



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JOSÉ BRUNO DE GOIS REBOUÇAS

**ANÁLISE FUNCIONAL NA RUA FELIPE CAMARÃO – MOSSORÓ – RN, COM
BASE NO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO**

MOSSORÓ

2024

JOSÉ BRUNO DE GOIS REBOUÇAS

**ANÁLISE FUNCIONAL NA RUA FELIPE CAMARÃO – MOSSORÓ – RN, COM
BASE NO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Bruno Tiago Ângelo da Silva, Prof. Me.

MOSSORÓ

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

R292a Rebouças, José Bruno de Gois.
 Análise funcional na rua Felipe Camarão -
 Mossoró - RN, com base no Levantamento Visual
 Contínuo / José Bruno de Gois Rebouças. - 2024.
 72 f. : il.

 Orientador: Bruno Tiago Ângelo da Silva.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
 2024.

 1. Gerência de Pavimentos. 2. Análise
 Funcional. 3. LVC. 4. Pavimentação. I. Silva,
 Bruno Tiago Ângelo da, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

JOSÉ BRUNO DE GOIS REBOUÇAS

**ANÁLISE FUNCIONAL NA RUA FELIPE CAMARÃO – MOSSORÓ – RN, COM
BASE NO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 23 / 10 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Bruno Tiago Ângelo da Silva, Prof. Me. (UFERSA)
Presidente

Marília Pereira de Oliveira, Prof. Dra. (UFERSA)
Membro Examinador

Wendel Silva Cabral, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Primeiro de tudo, elevo meus agradecimentos a Deus, fonte de força e sabedoria, por ter sempre me guiado a enfrentar as dificuldades ao longo do percurso e por ter permitido chegar até aqui.

Agradeço a minha esposa, Cristiane Vieira dos Santos Rebouças, meu amor, por sua presença constante, compreensão, apoio e comprometimento para comigo, como também por todo suporte necessário, sendo o meu alicerce nos momentos mais difíceis e na alegria das vitórias.

Agradeço aos meus pais, José Valdeque Rebouças e Ana Maria de Gois, agradeço pelo amor incansável, pelo apoio incondicional, pelos ensinamentos, pelos conselhos e pelos sacrifícios que tornaram possível eu me tornar a primeira pessoa da nossa família a concluir o ensino superior em uma instituição pública.

À minha querida avó, Maria José Rebouças (in memoriam), cujo empenho em me educar sempre veio em primeiro lugar. Aqui estão os resultados dos seus esforços. Com muita gratidão.

Agradeço em especial, ao Prof. Me. Bruno Tiago Ângelo da Silva, por aceitar o convite de ser meu orientador, por toda compreensão, disponibilidade e apoio inestimável durante esse processo. Seu comprometimento foi essencial para o meu crescimento e para a conclusão deste trabalho.

Agradeço também aos demais professores que direta ou indiretamente fizeram parte da minha jornada acadêmica. Cada um desempenhou de sua forma um papel fundamental no meu desenvolvimento contribuindo com seus conhecimentos, experiências e dedicação.

Por fim, agradeço aos amigos, colegas e a todas as pessoas que compartilharam essa jornada, meu agradecimento por cada momento, por cada aprendizado compartilhado. Cada interação contribuiu para meu crescimento e, por isso, sou imensamente grato.

“Nenhuma Engenharia constrói caráter,
mas com caráter se faz os melhores engenheiros.”

- Jordan Lucas

RESUMO

O objetivo principal das obras de pavimentação é proporcionar uma superfície de rodagem segura, confortável e durável para seus usuários, buscando alcançar objetivos como: segurança, conforto, durabilidade, eficiência do tráfego, redução de custos e desenvolvimento econômico. As obras de pavimentação visam criar uma infraestrutura viária que suporte o tráfego de maneira eficiente e segura, promovendo benefícios sociais, econômicos e ambientais. Sendo assim, após a construção, a manutenção de pavimentos é uma atividade essencial para garantir a durabilidade e a segurança das vias de transporte, visando evitar defeitos prematuros e mantê-las em bom estado, proporcionando o bom desempenho durante a vida útil do projeto. Para isso, o Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) desempenha um papel crucial nesse processo, fornecendo uma abordagem estruturada e baseada em dados para a tomada de decisões, melhorando a eficiência e a eficácia das ações de manutenção. Por meio do SGP, é possível assegurar que os recursos sejam utilizados de forma otimizada, promovendo a conservação da infraestrutura viária e contribuindo para o desenvolvimento sustentável. Sob esse ponto de vista, este trabalho consiste em um estudo de caso, no qual se realizou uma avaliação funcional da rua Felipe Camarão, situada na cidade de Mossoró – RN, com o objetivo de determinar a eficiência no desempenho da função da mesma. Para o presente trabalho, a metodologia utilizada na análise foi o Levantamento Visual Contínuo (LVC), que é padronizado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT), conforme norma DNIT 008/2003 – PRO. Para a realização do trabalho, foi analisada uma distância equivalente a seis quilômetros, sendo divididos em trechos equivalentes a um quilômetro por aplicação dos procedimentos que compõem o método utilizado. Depois da aplicação do método utilizado nos segmentos de trechos estudados, constatou-se que eles se encontram em elevado estado deterioração e apresentam manifestações patológicas tais como: buracos, trincas e remendos, refletindo na necessidade de intervenções de operações de recuperação ou manutenção.

Palavras-chave: Gerência de Pavimentos; Análise Funcional; LVC; Pavimentação.

ABSTRACT

The main objective of paving works is to provide a safe, comfortable and durable road surface for its users, seeking to achieve objectives such as: safety, comfort, durability, traffic efficiency, cost reduction and economic development. Paving works aim to create a road infrastructure that supports traffic efficiently and safely, promoting social, economic and environmental benefits. Therefore, after construction, sidewalk maintenance is an essential activity to ensure the durability and safety of transportation routes, in order to avoid premature defects and keep them in good condition, providing good performance throughout the project's useful life. To this end, the Pavement Management System (PMS) plays a crucial role in this process, providing a structured, data-based approach to decision-making, improving the efficiency and effectiveness of maintenance actions. Through the SGP, it is possible to ensure that resources are used optimally, promoting the conservation of road infrastructure and contributing to sustainable development. From this point of view, this work consists of a case study, in which a functional assessment of Felipe Camarão Street, located in the city of Mossoró - RN, was carried out with the aim of determining how efficiently it performs its function. For this study, the methodology used in the analysis was the Continuous Visual Survey (CVS), which is standardized by the National Department of Infrastructure and Transport (DNIT) according to standard DNIT 008/2003 - PRO. To carry out the work, a distance equivalent to six kilometers was analyzed, divided into sections equivalent to one kilometer by applying the procedures that make up the method used. After applying the method used to the sections studied, it was found that they are in a high state of deterioration and show pathological manifestations such as potholes, cracks and patches, reflecting the need for recovery or maintenance operations.

