas e enquadramento do trabalho	48
Quadro 5: Resumo dos defeitos – Codificação e Classificação	55
Quadro 6: Ocorrência das Trincas isoladas e interligadas	58
Quadro 7: Ocorrência de Afundamentos	60
Quadro 8: Outros defeitos em pavimentos flexíveis e suas causas.....	63

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivos	16
1.1.1	Objetivo Geral	16
1.1.2	Objetivos Específicos	16
1.2	Justificativa	16
1.3	Estrutura do Trabalho	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Pavimentação	18
2.1.1	Tipos de Pavimentos.....	21
2.2	Pavimentos Flexíveis	23
2.2.1	Patologias dos Pavimentos flexíveis	23
2.2.1.1	<i>Fendas</i>	24
2.2.1.2	<i>Afundamentos</i>	26
2.2.1.3	<i>Ondulações</i>	28
2.2.1.4	<i>Escorregamentos</i>	29
2.2.1.5	<i>Exsudação</i>	30
2.2.1.6	<i>Desgastes</i>	31
2.2.1.7	<i>Panela</i>	32
2.2.1.8	<i>Remendo</i>	33
2.2.2	Durabilidade e resistência dos Pavimentos	34
2.3	Mecanismos de deterioração dos Pavimentos Flexíveis	35
2.3.1	Deformações permanentes.....	35
2.3.2	Mecanismos das deformações	36
2.4	Avaliação de Pavimentos Flexíveis	38
2.4.1	Avaliação do pavimento no processo de decisão	38
2.4.2	Sistema de Gerência de Pavimentos.....	39
2.4.3	Índice de Gravidade Global (IGG).....	41
2.4.3.1	<i>Cálculos</i>	43
3	METODOLOGIA	46
3.1	Descrição do local de pesquisa da coleta dos dados	49
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	55
4.1	Patologias observadas na quadra 607 norte	55

4.2	Cálculo do IGG	67
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
	REFERÊNCIAS	77
	APÊNDICE A - Formulário de inventário do estado da superfície do pavimento da Av. LO 11	80
	APÊNDICE B - Formulário de inventário do estado da superfície do pavimento da Av. LO 12.....	81
	APÊNDICE C - Formulário de inventário do estado da superfície do pavimento da Av. LO 12A	82
	APÊNDICE D - Formulário de inventário do estado da superfície do pavimento da Av. NS 5	83
	APÊNDICE E - Formulário de inventário do estado da superfície do pavimento da Av. NS 15	84
	ANEXO A - Relatório de Plágio	85

1 INTRODUÇÃO

O presente estudo visa discutir sobre os problemas relacionados à pavimentação asfáltica em decorrência do uso natural das vias. Em especial, se constitui como estudo de caso acerca das condições superficiais dos pavimentos flexíveis da quadra 607 norte, localizada em Palmas/TO, analisando-a e comparando com as normas vigentes e autores da área no que tange à qualidade e durabilidade.

A preocupação em pavimentar as vias não é algo atual, mas que vem em ascensão, bem como a preocupação com a qualidade e durabilidade destas, a exemplo dos diversos estudos na área. Em seus estudos, Jadão Junior (2016) revela que desde a antiguidade o homem já visualizava a necessidade em construir superfícies revestidas que fossem capazes de suportar as rodas de madeira e aço.

No Brasil, é a partir da década de 1950 que as técnicas de pavimentação se intensificaram, em decorrência do intercâmbio realizado entre os Estados Unidos e o país. Com essa intensificação, surgiu a necessidade de legislar sobre, criando-se normas capazes de harmonizar e uniformizar a pavimentação, assegurando a sua qualidade e segurança. O primeiro Manual de Pavimentação foi desenvolvido em 1960, sendo que sua segunda edição veio somente em 1996 (DNIT, 2006a).

Na maioria das vezes, o solo natural não oferece as condições apropriadas para receber o tráfego, podendo acarretar deformações significativas em razão das crescentes e frequentes cargas de roda. Dessa maneira, torna-se preciso a construção do pavimento sobre o subleito no intuito de oferecer o suporte necessário, estabelecendo limites para tensões e assegurando o desempenho da via (MIRANDOLA; COELHO, 2016).

O DNIT (2006a) define pavimento como sendo a superestrutura que é constituída enquanto sistema de camadas de espessuras finitas, firmadas sobre um semi-espaço, teoricamente sendo infinito, chamado de subleito. Os pavimentos podem ser: flexíveis, em que todas as camadas têm propriedades elásticas significativas, ou seja, distribuem as cargas com parcelas aproximadamente equivalentes; semirrígido, caracterizado por uma base cimentada por aglutinantes com características cimentícias; e o rígido, em que o revestimento apresenta elevada rigidez.

Conforme relatam Mirandola e Coelho (2016) o pavimento flexível tem sido a principal escolha para a constituição da malha viária que comporta grande quantidade de veículos comuns e de cargas, que aliados a grande solicitação intensa do tráfego, com o passar do tempo, acarreta perda da qualidade na superfície de rolamento, exigindo intervenções

destinada a recuperação do pavimento mediante a adoção de medidas de manutenção e conservação, garantindo seu estado de eficiência.

O setor de transporte no Brasil é um dos elementos que contribuem para o seu desenvolvimento socioeconômico. Para Silva et al. (2018), a eficiência disso depende de um conjunto de fatores, tais como: malha viária bem estruturada; estradas pavimentadas e em boas condições de conservação, o que depende de processos avaliação e intervenções. Ademais, para conceber uma estrutura, é essencial considerar se há materiais disponíveis, equipamentos, a mão de obra, segurança, economia, durabilidade, as tecnologias existentes e o tempo.

Um correto diagnóstico é imprescindível para que as tomadas de decisões estejam de acordo com o tipo de pavimento e os variados defeitos, propiciando que as intervenções sejam praticadas de modo a atender os objetivos de tráfego e desempenho pretendido. Isto é uma tarefa complexa, que deve ser realizada por profissionais capacitados e orientado por diretrizes dos devidos órgãos competentes (GONÇALVES, 1999).

A avaliação de pavimentos é citada, portanto, como a primeira fase do processo de determinação das intervenções que serão realizadas na via, sendo possível compreender as condições e patologias dos pavimentos, seus respectivos acostamentos; levantar dados do projeto do pavimento; as propriedades dos materiais que compõem o mesmo; o volume de tráfego e carregamento da via; as condições climáticas cuja via permanece exposta; e sobretudo, as condições de segurança (BALBO, 2007).

Palmas/TO é a mais jovem capital do país, conhecida por suas temperaturas elevadas. Jidão Junior (2016) disserta que a cidade foi constituída com base em um projeto arquitetônico, por isso tem status de cidade planejada, todavia, suas ruas e avenidas se interligam facilmente. No entanto, frente às adversidades climáticas (temperatura, chuva e umidade), intensidade de tráfego e demais ações naturais, o autor cita desgaste precoce e envelhecimento da capa asfáltica dessas vias, o que pode acarretar em maior vulnerabilidade do asfalto e manifestação de patologias.

A presente pesquisa tem como problema central: quais as condições superficiais dos pavimentos flexíveis da quadra 607 norte, na cidade Palmas/TO, submetidos à diversos tipos de tráfego e condições climáticas, e quais as intervenções/normatizações que asseguram a qualidade das vias urbanas? Neste contexto, se concentra no intuito de identificar os requisitos e medidas que aumentem a qualidade dos pavimentos flexíveis, tornando as vias urbanas mais seguras, reduzindo os riscos de acidentes e proporcionando a harmonia do trânsito.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar as condições superficiais dos pavimentos flexíveis da quadra 607 norte, na cidade Palmas/TO, submetidos à diversos tipos de tráfego e condições climáticas, e as intervenções/normatizações que asseguram a qualidade das vias urbanas.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Apresentar o que são pavimentos flexíveis, as principais patologias que podem reduzir seu potencial e vida útil e os mecanismos de deterioração;
- Registrar as condições superficiais dos pavimentos flexíveis nas avenidas da quadra 607 norte;
- Realizar a avaliação das avenidas LO 11, LO 12, LO 12A, NS 5 e NS 15 da quadra 607 norte de acordo com o Índice de Gravidade Global (IGG);
- Verificar a importância de se realizar as manutenções e correções das patologias da via urbana e a legislação que preconiza sobre o assunto.

1.2 Justificativa

Nos últimos anos, tem sido verificado diversas soluções que visam estender a vida útil dos pavimentos asfálticos, com medidas de recuperação e restauração dos revestimentos, aumentando seu potencial de resistência direta às ações do tráfego e sua carga elevada de maneira atenuada às camadas inferiores, impermeabilizando e melhorando as condições de trafegabilidade do pavimento (MUNHOZ; FILLA, 2016).

A relevância social deste estudo se dá mediante a importância de se demonstrar quais medidas e intervenções podem ser realizadas em pavimentos flexíveis, ampliando o conhecimento sobre os cuidados que a sociedade como um todo pode desenvolver, a fim de contribuir com o aumento da vida útil dos mesmos. Torna ainda os cidadãos mais conscientes sobre seu papel da sociedade e quais ações podem aumentar ainda mais os riscos para o desenvolvimento das patologias dos pavimentos, prejudicando o trânsito e consequentemente aumentando os riscos de acidentes.

A importância acadêmica trata da relevância de se aprofundar o conhecimento das disciplinas, contribuindo com a investigação de teorias e saberes fundamentais para a atualização da temática no âmbito científico, bem como disponibilizar informações que possam ser úteis para a realização de novas pesquisas. As pesquisas teóricas realizadas neste estudo contribuem significativamente também com a avaliação dos fenômenos a partir de diferentes pontos de vistas de estudiosos na área, ampliando o saber científico.

No âmbito pessoal, este estudo envolve o melhor entendimento das teorias aprendidas durante o curso, sendo possível aplicá-las no contexto profissional, obtendo crescimento e melhorando a atuação na área em questão.

1.3 Estrutura do Trabalho

A considerar os objetivos deste estudo, o presente se desenvolve em cinco capítulos, de acordo com a seguinte estrutura:

O primeiro capítulo dispõe sobre os elementos introdutórios do estudo, a fim de familiarizar o leitor com a temática, bem como dispor os objetivos gerais e específicos da pesquisa, sua relevância e justificar a escolha do assunto em questão.

O segundo capítulo trata do referencial teórico. Neste, discute-se sobre a pavimentação, em especial os pavimentos flexíveis, em termos de conceitos e características; os mecanismos de deterioração dos pavimentos flexíveis; discorre-se sobre os mecanismos de avaliação dos pavimentos flexíveis, no que tange aos processos de tomada de decisão, aos sistemas de gerenciamento, e enfatizando o Índice de Gravidade Global.

No terceiro capítulo serão apresentados os processos metodológicos para a construção da pesquisa e apresenta-se o sujeito de pesquisa.

O quarto capítulo tem a finalidade de apresentar e discutir os resultados encontrados, correlacionando os dados, metodologia e referencial teórico.

Contudo, o quinto capítulo apresenta as considerações finais, lembrando os objetivos do estudo, esboçando as conclusões, evidenciando as limitações da pesquisa e sugerindo trabalhos futuros como continuidade da temática ou para explorar elementos não analisados nesta.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A contemporaneidade é repleta de tecnologias, o que não remete a utopia de carros voadores, mas ao simples fato de evoluirmos da escrita com penas, para o lápis, e a própria digitação, por exemplo. No tocante às estradas, podemos vislumbrar o processo de pavimentação das vias, com o uso de tecnologias nos materiais, máquinas e processos, a fim de agilizar sua construção e manter sua conservação por mais tempo (SILVA et al., 2018).

Consoante, Andrade (2007) afirma que a necessidade de pavimentar as vias não é algo atual, desde a antiguidade o homem já se voltava para tal, se preocupando com a construção de algo que fosse duradouro, capaz de suportar altas cargas. Com o passar do tempo foi se buscando meios para reduzir os custos de fabricação e de manutenção.

O transporte de mercadorias compõe um ponto fundamental para a economia brasileira, fato é, que em 2018 com a Greve dos Caminhoneiros, toda a população sentiu pela falta de comida, remédios, gasolina e outros, evidenciando o fluxo. Para Marques (2016), face a essa importância, o setor de pavimentação deve se desdobrar para gerenciar as vias de tal forma que considere seu valor financeiro (reduzir custos) e importância para a população (transporte, fluxo de carros e motos). A seguir, discute-se conceitos sobre a pavimentação, normas e como realizar a manutenção para assegurar a qualidade das vias pavimentadas.

2.1 Pavimentação

A necessidade de criar vias que fossem mais adequadas a passagem dos veículos automotores (substitutos das carroças), deu início a ciência da pavimentação. As civilizações antigas constituíam as suas vias com o uso de pedras. No Brasil, até 1950, utilizava-se o concreto para as vias. Com o término da Segunda Guerra Mundial, a destinação de cimento para a reconstrução forçou o setor de pavimentação a se reinventar (SILVA et al., 2018).

Naturalmente, como via de transporte, temos o solo, porém, nem sempre o mesmo oferece condições adequadas para o tráfego. Nesse contexto, surge a necessidade de oferecer um suporte capaz de absorver as tensões e assegurar o desempenho das vias, ou seja, a pavimentação (MIRANDOLA; COELHO, 2016).

Para o DNIT (2006a, p. 95) o pavimento pode ser conceituado como sendo a “superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semiespaço considerado teoricamente como infinito – a infraestrutura ou terreno de fundação, a qual é designada de subleito”.

Em acordo, Mirandola e Coelho (2016) conceituam pavimento como sendo uma estrutura formada por múltiplas camadas superpostas, com variados materiais, alocados sobre o subleito, possibilitando esforços horizontais e verticais provenientes do tráfego, contribuindo com os requisitos de segurança e conforto aos usuários.

Balbo (2007), conceitua pavimento como sendo:

Uma estrutura não perene, composta por camadas sobrepostas de diferentes materiais compactados a partir do subleito do corpo estradal, adequada para atender estrutural e operacionalmente ao tráfego, de maneira durável e ao mínimo custo possível, considerados diferentes horizontes para serviços de manutenção preventiva, corretiva e de reabilitação, obrigatórios. (2007, p. 36)

O pavimento é a camada construída sobre o solo, de modo a facilitar o tráfego, sendo essencial que sejam duráveis e adequados, observando o menor custo possível. Por isso, a manutenção das vias, sejam elas preventiva, corretiva ou de reabilitação se fazem obrigatórias ter êxito neste objetivo. Para Balbo (2007), o objetivo desse tipo de estrutura é para receber e transmitir as pressões recebidas, a fim de aliviar as pressões em camadas menos resistentes.

Conforme o DNIT (2006b, p. 23) pontua em suas orientações que “a rodovia, em especial o pavimento, em razão da importância do transporte no complexo da atividade socioeconômica, dentro de uma perspectiva de longo prazo deve apresentar permanentemente um desempenho satisfatório”.

O desempenho se relaciona com requisitos como oferta, usuário, condições do tráfego seguras, acessíveis e confortáveis, buscando sempre a otimização da relação custo/benefício do transporte. Relaciona-se, portanto, com a existência de uma durabilidade compatível e a capacidade de suporte em relação ao padrão que a obra prime e com o tráfego na região (conforto e segurança dos usuários da via) (MIRANDOLA; COELHO, 2016).

Netto (2013) contribui afirmando que o pavimento se comporta tanto em função das ações climáticas, como do tráfego, além de sua constituição. Assim, há de exigir destes um elevado grau de qualidade – funcional e estrutural – para satisfazer as necessidades dos usuários e manter a durabilidade das vias.

É unânime entre os autores estudados, como DNIT (2006), Mirandola e Coelho (2016) e Silva et al. (2018), que os pavimentos asfálticos têm como função promover a melhoria no tráfego (resistindo aos esforços verticais), facilitando o deslocamento das pessoas, mercadorias e carros, e resistir aos esforços horizontais, assegurando maior durabilidade.

Especificamente, Tabora Junior e Magalhães (2014) dissertam que “a função de um pavimento é resistir os esforços provenientes do tráfego para estabelecer resistência e

durabilidade da superfície de rolamento além de proporcionar segurança e conforto aos usuários”. Para os autores, tem por finalidade ainda suportar as cargas e distribuí-las.

Destaca-se que o ato de pavimentar é:

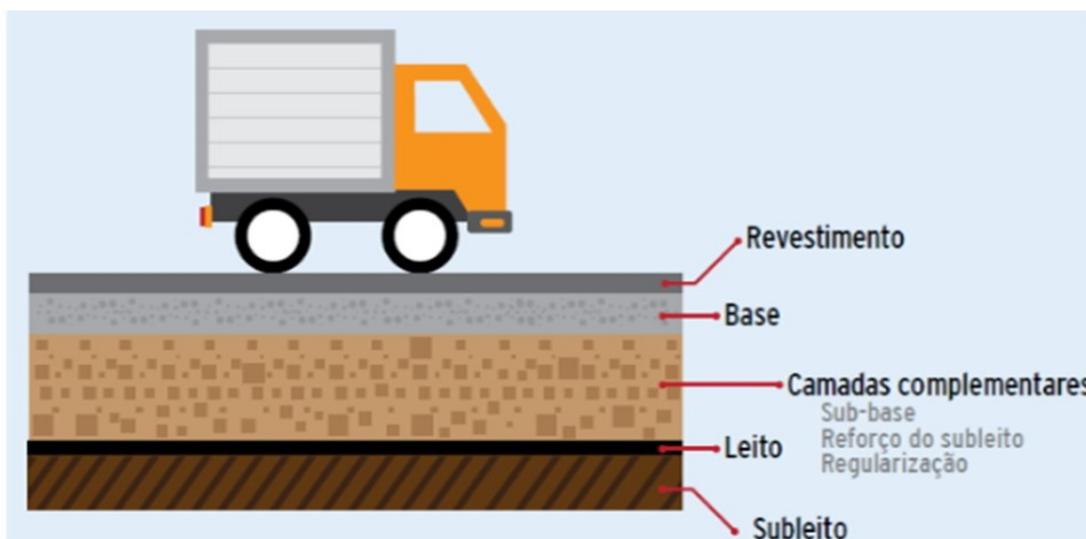
É obra civil que enseja, antes de tudo, a melhoria operacional para o tráfego, na medida em que é criada uma superfície mais regular (garantia de melhor conforto no deslocamento do veículo), uma superfície mais aderente (garantia de mais segurança em condições de pista úmida ou molhada), uma superfície menos ruidosa diante da ação dinâmica dos pneumáticos, (garantia de melhor conforto ambiental em vias urbanas e rurais), seja qual for a melhoria física oferecida (BALBO, 2007, p.15).