Keywords: Pavement Management; Functional Analysis; LVC; Paving.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Camadas do Pavimento Flexível.....	22
Figura 2: Camadas do Pavimento Rígido.....	23
Figura 3: Estrutura de um SGP.....	31
Figura 4: Fluxograma de um SGP.	32
Figura 5: Exemplo de demarcação de áreas para inventário de defeitos.....	37
Figura 6: Faixas de variação do IRI.....	39
Figura 7: Fluxograma das Etapas Realizadas.....	42
Figura 8: Localização da cidade de Mossoró.	43
Figura 9: Trecho da Rua Avaliada.....	44
Figura 10: Formulário do levantamento visual contínuo - LVC	45
Figura 11: Foto do LVCU	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Percentual de serventia dos trechos de acordo com o ICPF.	53
Gráfico 2 - Percentual de avaliação do LVC.	59
Gráfico 3 - Percentual de avaliação do LVCU.	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Quadro resumo dos defeitos – Codificação e Classificação.	25
Quadro 2 - Tipos de trincas isoladas.	26
Quadro 3 - Tipos de trincas interligadas.....	27
Quadro 4 - Tipos de afundamentos.....	28
Quadro 5 - Outros defeitos dos pavimentos.	29
Quadro 6 - Defeitos de superfície identificados no trecho 1.	54
Quadro 7 - Defeitos de superfície identificados no trecho 2.	55
Quadro 8 - Defeitos de superfície identificados no trecho 3.	56
Quadro 9 - Defeitos de superfície identificados no trecho 4.	56
Quadro 10 - Defeitos de superfície identificados no trecho 5.	57
Quadro 11 - Defeitos de superfície identificados no trecho 6.	58
Quadro 12 - Defeitos de superfície urbanos identificados nos trechos.	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG.	37
Tabela 2 - Níveis de Serventia.....	38
Tabela 3 - Critérios de avaliação da irregularidade de um pavimento medida pelo IRI.	40
Tabela 4 - Frequência dos defeitos observados no levantamento visual contínuo.....	44
Tabela 5 - Critérios do ICPF.	46
Tabela 6 - Pesos dos defeitos em função da frequência de ocorrência.....	47
Tabela 7 - Índice do Estado da Superfície do pavimento IES.	47
Tabela 8 - Formulário do LVC e ICPF dos trechos.....	50
Tabela 9 - Cálculo do IGGE nos segmentos avaliado.	51
Tabela 10 - Resultado da avaliação do LVC.	52
Tabela 11 - Frequência dos defeitos observados no LVCU.	53
Tabela 12 - Pesos dos defeitos em função da frequência de ocorrência.....	54
Tabela 13 - Cálculo do IGGE nos trechos avaliados LVCU.....	62
Tabela 14 - Resultado da avaliação do LVCU.	62
Tabela 15 - Resultado comparativo da avaliação entre LVC e LVCU.	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
AC	Afundamento por Consolidação
AP	Afundamento Plástico
CNT	Confederação Nacional do Transporte
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DU	Defeitos Urbanos
IBG	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICPF	Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis
IES	Índice do Estado de Superfície
IGGE	Índice de Gravidade Global Expedido
IRI	Índice de Irregularidade Internacional
LVC	Levantamento Visual Contínuo
M&R	Manutenção e Restauração
PRO	Procedimento
SGP	Sistema de Gerência de Pavimentos
SGPU	Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos
SNV	Sistema Nacional de Viação
VSA	Valor de Serventia Atual

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1- Índice de Gravidade Global Expedido - LVC	46
Equação 2- Índice de Gravidade Global Expedido - LVCU.....	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	19
2.1	OBJETIVO GERAL.....	19
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3	REFERENCIAL TEÓRICO	20
3.1	CONCEPÇÃO DE PAVIMENTOS.....	20
3.2	CLASSIFICAÇÃO DOS PAVIMENTOS	20
3.2.1	Pavimento Flexível.....	21
3.2.1.1	Estrutura do pavimento flexível	21
3.2.2	Pavimento Rígido.....	22
3.2.2.1	Estrutura do pavimento Rígido	23
3.3	CLASSIFICAÇÃO DOS PAVIMENTOS	23
3.3.1	Subleito	23
3.3.2	Reforço do subleito	24
3.3.3	Sub-base.....	24
3.3.4	Base	24
3.3.5	Revestimento	24
3.4	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS PAVIMENTOS	24
3.4.1	Fenda	26
3.4.1.1	Fissura.....	26
3.4.1.2	Trincas	26
3.4.2	Afundamento.....	28
3.4.3	Outros Defeitos	28
3.5	SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS (SGP)	30
3.6	SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS URBANOS (SGPU)	33
3.7	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS	34
3.7.1	Índice de Gravidade Global (IGG)	36
3.7.2	Valor de Serventia Atual (VSA).....	37
3.7.3	Índice de Irregularidade Internacional (IRI)	39
3.7.4	Levantamento Visual Contínuo (LVC)	41
4	METODOLOGIA.....	42
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	43