A pavimentação tem função econômica, social e política. Haja vista as suas funções e a obrigação pública de gestão, cabe não apenas aos governantes a fiscalização, zelo e estudos sobre a melhoria, mas toda a sociedade deve se voltar para compreender sua importância.

Rocha, Ferreira e Borba (2019) pontuam que, por motivos econômicos e técnicos, os pavimentos são constituídos por camadas com diferentes resistências e deformidades, o que até dificulta os cálculos sobre a tensão e deformação. Os materiais mais fortes ficam na parte superior e o mais fraco na camada inferior.

A estrutura típica de um pavimento compreende as camadas apresentadas na **Figura 1**:

Figura 1: Estrutura de um pavimento



Fonte: Bernucci et al. (2010)

Estas camadas podem ser explicadas da seguinte maneira (BALBO, 2007):

- **Revestimento:** é a parte que receberá as cargas asfálticas ou dinâmicas, sem sofrer grandes deformações elásticas ou plásticas, a desagregação de seus componentes e/ou a perda de sua compactação.

- **Base:** Esta é a camada que se situa abaixo da camada de superfície e, em geral consiste de agregados (tanto estabilizadas ou não estabilizadas).

- **Camada de sub-base:** Esta é a camada (ou camadas) que se encontra sob a camada de base. A sub-base não é sempre necessária.

- **Subleitos:** é constituído de material natural (consolidado ou compactado).

Para o autor, cada camada nos mais variados tipos de pavimento possui uma função específica que garante o desempenho deste. A seguir, discute-se os tipos de pavimentação existentes.

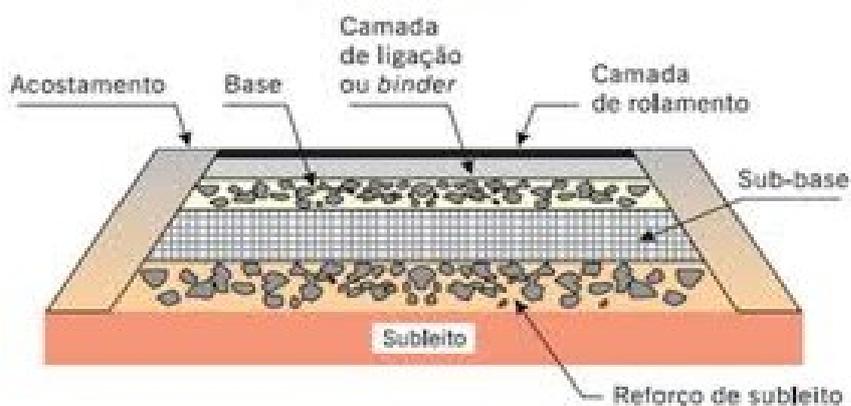
2.1.1 Tipos de Pavimentos

O pavimento pode ser dividido de acordo com as suas características. De acordo com Silva et al. (2018), os pavimentos podem ser divididos em três, conforme a função da deformabilidade e dos materiais que o constituem, sendo: flexíveis, rígidos e semirrígidos (embora muitos autores citem apenas os dois primeiros).

É interessante compreender que “cada tipo de pavimento apresenta, no decorrer de sua vida de serviço, diversas manifestações de defeitos, relacionados não somente com os tipos de materiais empregados, mas também com os tipos de resposta mecânica na estrutura em questão” (NETTO, 2013, p. 21), por isso, não se pode generalizar os estudos, considerar apenas “pavimento” para traçar um plano de manutenção das vias. Assim, temos:

Pavimentos Flexíveis: e dito “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” (DNITa, 2006, p. 95).

Figura 2: Camadas do pavimento flexível

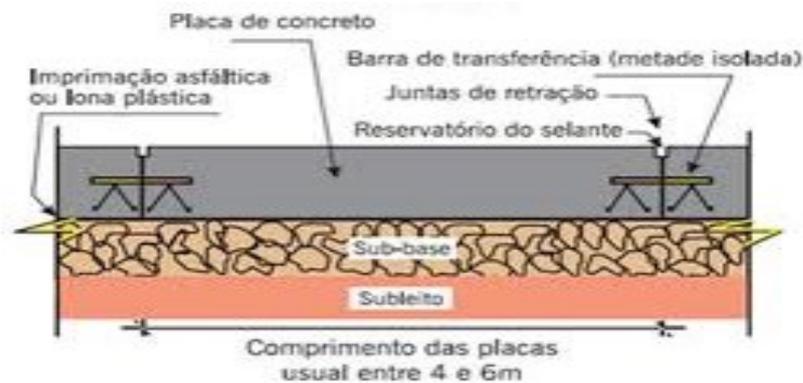


Fonte: Bernucci et al. (2010)

Para Bernucci et al. (2010), os pavimentos flexíveis são aqueles em que, quando as cargas são aplicadas, todas as camadas irão sofrer deformação elástica de modo significativo. Isso irá resultar em uma distribuição igualitária das cargas pelas camadas. A exemplo, citam uma base de brita revestida por uma camada asfáltica.

Pavimentos Rígidos: 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” (DNITa, 2006, p. 95).

Figura 3: Camadas do pavimento rígido



Fonte: Bernucci et al. (2010)

A exemplo dos pavimentos rígidos, Silva et al. (2018) citam os pavimentos feitos de cimento *Portland*, sendo estes os mais comuns. São estruturas pouco deformáveis, mas tendem a se romperem por conta da tração na flexão.

Pavimentos Semirrígidos: “caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias como por exemplo uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica” (DNITa, 2006, p. 95).

Figura 4: Camadas do pavimento semirrígido



Fonte: Jidão Júnior (2016)

O termo “pavimento semirrígido” não faz parte das definições tradicionais. Porém, Balbo (2007) expressa que quando recorremos a especulação mecânica experimental e intuitiva é possível usar tal terminologia. A mesma indica um meio tempo entre os pavimentos flexíveis e rígidos.

2.2 Pavimentos Flexíveis

A escolha do tipo de pavimento a ser utilizado irá variar com o estudo sobre os aspectos técnicos e econômicos que o grupo de engenheiros realizou. Os pavimentos flexíveis, a nível de Brasil, necessitam de manutenção a cada 3-5 anos, enquanto que os rígidos duram de 20 a 40 anos. No entanto, os pavimentos flexíveis possuem menor custo e prazos de construção menores (MARQUES, 2014).

Para Taborja Junior e Magalhães (2014, p. 02), os pavimentos flexíveis se diferem dos rígidos principalmente na capacidade de resistir às altas cargas, pois estes “aceitam maiores deformações sem se romper e são dimensionados de acordo com as características geotécnicas dos materiais a serem usados”.

Ribeiro (2017, p. 737) expõe que o pavimento flexível é o que sempre apresenta comportamento de um revestimento betuminoso, sendo que “os materiais utilizados são o asfalto que forma a camada de revestimento, um material granular que compõe a base e outro material granular ou o próprio solo que forma a sub-base”. O autor explica ainda que, em comparação com ao pavimento rígido, o flexível tende a apresentar maior e mais expressiva deformação elástica, sendo chamada no meio rodoviário de deflexão.

As palavras do autor vão ao encontro que foi pregoado até o momento. Assim, este tipo de pavimento comporta grandes pressões, exige, geralmente, a existência de grandes espessuras, o que irá garantir a tensão menor no solo de fundação. Em função de haver uma coesão menor entre as camadas, elas se deformam, o que exige a necessidade de cuidados especiais ao nível do leito.

2.2.1 Patologias dos Pavimentos flexíveis

As patologias se referem às deformidades ocorridas nos pavimentos no decorrer de sua vida útil. A Norma DNIT 005/2003-TER define quais os termos técnicos em defeitos que ocorrem nos pavimentos flexíveis. Por este motivo, observou-se a mesma para listar as

patologias a seguir, sendo que, dentre as patologias de pavimentos flexíveis, destacam-se as dispostas a seguir.

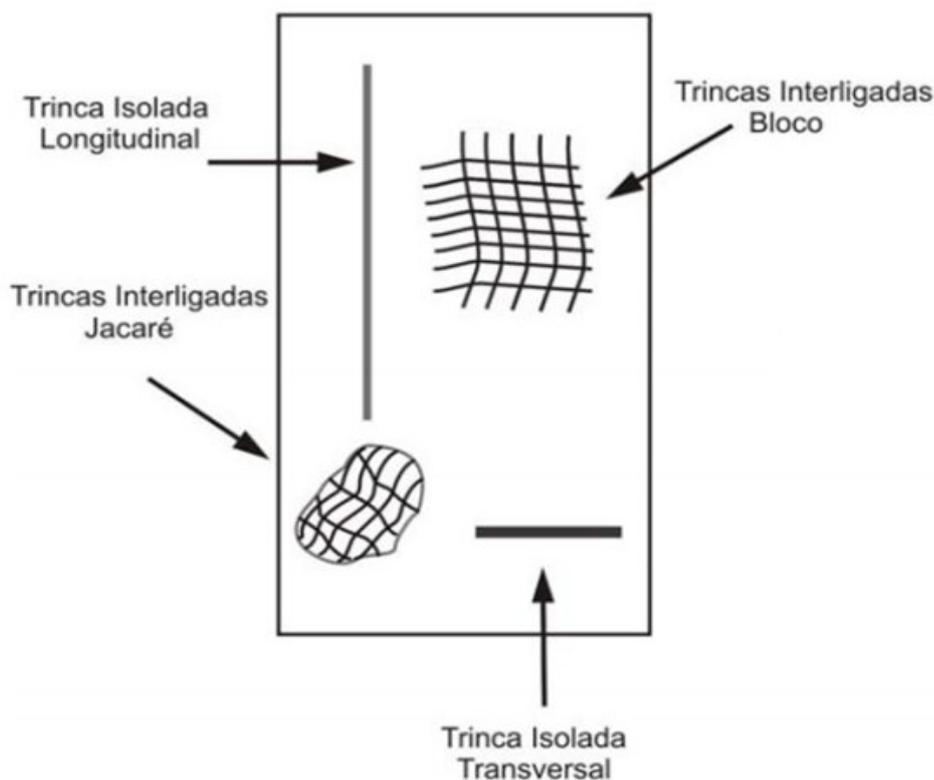
2.2.1.1 Fendas

As fendas são classificadas como qualquer descontinuidade observada na superfície do pavimento, que promova rachaduras de menor ou maior porte, mantendo diferentes formatos (DNIT, 2003). As fendas podem ser classificadas em fissuras e trinças.

As **fissuras** apresentam largura capilar, sendo observada longitudinalmente, transversalmente ou obliquamente ao eixo da via. É perceptível apenas a uma distância inferior a 1,50 m. Por isso, não é reconhecida como patologias graves ou que acarretam problemas funcionais para o revestimento (DNIT, 2003).

Ainda de acordo com a norma do DNIT 005/2003, a **trinça** é facilmente visível a vista desarmada, mantendo uma abertura maior quando comparada com a fissura. Apresenta-se de variadas formas, podendo estar isolada ou interligadas com outras. A Figura 5 representa genericamente as características das trinças.

Figura 5: Caracterização das trinças



Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003)

As trincas isoladas podem ser do tipo:

a) **Trinca transversal**: ocorre em direção predominantemente ortogonal ao eixo da via, podendo ser curta quando sua extensão é de até 100 cm, ou longa, quando é superior a 100 cm.

b) **Trinca longitudinal**: ocorre predominantemente paralela ao eixo da via, também sendo curta quando sua extensão é de até 100 cm, ou longa, quando a extensão for superior a 100 cm.

Figura 6: Trinca transversal e longitudinal



Foto 01: trinca isolada – transversal

Foto 02: trinca isolada – longitudinal

Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003)

c) **Trinca de retração**: não ocorre em razão dos fenômenos de fadiga, mas sim de retração térmica ou do material do revestimento ou ainda do material de base rígida ou semirrígida subjacentes ao revestimento trincado.

Por sua vez, as trincas interligadas são (DNIT, 2003):

a) **Trinca tipo “Couro de Jacaré”**: são trincas no formato interligado, não apresentando direções específicas e preferenciais, assemelhando-se ao aspecto de couro de jacaré. Há ainda a possibilidade dessa patologia apresentar ou não erosão acentuada nas bordas.

b) **Trinca tipo “Bloco”**: sua aparência é a de blocos formados por lados bem definidos, também podendo, ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas. Essa aparência se forma em virtude de como as trincas estão interligadas.

Figura 7: Trinca tipo “Couro de Jacaré” e tipo “Bloco”

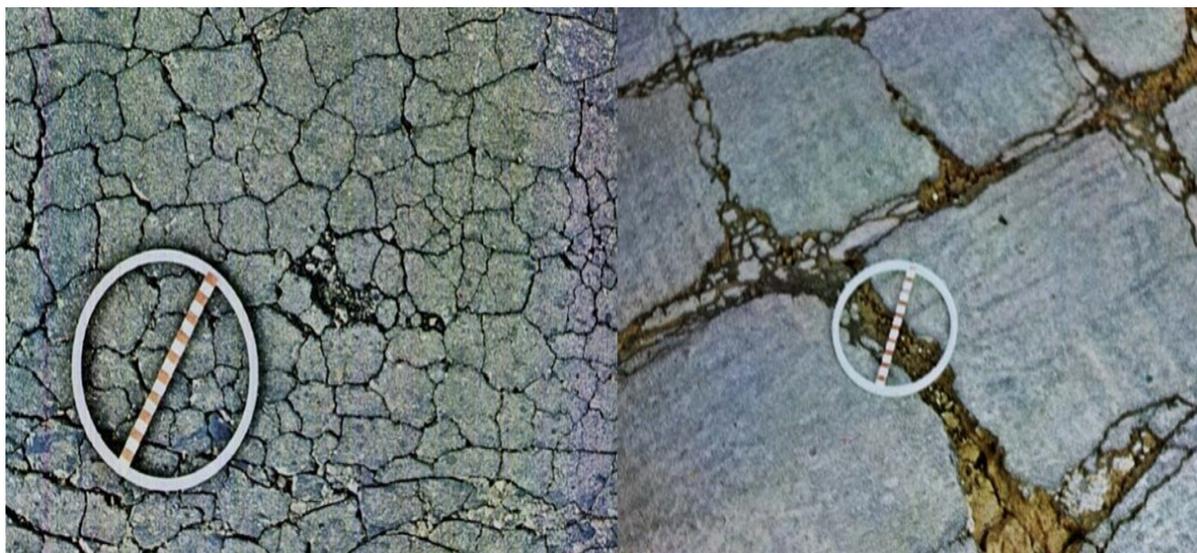


Foto 03: trinca interligada – tipo jacaré

Foto 04: trinca interligada – tipo bloco

Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003)

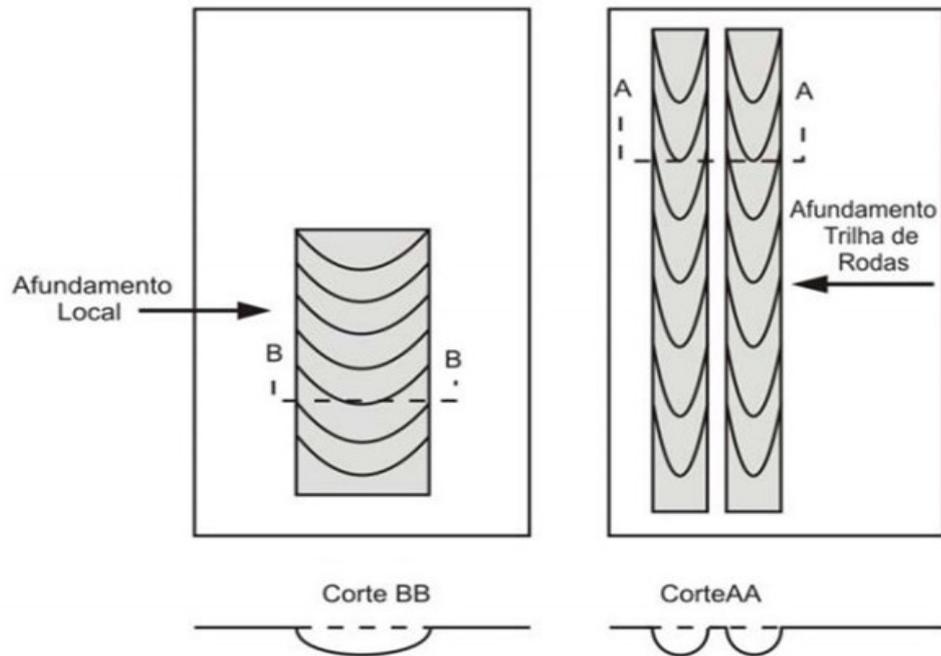
Para Taborja Junior e Magalhães (2014) as trincas são um grande problema na pavimentação em casos de chuva, pois a água pode infiltrar no revestimento asfáltico. Esse fato pode ocasionar na perda de suporte do subleito ou então na diminuição da resistência dos materiais, provocando outras deformidades.

2.2.1.2 Afundamentos

Diz-se **afundamento** a patologia que possui caráter permanente, pois há a ocorrência de depressão da superfície do pavimento acompanhada ou não de levantamento, os quais podem ser do tipo plástico ou de consolidação. Os afundamentos plásticos ocorrem em razão da fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito. É citado como afundamento plástico local, quando sua extensão é de até 6 metros de comprimento; e denominado de afundamento da trilha de roda quando a extensão for superior aos 6 metros (DNIT, 2003).

Bernucci et al. (2010) os afundamentos são defeitos considerados importantes, pois eles são derivados de deformações permanentes ocorridas ou no revestimento asfáltico ou em suas camadas subjacentes. Estes são causados pela ação de cargas repetitivas em determinado local ou de um fluxo canalizado.

A seguir, expõe-se a sua caracterização.

Figura 8: Caracterização dos afundamentos

Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003)

O afundamento de consolidação é definido como sendo as alterações que acometem uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, não havendo a presença de solevamento. Quando estes afundamentos ocorrem em extensão de até 6m é denominado afundamento de consolidação local; quando a extensão for superior a 6m e estiver localizado ao longo da trilha de roda é denominado afundamento de consolidação da trilha de roda (DNIT, 2003).

Figura 9: Exemplos de afundamentos

Foto 05: afundamento de trilha de roda

Foto 06: afundamento local

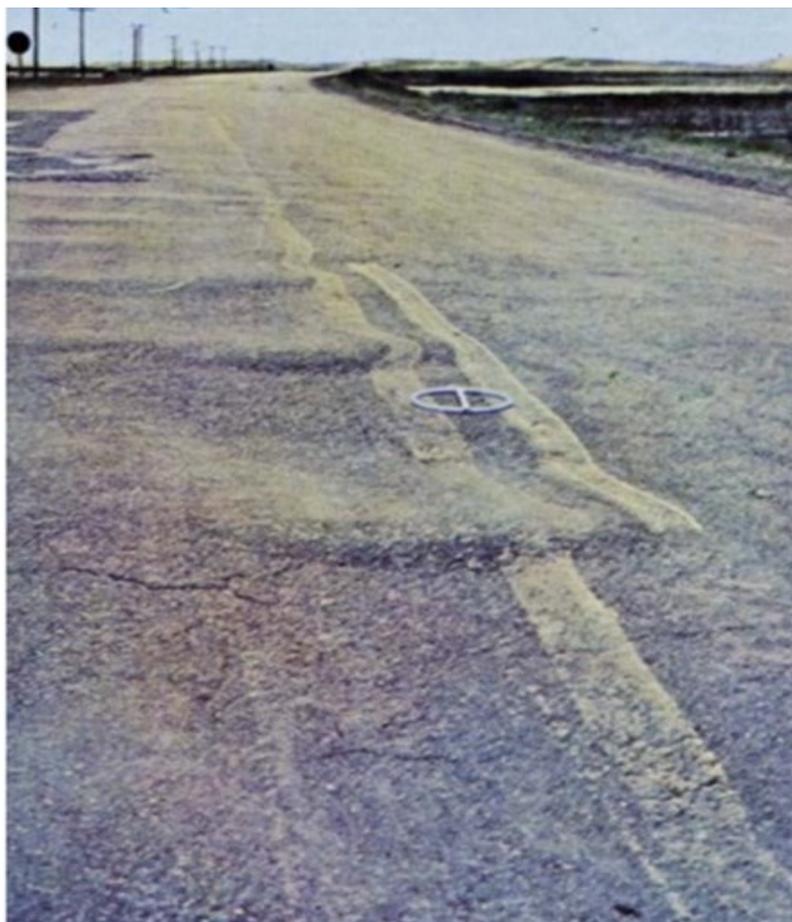
Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003)

Consoante, Ribeiro (2017) em seus estudos disserta que os afundamentos são deformações plásticas ou permanentes que sofrem deformação longitudinal no que tange a superfície do pavimento, deformações estas que são causadas pela ação das cargas repetidas da passagem dos pneus.

2.2.1.3 Ondulações

As **ondulações** também podem ser chamadas de corrugações. Estas, ocorrem transversalmente na superfície do pavimento (DNIT, 005/2003). Suas principais características dão origem ao seu nome, pois são deformações em forma de ondulações ou corrugações.

Figura 10: Ondulações



Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003)

A Norma 005 – TER dispõe que as ondulações podem ter causas como: a instabilidade nas misturas betuminosas das camadas, seja da base, seja do revestimento; o excesso de

umidade das camadas subjacentes contaminação da mistura asfáltica; e a retenção de água (outrora mencionou-se que as fissuras no pavimento podem ocasionar infiltrações, favorecendo tal umidade e o excesso de água).

2.2.1.4 Escorregamentos

Em virtude da A Norma 005 – TER (2003) mencionada, conceitua-se o **escorregamento** como sendo o deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparência de fendas como formatos semelhantes à meia-lua, conforme se vislumbra na Figura 11.

Figura 11: Escorregamento



Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003)

Rocha, Ferreira e Borba (2019) afirmam que, assim como as ondulações, os escorregamentos são encontrados em locais em que há um elevado índice de aceleração e frenagem. Para os autores, o escorregamento é resultando da movimentação do revestimento em relação às demais camadas. Sua ocorrência está ligada, por exemplo, a inequação do

revestimento (falha na seleção dos materiais) e falhas na dosagem das misturas que compõe o revestimento asfáltico.

2.2.1.5 Exsudação

A **exsudação** é caracterizada por Bernucci et al. (2010) como a patologia responsável pelo surgimento de ligante betuminoso de forma excessiva na superfície da malha e revestimento asfáltico. De modo geral, aparece juntamente a demais depressões localizadas. As exsudações podem ser caracterizadas como manchas escurecidas que aparecem em virtude do excesso do ligante asfáltico.

Figura 12: Exsudação



Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003)

As palavras do coletivo de autores citados anteriormente estão em acordo com o que preconiza a Norma, quando esta dispõe que a exsudação é o “excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento”, assim, ocorre mediante a presença excessiva de ligante betuminoso na superfície do pavimento, provocado pela migração do ligante através do revestimento (DNIT, 2003, p. 3).

Com a ocorrência do clima quente, as ondas de calor dilatam o asfalto e assim ele não terá espaço para ocupar, o que pode ser por conta do excesso de ligante ou por baixo volume de espaços vazios. Assim, o asfalto exsudará através do revestimento. Como o calor diminui a viscosidade do solo, facilita com que o agregado infiltre na pavimentação, ocasionado as manchas (NETTO, 2013).

2.2.1.6 Desgastes

A Norma 005 – TER (2003) disserta que o **desgaste** ocorre quando o agregado do pavimento é arrancado de maneira progressiva normalmente causado pela aspereza superficial do revestimento e por esforços tangenciais causados pelo tráfego (DNIT, 005/2003). A Figura 13 apresenta um solo desgastado.

Figura 13: Desgaste



Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003)

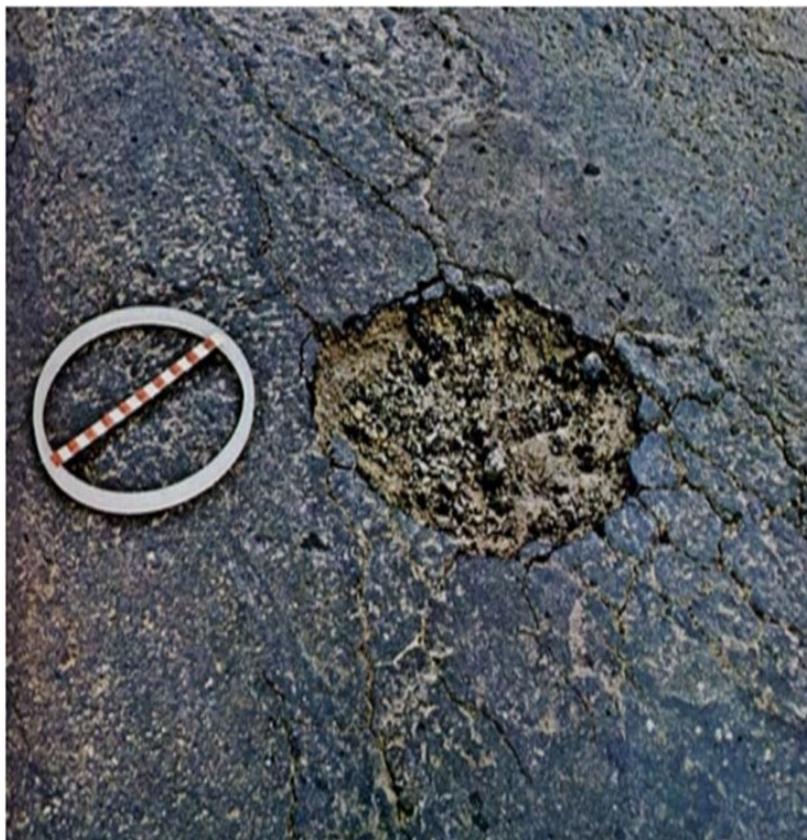
O desgaste “é um defeito que se caracteriza pelo arrancamento do agregado ou da argamassa fina do revestimento, tornando a superfície do pavimento visivelmente áspera” (ROCHA; FERREIRA; BORBA, 2019, p. 209). Na Figura 13 nota-se essa característica marcante de arrancamento do revestimento. As causas para a ocorrência são variadas, mas

pode-se citar o clima, incoerências no processo de pavimentação – como o manuseio errado do ligante asfáltico – e água no interior do revestimento.

2.2.1.7 *Panela*

A patologia **panela** ou buraco é denominada como a “cavidade que se forma no revestimento por diversas causas (inclusive por falta de aderência entre camadas superpostas, causando o deslocamento das camadas), podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas” (DNIT, 2003, p. 3).

Figura 14: *Panela*



Fonte: Norma DNIT 005-TER (2003)

Este tipo de patologia é de fácil identificação. Para Rocha, Ferreira e Borba (2019), a maioria dos buracos não ocorreriam se fossem realizadas manutenções nas fissuras do revestimento. As tricas podem se interligarem e formar placas, evoluindo para buracos. Essas cavidades formadas no pavimento podem ter dimensões e profundidades distintas.

Concomitante, Mendes (2019) discorre que a panela é um buraco que pode atingir até a camada da base. Além dos motivos citados, podem evoluir dos afundamentos e desgastes superficiais. Assim como nos demais casos, a água que se infiltra em função dos demais desgastes favorecem a formação rápidas das panelas.

2.2.1.8 Remendo

O **remendo** é a patologia vislumbrada quando ocorre a “substituição do revestimento e, eventualmente, de uma ou mais camadas inferiores do pavimento, dá-se o nome de remendo profundo. O remendo superficial é a correção, em determinada área, da superfície do revestimento, pela aplicação de uma camada betuminosa” (NETTO, 2013, p. 51).

Figura 15: Remendo



Fonte: Jadão Júnior (2016)

O DNIT (2003) estabelece que o remendo ocorre quando a panela recebe uma ou mais camadas de pavimentos, caracterizando a operação “tapa-buraco”. Nos remendos profundos, o revestimento é substituído a partir de uma ou mais camadas inferiores, mantendo a forma retangular; enquanto nos remendos superficiais, há a correção da área mediante uma camada betuminosa.

2.2.2 Durabilidade e resistência dos Pavimentos

A média de durabilidade de um pavimento flexível é de oito anos, mantido como o tempo máximo necessário para efetuar uma nova sobreposição de camadas. No Brasil, essas trocas de camadas ocorrem normalmente a cada 20 anos (tempo de vida do pavimento rígido). Cita-se que quanto maior for o módulo a ser adicionado maior será a capacidade estrutural das camadas do pavimento (RAMALHO, 2010).

O revestimento ou capa do rolamento possui a finalidade de aumentar a resistência das ações do tráfego, atuando na impermeabilização e melhoria das condições de rolamento, sendo esta função perceptível ao usuário (MIRANDOLA; COELHO, 2016).

Em acorde com os estudos de Mendes (2019), a utilização dos pavimentos flexíveis faz aparecer deformidades decorrentes do seu uso. Durante toda a sua vida útil, a velocidade com que irão se deteriorar dependem, principalmente, de fatores como: as condições ambientais; a capacidade de suporte do pavimento e das camadas estruturantes sub-base, base; a qualidade dos materiais utilizados e do processo construtivo; qual o volume de tráfego; e a carga por eixo do caminhão.

Nesse ínterim, ressalva-se que as estruturas são projetadas para resistirem, mas pode ser que ocorram danos estruturais mesmo dentro do período do projeto, que são até previstos:

Os principais danos considerados são a deformação permanente e a fadiga. Para se dimensionar adequadamente uma estrutura de pavimento, deve-se conhecer bem as propriedades dos materiais que a compõem, sua resistência à ruptura, permeabilidade e deformabilidade, frente à repetição de carga e ao efeito do clima. (BERNUCCI et al., 2010, p. 339).

De modo geral, é importante considerar que a estrutura pode sofrer danos (e irá), o que justifica a necessidade de planejar e antecipar-se aos possíveis danos, sejam eles decorrentes do clima, uso de materiais ou do próprio uso. Bernucci et al. (2010), a pavimentação deve estar direcionada ao tráfego, por isso, as variadas camadas devem resistir aos esforços e transferi-los às camadas subjacentes.

Neste contexto, para o estabelecimento de um diagnóstico confiável é fundamental adotar modelos de previsão de desempenho dos trechos homogêneos, possibilitado a comparação do desempenho real com o desejado. Os dados como idade do pavimento e histórico do tráfego são indispensáveis para este processo.

Em pavimentos flexíveis em concreto asfáltico, deverão ser analisados “a existência ou não de correlações entre o trincamento de superfície, expresso pela percentagem de área

trincada, por exemplo, e um parâmetro relacionado ao mecanismo de trincamentos por fadiga, como a deflexão máxima ou a deformação máxima de tração sob o revestimento” (GONÇALVES, 1999, p. 25-26).

A falta dessas informações abrangendo parâmetros estruturais e funcionais que caracterizem o nível de degradação do pavimento acarreta um diagnóstico impreciso, prejudicando a escolha e desenvolvimento das medidas de recuperação. As informações não devem envolver apenas o entendimento da deterioração causada pelo processo normal de envelhecimento proveniente da repetição das cargas do tráfego, mas também do material utilizado, condições de drenagem e deficiências construtivas (BALBO, 2007).

Os defeitos de superfície podem ser denominados como as deteriorações que ocorrem na superfície dos pavimentos asfálticos, observados facilmente a olho nu, de acordo com a terminologia normatizada pela Norma DNIT 005/2003 – TER.

Para Mirandola e Coelho (2016) a identificação e o levantamento destes defeitos possuem a função de avaliar o estado de conservação dos pavimentos asfálticos, estabelecendo um diagnóstico da situação funcional, indispensável para a averiguação técnica das soluções mais eficazes para o problema.

2.3 Mecanismos de deterioração dos Pavimentos Flexíveis

2.3.1 Deformações permanentes

As deformações permanentes em pavimentos envolvem os afundamentos nas trilhas de roda, deformações plásticas no revestimento e depressões, que incidem em falhas que provocam acréscimos na irregularidade longitudinal, prejudicando a dinâmica das cargas, reduzindo a qualidade de rolamento, impactando no custo operacional dos veículos, e aumentando o acúmulo de água e conseqüentemente os riscos de acidentes (DNIT, 2006b).

Balbo (2007) expressa que no caso dos pavimentos flexíveis, o comportamento que é mais significativo dos materiais da pavimentação é de natureza viscoplástica. Assim, o solo, as misturas estabilizadoras granulometricamente, pedras brisada, por exemplo, apresentarão deformação residual a cada aplicação, o que contribui para a manifestação de deformações permanentes.

As deformações permanentes podem estar ou não associadas com o carregamento, conforme o quadro a seguir:

Quadro 1: Resumo das causas e tipos de deformação permanente

Causa Geral	Causa específica	Exemplo de defeito
Associada com o carregamento	Carregamento concentrado ou em excesso	Fluência plástica (ruptura por cisalhamento)
	Carregamento de longa duração ou estático	Deformações ao longo do tempo (creep)
	Grande número de repetições de carga	Afundamento nas trilhas de roda
Não associada com o carregamento	Subleito constituído de solo expansivo	Inchamento ou empolamento
	Solos compressíveis na fundação do pavimento	Recalque diferencial

Fonte: DNIT (2006b)

Observa-se que no caso das deformações associadas ao carregamento temos como causas específicas o fato de ser concentrado ou em excesso; ser de longa duração ou estático (ao longo do tempo); pode ser pela repetição da carga. Nos casos não associados ao carregamento tem-se a construção do subleito de solo expansivo ou a existência de solos compressíveis.

2.3.2 Mecanismos das deformações

Dentro das deformações permanentes pode-se citar o afundamento na trilha de roda, as depressões e as deformações plásticas no revestimento. “Esses defeitos causam acréscimo na irregularidade longitudinal afetando a dinâmica das cargas, a qualidade de rolamento, o custo operacional dos veículos e, devido ao acúmulo de água, risco a segurança dos usuários” (DNIT, 2006b, p. 46).

Ainda de acordo com o DNIT (2006b) os carregamentos do tráfego provocam deformações a partir de três mecanismos:

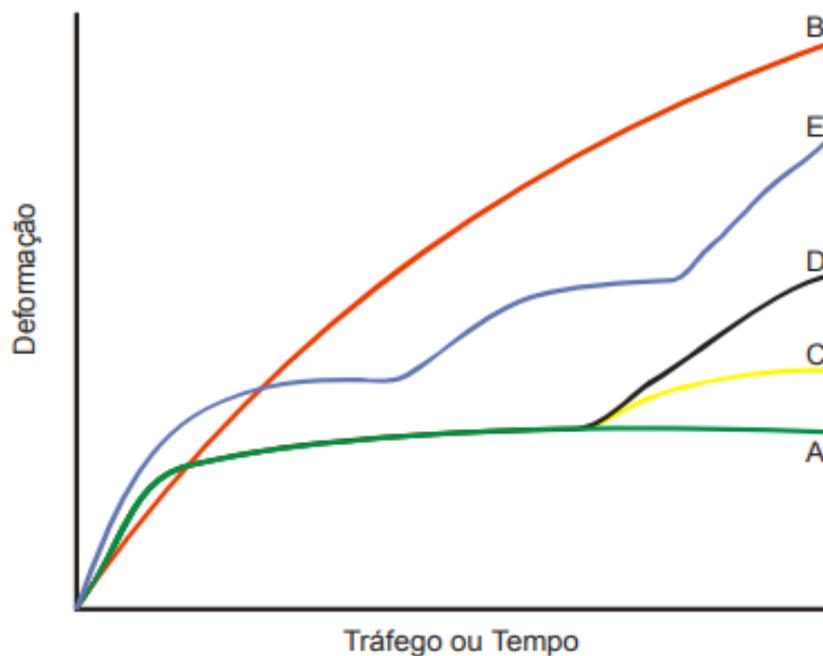
- Quando os esforços que incidem nos materiais que constituem os pavimentos são capazes de provocar cisalhamento, aumentando os riscos de deslizamentos no interior do material. Com isso, até mesmo pequenas cargas concentradas ou pressões exercidas acarretam tensões maiores do que a capacidade de resistência ao cisalhamento, provocando ainda fluência plástica, afundamentos sob a carga de roda e solevamentos.

- Carregamentos estáticos ou de longa duração acarretando afundamentos em materiais de comportamento viscoso, como os materiais e misturas betuminosas e diferentes tipos de solo.

- Quando há a repetição de cargas de pressões reduzidas, aumentando a incidência de pequenas deformações que quando acumuladas ao longo do tempo, originam afundamentos canalizados nas trilhas de roda.

Conforme demonstrado no gráfico abaixo, a curva A refere-se a um pavimento adequado em relação as espessuras e tipos de materiais utilizados. Entende-se que a deformação ocorre mediante a densificação, cujo formato côncavo da curva, bem como a assíntota representa uma pós-compactação, até alcançando o nível de densificação que deveria ser assegurado durante as etapas de construção.