4.2	ESTUDO DE CASO	44
4.2.1	Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis (ICPF)	45
4.2.2	Índice de Gravidade Global Expedido (IGGE)	46
4.2.3	Índice do Estado da Superfície do Pavimento (IES)	47
4.2.4	Identificação dos Defeitos	48
4.2.4.1	Avaliação manual – DNIT 008/2003	48
4.2.4.2	Equipamentos Utilizados	48
4.2.4.3	Equipe de Operação	49
4.2.4.4	Condições do Tempo	49
4.2.4.5	Operação do Veículo	49
4.2.4.6	Processo do Levantamento	49
5	RESULTADOS	52
5.1	LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO	52
5.2	LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO URBANO	60
5.3	SUGESTÕES PARA CORREÇÕES DOS DEFEITOS IDENTIFICADOS	64
5.3.1	Trincas por Fadiga em Trilhas de Rodas	64
5.3.2	Trincas em Blocos	64
5.3.3	Trincas Couro de Jacaré	64
5.3.4	Trincas Longitudinais	64
5.3.5	Trincas Transversais	65
5.3.6	Remendo com Escorregamento da Mistura Asfáltica	65
5.3.7	Remendo Formando Lombada	65
5.3.8	Remendo Formando Sarjeta	65
5.3.9	Paneles de Deterioração	65
5.3.10	Afundamento de Trilha de Roda	66
5.3.11	Soltamento do Agregado da Mistura Asfáltica	66
5.3.12	Falta de Aderência entre o Asfalto e a Superfície do Paralelepípedo	66
5.3.13	Ruptura do Revestimento por Raízes de Árvores	66
5.3.14	Escorregamento do Revestimento	67
5.3.15	Afundamento do Tampão do Poço de Visita	67
5.3.16	Desnível da Caixa de Manobra do Sistema de Água	67
6	CONCLUSÃO	68
	REFERÊNCIAS	70

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a pesquisa CNT de rodovias 2023, a movimentação de 65% das cargas e 95% da circulação dos passageiros, no território nacional, dá-se através do modo rodoviário, sendo este meio de deslocamento, protagonista na matriz brasileira de transporte. Em suma quase a totalidade do transporte utiliza as rodovias brasileiras em algum momento de sua cadeia logística. Além disso, as rodovias desempenham um papel estratégico fundamental na integração regional e contribuem significativamente para o desenvolvimento socioeconômico do país.

Segundo dados do Sistema Nacional de Viação SNV, a malha brasileira se estende por 1,7 milhão de quilômetros de rodovias, dos quais somente 12,4% são pavimentados, totalizando 213,5 mil quilômetros (CNT,2023).

Em se tratando do sistema viário de uma cidade, cujo objetivo é o deslocamento de pessoas e mercadorias com segurança, economia e conforto, buscando sempre o aumento das atividades econômicas, bem como seu desenvolvimento. A condição do pavimento em perfeito estado de uso é de fundamental importância para a obtenção de um sistema viário de qualidade, caso contrário o sistema viário será precário.

Conforme Dresch (2014), o uso contínuo pelo tráfego intenso, superior ao estimado no projeto inicial, além das causas naturais associadas ao meio ambiente, são fatores que levam à fadiga prematuramente do pavimento, tendo como consequência sua degradação.

Com o passar dos anos, o município de Mossoró-RN não difere das condições mencionadas, cresceu e continua crescendo significativamente, juntamente com o número de veículos que trafega pelas vias, logo em decorrência da falta de manutenção e das intempéries, os pavimentos se deterioraram rapidamente, ocasionando diversos problemas.

Para Dresch (2014), esses problemas se agravam pela falta de restauração e serviços de manutenção. E, quando executados sem um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU), podem acarretar outros problemas, como desperdício de dinheiro público, desconforto e falta de segurança aos usuários, além da diminuição das condições estruturais do pavimento.

Desse modo, o SGPU é uma ferramenta de gestão de recursos e acompanhamento das diversas etapas de uma rede rodoviária, sendo elas as etapas de planejamento, programação, projeto, construção, manutenção e avaliação de controle periódico. No mais, é um conjunto de atividades que auxilia na seleção de priorização das atividades de manutenção e restauração de pavimentos (Zanchetta, 2017).

De acordo com Lázaro et al. (2022), as normas DNIT PRO 006, DNIT PRO 007, DNIT PRO 008 e DNIT PRO 009, elaboradas pelo DNIT, são as mais utilizadas para se realizar a avaliação de pavimentos viários. Estas normas orientam a realização de levantamentos contínuos, do tipo objetivo e subjetivo, para a elaboração de estudos associados ao desempenho, serventia e condição superficial de pavimentos tanto em rodovias quanto no ambiente das cidades.

Ainda segundo o autor, as normativas brasileiras não foram desenvolvidas com o objetivo específico de se promover a avaliação da superfície de pavimentos em áreas urbanas. Logo, as metodologias destas normas se fundamentam em proposições gerais e análises estatísticas, não contemplando questões particulares associadas ao próprio desenvolvimento das cidades e que podem influenciar, de modo significativo, na conservação do estado da superfície das vias urbanas.

Nesse contexto, as vias urbanas possuem características diferentes das vias rurais dada por: maior frequência de pedestres, o tráfego é em sua maioria constituído por automóveis de passeios e ônibus, com menor frequência veículos pesados, presença de redes de infraestrutura construídas sob pavimento, revestimentos mistos, dentre outras. Estas características têm influência diretamente na qualidade do tráfego, assim como nas intervenções de manutenção, que muitas vezes resultam na má qualidade da restauração e recalques no pavimento (SILVA, 2017).

Posto isso, é fundamental ressaltar que os recursos investidos para a melhoria das condições das vias urbanas acarretam ganhos na eficiência logística, redução de custos do transporte, redução da poluição ambiental, além de facilitar a integração da sociedade. (ECHERREVEIA, 2011).

Por meio deste estudo, buscou-se uma análise de um trecho viário localizado na cidade de Mossoró, onde foi realizado na via um levantamento visual contínuo, seguindo a normas DNIT 008/2003-PRO para a averiguação das condições funcionais e estruturais do pavimento.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar uma análise funcional detalhada, identificando pontos críticos e necessidades de melhoria, por meio do método de Levantamento Visual Contínuo na rua Felipe Camarão em Mossoró/RN.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar uma revisão da literatura acerca dos tipos de pavimentos, conceituação físicas associadas;
- Determinar o estado atual da superfície do pavimento conforme a norma DNIT 008/2003 – PRO: Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento;
- Propor adaptações a norma DNIT 008/2003 – PRO para centros urbanos;
- Identificar as manifestações patologias mais comuns e severas para o ambiente urbano;
- Propor soluções para os defeitos identificados.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CONCEPÇÃO DE PAVIMENTOS

Os pavimentos são estruturas utilizadas para proporcionar uma superfície de rodagem confortável, segura e durável para o tráfego de veículos e pedestres. Eles são fundamentais para a infraestrutura urbana e rural, sendo parte essencial das rodovias, ruas, aeroportos, estacionamentos e outras áreas de trânsito.

O DNIT define pavimentos como estruturas compostas por diversas camadas, capaz de receber as cargas dos veículos, além da ação climática, ser impermeável e com boa resistência aos esforços solicitados. Sua construção deve estar de acordo com o projeto geométrico, projeto de pavimentação e características da via (velocidade, tamanho dos veículos, peso das cargas) para que possa suportar as necessidades específicas de cada rodovia (DNIT, 2006).

Segundo Bernucci *et al.* (2022), pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança.

Para Santana (1993), o pavimento é uma estrutura construída sobre a superfície obtida pelos serviços de terraplenagem com a função principal de fornecer ao usuário segurança e conforto, que devem ser conseguidos com a máxima qualidade e o mínimo custo.

Em resumo, os pavimentos são projetados para que cada camada tenha uma certa espessura e rigidez e que o sistema de camadas responda com uma rigidez conjunta adequada às condições climáticas e geométricas do local e ao tráfego, durante sua vida útil do projeto. O pavimento viário classifica-se tradicionalmente em dois tipos básicos: rígidos e flexíveis.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS PAVIMENTOS

De uma forma geral, os pavimentos são classificados em flexíveis, semirrígidos e rígidos (DNIT, 2006).

Para Bernucci *et al.* (2006), conforme a especificação do pavimento rodoviário, classificam-se em dois tipos básicos: rígidos e flexíveis. Atualmente tem sido utilizada a nomenclatura pavimentos de Concreto de Cimento Portland, para o rígido, e pavimentos asfálticos, para os flexíveis.

3.2.1 Pavimento Flexível

De acordo com o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), pavimentos flexíveis são aqueles em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente iguais entre as camadas.

Conforme Dynatest 2018, pavimento flexível pode-se definir como uma estrutura de múltiplas camadas, com objetivo de resistir e distribuir os esforços oriundos do tráfego, melhorar as condições de rolamento quanto ao conforto e segurança do usuário e impermeabilizar as camadas inferiores da estrutura. Quando a carga é aplicada sobre pavimento flexível, todas as camadas trabalham em conjunto, resultando a distribuição das cargas em parcelas aproximadamente iguais.

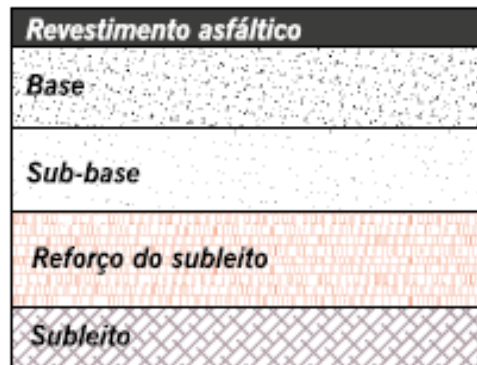
Ainda segundo Dynatest 2018, no Brasil, dos aproximadamente 213.000 km de rodovias pavimentadas, cerca de 96% são constituídas por pavimentos do tipo flexível. Dado pelo fato de o setor rodoviário brasileiro dispor de alto conhecimento, técnicas e equipamentos para concepção desse tipo de estrutura, caracterizada por um custo inicial relativamente baixo, além de prazos menores de execução em relação a outros tipos de concepção estrutural.

3.2.1.1 Estrutura do pavimento flexível

A estrutura de um pavimento de forma geral é composta das seguintes camadas: subleito, reforço do subleito, sub-base, base e revestimento (CNT, 2022).

De acordo com Bernucci *et al.* (2022), os pavimentos flexíveis, em geral, associados aos pavimentos asfálticos, são compostos por camada superficial asfáltica (revestimento), apoiada sobre camadas de base, de sub-base, de reforço do subleito e de subleito, sendo essas camadas constituídas por materiais granulares, solos ou misturas de solos, sem adição de agentes cimentantes ou aglutinadores que elevem a rigidez normalmente verificada em materiais granulares e solos. A Figura 1 apresenta as camadas do pavimento flexível.

Figura 1 - Camadas do pavimento flexível.



Fonte: Bernucci et al. (2022)

3.2.2 Pavimento Rígido

De acordo com PITTA (1998), pavimento rígido ou pavimento de concreto é uma estrutura sujeita a ações mecânicas — ligadas às cargas — e ambientais — fruto das variações de temperatura e de umidade do meio — que podem ser de grande severidade, exigindo-lhe elevadas resistências à tração na flexão e à compressão simples, de modo a dar-lhe a necessária imprescindível durabilidade.

Ainda segundo o autor, o pavimento de concreto tem proporção entre área e volume muito grande e condições peculiares de concretagem, o que requer um tipo de concreto duro, de consistência seca, mas ressalta, com certa trabalhabilidade mínima que lhe permita, em função do tipo de equipamento empregado, resultar homogêneo, denso e de grande impermeabilidade. Devido isso, o concreto empregado em pavimentos deve ser dosado exclusivamente por método experimental, sempre considerando os requisitos básicos:

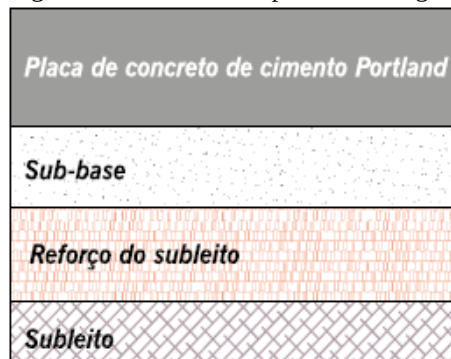
- alta resistência mecânica;
- baixa relação água/cimento; consumo mínimo unitário de cimento;
- limitação da dimensão máxima característica do agregado;
- consistência seca;
- trabalhabilidade.

Segundo o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), pavimento rígido é definido como sendo aquele em que o revestimento tem elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, devido a esse fato, o pavimento absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado.

3.2.2.1 Estrutura do pavimento Rígido

Segundo Bernucci et al. (2022), os pavimentos rígidos, associados aos pavimentos de concreto de cimento Portland, são compostos por uma camada superficial de concreto de cimento Portland, podendo ser em geral placas, armadas ou não, geralmente apoiada sobre uma camada de material granular ou de material estabilizado com cimento (camada de sub-base), assentada sobre o subleito ou sobre um reforço do subleito quando necessário. A figura 2 mostra uma estrutura tipo de pavimento de rígido.