Gráfico 1: Tipos de curvas de afundamento nas trilhas de roda considerando os efeitos de umidade e conservação



Fonte: DNIT (2006b)

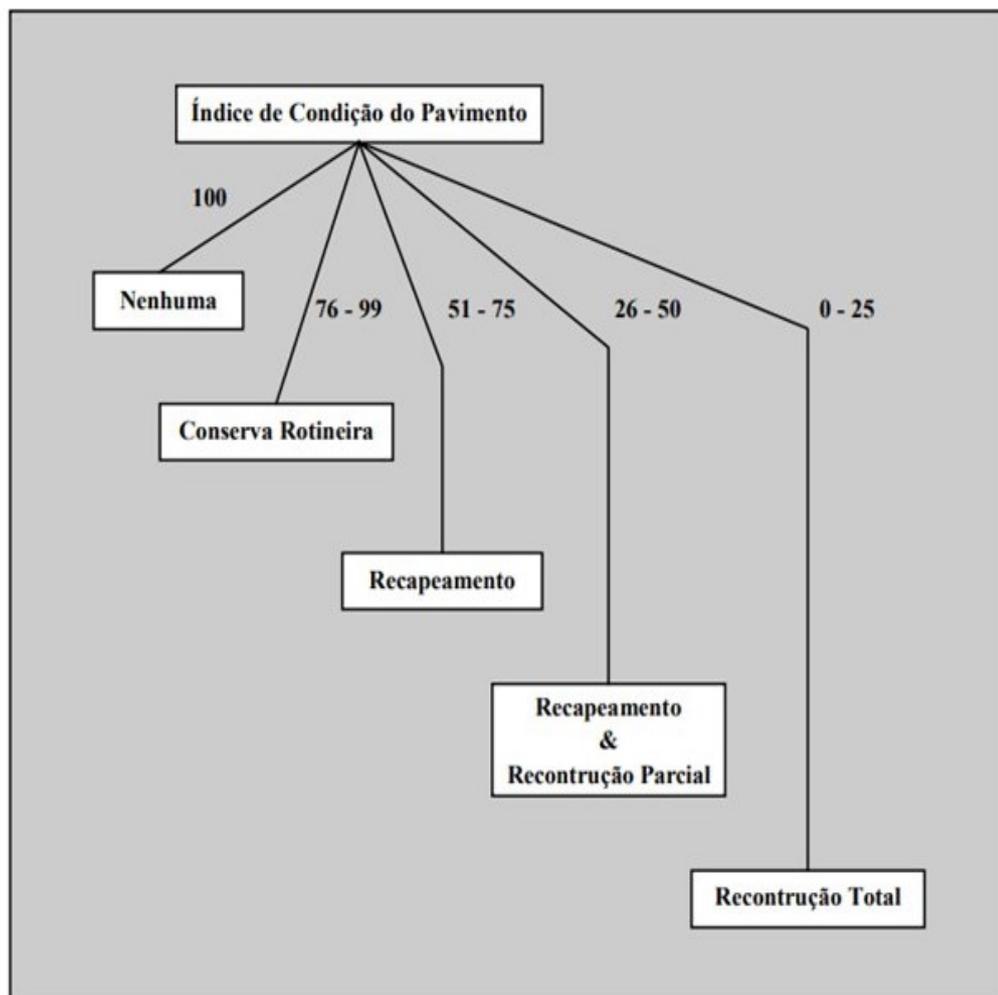
Cita-se ainda que quando um pavimento não atende as especificações de espessuras ou qualidade dos materiais, a deformação possui o comportamento da curva B, com destaque para a fluência plástica, sendo típica de um pavimento subdimensionado ou do uso de asfaltos de baixa viscosidade em camada asfáltica muito espessa.

2.4 Avaliação de Pavimentos Flexíveis

2.4.1 Avaliação do pavimento no processo de decisão

A avaliação de um pavimento envolve as ações que se destinam a coletar dados, informações e parâmetros que possibilitem o desenvolvimento do diagnóstico dos problemas e necessidades do pavimento. No âmbito de rede, será efetuado o planejamento orçamentário ao longo do tempo, apresentando a alocação dos recursos, visando calcular os custos operacionais dos veículos, além da estimativa de vida dos pavimentos e ações de manutenção de conservação ou restauração (GONÇALVES, 1999). O sistema desenvolvido para pavimentos em concreto asfáltico pode ser resumido conforme e a Figura 16.

Figura 16: Árvore de Decisão para Pavimentos em Concreto Asfáltico



Fonte: Gonçalves (1999)

Conforme o autor, pode se adotar metodologia responsável por auxiliar o processo de tomada de decisão, facilitando as medidas de manutenção de uma rede viária urbana – a árvore de decisão para pavimentos – possibilitando identificar o Índice de Condição do Pavimento, evidenciado de acordo com o tipo, extensão e severidade dos defeitos existentes.

2.4.2 Sistema de Gerência de Pavimentos

O termo gerência de pavimentos refere-se à necessidade de coordenar de modo eficiente e integradas as diferentes ações que visam projetar, construir e efetuar as manutenções necessárias dos pavimentos que originam a infraestrutura viária mediante condições aceitáveis a um custo benéfico. Na visão de Gonçalves (1999, p. 04) um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP):

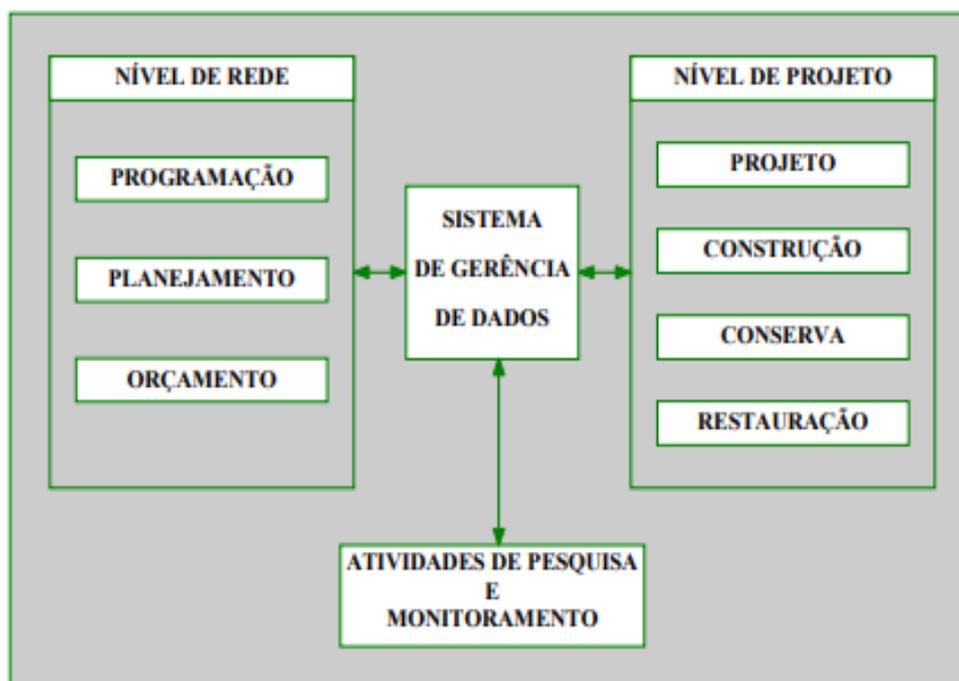
[...] é um conjunto de ferramentas ou métodos para auxiliar os que tomam decisões a encontrar estratégias ótimas para construir, avaliar e manter os pavimentos em uma condição funcional aceitável, durante um certo período de tempo. A função do SGP é aumentar a eficiência das tomadas de decisão, expandir seu escopo, fornecer “feedback” quanto às consequências das decisões, facilitar a coordenação das atividades dentro da organização e assegurar a consistência das decisões tomadas em diferentes níveis de gerência dentro da mesma organização.

Pavimentos que são construídos com materiais de baixa qualidade não são adequados e normalmente exigem manutenções mais frequentes, podendo resultar em custos aumentados. Embora o SGP não seja capaz de eliminar todas as deficiências do projeto e dos pavimentos, ele contribui significativamente com a redução dos impactos, oferecendo o auxílio para que os órgãos competentes possam efetuar reparos de forma objetiva, consciente e responsável (BARIA, 2015).

Com relação a sua estrutura, são fomentados pelo conceito da Engenharia de Sistemas, onde as atividades da rede viária estão interligadas, bem como as decisões que serão tomadas ao longo do tempo. Isto é indispensável para que haja o monitoramento das condições dessa rede, facilitando as correções de rota através de uma análise detalhada dos sistemas que serão influenciados (GONÇALVES, 1999).

No entanto, cabe ressaltar que esta estrutura varia conforme o projeto e seus responsáveis. Basicamente, os SGP's apresentam estágios de evolução diferentes que permeiam sua aplicação e facilita o alcance dos resultados gradativamente, incidindo em um controle mais eficiente e operacional, conforme demonstrado na Figura 17:

Figura 17: Atividades do SGP



Fonte: Gonçalves (1999)

A partir do SGP, adota-se um comportamento estratégico e racional em termos de custo nas operações de manutenção, avaliando diversas alternativas para assegurar o desempenho futuro do pavimento. Aloca todos os recursos financeiros e as soluções para a implantação dos programas de manutenção (BARIA, 2015).

De acordo com o DNIT (2006b) as condições de superfície são avaliadas a partir das seguintes normas:

- a) Norma DNIT 005/2003 – TER - Defeitos nos pavimentos asfálticos – Terminologia.
- b) Norma DNIT 006/2003 – PRO - Avaliação objetiva da superfície de pavimentos asfálticos - Procedimento.
- c) Norma DNIT 007/2003 – PRO - Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de rodovias de pavimento flexível e semirrígido para gerência de pavimentos e estudos e projetos - Procedimento.
- d) Norma DNIT 008/2003 – PRO - Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos asfálticos - Procedimento.
- e) Norma DNIT 009/2003 – PRO - Levantamento para avaliação subjetiva da superfície do pavimento - Procedimento.

2.4.3 Índice de Gravidade Global (IGG)

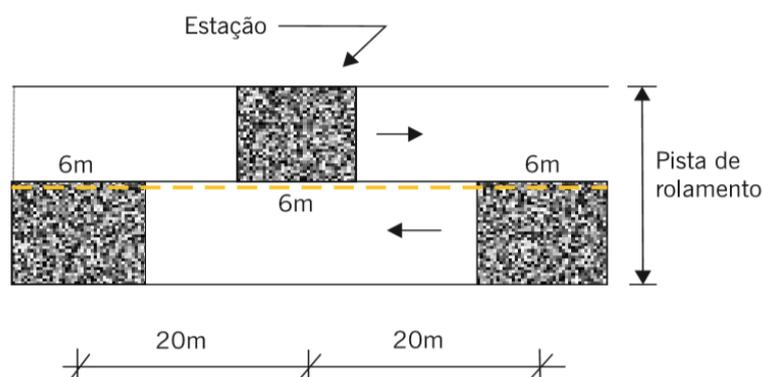
Conforme mencionado outrora, a Norma responsável por estabelecer os critérios e procedimentos para a avaliação objetiva da superfície de pavimentos asfálticos é a DNIT 006/2003 – PRO. A mesma dispõe que a norma fixará as condições que são exigíveis para a realização da “avaliação objetiva da superfície de pavimentos rodoviários, dos tipos flexíveis e semirrígidos, mediante a contagem e classificação de ocorrências aparentes e da medida das deformações permanentes nas trilhas de roda” (2003, p. 2).

Para Bernucci et al. (2010, p. 424), “a condição de superfície de um pavimento asfáltico deve ser levantada, analisados seus defeitos e causas, e atribuídos indicadores numéricos que classifiquem seu estado geral”. Nesse ínterim, reforça a utilização da Norma DNIT 006/2003 – PRO sobre o método de levantamento sistemático de defeitos e atribuição do índice de Gravidade Global (IGG).

A partir do IGG, deve-se sistematizar o cálculo combinado de falhas que busca observar as medidas das profundidades dos afundamentos nas trilhas de roda, mediante avaliação das medidas das flechas com treliça de base igual a 1,20m. A irregularidade longitudinal, é avaliada de maneira indireta em razão da “dispersão das flechas medidas nas trilhas de roda, expressa através da variância determinada em uma análise estatística sobre os valores individuais obtidos em um determinado segmento” (DNIT 006/2003).

Consoante, Bernucci et al. (2010) expressam que o IGG não é determinado com a análise de toda a área da pista, mas com a colheita da amostra de algumas estações, arbitradas e prefixadas pelo DNIT, conforme pontudo anteriormente. Para levantar os defeitos usa-se planilhas para anotações, material para demarcar as estações e a treliça metálica, essencial para verificar o afundamento nas trilhas de rodas.

Figura 18: Exemplo de demarcação de áreas para inventário



Fonte: Bernucci et al. (2010)

Com isso, há a possibilidade de classificar o estado geral de um trecho homogêneo de pavimento, considerando todos os seus efeitos de superfície. Este índice é essencial para estabelecer a condição do pavimento, e orientar as tomadas de decisões voltadas para a recuperação. Para tanto, são utilizados os conceitos variáveis:

Quadro 2: Condição do pavimento em função do IGG

CONCEITO	LIMITES
Ótimo	$0 < \text{IGG} \leq 20$
Bom	$20 < \text{IGG} \leq 40$
Regular	$40 < \text{IGG} \leq 80$
Ruim	$80 < \text{IGG} \leq 160$
Péssimo	$\text{IGG} > 160$

Fonte: DNIT 006/2003

São implantadas estações de ensaio afastadas de 20m, devendo as faixas de tráfego serem alternadas na direita e esquerda, quando for pista simples. Em pista dupla, o afastamento também é de 20m, na mesma faixa de tráfego, que normalmente é a externa por apresentar maiores problemas. A exemplo do exposto na Figura 18.

A superfície de avaliação será delimitada por uma seção transversal situada 3 m à ré da estação, por outra situada 3 m avante, e pelo eixo da pista de rolamento, para pista simples, ou eixo de separação de faixa para pista dupla. Com isto, cada estação corresponde a uma área de 21 m² (6,0m x 3,5m). Portanto, é fácil depreender que o processo implica em analisar aproximadamente 15% da área total do pavimento analisado (DNIT, 2006b, p. 70).

Isto é feito por técnicos capacitados que deverão transpor as informações para uma ficha de campo as informações e características de terraplenagem, e os defeitos e falhas identificados.

Sobre a aparelhagem, embora citado outrora, a norma preconiza, para a avaliação das superfícies, a utilização da aparelhagem:

- a) treliça de alumínio, padronizada, tendo 1,20m de comprimento na base, dotada de régua móvel instalada em seu ponto médio e que permite medir, em milímetros, as flechas da trilha de roda (ver Anexo A);
- b) equipamento e material auxiliar para localização e demarcação na pista das estações de avaliação; tais como: trena com 20m, giz, tinta, pincel, formulários, etc. (DNIT, 2003).

Para Netto (2013, p. 38), O IGG é um “combinado de falhas, derivado do "Severity

Index" utilizado no Canadá pelo “*Saskatchewan Department of Highways and Transportation*”, e que fora adaptado pelo Engenheiro Armando Martins Pereira, levando em conta as condições de pavimentos brasileiros”. O autor elucida que o índice indica as condições do pavimento, refletindo o seu estado superficial.

De acordo com a Norma DNIT 007/2003 as superfícies de avaliação se encontram análogas das empregadas na norma 006/2003, onde “as trincas longitudinais e transversais ocorrentes no âmbito de cada superfície de avaliação (estação de ensaio) são classificadas em função da sua abertura e medidas pela determinação de seu comprimento. Sua área é calculada arbitrando-se uma largura ou faixa de influência de 15 cm”.

As trincas longitudinais e transversais são classificadas segundo suas aberturas e medidas a partir de seu comprimento. Através de amostragem, calcula-se um determinado segmento homogêneo, resultando em uma percentagem da área afetadas pelas falhas observadas (DNIT 007/2003).

Durante a avaliação, o técnico deverá preencher um formulário após percorrer a rodovia com uma velocidade de aproximadamente 40km/h no sentido crescente da quilometragem nas rodovias constituídas por 2 faixas de tráfego. Em pistas duplas, o sentido é ao contrário da quilometragem (DNIT 008/2003).

Em acorde com a Norma 008/2003, com o levantamento dessas informações é possível identificar as necessidades de manutenção da via e conseqüentemente, as principais intervenções de conservação ou restauração de menor custo, assegurando a recuperação do pavimento. O diagnóstico do pavimento neste ponto visa compreender os mecanismos de deterioração que ocorrem ao longo do tempo, a fim de realizar uma análise crítica das deficiências funcionais e dos custos envolvido.

2.4.3.1 Cálculos

É importante ressaltar que o cálculo deverá ser realizado em acorde com a aplicação da Norma DNIT 006/2003, expressamente como a mesma determina todos os procedimentos. Conforme esta, deve se calcular as frequências absolutas e relativas. Todas as informações contidas nesta seção advêm da referida Norma.

Os tipos de defeitos são classificados em:

- **Tipo 1:** Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR);
- **Tipo 2:** FC-2 (J e TB);
- **Tipo 3:** FC-3 (JE e TBE);

- **Tipo 4:** ALP e ATP;
- **Tipo 5:** O e P;
- **Tipo 6:** EX;
- **Tipo 7:** D;
- **Tipo 8:** R.

O cálculo da frequência absoluta (F_a) de cada um dos defeitos – fissuras e trincas; trincas de bloco ou tipo couro de jacaré sem erosão; trincas de bloco ou tipo couro de jacaré com erosão; afundamentos localizados ou nas trilhas; corrugação e painelas, ondulações; exsudação; desgaste; e remendos – é a verificação da ocorrência verificada.

Em posse da frequência absoluta, a frequência relativa é obtida com a fórmula:

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

Assim, “ f_r ” representa a frequência relativa; “ f_a ”, a frequência absoluta; e “ n ” o número de estações inventariadas.

Para o cálculo do Índice de gravidade individual (IGI), observa-se a fórmula abaixo, em que “ f_r ” representa a frequência relativa e “ f_p ” é o fator de ponderação.

$$IGI = f_r \times f_p$$

Abaixo, a Tabela 1 elucida o valor do fator de ponderação.

Tabela 1: Valor do fator de ponderação

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

Por fim, calcula-se o Índice de Gravidade Global:

$$IGG = \sum IGI$$

Neste caso, “ $\sum IGI$ ” representa o somatório dos Índices de Gravidade Individuais, demonstrados como calcular anteriormente. A degradação do pavimento será definido de acordo com os índices encontrados com a aplicação da fórmula acima e dispostos no Quadro 2.

3 METODOLOGIA

O presente estudo objetiva analisar as condições superficiais dos pavimentos flexíveis nas avenidas da quadra 607 norte, na cidade Palmas/TO, o qual é submetido à diversos tipos de tráfego e condições climáticas, e ainda, discutir sobre as intervenções/normatizações que asseguram a qualidade das vias urbanas.

Segundo Gil (2002) a metodologia científica é definida como sendo o estudo da ciência voltado para a análise da relação existente entre a pesquisa e o mundo, promovendo as ações que visam adquirir maior conhecimento, valorizando o papel da pesquisa científica como uma prática cotidiana indispensável para o ambiente acadêmico. Sua importância se dá mediante ao fato de que amplia as oportunidades de obtenção do saber, facilitando o aprendizado e tornando-o mais significativo.