Figura 2 - Camadas do pavimento rígido



Fonte: Bernucci et al. (2022)

3.3 CLASSIFICAÇÃO DOS PAVIMENTOS

Segundo DNIT (2006), a definição dos diversos constituintes do pavimento, em seção transversal, é a que se segue: subleito, reforço do subleito, sub-base, base e revestimento.

3.3.1 Subleito

O subleito é o terreno natural e atua como fundação para a estrutura do pavimento (DNIT, 2006).

De acordo com CRUZ (2022), subleito é a camada que se caracteriza como a fundação do terreno, na qual será construída a estrutura do pavimento, caso seja necessário é realizada a regularização com espessura variável.

3.3.2 Reforço do subleito

Camada de espessura constante, posta por circunstâncias técnico-econômicas, acima da camada de regularização, possui características geotécnicas inferiores ao material usado na camada que lhe for superior, no entanto, melhores que o material do subleito (DNIT, 2006).

3.3.3 Sub-base

Camada complementar à base que previne o bombeamento do solo e do subleito para a camada de base, deve ser construída com material de boa capacidade de suporte e ter qualidade superior à da camada de reforço do subleito. Tem função de reduzir a espessura da camada de base para se ter maior economia na construção do pavimento (CRUZ, 2022).

Camada que complementa à base, quando por circunstâncias técnico-econômicas não forem aconselháveis construir a base diretamente sobre regularização (DNIT, 2006).

3.3.4 Base

Segundo DNIT (2006), é a camada destinada a resistir e distribuir os esforços oriundos do tráfego e sobre a qual se constrói o revestimento.

3.3.5 Revestimento

Conforme PAIVA (2024), é a camada tanto quanto possível, impermeável, responsável por receber as ações do tráfego de veículos e do clima, como também destinada a melhorá-la, quanto à comodidade, segurança e a resistir ao desgaste.

Para CRUZ (2022), é a camada mais nobre do pavimento constituída pela capa de *binder* e de rolamento capaz de resistir diretamente às ações do tráfego, a impermeabilizar o pavimento, a melhorar as condições de rolamento, além de proporcionar conforto e segurança para os usuários e a transmitir, de forma a suavizar, as ações do tráfego às camadas inferiores.

3.4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS PAVIMENTOS

Conforme Bernucci *et al.* (2022), os defeitos de superfície são definidos como os danos ou deteriorações na superfície dos pavimentos asfálticos, que podem ser identificados a olho nu

e são classificados segundo a norma DNIT 005/2003-TER. Essa norma define os defeitos que ocorrem nos pavimentos flexíveis e semirrígidos, a qual tem a finalidade de padronizar a linguagem adotada na elaboração de normas, manuais e projetos relativos aos pavimentos flexíveis e semirrígidos.

Conforme DNIT (2003), na norma DNIT 005/2003 - TER, oito são as patologias nos pavimentos listadas pela norma e são classificadas como: fenda, afundamento, ondulação ou corrugação, escorregamento, exsudação, desgaste, panela ou buraco, e remendo. Conforme classificados e codificação de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1- Quadro resumo dos defeitos – Codificação e Classificação

FENDAS				CODIFICAÇÃO	CLASSE DAS FENDAS		
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 betuminosa constituinte do revestimento ou da base					O		
Escorregamento (do revestimento betuminoso)					E		
Exsudação do ligante betuminoso no revestimento					EX		
Desgaste acentuado na superfície do revestimento					D		
"Painéis" ou buracos decorrentes da desagregação do revestimento e às vezes de camadas inferiores					P		
Remendos			Remendo Superficial			RS	
			Remendo Profundo			RP	

Fonte: DNIT (2003)

3.4.1 Fenda

Segundo DNIT (2003), fenda é definida por qualquer descontinuidade apresentada na superfície do pavimento, que ocasione aberturas de menor ou maior porte, apresentando-se sob diversas formas, pode ser fissura ou trinca.

3.4.1.1 Fissura

Nada mais é que um tipo de fenda em estágio inicial, não ocasiona problemas quanto à funcionalidade do pavimento, posicionada longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, e somente são perceptíveis à vista a uma distância inferior a 1,50 m DNIT (2003).

3.4.1.2 Trincas

Facilmente visível à vista, podem ser vistas a distâncias superiores a 1,50 m, tem aberturas maiores que à das fissuras e se apresentam sob forma de trinca isolada ou trinca interligada. As trincas isoladas podem ser do tipo transversal, longitudinal ou de retração, quanto às trincas interligadas podem ser do tipo couro de jacaré ou tipo bloco DNIT (2003). Segue quadro 2 e 3.

Quadro 2 – Tipos de trincas isoladas

Nome	Figura	Descrição
Trinca transversal		São trincas que apresentam direção predominantemente ortogonal ao eixo da via. É denominada trinca transversal curta quando tem extensão de até 100 cm e denomina-se trinca transversal longa quando à extensão é superior a 100 cm.

Trinca longitudinal		Apresentam direção predominantemente paralela ao eixo da via. É caracterizada de trinca longitudinal curta quando apresentar extensão de até 100 cm e quando a extensão for superior a 100 cm denomina-se trinca longitudinal longa.
Trinca de retração		Trinca isolada ocorre devido os fenômenos de retração térmica ou do material do revestimento ou do material de base rígida ou semirrígida subjacentes ao revestimento trincado

Fonte: DNIT (2003)

Quadro 3 – Tipos de trincas interligadas

Nome	Figura	Descrição
Trinca tipo couro de jacaré		São formadas em conjuntos de trincas interligadas e não seguem uma direção preferencial, cujo seu arranjo tem aspecto semelhante ao couro de jacaré. Apresentam, ou não, erosão acentuada nas bordas.
Trinca tipo bloco		São conjuntos de trincas interligadas caracterizadas pela configuração de blocos formados por lados bem definidos, também podem, ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas.

Fonte: DNIT (2003)

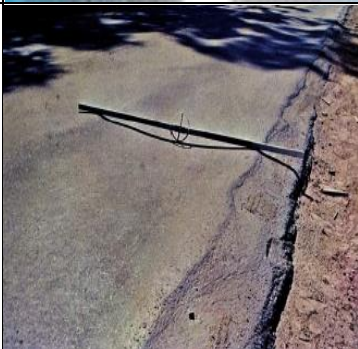
3.4.2 Afundamento

São deformações permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento, podem ser acompanhadas, ou não, de solevamento, podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação, geralmente ocorrem por má compactação do solo DNIT (2003).

Para Bernucci et al. (2022), os afundamentos são defeitos importantes e são derivados de deformações permanentes seja do revestimento asfáltico ou das camadas subjacentes, incluindo o subleito.

Ainda segundo o autor, os afundamentos são classificados como: afundamento por consolidação (AC) ou afundamentos plásticos (AP). O Quadro 4 a seguir mostra a descrição dessa classificação.

Quadro 4 – Tipos de afundamentos

Nome	Figura	Descrição
Afundamento por consolidação		Sua causa é dada pela consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito, porém não há solevamento. É denominado afundamento de consolidação local se sua extensão for de até 6m e denominado afundamento de consolidação da trilha de roda quando estiver localizado ao longo da trilha de roda a extensão e for superior a 6m.
Afundamento plástico		São afundamentos ocasionados pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, acompanhado de solevamento. É caracterizado de afundamento local se possuir até 6m de extensão e denominado de afundamento plástico da trilha de roda quando a extensão for superior a 6m.

Fonte: DNIT (2003)

3.4.3 Outros Defeitos

Os demais defeitos e descrições vistos na norma DNIT 005/2003 - TER são apresentados no Quadro5.

Quadro 5 – Outros defeitos dos pavimentos

Nome	Figura	Descrição
Ondulação ou corrugação		São deformações que se caracterizam por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento. Também popularmente conhecida por “costela de vaca”.
Escorregamento		Dá-se pelo deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua. Ocorre, principalmente, pela falta de aderência da camada de base ou devido à baixa resistência da mistura asfáltica.
Exsudação		Nada mais é que o excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento.
Desgaste		Dá-se pelo arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracteriza-se por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego.
Panela ou buraco		É uma patologia que se dá pela cavidade que se forma no revestimento, podendo chegar às camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas.

Remendo		Técnica utilizada para preenchimento dos buracos com uma ou mais camadas de pavimento na operação denominada de “tapa-buraco”. É denominado remendo profundo quando há substituição do revestimento e uma ou mais camadas inferiores do pavimento e remendo superficial quando a correção se dá em área localizada, pela aplicação de uma camada betuminosa.
---------	---	--

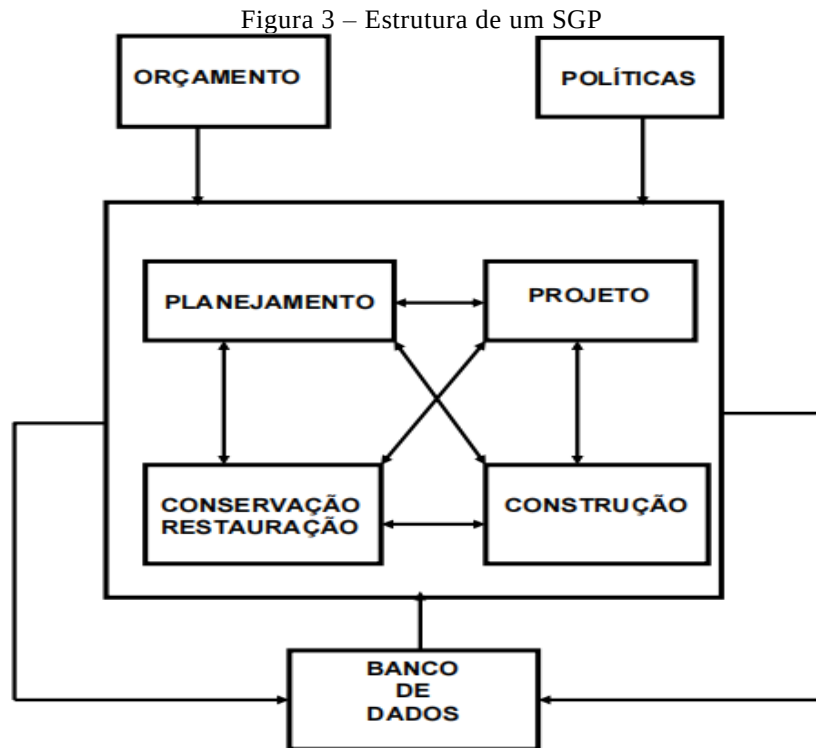
Fonte: DNIT (2003)

3.5 SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS (SGP)

Conforme MARTINS (2019), a criação do Sistema de Gerenciamento de Pavimentos (SGP) teve origem nos Estados Unidos na metade dos anos de 1970, juntamente com seus conceitos e sua implantação, com a utilização de um banco de dados digital. Sendo a principal motivação para criação do SGP, a necessidade de manter as rodovias existentes da época em bom estado de conservação.

De acordo com o Sistema Gerencial de Pavimentos do DNER, um sistema gerencial de pavimentos deve interagir mutuamente, o planejamento, o projeto, a construção e a manutenção dos pavimentos. O DNER especifica que os recursos orçamentários, os dados necessários ao sistema e as diretrizes políticas e administrativas são principais fatores externos condicionantes de um sistema gerencial de pavimentos DNER (2000).

Ainda, segundo o Sistema Gerencial de Pavimentos do DNER, um sistema gerencial de pavimentos tem o objetivo de utilizar da melhor forma os recursos públicos disponíveis e oferecer aos usuários um transporte rodoviário seguro, compatível e econômico. Além disso, um sistema de gerência de pavimentos inclui várias outras atividades como: o planejamento, a programação dos investimentos, o projeto, as obras de manutenção e a avaliação periódica dos pavimentos. A estrutura de um SGP pode ser observada na Figura 3.



Fonte: Sistema gerencial de pavimentos do DNER (2006)

O sistema de coleta de dados do SGP deve ser confiável, cuidadosamente planejado e o pessoal envolvido na operação deve ser dotado de treinamento. Mas, antes de planejar, deve ser definido um sistema de referência eficaz para a informação. Além disso, a base de dados deve ser facilmente acessível e atualizada regularmente através da criação de um sistema de referência FILHO (2022).