Entende-se que ao se compreender os aspectos metodológicos da pesquisa é possível identificar o melhor meio ou método a ser praticado de acordo com a delimitação do problema, sendo possível analisar e efetuar observações de modo a estabelecer reflexões de causa e efeitos.

Quantos aos objetivos a pesquisa científica pode ser de caráter: exploratória, em que a finalidade é aprofundar o conhecimento sobre um tema, tornando-o mais explícito e facilitando sua investigação; descritiva, objetivando descrever os dados de determinado público ou fenômeno, para assim ser possível relacioná-los com outras variáveis, neste caso se expõe o máximo de detalhes possíveis; e explicativa, quando busca explicar os motivos dos fenômenos ocorrem, identificando suas causas (GIL, 2002).

No que tange à abordagem do problema, Fernandes e Gomes (2003, p. 19) afirmam que a pesquisa qualitativa “depende de dedução – conclusões de raciocínio ou interferências de princípios gerais para particulares”, exigindo o envolvimento do pesquisador e proporcionando um valor especial no desenvolvimento das teorias. Por sua vez, a pesquisa quantitativa “depende de indução – generalizações pela coleta, exame e análise de casos específicos”, necessitando de imparcialidade, destinando o foco para análises generalizadas. E por fim, a pesquisa mista apresenta, reúne abordagens tanto qualitativas quanto quantitativas, pois as vezes estas se completam.

Gerhardt e Silveira (2009) diferenciam essas abordagens, mediante as características apresentadas no Quadro abaixo:

Quadro 3: Pesquisa Quantitativa x Pesquisa Qualitativa

Pesquisa Quantitativa	Pesquisa Qualitativa
Focaliza uma quantidade pequena de conceitos	Tenta compreender a totalidade do fenômeno, mais do que focalizar conceitos específicos
Inicia com ideias preconcebidas do modo pelo qual os conceitos estão relacionados	Possui poucas ideias preconcebidas e salienta a importância das interpretações dos eventos mais do que a interpretação do pesquisador
Utiliza procedimentos estruturados e instrumentos formais para coleta de dados	Coleta dados sem instrumentos formais e estruturados
Coleta os dados mediante condições de controle	Não tenta controlar o contexto da pesquisa, e, sim, captar o contexto na totalidade
Enfatiza a objetividade, na coleta e análise dos dados	Enfatiza o subjetivo como meio de compreender e interpretar as experiências
Analisa os dados numéricos através de procedimentos estatísticos	Analisa as informações narradas de uma forma organizada, mas intuitiva

Fonte: (2009, p. 34)

Quanto aos procedimentos técnicos, a pesquisa pode ser coletada em livros em artigos científicos caracterizadas pelas pesquisas bibliográficas e documentais; ou ex-post facto que englobam os estudos fornecidos por pessoas após a ocorrência de variações na variável. Em relação ao estudo de caso, é viável para os pesquisadores que necessitam aprofundar seus conhecimentos no sentido prático e realístico a respeito de determinada situação ou fenômeno específico (GIL, 2002).

De acordo com Gil (2002) os métodos de abordagem se classificam em: dedutivo que parte da compreensão geral para a conclusão particular; indutivo que é iniciada a partir de informações particulares, obtendo uma conclusão a níveis gerais; hipotético-dedutivo associado aos elementos da experimentação que buscam o desenvolvimento de novas teorias e diretrizes; e dialético, contraditório ao fenômeno. Conforme relata Andrade (1997, p.17) classifica-se em “na realidade, as denominações pesquisa bibliográfica, pesquisa de laboratório e pesquisa de campo, referem-se mais ao ambiente onde se realizam que a tipo ou característica da pesquisa”.

O quadro abaixo apresenta um resumo com a classificação das pesquisas.

Quadro 4: Classificação das pesquisas e enquadramento do trabalho

Critério da classificação das Pesquisas	Tipos de pesquisas	Classificação presentes no trabalho
1) Quanto aos objetivos	a) exploratória b) descritiva c) explicativa	Descritiva
2) Quanto à natureza do problema	a) pura b) aplicada	Aplicada
3) Quanto à abordagem do problema	a) quantitativa b) qualitativa c) mista	Mista
4) Quanto aos procedimentos técnicos	a) pesquisa bibliográfica b) pesquisa documental c) pesquisa experimental f) pesquisa ex-post-facto e) levantamento f) estudo de caso g) pesquisa-ação h) pesquisa participante	Pesquisa bibliográfica Pesquisa <i>ex-post-facto</i> Estudo de caso
5) Quanto ao método de abordagem	a) método dedutivo b) método indutivo c) método hipotético-dedutivo d) método dialético	Método dedutivo
6) Quanto ao ambiente da pesquisa	a) de campo b) de laboratório c) bibliográfica	De campo

Fonte: Desenvolvido pelo autor (2020)

Gil (2002) afirma que para a análise dos dados, o pesquisador deve manter a atenção, uma vez que é nesta etapa que o mesmo poderá entrar em maiores detalhes sobre as informações decorrentes, visando compreender as respostas para seus questionamentos. Os dados deverão ser coletados com a ajuda de materiais científicos que permitem o elaborador a adotar métodos reais que forneçam informações consistentes e relevantes para o trabalho.

De acordo com Paranhos et al. (2016), os métodos mistos são a união do quantitativo e do qualitativo. Ocorrem em virtude de muitas vezes não ser possível responder aos objetivos a partir da escolha de apenas um destes. É um movimento em ascensão, ademais, o seu uso pode proporcionar melhores possibilidades analíticas.

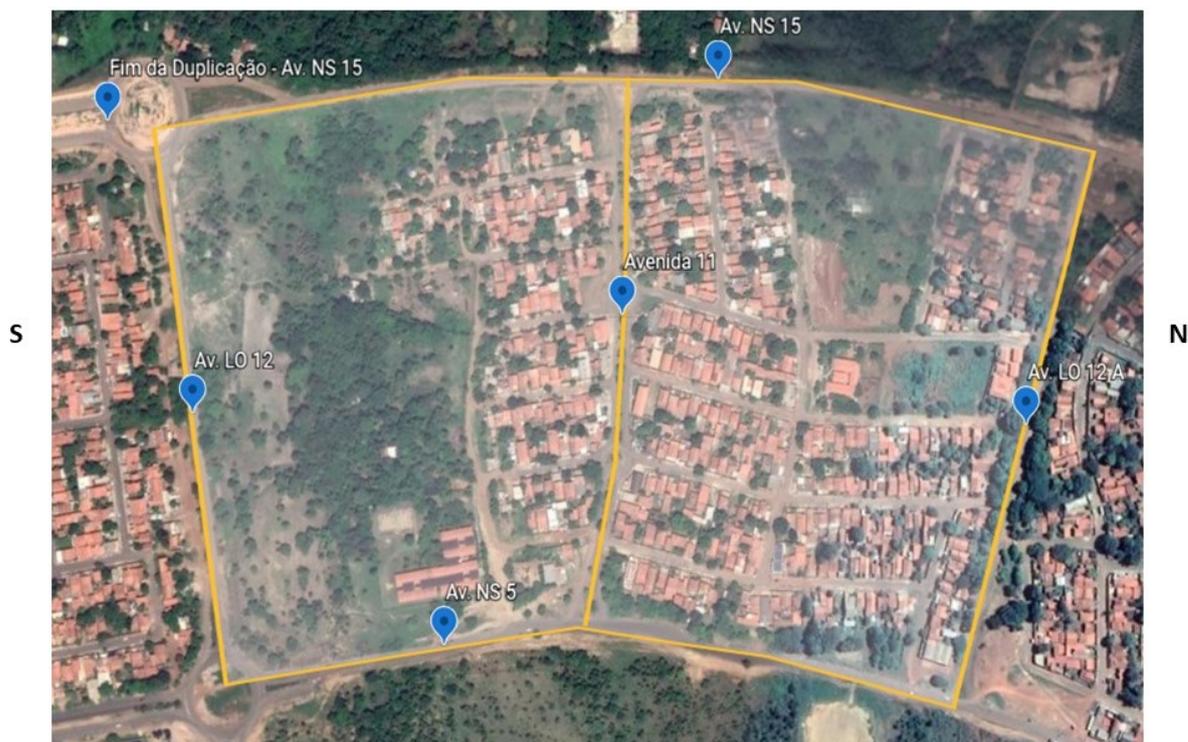
3.1 Descrição do local de pesquisa e da coleta dos dados

A coleta dos dados se deu aos quatro dias do mês de abril de 2020, com visita à quadra 607 norte, localizada em Palmas - TO. No ato, verificou-se a possibilidade de realização na quadra e quais as vias mais viáveis. Realizou-se também a coleta fotográfica das patologias encontradas.

A quadra é circundada pelas Avenidas: NS 15, entre a quadra e área verde; NS 05, entre a quadra e a 503 norte; LO 12A, que estabelece sua divisa com a quadra 605 norte; e a LO 12 entre esta e a 405 norte. A quadra é dividida em 23 alamedas. Ademais, está localizada próxima a curso d'água, o Córrego Água Fria. Figura 19 evidencia a quadra.

Alguns dados foram coletados juntamente com os alguns moradores. Em acordo com o colhido no ato da visita à quadra, a 607 norte foi criada no início da década de 90. A mesma foi asfaltada durante o mandato da Prefeita Nilmar Ruiz (entre 2001-2004). Os moradores informaram que a partir de então não houve recuperação total do pavimento, apenas manutenção conhecida como operação “tapa buraco”. A quadra tem pelo menos 15 anos de asfalto. Possui área total de 395.041,95 m², segundo o Google Earth.

Figura 19: Vista superior da quadra 607 norte com as avenidas de estudos



Fonte: Google Maps (2020)

Conforme observa-se na Figura 19 que a coleta dos dados referentes as condições superficiais dos pavimentos flexíveis ocorreram nas avenidas:

- Avenida 11 (avenida de pista dupla que corta o meio da quadra. As vezes quando as quadras são extensas, elas acabam sendo divididas em duas partes); $d = 480\text{m}$; $A = 6720\text{m}^2$;
- Avenida LO 12 (trecho entre a Av. NS 5 e Av. NS 15, apresentada à esquerda na Figura 20); $d = 460\text{m}$; $A = 3220\text{m}^2$;
- Avenida LO 12A (trecho entre a Av. NS 5 e Av. NS 15, à direita); $d = 520\text{m}$; $A = 3640\text{m}^2$;
- Avenida NS 15 (trecho entre a Av. LO 12 e Av. LO 12A); $d = 870\text{m}$; $A = 6090\text{m}^2$;
- Avenida NS 5 (trecho entre a Av. LO 12 e Av. LO 12A); $d = 700\text{m}$; $A = 4900\text{m}^2$;

Obs.: as informações dispostas acima foram obtidas *in loco* pelo aplicativo de GPS Strava.

Ressalva-se que, inicialmente a ideia era pesquisar outras vias desta quadra (exclusivamente na parte interna), porém com a realização da visita, as referidas Avenidas foram escolhidas em função da qualidade dos pavimentos flexíveis, os quais foram diretamente afetadas devido a duplicação da avenida NS 15 até a intersecção com a avenida LO 12. Além disso, a topografia do terreno da quadra é muito acidentada, fazendo com que as águas das chuvas percorram com mais força e velocidade por cima do pavimento.

Outro motivo foi a topografia do terreno da quadra ser bastante acidentada, o que favorece com que as águas das chuvas percorram com mais força e velocidade por cima do pavimento, fato que pode causar deformações. A própria Norma 005/2003, que trata dos problemas em pavimentos, dispõe que a água é um dos problemas que podem causar danos maiores aos pavimentos por conta da infiltração nas trincas, panelas, umedecendo as camadas inferiores ou ainda, o desgaste do mesmo.

Uníssono, Rocha, Ferreira e Borba (2019) citam que a água tem essa capacidade de deteriorar as vias, seja por sua ação na superfície, no caso das chuvas intensas, seja pelo processo de infiltração.

A presente pesquisa seguiu o seguinte fluxo:

1º passo: no segundo semestre de 2019 ocorreu a elaboração do projeto de pesquisa elencando os objetivos e hipóteses; construção do referencial teórico em acordo com autores que discorrem sobre o assunto, por meio a pesquisa bibliografia, utilizando artigos, Trabalho de Conclusão de Curso e livros em plataformas como o Google, Google Acadêmico e Scielo;

escolha do métodos, conforme Quadro 1; escolha do local de pesquisa, no caso, a quadra 607 norte; escolha do instrumento de avaliação das condições do pavimento, sendo, de acordo com a norma DNIT 006/2003, o IGG, com a capacidade de mensurar o nível de degradação, se aplicado de forma fidedigna;

2º passo: em 2020/1, em especial nos meses de fevereiro e março, ocorreu a realização da revisão do referencial teórico, atualizando e completando as informações dispostas em conformidade com as Normas DNIT 005 e 006/2003;

3º passo: aos 4 dias do mês de abril de 2020 realizou-se a visita à quadra 607 norte para a coleta dos dados;

4º passo: no ato da coleta foi demarcado as estações com cal de acordo com o tipo de pista (dupla ou simples). Posteriormente, analisou-se os tipos de patologia em cada estação em campo e, assim, tomando nota na ficha de acordo com o tipo de cada patologia. Posteriormente, foi realizado o lançamento dos dados nas planilhas eletrônicas conforme as Normas DNIT 005 e 006/2003;

5º passo: de posse do tipo de patologias e observando as normas, calculou-se o IGG. Realizou-se a análise das patologias encontradas em cada avenida e do IGG encontrado, conforme consta nos resultados.

Os materiais utilizados para a coleta dos dados (realização dos procedimentos) foram, em acorde com a Norma DNIT 006/2003, exceto o último item listado, conforme disposto na Figura 20:

- Régua de alumínio com 1,20m de comprimento na base;
- Diastímetro de 20m e trena de 5m;
- Régua em milímetros;
- Tinta à base de água;
- Pincel e rolo de pintura;
- Cones de sinalização;
- Fita zebrada;
- Formulários de inventário do estado da superfície do pavimento e planilha de cálculo IGG;
- Celular para registro fotográfico.

A coleta dos dados ocorreu em um sábado, o tráfego na ocasião não estava intenso, estima-se que em virtude do dia da semana e da situação de crise em saúde pública atual, em

que a orientação é ficar em casa. Mesmo assim, a sinalização adequada com o uso de cones é fundamental para a segurança do pesquisador.

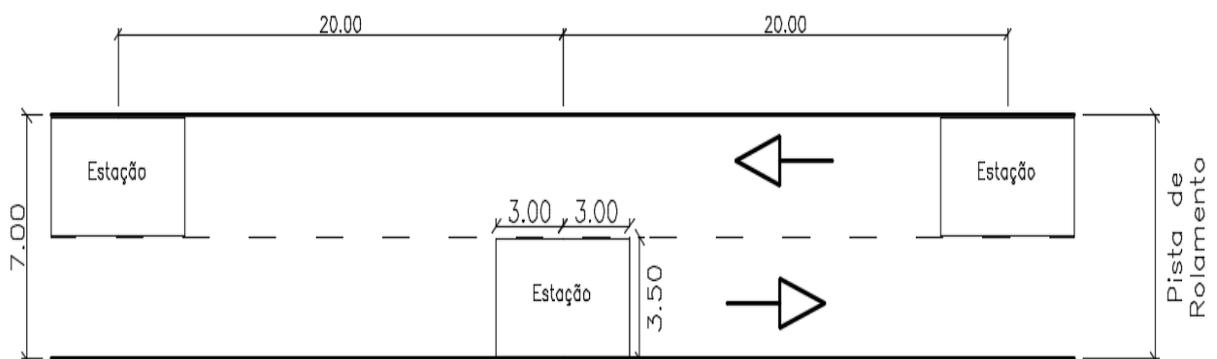
Figura 20: Materiais utilizados



Fonte: Elaboração do autor (2020)

No tocante a definição das estações, para as pistas simples, as superfícies de avaliação devem ser “a cada 20m alternados em relação ao eixo da pista de rolamento (40 m em 40 m em cada faixa de tráfego)” e nas “rodovias com pista dupla, a cada 20 m, na faixa de tráfego mais solicitada de cada pista” (DNIT, 2003, p. 2). A Figura 21 expressa a demarcação em pista simples, assim como nas Avenidas LO 12, LO 12A, NS 15 e NS 5.

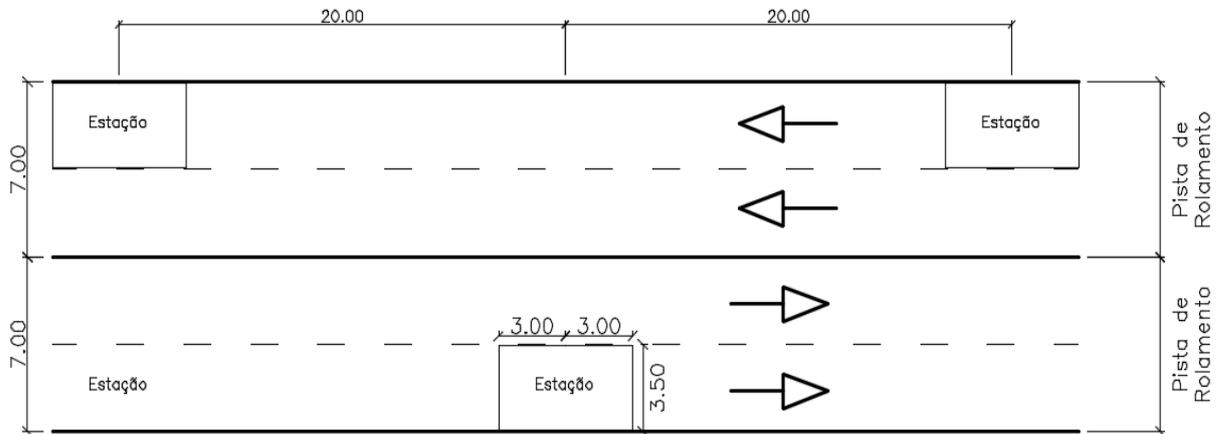
Figura 21: Exemplo de demarcação de áreas para inventário de defeitos em Pista Simples



Fonte: Elaboração do autor (2020)

A Figura 22 expressa as demarcações nos casos de pista dupla, como ocorre na Avenida LO 11.

Figura 22: Exemplo de demarcação de áreas para inventário de defeitos em Pista Duplas



Fonte: Elaboração do autor (2020)

Para Pista Dupla as estações serão no sentido externo da pista. As unidades são em metros. A quadra conta com uma área total de 395.041,95 m², sendo que a área total de cada estação é de 21.00m², totalizando a amostragem de 15% da área pavimentada.