Tradicionalmente, o processo decisório de um Sistema de Gerência de Pavimentos pode ser considerado em nível de rede e em nível de projeto. A gerência a nível de rede indica quais os principais trechos da rede rodoviária devem receber investimentos em manutenção, a fim de obter os melhores retornos econômicos possíveis sobre os recursos públicos investidos ao longo de um período de tempo. DNIT (2011).

Ainda segundo DNIT (2011), o sistema de gerenciamento de pavimentos em nível de rede é definido pelo estudo de uma grande área ou rede rodoviária, onde se localiza múltiplas rodovias. Nessa classificação as informações relevantes devem ser mais fáceis e levar menos tempo para serem obtidas. Trata-se de escolher a melhor estratégia ("o que fazer"), definir o curso de ação correto ("como fazer"), escolher áreas-chave ("onde fazer"), identificar o melhor momento para realizar a manutenção ou serviços de restauração (M&R) e custo aproximado ("quando concluído").

Já no sistema de gerenciamento de pavimentos em nível de projeto, um trecho pavimentado específico é observado com mais detalhes. Os dados são coletados de forma mais aprofundada, com estudos da estrutura das camadas do piso, determinando as causas da ocorrência dos defeitos e as consequências que estes podem trazer às camadas adjacentes, em busca de avaliação e seleção do tipo e data de execução do serviço de M&R DNIT (2011). A Figura 4 mostra o fluxograma de um SGP com alternativas das estratégias de M&R.

Figura 4 – Fluxograma de um SGP



Fonte: DNIT (2011)

Analisando o fluxograma, primeiramente, as seções do pavimento a serem analisadas são identificadas e definidas. O próximo passo é verificar as condições do pavimento, obter informações sobre as características físicas e o estado de deterioração, além disso é feita anotações contendo dados de extensões e severidades dos segmentos. A análise ao nível de rede permite a seleção de outras estratégias de M&R. Em seguida, é realizada a análise em nível de projeto, para identificar as atividades de manutenção, se necessário, realiza dimensionamento de reforços ou de restauração. Com base nessas definições, são realizadas análises econômicas e determinadas as prioridades DNIT (2011).

A implementação de um SGP fornece uma forma mais eficaz de monitorar as condições do pavimento, sugerir planos futuros de manutenção e restauração, e redução dos custos. Além disso, uma das vantagens do SGP é a capacidade de analisar tendências futuras na deterioração do pavimento MARTINS (2019).

Por fim, o Sistema de Gestão de Pavimentos (SGP) avalia a perda de desempenho e capacidade de suporte ao longo do tempo e intervenções de tráfego em diferentes estágios de vida útil de um trecho. De acordo com o pavimento avaliado, são definidas intervenções com base nas avaliações das características do pavimento FILHO (2021).

O primeiro passo para a gerência de pavimentos é a obtenção inicial de informações para o planejamento e a elaboração de orçamentos, seguido de monitoramento dos pavimentos analisados com o propósito de medir ao longo do tempo a necessidade de projetos, manutenções e intervenções.

3.6 SISTEMA DE GERÊNCIA DE PAVIMENTOS URBANOS (SGPU)

Segundo MARTINS (2019), quando os pavimentos são construídos nas cidades, muitos problemas são encontrados: falta de informações, falta de dados e de estudos técnico-científicos na área. É sabido que os projetos de pavimentos urbanos estão diretamente ligados no desempenho dos pavimentos nas cidades.

Nesse contexto, com base no SGP, houve a necessidade de criar uma ferramenta semelhante para os pavimentos urbanos o SGPU. A ferramenta de SGPU tem por objetivo formar um produto que permita uma melhor organização das manutenções preventivas (BRANQUINHO, 2021).

Conforme Zanchetta (2017), o SGPU é um conjunto de atividades que ajudam a selecionar e coordenar atividades de manutenção e reparo de pavimentos. É uma ferramenta de gestão e monitorização de recursos das várias etapas da rede rodoviária, incluindo planejamento, programação de recursos, projeto, construção, manutenção e avaliações controle periódicas.

Segundo Zanchetta (2017), o uso do SGPU não é comum no Brasil e não tem normas nem legislações específicas que garantam sua implementação e uso continuado. Ainda segundo o autor, para ser implementado, um SGPU, necessita no mínimo, de:

- Alocação de recursos financeiros;
- Equipe motivada e capacitada;
- Equipamentos para avaliação em campo e análise dos dados coletados em campo;
- Inventários das vias;
- Avaliação em campo para identificar defeitos da superfície ou condição estrutural;

- Estudos para estimativa de desempenho das vias pavimentadas;
- Programação das atividades de M&R mais adequadas;
- Aplicação da alternativa de M&R escolhida, e
- Realimentação dos dados.

Segundo (Silva et al, 2020), os mesmos princípios de um SGP, podem também serem utilizados no Sistemas de Gerência de Pavimentos Urbanos (SGPU). Porém, Danieleski (2004) aponta características que diferem os pavimentos em áreas urbanas dos pavimentos rodoviários. Segundo o autor, o tráfego é em sua maioria composto por utilitários, ônibus urbanos e a presença de veículos de grande porte é mínima, veículos esses que contribuem para que a velocidade de operação seja baixa e o fluxo descontínuo. Além das obras de redes de infraestruturas (rede de água, esgoto, telefonia, gás, energia, etc), obras essas que são construídas sob os pavimentos e sua manutenção necessita da abertura de valas e posteriormente necessitam de reconstrução do pavimento.

3.7 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS

Para implementação de um SGP, a avaliação dos pavimentos é parte fundamental, já que é o ponto inicial para futuras decisões a serem tomadas no sistema. Esta análise permite determinar as condições funcionais, estruturais e operacionais dos trechos dos pavimentos em determinado momento, ajudando na seleção de intervenções a serem realizadas no pavimento (FILHO, 2021).