Figura 23: Demarcação das áreas para inventário de defeitos



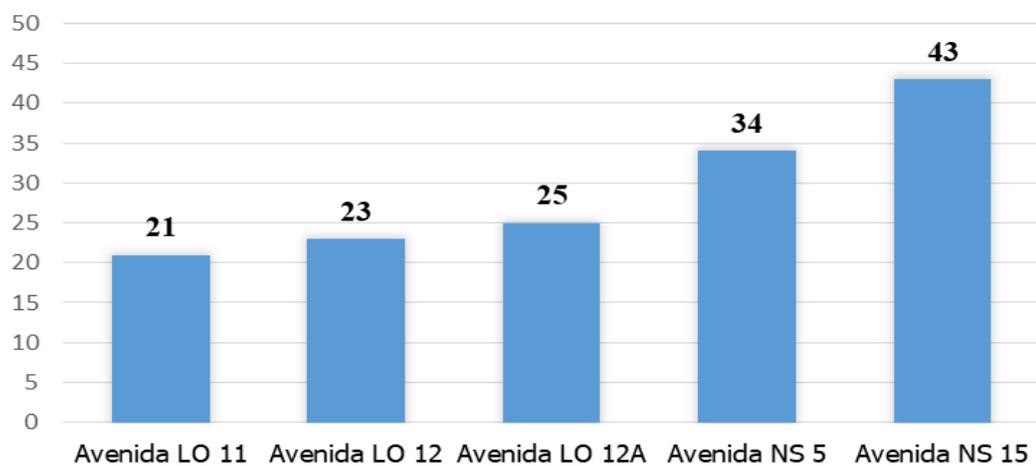
Fonte: Elaboração do autor (2020)

Após a demarcação, definindo as estações de cada uma das Avenidas, observou-se os defeitos pregoados na Norma DNIT 005/2003 – fendas, afundamentos, corrugação e ondulações transversais, exsudação, desgaste ou desagregação, panela ou buraco e remendos – considerados para cálculo do IGG (como evidenciado no referencial).

As Avenidas contêm:

Gráfico 2: Quantitativo de estações por Avenidas

QUANTIDADE DE ESTAÇÕES POR AVENIDA



Fonte: Elaboração do autor (2020)

Ou seja, Avenida LO 11: 21 estações; LO 12: 23 estações; LO 12A: 25 estações; NS 5: 34 estações; e NS 15: 43 estações. As estações são enumeradas a contar de “1” e sua quantidade depende da extensão da avenida. Assim, embora as avenidas tenham estações com a mesma numeração, suas características serão totalmente diferentes. A seguir, lista-se os defeitos em cada estação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Patologias observadas na quadra 607 norte

No tocante às patologias em pavimentos flexíveis, na quadra 607 norte foi observado a presença dos defeitos apresentados nesta seção. É oportuno expor o quadro de resumo dos defeitos expresso no anexo D da Norma 006/2003.

Quadro 5: Resumo dos defeitos – Codificação e Classificação

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDA		
Fissuras				FI	-	-	-
Trincas no revestimento geradas por deformação permanente excessiva e/ou decorrentes do fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Transversais	Curtas	TTC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TTL	FC-1	FC-2	FC-3
		Longitudinais	Curtas	TLC	FC-1	FC-2	FC-3
			Longas	TLL	FC-1	FC-2	FC-3
Trincas Interligadas	"Jacaré"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	J	-	FC-2	-	
		Com erosão acentuada nas bordas das trincas	JE	-	-	FC-3	
Trincas no revestimento não atribuídas ao fenômeno de fadiga	Trincas Isoladas	Devido à retração térmica ou dissecação da base (solo-cimento) ou do revestimento		TRR	FC-1	FC-2	FC-3
		Trincas Interligadas	"Bloco"	Sem erosão acentuada nas bordas das trincas	TB	-	FC-2
	Com erosão acentuada nas bordas das trincas			TBE	-	-	FC-3
OUTROS DEFEITOS					CODIFICAÇÃO		
Afundamento	Plástico	Local	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito		ALP		
		da Trilha	Devido à fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito		ATP		
	De Consolidação	Local	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito		ALC		
		da Trilha	Devido à consolidação diferencial ocorrente em camadas do pavimento ou do subleito		ATC		
Ondulação/Corrugação - Ondulações transversais causadas por instabilidade da mistura					O		

betuminosa constituente do revestimento ou da base		
Escorregamento (do revestimento betuminoso)		E
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento		EX
Desgaste acentuado na superfície do revestimento		D
“ Panelas ” ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores		P
Remendos	Remendo Superficial	RS
	Remendo Profundo	RP

NOTA 1: Classe das trincas isoladas

- FC-1: são trincas com abertura superior à das fissuras e menores que 1,0mm.
 FC-2: são trincas com abertura superior a 1,0mm e sem erosão nas bordas.
 FC-3: são trincas com abertura superior a 1,0mm e com erosão nas bordas.

NOTA 2: Classe das trincas interligadas

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

Fonte: DNIT (006/2003)

O Quadro 5 expressa aos defeitos em sua classificação e codificação, essencial para compreender as fichas de levantamento dos defeitos. A ficha, constante no anexo B da DNIT 006/2003 (Formulário de Inventário do estado da superfície do pavimento), foi preenchida conforme a quantidade de ocorrências, elencando todos os defeitos encontrados em cada estação das avenidas pesquisada.

Dentre os defeitos apresentados acima, observou-se na quadra 607 norte a presença de **Fissuras**, que são fendas de largura capilar. As ocorrências de fissuras, que são um tipo de fenda, estão dispostas na tabela a seguir:

Tabela 2: Ocorrência das fissuras

FISSURAS		
AVENIDAS	OCORRÊNCIAS	ESTAÇÕES
LO 11	4	2, 8, 16 e 17
LO 12	3	1, 5 e 21
LO 12A	4	1, 3, 8, 21
NS 5	3	2, 8 e 31
NS 15	9	5, 16, 17, 23, 24, 31, 33, 38 e 42

Fonte: Fonte: Elaboração do autor (2020)

A Avenida com a maior ocorrência de fissuras é na NS 15, presente em 9 das 43 estações, provavelmente em virtude de sua dimensão. Para Bernucci et al. (2010) a apresentação de fendas é um indicio de que alguma das etapas não foram obedecidas, há a ausência de etapas base sugeridas pela norma, além disso, de reparos adequados da superfície de aplicação do revestimento betuminoso, o que dificulta a aderência entre os materiais antigo e novos.

Figura 24: Ocorrência de Fissuras



Fonte: Fonte: Elaboração do autor (2020)

Jadão Junior (2016) pontua em seus estudos que as causas prováveis para a aparição de fissuras são falha estrutural ou deficiência na construção, recalque do terreno de fundação. Há a possibilidade de realizar a manutenção com remendos, ou reabilitação, por meio da reconstrução.

Outro defeito encontrado foram as trincas, que podem ser isoladas ou interligadas.

Quadro 6: Ocorrência das Trincas isoladas e interligadas

TRINCAS ISOLADAS		
TIPO		OCORRÊNCIA NAS ESTAÇÕES
Transversais	Curtas	Av. LO 12: 2 estações; Av. LO 12A: 1 estação; Av. NS 15: 5 estações; Av. NS 5: 3 estações.
	Longas	Av. LO 12A: 2 estações; Av. NS 15: 5 estações; Av. NS 5: 2 estações.
Longitudinais	Curtas	Av. LO 12: 4 estações; Av. NS 15: 3 estações; Av. NS 5: 3 estações.
	Longas	Av. LO 11: 1 estação; Av. LO 12A: 1 estação; Av. NS 15: 1 estação; Av. NS 5: 1 estação.
TRINCAS INTERLIGADAS		
TIPO		OCORRÊNCIA NAS ESTAÇÕES
Tipo couro de jacaré	Sem erosão Acentuada nas bordas das trincas	Av. LO 12: 2 estações; Av. NS 15: 4 estações; Av. NS 5: 2 estações.
	Com erosão Acentuada nas bordas das trincas	Av. LO 11: 2 estações; Av. LO 12A: 2 estações; Av. NS 15: 14 estações; Av. NS 5: 1 estação.
Tipo Bloco	Sem erosão Acentuada nas bordas das trincas	Av. NS 15: 1 estação.
	Com erosão Acentuada nas bordas das trincas	Av. LO 12: 3 estações; Av. NS 15: 3 estações; Av. NS 5: 2 estações.

Fonte: Fonte: Elaboração do autor (2020)

A avenida com menor área é a LO 12, a mesma possui ocorrência de trincas em 11 estações. A LO 11 é a que possui menos ocorrências, com trincas em apenas 3 estações. Esta

avenida não apresentou trincas do tipo: transversais; longitudinais curtas; couro de jacaré sem erosão; e bloco. A Avenida NS 15 apresenta a ocorrência em 36 estações (14 estações com trincas isoladas e 22 com trincas interligadas).

As trincas podem ter variados motivos para sua aparição, o que difere ainda de tipo para tipo. No caso das transversais e das longitudinais as causas possíveis para o aparecimento são a má construção; uma possível contração ou dilatação do revestimento em função da temperatura ou vida útil do asfalto. As do tipo couro de jacaré pode ser pela ação das cargas repetidamente (JADÃO JUNIOR, 2016).

Uníssonos, Marques (2014) e Ribeiro (2017) expressam que quando se fala em defeitos ocasionados pela sobrecarga de tráfego são as trincas por fadiga e afundamento nas trilhas de roda. Ao todo, na observação, as trincas, dos mais variados tipos, estão presentes em 68 estações de um total de 146, ou seja, estão presentes em 46,58% das estações. Se considerarmos o total de trincas presentes na NS 15 em relação as demais, temos um percentual de ocorrência nessa avenida de 52,94%.

O Quadro 5 apresentado anteriormente dispõe sobre a classificação dos defeitos, sendo que a “Notas 1” “Nota 2” explicam a largura das trincas. As trincas de classe FC-1 foram identificadas em 34 estações; as de classe FC-2 em 27 estações; e a FC-3 em 7 estações.

Adiante, observou-se a presença do defeito “afundamento”. Bernucci et al. (2010) apregoam que este é um defeito importante, que são advindos das deformações permanentes – do revestimento asfáltico ou de suas camadas subjacentes – podendo ser classificados como:

Afundamento por consolidação (AC), quando as depressões ocorrem por densificação diferencial, podendo ser localizado (ALC) quando a extensão não supera 6m, ou longitudinal nas trilhas de roda (ATC) no caso que exceda 6m de extensão; ou afundamentos plásticos (AP), quando as depressões são decorrentes principalmente da fluência do revestimento asfáltico, podendo ser localizado (ALP) ou longitudinal nas trilhas de roda (ATP). (BERNUCCI et al., 2010, p. 415).

As palavras dos autores podem ser verificadas no Quadro 5, em conformidade com a Norma DNIT que dispõe sobre o assunto. Os afundamentos podem ser corrigidos com a aplicação de remendos ou com o uso de massa betuminosa ou outros materiais para a reconstrução do mesmo (DNIT, 2003).

A seguir, a Figura 25 apresenta alguns afundamentos observados na coleta de dados nas avenidas da quadra 607 norte.

Figura 25: Ocorrência de Afundamentos

Fonte: Fonte: Elaboração do autor (2020)

O Quadro 7 apresenta a ocorrência de afundamentos plásticos ou de consolidação.

Quadro 7: Ocorrência de Afundamentos

AFUNDAMENTOS		
TIPO		OCORRÊNCIA
Plásticos	Local	Av. LO 12: 3 estações; Av. LO 12A: 2 estações; Av. NS 5: 2 estações; Av. NS15: 6 estações.
	Da trilha	Av. NS 5: 2 estações; Av. NS 15: 4 estações.
De consolidação	Local	Av. LO 11: 3 estações; Av. LO 12: 1 estação; Av. NS 5: 4 estações; Av. NS 15: 8 estações.
	Da trilha	Av. LO 12: 5 estações; Av. NS 5: 2 estações; Av. NS 15: 7 estações.

Fonte: Fonte: Elaboração do autor (2020)

Ao todo, os afundamentos estão presentes em 49 das 146 estações demarcadas, representando 33,56%. Os afundamentos plásticos local foram averiguados em 13 estações, enquanto que os da trilha estão em 6 estações. Quanto aos afundamentos de consolidação têm-se: local em 16 estações; e em 14 estações os da trilha.

As avenidas com menor número de estações constando afundamentos foram a LO 12A (em 2 estações) e LO 11 (em 3 estações). Assim como nos anteriores, a Av. NS 15 apresenta o maior número de ocorrência de defeitos, neste caso, nota-se a presença de afundamentos em 25 estações. O tipo de afundamento mais verificado é o de consolidação local.

A DNIT 005/2003 traz outros defeitos que podem estar presentes em pavimentos flexíveis, sendo eles: ondulações; escorregamentos; exsudação; desgaste; panelas; e remendos. A Tabela 3 apresenta a ocorrências destes defeitos nas estações.

Tabela 3: Ocorrência de outros defeitos

OUTROS DEFEITOS						
AVENIDAS	OCORRÊNCIAS					
	Ondulações	Panelas	Escorregamentos	Exsudação	Desgaste	Remendos
LO 11	0 estações	3 estações	0 estações	0 estações	18 estações	8 estações
LO 12	1 estação	3 estações	2 estações	5 estações	12 estações	5 estações
LO 12A	1 estação	3 estações	0 estações	0 estações	17 estações	4 estações
NS 5	4 estações	5 estações	0 estações	12 estações	24 estações	9 estações
NS 15	8 estações	14 estações	0 estações	4 estações	39 estações	30 estações
Total	14 estações	28 estações	2 estações	21 estações	110 estações	56 estações

Fonte: Fonte: Elaboração do autor (2020)

Analisando a Tabela 3 é possível verificar as maiores ocorrências de defeitos. Os desgastes foram pontuados em 110 estações das 146 demarcadas, o que implica em um percentual 75, 34% de destas. Seguido dos desgastes, os remendos são evidenciados em 56 estações (em 38,36% das estações). Outros defeitos não foram verificados nas estações demarcadas em outras avenidas, a saber: ondulações na Av. LO 11; e exsudação na LO 11 e LO 12A.

Em contrapartida, os escorregamentos não são frequentes nas avenidas pesquisadas, presente apenas em 2 estações da Av. LO 12, assim como apresentado na Figura 26 abaixo.

Figura 26: Ocorrência de Escorregamento



Fonte: Fonte: Elaboração do autor (2020)

Embora a cidade seja bastante quente e este clima favoreça o aparecimento de escorregamentos, este percentual é pequeno e inexpressivo, apesar da imagem demonstrar um escorregamento considerável, se pensarmos que o mesmo é em apenas 1,36% das estações.

No caso das ondulações, presentes em 9,59% das estações, observa-se maior incidência foi na Av. NS 15. Também conhecida como corrugação, Jadão Júnior (2016) em seus estudos aponta possíveis causas para o aparecimento. Dentre as causas cita: possível instabilidade da mistura betuminosa presente na camada de revestimento, que pode ser visível também na base; falha estrutural; excesso de umidade; retenção de água na mistura asfáltica.

Figura 27: Ocorrência de Ondulação/Corrugação



Fonte: Fonte: Elaboração do autor (2020)

O DNIT (2005) também expressa as causas para a aparição desses defeitos, com base nestas informações foi construído o quadro abaixo:

Quadro 8: Outros defeitos em pavimentos flexíveis e suas causas

DEFEITO	CAUSAS	MANUTENÇÃO/ REABILITAÇÃO
Ondulações	<ul style="list-style-type: none"> • Instabilidade na mistura betuminosa da camada do revestimento e/ou base; • Excesso de umidade nas camadas subjacentes; • Contaminação da mistura asfáltica; • Retenção de água na mistura. 	A manutenção pode ser feita com remendos. A reabilitação ocorre por meio da reciclagem ou do recapeamento delgado.
Escorregamentos	<ul style="list-style-type: none"> • Ligação inadequada entre o revestimento e a camada que se apoia; • Inercia limitada do revestimento asfáltico; • Misturas asfálticas com compactação deficientes; • Compactação deficiente da porção superior da base; • Quando da ocorrência de altas temperatura há a fluência plástica do revestimento. 	Realização da manutenção com remendos. Reabilitação por meio da reciclagem ou do recapeamento delgado.
Exsudação	<ul style="list-style-type: none"> • A mistura asfáltica é dosada inadequadamente; • Temperatura do ligante acima do especificado na norma no momento da mistura. 	Reabilitação por meio da reciclagem.
Desgaste	<ul style="list-style-type: none"> • Redução da ligação entre o agregado e o ligante em função da oxidação do ligante; • O ligante e o agregado perdem adesividade; • A obra foi executada em condições meteorológicas inadequadas; • Água no interior do revestimento. 	A manutenção se dá com capa selante; tratamento superficial; lama asfáltica. Pode ser reconstruído por meio de reciclagem ou recapeamento delgado.
Panelas	<ul style="list-style-type: none"> • Ocorrência de trincamentos por conta de fadiga; • Ocorrência de desintegração localizada na superfície do pavimento. 	Os remendos são elementos da manutenção. A reabilitação é feita com recapeamento pós remendos.
Remendos	<ul style="list-style-type: none"> • Tráfego intenso; • Condições ambientais (bem como a combinação destes dois elementos) 	Reabilitação com a reconstrução conhecida como “tapa-buraco”.

Fonte: adaptado de DNIT (2005) e Jadão Júnior (2016)

As causas são as mais variadas, mas observa-se que é comum algum erro durante o processo de construção da via, uso de materiais de qualidade inferior, não seguir as especificações técnicas, além disso, problemas relativos as condições meteorológicas e relativas ao tráfego intenso ou cargas intensas.

No que diz respeito às panelas, a Tabela 3 demonstra a sua aparição em 28 estações, sendo também na Av. NS 15 sua maior aparição, presente em 14 estações, seguida da Av. NS 5 com 8 estações. Há a possibilidade de que em alguns trechos haja a ocorrência de mais de um tipo de defeito, como observado na Figura 28.

Figura 28 Ocorrência de Panelas/Desgastes/Remendos



Fonte: Fonte: Elaboração do autor (2020)

O desgaste e os remendos foram os tipos de desgastes mais presentes nas estações, respectivamente. No caso do desgaste, somam 110 estações, sendo que: estão presentes em 39 estações das 43 estações (91%) da Av. NS 15; 24 estações das 34 estações (70,59%) da Av. NS 5; 18 estações das 21 estações (85,71%) da Av. LO 11; em 17 estações das 25 estações

(68%) na LO 12A; e 12 estações das 23 estações (52,17%) da Av. LO 12. Em termos de proporções, pontua-se como vias mais desgastadas a Av. NS 15 e a LO 11. Ressalva-se que dos 19 defeitos analisados, não se observou a presença de 14 nas estações da Av. LO 11.

No caso dos remendos, as proporções foram: estão presentes em 70% das estações na Av. NS 15; 26,47% das estações na Av. NS 5; 38,09% das estações na Av. LO 11; 16% das estações na LO 12A; e 21,34% das estações na Av. LO 12. Assim como no caso do desgaste, as avenidas com maior ocorrência é a NS 15 e a LO 11.

Sobre os defeitos que a Norma 006/2003 expressa, a seguir apresenta-se a exsudação.

Figura 29: Ocorrência de Exsudação



Fonte: Fonte: Elaboração do autor (2020)

As manchas denominadas exsudação, decorrentes de fatores como a dosagem inadequada da mistura asfáltica está presente em três das avenidas: Av. LO 12 em 21,74 das estações; NS 15, presente em 9,3% das 43 estações demarcadas; e como maior ocorrência na Av. NS 5, sendo 35,29%.

A Tabela 4 apresenta o cálculo os índices das flechas de trilho de roda (mm). Ressalva-se que os formulários em que se preencheu todos os defeitos constam em anexo.

Tabela 4: Índices das flechas de trilho de roda (mm)

FLECHAS TRILHO DE RODA (mm)										
Estação	Avenidas									
	Av. LO 11		Av. LO 12		Av. LO 12A		Av. NS 5		Av. NS 15	
	TRE	TRI	TRE	TRI	TRE	TRI	TRE	TRI	TRE	TRI
1	0	0	0	0	0	0	0	0	3,35	3,10
2	0	0	5,85	4,65	0	0	0	0	0	0
3	0	0	6,45	3,20	0	0	5,25	4,30	9,80	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	7,15	6,30
6	0	0	0	0	0	0	8,95	0	8,60	0
7	0	0	7,55	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	7,50	0
10	0	0	0	0	0	0	7,10	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	5,90	0
12	3,60	0	4,45	3,15	0	0	0	0	8,10	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	10,50	0	9,50	5,40
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	2,35	1,90	0	0	0	0	3,75	2,60
18	0	0	1,75	1,30	0	0	0	0	0	0
19	4,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	3,20	0	0	0	0	0	0	0	3,05	0
22	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0
23	-	-	0	0	0	0	0	0	3,80	3,25
24	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0
25	-	-	-	-	0	0	0	0	4,40	0
26	-	-	-	-	-	-	8,10	0	0	0
27	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0
28	-	-	-	-	-	-	4,20	3,80	3,55	0
29	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0
30	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0

31	-	-	-	-	-	-	0	0	8,00	7,60
32	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0
33	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0
34	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0
35	-	-	-	-	-	-	-	-	4,10	3,30
36	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
37	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
38	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
39	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
40	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
41	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
42	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
43	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0

Fonte: Fonte: Elaboração do autor (2020)

Os índices expostos são calculados conforme a Norma DNIT 006/2003. Assim, seguindo a norma, fórmula para o cálculo dos valores das flechas TRI e TRE são as seguintes:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

– A Nota 3 do item 7 da referida norma expressa que os termos se referem a:

\bar{x} = a média aritmética dos valores das flechas medidas (TRI e TRE);

x_i = aos valores individuais;

s = ao desvio padrão dos valores das flechas medidas (TRI e TRE);

s^2 = a variância;

n = número de estações.

4.2 Cálculo do IGG

De posse de todos os dados necessários para o cálculo do Índice de Gravidade Global de cada uma das avenidas, foi construída a planilha com o mesmo, conforme exposto a seguir. Estas informações foram detalhadas e mais a frente compara-se os índices das avenidas.

Visualmente, como exposto outrora com a exposição dos defeitos em cada uma das avenidas, nota-se que a Av. NS 15 e a LO 11 estão bem desgastadas, sendo que a primeira é a que, na maioria dos casos, apresentou defeitos presentes em mais estações demarcadas. Obviamente o que fato de ser a mais extensa contribui.

Adiante, na tabela 5 é possível vislumbrar o IGG da Avenida LO 11.

Tabela 5: Planilha de cálculo do IGG – Avenida LO 11

PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG) - AVENIDA 11						
Item	Natureza do Defeito	Frequência Absoluta NI	Frequência Relativa (%)	Fator de ponderação	Índice de Gravidade Individual (IGI)	
1	(FC - 1) FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	5	23,8	0,2	4,8	
2	(FC - 2) J, JE	2	9,5	0,5	4,8	
3	(FC - 3) TB, TBE	0	0,0	0,8	0,0	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	3	14,3	0,9	12,9	
5	O, P, E	3	14,3	1,0	14,3	
6	EX	0	0,0	0,5	0,0	
7	D	18	85,7	0,3	25,7	
8	R	8	38,1	0,6	22,9	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TER	TRE	TRI	F	0,54	0,72
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv	TRlv	FV	2,16	2,16
NÚMERO TOTAL DE ESTAÇÕES (n) =		21	Σ ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL = IGG		88,1	
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$		2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$		CONCEITO =	RUIM	
1B) IGI = 40 quando $F > 30$		2B) IGI = 50 quando $FV > 50$				

Fonte: Fonte: Elaboração do autor (2020)

Observa-se na planilha as informações necessárias para a realização do cálculo do Índice de Gravidade Global, conforme detalhado no tópico 2.4.3 e 2.4.3.1 desta pesquisa. Nesse ínterim, nota-se que o IGG encontrado para a LO 11 é de 88,1, se enquadrando dentro do conceito de RUIM. Vale ressaltar os conceitos e os limites que a Norma dispõe, sendo: Ótimo - $0 < IGG \leq 20$; Bom - $20 < IGG \leq 40$; Regular - $40 < IGG \leq 80$; Ruim - $80 < IGG \leq 160$; Péssimo - $IGG > 160$.

No caso da Av. LO 12 o conceito encontrado também é RUIM.

Tabela 6: Planilha de cálculo do IGG – Avenida LO 12

PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG) - AVENIDA LO 12						
Item	Natureza do Defeito	Frequência Absoluta NI	Frequência Relativa (%)	Fator de ponderação	Índice de Gravidade Individual (IGI)	
1	(FC - 1) FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	9	39,1	0,2	7,8	
2	(FC - 2) J, JE	2	8,7	0,5	4,3	
3	(FC - 3) TB, TBE	3	13,0	0,8	10,4	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	9	39,1	0,9	35,2	
5	O, P, E	6	26,1	1,0	26,1	
6	EX	5	21,7	0,5	10,9	
7	D	12	52,2	0,3	15,7	
8	R	5	21,7	0,6	13,0	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TER	TRE	TRI	F	1,85	2,47
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv	TRlv	FV	4,74	4,74
NÚMERO TOTAL DE ESTAÇÕES (n) =		23	Σ ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL = IGG		130,7	
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$		2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$		CONCEITO =	RUIM	
1B) IGI = 40 quando $F > 30$		2B) IGI = 50 quando $FV > 50$				

Fonte: Fonte: Elaboração do autor (2020)

É importante destacar que a aplicação da norma no ato da coleta dos dados é de suma importância para obter resultados fidedignos, pois, a não observância de um dos pontos da mesma pode ocorrer em resultados diferentes da realidade. O pesquisador não pode intervir, apenas coletar e descrever os dados.

Após realizar os cálculos, obteve-se o valor de IGG igual a 130,7 para a Av. LO 12. Embora a Av. LO 11 apresente mais desgaste e remendos que a LO 12, no apanhado geral, esta avenida se encontra em grau de conservação inferior, haja vista que o seu Índice de Gravidade Global é maior.

Na Tabela 7 vislumbra-se os dados coletados para a realização dos cálculos, contendo a ocorrência dos defeitos, as frequências (absoluta e relativa), fator de ponderação e os índices

individuais, bem como os valores das flechas trilho de roda para encontrar o IGG na Av. LO 12A.

Tabela 7: Planilha de cálculo do IGG – Avenida LO 12A

PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG) - AVENIDA LO 12A						
Item	Natureza do Defeito	Frequência Absoluta NI	Frequência Relativa (%)	Fator de ponderação	Índice de Gravidade Individual (IGI)	
1	(FC - 1) FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	8	32,0	0,2	6,4	
2	(FC - 2) J, JE	3	12,0	0,5	6,0	
3	(FC - 3) TB, TBE	0	0,0	0,8	0,0	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	2	8,0	0,9	7,2	
5	O, P, E	4	16,0	1,0	16,0	
6	EX	0	0,0	0,5	0,0	
7	D	17	68,0	0,3	20,4	
8	R	4	16,0	0,6	9,6	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TER	TRE	TRI	F	0	0
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv	TRlv	FV	0	0
NÚMERO TOTAL DE ESTAÇÕES (n) =		25	Σ ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL = IGG		65,6	
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$		2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$		CONCEITO =	REGULAR	
1B) IGI = 40 quando $F > 30$		2B) IGI = 50 quando $FV > 50$				

Fonte: Fonte: Elaboração do autor (2020)

Esta é, dentre as avenidas pesquisadas, a que se encontra em melhor estado geral, tanto é que o conceito encontrado para ela é **REGULAR**, com um valor de 65,6. Isso não implica dizer que as condições da pavimentação asfáltica estejam adequadas para o tráfego ou que não apresente problemas. Sabe-se que a vida útil deste tipo de pavimentação (flexível) é de apenas 8 anos, podendo sofrer variações para mais ou menos, a depender do tipo de material e das condições aplicadas a ele, e que desde a sua construção já são mais de 15 anos. A

pavimentação da quadra sofreu apenas ações de manutenção e não de reconstrução, conforme relatos dos moradores.

A Av. NS 5, que está localizada no sentido Norte – Sul da lateral da quadra 607 norte. Durante a discussão sobre os defeitos, em muitas vezes esta foi a avenida que ficava logo após a NS 15 em relação ao número de estações em que ocorriam. Na Tabela 8 é possível comparar seus resultados com os demais.

Tabela 8: Planilha de cálculo do IGG – Avenida NS 5

PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG) - AVENIDA NS 5						
Item	Natureza do Defeito	Frequência Absoluta NI	Frequência Relativa (%)	Fator de ponderação	Índice de Gravidade Individual (IGI)	
1	(FC - 1) FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	12	35,3	0,2	7,1	
2	(FC - 2) J, JE	3	8,8	0,5	4,4	
3	(FC - 3) TB, TBE	2	5,9	0,8	4,7	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	10	29,4	0,9	26,5	
5	O, P, E	9	26,5	1,0	26,5	
6	EX	12	35,3	0,5	17,6	
7	D	24	70,6	0,3	21,2	
8	R	9	26,5	0,6	15,9	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TER	TRE	TRI	F	1,5	2,0
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv	TRlv	FV	6,9	6,9
NÚMERO TOTAL DE ESTAÇÕES (n) =		34	Σ ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL = IGG		132,7	
1A) IGI = F x 4/3 quando F ≤ 30		2A) IGI = FV quando FV ≤ 50		CONCEITO =	RUIM	
1B) IGI = 40 quando F > 30		2B) IGI = 50 quando FV > 50				

Fonte: Fonte: Elaboração do autor (2020)

Para a Av. NS 5 encontrou-se o valor de IGG de 132,7, sendo o conceito RUIM. Se considerarmos uma escala de 1 a 5, em que 5 é o pior estado, esta avenida, assim como as duas primeiras, estaria na posição 4.

Segundo Bernucci et al. (2010), o IGG reflete as condições funcionais do estado superficial dos pavimentos. Além disso, a atribuição de um conceito serve para distinguir os casos, mas não podem ser considerados em absoluto, pois, pela variação dos valores dentro do conceito, há de se considerar o conjunto.

No caso das três avenidas com o mesmo conceito (RUIM) observa-se pouca variação entre as Avenidas LO 12 e NS 5, já em relação à LO 11, a variação entre os índices é de quase 50. É importante considerar as estações que foram demarcadas no formulário de inventário das condições superficiais e o que se observa visualmente.

Por fim, expõe-se na Tabela 9 os dados para os cálculos do Índice de Gravidade Global na Avenida NS 15. Destaca-se que o pedaço analisado está ligeiramente após a duplicação da mesma avenida, que finda na quadra anterior.

Tabela 9: Planilha de cálculo do IGG – Avenida NS 15

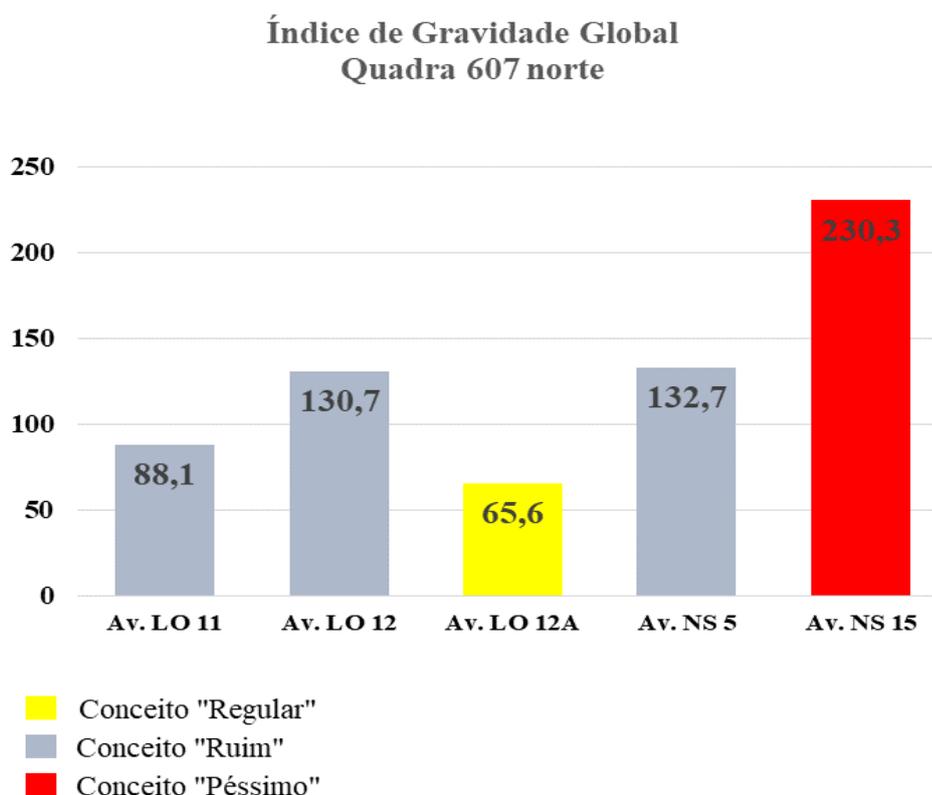
PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG) - AVENIDA NS 15						
Item	Natureza do Defeito	Frequência Absoluta NI	Frequência Relativa (%)	Fator de ponderação	Índice de Gravidade Individual (IGI)	
1	(FC - 1) FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	23	53,5	0,2	10,7	
2	(FC - 2) J, JE	18	41,9	0,5	20,9	
3	(FC - 3) TB, TBE	4	9,3	0,8	7,4	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	26	60,5	0,9	54,4	
5	O, P, E	22	51,2	1,0	51,2	
6	EX	4	9,3	0,5	4,7	
7	D	38	88,4	0,3	26,5	
8	R	31	72,1	0,6	43,3	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TER	TRE	TRI	F	2,84	3,77
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TREv	TRv	FV	7,45	7,45
NÚMERO TOTAL DE ESTAÇÕES (n) =		43	Σ ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL = IGG		230,3	
1A) IGI = $F \times 4/3$ quando $F \leq 30$		2A) IGI = FV quando $FV \leq 50$		CONCEITO =	PÉSSIMO	
1B) IGI = 40 quando $F > 30$		2B) IGI = 50 quando $FV > 50$				

Fonte: Fonte: Elaboração do autor (2020)

Assim como no caso dos defeitos apresentados, a Av. NS 15 é a que apresenta o pior estado geral se considerada com as demais pesquisadas. O seu Índice de Gravidade Global é de 230,3 expressando o conceito PÉSSIMO. Para ser considerado péssimo, o valor do IGG deve ser > 160 .

No Gráfico 3, compara-se os índices de cada avenida.

Gráfico 3: Comparativo entre os IGG das Avenidas na Quadra 607 norte



Fonte: Fonte: Elaboração do autor (2020)

Com a apresentação do gráfico, fica mais claro as diferenças entre as avenidas em termos do valor encontrado para o Índice de Gravidade Global. Assim, em uma ordem decrescente, da que se apresenta em pior estado geral para a melhor, considerando os valores encontrados para IGG temos: Av. NS 15 com um índice de 203,3; Av. NS 5 com 132,7; Av. LO 12, com um índice de 130,7; a Av. LO 11, com 88,1; e Av. LO 12A, com um índice de 65,6.

O reparo em pavimentos flexíveis pode ser vislumbrado na Norma DNIT 154/2010 – ES especifica como realizar a recuperação de defeitos em pavimentos asfálticos, especificando o serviço.

No caso de pavimentos flexíveis, para as Avenidas com o Índice Regular, o indicado é a realização da correção dos pontos específicos de ocorrência dos defeitos, mas no caso de já ter havido correções prévias e não havendo sucesso, pode ser realizado o recapeamento. No caso do seu conceito Ruim, o ideal é a realização de recapeamento com correções prévias. Conceitos péssimos podem ser tratados com a reconstrução da via (DNIT, 2003).

Para fins deste estudo, uma vez que observa-se em todas as vias a presença de desgaste em quase todas as estações, sugere-se a intervenção nas avenidas LO 11, LO 12 e NS 5 (conceitos ruins), bem como a LO 12A (conceito regular) com o recapeamento das vias. Sabe-se que poderia ser aplicado alguns procedimentos de reocupação para cada defeito, como posto no Quadro 8, porém, em virtude da pavimentação dessas vias já terem passado por operações de tapa-buraco e estarem acima da sua vida útil, o ideal seria o recapeamento.

No que tange à Avenida NS 15, há a presença de defeitos em todas as estações demarcadas. A via se encontra em péssimo estado, assim, deve passar por um processo de reconstrução.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo se dispôs a analisar as condições superficiais dos pavimentos flexíveis da quadra 607 norte, na cidade Palmas/TO, os quais são submetidos à diversos tipos de tráfego e condições climáticas, e as intervenções/normatizações que asseguram a qualidade das vias urbanas.

Com a realização do referencial teórico e prática de campo, vislumbrou-se que a pavimentação não é algo atual, remonta da antiguidade, obviamente com técnicas e materiais diferentes dos atuais, mas com a mesma finalidade: permitir o tráfego e transporte. Observou-se a existência de diferentes tipos de pavimentos, utilizados em acorde com as características do trânsito em cada localidade, dos quais se destaca os pavimentos flexíveis.

No tocante à pavimentação, observa-se a necessidade da realização de intervenções ao longo do tempo para manter a qualidade e segurança destes. Para tanto, a realização de avaliação das vias é o que garante a correta intervenção e no prazo adequado. Os defeitos na pavimentação são oriundos de fatores internos (como má construção, materiais de baixa qualidade, técnicas inadequadas) e externos (fatores climáticos como temperaturas elevadas e as chuvas). Estes defeitos podem aparecer dentro da vida útil ou após, irá depender de sua especificidade.

Quanto à normatização, observa-se que o órgão responsável por pregoar as normas em relação a pavimentação é o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes-DNIT, vinculado ao Ministério da Infraestrutura. No contexto estudado, aplica-se as Normas DNIT 005/2003 que dispõe sobre os “Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos” Terminologia, e a 006/2003 sobre a “Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento”.

Os problemas dispostos na DNIT 005/2003 referente aos pavimentos flexíveis são: as fendas, divididas em fissuras e trincas (trinca transversal, longitudinal, de retração, tipo couro de jacaré e tipo bloco); afundamentos (plástico e de consolidação); ondulação ou corrugação; escorregamento; exsudação; desgaste; panela ou buraco; remendo.

No que concerne a DNIT 006/2003, tem-se o passo a passo para a realização da avaliação. Considerou-se o disposto nesta para a realização dos cálculos do Índice de Gravidade Global (IGG). Assim, escolheu-se as seguintes avenidas, sendo estas divididas em estações, como preconiza a norma: As Avenidas contêm: LO 11 - 21 estações; LO 12 - 23 estações; LO 12^a - 25 estações; NS 5 - 34 estações; e NS 15 - 43 estações.

Sobre os defeitos, nota-se a existência de algum tipo de defeito em todas as avenidas, algumas com mais ocorrências e outras com menos. Detalha-se que a avenida NS 15 é a que apresenta maior número de defeitos. Apenas no caso da exsudação não se destacou. Além disso, dos 19 defeitos apresentados, apenas 1 não foi observado nas estações demarcadas.

A Av. LO 11 é a avenida que apresentou menos defeitos no geral, porém, quando o assunto é desgaste e remendos, a mesma se apresenta como a segunda com mais ocorrências nas estações.

De modo geral, sobre os defeitos ondulação, panelas, escorregamentos, exsudação, desgaste e remendos, observa-se que os dois últimos são os mais evidenciados. Os desgastes foram pontuados em 110 estações das 146 demarcadas, o que implica em um percentual 75,34% de destas. Seguido dos desgastes, os remendos são evidenciados em 56 estações (em 38,36% das estações).

Para calcular o IGG é fundamental encontrar os defeitos e suas ocorrências, calcular as frequências absolutas e relativas, os índices das flechas de trilho de roda (mm) e o Índice de Gravidade Individual (IGI). Com a coleta dos dados foi possível calcular o IGG, obtendo os seguintes valores e conceitos: Av. NS 15 com um índice de 203,3, conceito Péssimo; Av. NS 5 com 132,7, conceito Ruim; Av. LO 12, com um índice de 130,7 e conceito Ruim; a Av. LO 11, com 88,1, conceito Ruim; e Av. LO 12, com um índice de 65,6, com conceito Regular.

Com a análise do IGG, aplicado fidedignamente à DNIT 006/2003, pontua-se que nenhuma das vias se encontram em boas condições de tráfego. De acordo com o referencial, a vida útil dos pavimentos flexíveis é de 8 anos, tempo já transcorrido desde a construção das vias da quadra 607 norte, haja vista que já decorreram-se aproximadamente 15 anos.

Apesar de ter havido reparos nestas vias, como relatado pelos moradores, nestes 15 anos de sua existência, aparentemente estes não foram suficientes para sanar ou mitigar os problemas, como observado. Há de se considerar que, em muitos casos, manutenções mal elaboradas podem resultar em outros tipos de problemas.

Contudo, o presente trabalho esbara no fato de ter considerado para a avaliação apenas o cálculo do IGG, observação das patologias e os relatos dos moradores da quadra. Fica como sugestão para trabalhos futuros a possibilidade de contatar a Prefeitura Municipal em sua competência para adquirir dados sobre as vias analisadas, tais como planos de intervenção e suas datas, a fim de comparar com os dados práticos. Além disso, realizar a avaliação da pavimentação por meio do Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis (ICPF), o qual não seria possível neste estudo em virtude da necessidade de aplicação dos testes por dois ou mais avaliadores para calcular a média entre eles e, assim, encontrar o índice.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Mário Henrique Furtado. **Introdução à pavimentação**. Notas de aula, 2007. Disponível em: < <https://docplayer.com.br/5376686-Introducao-a-pavimentacao.html>> Acesso em: 29 de jun. 2020.
- BALBO, J. T. **Pavimentação asfáltica: materiais, projetos e restauração**. São Paulo: Oficina de textos, 2007. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=py6zCgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>> Acesso em: 04 de set. 2019.
- BARIA, Igor. **Sistema de gerência de pavimentos aplicado a via permanente metroferroviária auxiliado por um sistema de informações geográficas** (2015) Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18143/tde-29022016.../tese_igor_SGP.pdf> Acesso em: 04 de set. 2019
- BERNUCCI, Liedi Bariani; et al. **Pavimentação Asfáltica: formação básica para engenheiros**. 3. Reimpressão. Rio de Janeiro: Petrobrás: Abeda, 2010. 504 f.
- DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura De Transportes – DNIT 005/2003 – TER: **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos Terminologia**. Rio de Janeiro, 2003.
- DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura De Transportes – DNIT 006/2003 – PRO: **Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.
- DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de conservação rodoviária**. Rio de Janeiro, 2005.
- DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura De Transportes – DNIT. **Manual de Pavimentação**. 3ª Ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2006a. 274p. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/Manual%20de%20Pavimentacao%20E7%E3o_05.12.06.pdf> Acesso em: 09 de fev. 2020.
- DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura De Transportes – DNIT. **Manual de Restauração de Pavimentos Asfálticos**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2006b. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/ipr_new/..%5Carquivos_internet%5Cipr%5Cipr_new%5Cmanuais%5CManual_de_Restauracao.pdf> Acesso em: 04 de set. 2019.
- FERNANDES, L. A; GOMES, J. M. M. Relatórios de pesquisa nas ciências sociais: características e modalidades de investigação. **ConTexto**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, 1º semestre 2003.
- GERHARDT, T. E; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

GONÇALVES, F. P. **O diagnóstico e a manutenção dos pavimentos** (1999). Disponível em: <<http://usuarios.upf.br/~pugliero/arquivos/10.pdf>> Acesso em: 04 de set. 2019

GOOGLE MAPS. **Q. 607 norte**. 2020. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/place/Q.+607+Norte+Alameda+16+-+Plano+Diretor+Norte,+Palmas+-+TO,+77001-713/@-10.1590271,-48.3381409,683a,35y,335.1h,47.9t/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x9324cbbe1ee8c251:0x943caa53d7008198!8m2!3d-10.1520254!4d-48.337646>>. Acesso em: 11 mar. 2020.

JADÃO JUNIOR, Yuri Martins. Monografia de Conclusão de Curso. **Determinação de patologias em pavimentação asfáltica na quadra residencial 1204 sul na cidade de Palmas – TO: estudo de caso de 4 alamedas**. 2016. Faculdade de Engenharia Civil. Centro Universitário Luterano de Palmas/TO.

MARQUES, Gabriele Born. **Análise de Pavimento Flexível: estudo de um trecho crítico da Rodovia ERS-421**. 2014. 83 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharel em Engenharia Civil, UNIVATES, Lajeado, 2014.

MENDES, Alesi Teixeira. Levantamento visual de patologias em pavimentos flexíveis de vias urbanas em Araguaína – TO. In: SOEA, 76º, 2019, Palmas. **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC 2019**. Palmas: CONTECC, 2019. p. 1-5.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**. São Paulo: Hucitec, 1993.

MIRANDOLA, Marco Aurélio; COELHO, Wladimir. **Gestão de manutenção e conservação de pavimento asfáltico em vias urbanas** (2016). Disponível em: <<http://revista.unilins.edu.br/index.php/cognitio/article/view/232>> Acesso em: 04 de set. 2019

MUNHOZ, Diogo; FILLA, Júlio César. **Avaliação do desempenho da recuperação de pavimentos tratados com o microrrevestimento** (2016). Disponível em: <<http://creaprw16.crea-pr.org.br/revista/Sistema/index.php/revista/article/viewFile/257/138>> Acesso em: 04 de set. 2019

NETTO, Marcelo Ramos. **Estudo de caso do pavimento flexível em determinados pontos da zona urbana de Alegrete – RS**. 2013. 163 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharel em Engenharia Civil, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2013.

PARANHOS, Ranulfo et al. Uma introdução aos métodos mistos. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 18, n. 42, p. 384-411, ago. 2016.

RAMALHO, A. M. C. **Análise das tensões e deformações em camadas de pavimento flexível** (2010). Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/5214/arquivo2384_1.pdf?sequence=1> Acesso em: 04 de set. 2019

RIBEIRO, Thiago Pinheiro. Estudo Descritivo das Principais Patologias em Pavimento Flexível. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Edição 04. Ano 02, Vol. 01. pp 733-754, Julho de 2017.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa Social: métodos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 1999.

ROCHA, Jorcelan Pereira da; FERREIRA, Lucas Galvão Cunha Monteiro; BORBA, Fernando Vasconcelos. Diagnóstico de patologias encontradas em pavimentos rodoviários flexíveis e semirrígidos. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer: Goiânia**, v.16 n.30; p.199-218, 2019.

SILVA, Luzilene Souza et al. Análise comparativa entre as técnicas construtivas de pavimentação empregadas no sistema Bus Rapid Transit (BRT) - Belém - PA versus Fortaleza - CE. **Revista de Ciência e Tecnologia**, Belem, v. 4, n. 6, p.1-25, 2018. Anual.

TABORJA JUNIOR, Edmar Pereira; MAHALHAES, Sérgio Luiz. Pavimentação em Vias Públicas: Análise do Estado da Avenida Coronel Escolástico em Cuiabá-MT. **E&S - Engineering and Science**, v. 1, n. 1, p.1-20, 2014.

APÊNDICE A - Formulário de inventário do estado da superfície do pavimento da Av. LO 11

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO - AVENIDA 11																					
ESTAÇÃO	TRINCAS									AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						FLECHAS TRILHO DE RODA (mm)	
	ISOLADAS					INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLIDADO		O	P	E	EX	D	R	TRE	TRI
	FC-1					FC-2		FC-3		ALP	ATP	ALC	ATC								
	FI	TTC	TTL	TLC	TLL	J	JE	TB	TBE												
1																	X		0	0	
2	X																X	X	0	0	
3																	X		0	0	
4																	X	X	0	0	
5																	X	X	0	0	
6														X			X		0	0	
7																		X	0	0	
8	X																X		0	0	
9																	X		0	0	
10																	X	X	0	0	
11																	X		0	0	
12												X					X		3,60	0	
13														X					0	0	
14																	X		0	0	
15																	X		0	0	
16	X																X		0	0	
17	X													X			X	X	0	0	
18																		X	0	0	
19					X							X					X		4,50	0	
20							X										X	X	0	0	
21							X					X					X		3,20	0	

APÊNDICE B - Formulário de inventário do estado da superfície do pavimento da Av. LO 12

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO - AVENIDA LO 12																				
ESTAÇÃO	TRINCAS								AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						FLECHAS TRILHO DE RODA (mm)	
	ISOLADAS				INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLIDADO		O	P	E	EX	D	R	TRE	TRI
	FC-1				FC-2		FC-3		ALP	ATP	ALC	ATC								
	FI	TTC	TTL	TLC	TLL	J	JE	TB					TBE							
1	X													X				X	0	0
2		X										X						X	5,85	4,65
3				X								X				X			6,45	3,20
4						X											X		0	0
5	X									X					X				0	0
6				X													X		0	0
7												X					X		7,55	0
8																	X		0	0
9				X										X				X	0	0
10										X					X				0	0
11						X										X			0	0
12												X				X			4,45	3,15
13														X				X	0	0
14		X															X		0	0
15																	X		0	0
16										X						X			0	0
17												X					X		2,35	1,90
18												X				X			1,75	1,30
19				X													X		0	0
20														X			X		0	0
21	X								X								X		0	0
22									X								X	X	0	0
23									X								X		0	0

APÊNDICE C - Formulário de inventário do estado da superfície do pavimento da Av. LO 12A

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO - AVENIDA LO 12A																					
ESTAÇÃO	TRINCAS									AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						FLECHAS TRILHO DE RODA (mm)	
	ISOLADAS					INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLIDADO		O	P	E	EX	D	R	TRE	TRI
	FC-1					FC-2		FC-3		ALP	ATP	ALC	ATC								
	FI	TTC	TTL	TLC	TLL	J	JE	TB	TBE												
1	X									X							X		0	0	
2							X											X	0	0	
3	X																X		0	0	
4							X										X		0	0	
5							X										X		0	0	
6																	X		0	0	
7														X				X	0	0	
8	X									X									0	0	
9																	X		0	0	
10																	X		0	0	
11																	X		0	0	
12																	X		0	0	
13																	X		0	0	
14			X																0	0	
15			X																0	0	
16					X														0	0	
17																	X		0	0	
18																	X		0	0	
19																	X	X	0	0	
20														X					0	0	
21	X																X		0	0	
22																	X		0	0	
23																	X		0	0	
24		X												X			X		0	0	
25															X			X	0	0	

APÊNDICE D - Formulário de inventário do estado da superfície do pavimento da Av. NS 5

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO - AVENIDA NS 5																					
ESTAÇÃO	TRINCAS									AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						FLECHAS TRILHO DE RODA (mm)	
	ISOLADAS					INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLIDADO		O	P	E	EX	D	R	TRE	TRI
	FC-1			FC-2		FC-3		ALP	ATP	ALC	ATC										
	FI	TTC	TTL	TLC	TLL	J	JE					TB	TBE								
1		X															X	X		0	0
2	X														X			X	X	0	0
3													X				X			5,25	4,30
4				X														X		0	0
5														X			X			0	0
6									X			X						X	X	8,95	0
7																		X		0	0
8	X														X			X		0	0
9																		X		0	0
10												X					X	X	7,10	0	
11				X														X		0	0
12										X								X	X	0	0
13																		X		0	0
14		X												X			X			0	0
15												X						X		10,50	0
16						X											X		X	0	0
17										X				X				X		0	0
18																		X		0	0
19															X			X		0	0
20									X								X			0	0
21			X								X							X		0	0
22																		X		0	0
23																		X	X	0	0
24				X													X	X		0	0
25																		X		0	0
26						X						X					X	X	8,10	0	0
27															X			X		0	0
28		X											X				X			4,20	3,80
29																	X		X	0	0
30														X				X		0	0
31	X																	X		0	0
32							X				X				X			X		0	0
33					X													X		0	0
34			X														X		X	0	0

APÊNDICE E - Formulário de inventário do estado da superfície do pavimento da Av. NS 15

INVENTÁRIO DO ESTADO DA SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO - AVENIDA NS 15																					
ESTAÇÃO	TRINCAS									AFUNDAMENTOS				OUTROS DEFEITOS						FLECHAS TRILHO DE RODA (mm)	
	ISOLADAS					INTERLIGADAS				PLÁSTICO		CONSOLIDADO		O	P	E	EX	D	R	TRE	TRI
	FC-1			FC-2		FC-3		ALP	ATP	ALC	ATC										
	FI	TTC	TTL	TLC	TLL	J	JE					TB	TBE								
1		X										X						X	X	3,35	3,10
2							X							X				X	X	0	0
3									X	X		X			X			X		9,80	0
4							X			X								X	X	0	0
5	X									X		X			X			X		7,15	6,30
6					X							X			X			X	X	8,60	0
7							X							X			X	X	0	0	
8							X						X		X			X		0	0
9		X											X					X	X	7,50	0
10		X								X								X	X	0	0
11							X						X				X	X	5,90	0	
12		X											X				X	X	8,10	0	
13							X							X			X	X	0	0	
14							X										X	X	0	0	
15			X										X		X		X		9,50	5,40	
16	X													X			X	X	0	0	
17	X												X		X		X	X	3,75	2,60	
18							X			X							X		0	0	
19		X								X							X	X	0	0	
20							X							X			X		0	0	
21							X						X				X	X	3,05	0	
22			X						X								X	X	0	0	
23	X												X		X		X		3,80	3,25	
24	X																X		0	0	
25						X							X					X	4,40	0	
26			X						X								X	X	0	0	
27							X							X			X		0	0	
28				X									X				X	X	3,55	0	
29						X									X		X		0	0	
30						X						X					X	X	0	0	
31	X												X				X	X	8,00	7,60	
32				X											X		X		0	0	
33	X																X	X	0	0	
34							X								X		X		0	0	
35							X						X				X	X	4,10	3,30	
36			X												X		X		0	0	
37						X											X		0	0	
38	X													X			X		0	0	
39			X									X					X	X	0	0	
40							X					X					X	X	0	0	
41				X										X			X		0	0	
42	X														X		X		0	0	
43								X							X		X	X	0	0	

ANEXO A - Relatório de Plágio

TCC II - FINALIZADO - REINALDO NASCIMENTO MARTINS.doc (01/07/2020):

Documentos candidatos

[brasilecola.uol.com...](#)

[0,13%]

[pt.wikipedia.org/wik...](#)

[0,06%]

[java.com/pt_BR/downl...](#)

[0,05%]

[en.wikipedia.org/wik...](#)

[0,03%]

[mozilla.org/pt-BR/fi...](#) [0,01%]

[google.com](#) [0%]

[trucoon.com.br/jogo](#) [0%]

[google.com.br/intl/p...](#) [0%]

[google.com.br](#) [0%]

Arquivo de entrada: [TCC II - FINALIZADO - REINALDO NASCIMENTO MARTINS.doc](#) (13513 termos)

Arquivo encontrado		Total de termos	Termos comuns	Similaridade (%)
brasilecola.uol.com...	Visualizar	1956	21	0,13
pt.wikipedia.org/wik...	Visualizar	1427	9	0,06
java.com/pt_BR/downl...	Visualizar	344	7	0,05
en.wikipedia.org/wik...	Visualizar	6601	7	0,03
mozilla.org/pt-BR/fi...	Visualizar	365	2	0,01
google.com	Visualizar	205	0	0
trucoon.com.br/jogo	Visualizar	307	0	0
google.com.br/intl/p...	Visualizar	204	0	0
google.com.br	Visualizar	204	0	0