Conforme Bernucci *et al.* (2022), a avaliação de pavimentos tem como conceitos associados:

- serventia: está relacionada à qualidade do pavimento, em determinado momento de um segmento, em relação ao conforto ao rolamento e segurança;
- desempenho: dá-se pela variação da serventia ao longo do tempo de uso do pavimento;
- gerência: está relacionada às atividades de administração, gestão e otimização dos recursos investidos ao planejamento, projeto, construção, manutenção e avaliação dos pavimentos;
- restauração: são as operações destinadas a restabelecer por um todo ou em partes as características técnicas originais de um pavimento (intervenções), incluem as:

manutenções preventivas: são intervenções destinadas a repor a condição de serventia do pavimento e retardando os danos. Reforço estrutural: operação de restauração que se dá pelo acréscimo de nova camada de mistura asfáltica, onde é aproveitado parte da estrutura do pavimento, atividade essa conhecida por recapeamento.

- reconstrução: é a operação de refazer o pavimento no todo, mais comumente a partir da camada de sub-base.

Para Albuquerque (2007), avaliação do estado do pavimento parte do processo de quantificação dos defeitos que o pavimento apresenta. E ressalta que a avaliação do pavimento quanto a sua condição, pode ser feita de forma estrutural ou funcional. Conforme MACENA (2019), a avaliação funcional está relacionada ao conforto do usuário, ligado à qualidade do rolamento e os defeitos superficiais, enquanto a avaliação estrutural está ligada à capacidade de suporte de sua estrutura.

Para Carey e Irick (1962), a avaliação funcional de pavimento leva em conta os aspectos que chamam a atenção do usuário, como também ressalta que não é necessário ter o conhecimento técnico para ser capaz de identificar subjetivamente os principais defeitos que o pavimento apresenta e que ocasionam desconforto ao rolamento, além de altos custos operacionais e segurança.

No manual de Pavimentação DNIT (2011), diz que a avaliação funcional de um pavimento está relacionada à análise do estado de sua superfície e de como este tem influência sobre o conforto ao rolamento. Logo, existem vários métodos de avaliação de pavimentos, dentre eles temos: o Valor da Serventia Atual (VSA), uma medida subjetiva baseada em notas dadas por técnicos avaliadores e o Índice de Irregularidade Internacional (IRI), parâmetro determinado por meio de medições de irregularidade longitudinal, efetuadas por meio de aparelhos especificamente projetados para este fim.

O manual de Pavimentação DNIT (2011), ressalva que, atualmente, a determinação do VSA é dada pelo LVC (Levantamento Visual Contínuo da Superfície de Pavimento Flexível e semirrígido), nos segmentos onde ocorre este tipo de revestimento, levando em consideração as ocorrências do pavimento descritas na norma DNIT 006/2003 PRO, além de também disponibilizar os dados necessários para avaliação do IGG – Índice de Gravidade Global.

3.7.1 Índice de Gravidade Global (IGG)

A norma DNIT 006/2003-PRO (Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos), determina as condições exigíveis para a avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos, mediante a contagem e classificação de ocorrências aparentes e da medida das deformações permanentes nas trilhas de roda. Além de dispor de referências para a utilização do método do IGG.

Segundo Zanchetta (2005), a metodologia do IGG pode acarretar em uma conclusão errônea da condição de um segmento do pavimento, devido se um defeito for encontrado na amostra entende-se que este defeito está presente em todo o segmento e, ao contrário, se um defeito presente no segmento não for encontrado na amostra, entende-se que não há defeito no segmento. Outra restrição, com exceção das trincas, é não conceituar a dimensão e o nível de severidade dos defeitos. Além disso, esse método IGG requer uma duração maior para avaliar o segmento do pavimento. Desse modo, o método IGG como indicador de qualidade de pavimentos urbanos possui limitações.

De acordo com Bernucci *et al.* (2022), o procedimento do IGG não se adequa quando se tem grandes extensões a serem avaliadas. Por isso, é sugerido o método de levantamento visual contínuo (LVC), visto que nesse método são registradas as ocorrências preponderantes que se dão na superfície do pavimento.

Segundo o autor, o levantamento dos defeitos se dá através de anotações das ocorrências realizadas em planilhas específicas, material para demarcação de estacas e áreas da pesquisa dos defeitos, e treliça metálica para determinação do afundamento nas trilhas de roda. O IGG não é determinado para toda a área da pista, mas de forma amostral para algumas estações com área e distanciamento entre elas prefixados pela especificação do DNIT.

Conforme a norma DNIT 006/2003-PRO, as superfícies de avaliação devem ser localizadas do seguinte modo: nas rodovias de pista simples, a cada 20 m alternados em relação ao eixo da pista de rolamento (40 m em 40 m em cada faixa de tráfego); nas rodovias com pista dupla, a cada 20 m, na faixa de tráfego mais solicitada de cada pista. A Figura 5 mostra um exemplo das estações em pista simples.

A avaliação subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos é definida pela norma DNIT 009/2003 – PRO que tem por finalidade a obtenção do Valor de Serventia Atual (VSA) e que consiste na obtenção de uma média de cinco atribuições numéricas, compreendidas em uma escala de 0 a 5, dada por cinco avaliadores quanto ao conforto do rolamento de um veículo trafegando em um trecho a um momento da vida de uma via. Esta escala compreende cinco níveis de serventia, conforme apresentada na tabela 2.

Tabela 2 – Níveis de Serventia

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

Fonte: Manual de Gerência de Pavimentos DNIT (2011).

Segundo Bernucci *et al.* (2022), apesar do seu caráter subjetivo, o método VSA, continua a ser empregado nos EUA, no Brasil e em vários outros países por ser de fácil aplicação. Quando a equipe de avaliação é bem treinada tecnicamente, o resultado da condição atual da via é bem representativo.

De acordo com o Manual de Gerência de Pavimentos DNIT (2011), quando o pavimento é bem executado, cujo exibe uma superfície plana, quase sem irregularidades, o VSA é em geral elevado logo após a construção. Com o passar do tempo, o VSA do pavimento diminui por dois fatores principais: o tráfego e as intempéries, na prática não são encontrados VSA igual a 5, condição de perfeição, sem qualquer irregularidade. A exemplo, nas pistas experimentais da AASHO, na década de 1960, para pavimentos asfálticos foram obtidos valores de serventia atual inicial de 4,2 e para pavimentos de concreto de cimento Portland de 4,5. Bernucci *et al.* (2022), diz com o aprimoramento das técnicas construtivas, é possível obter nos dois tipos de pavimento valores iniciais mais próximos da nota 5.

3.7.3 Índice de Irregularidade Internacional (IRI)

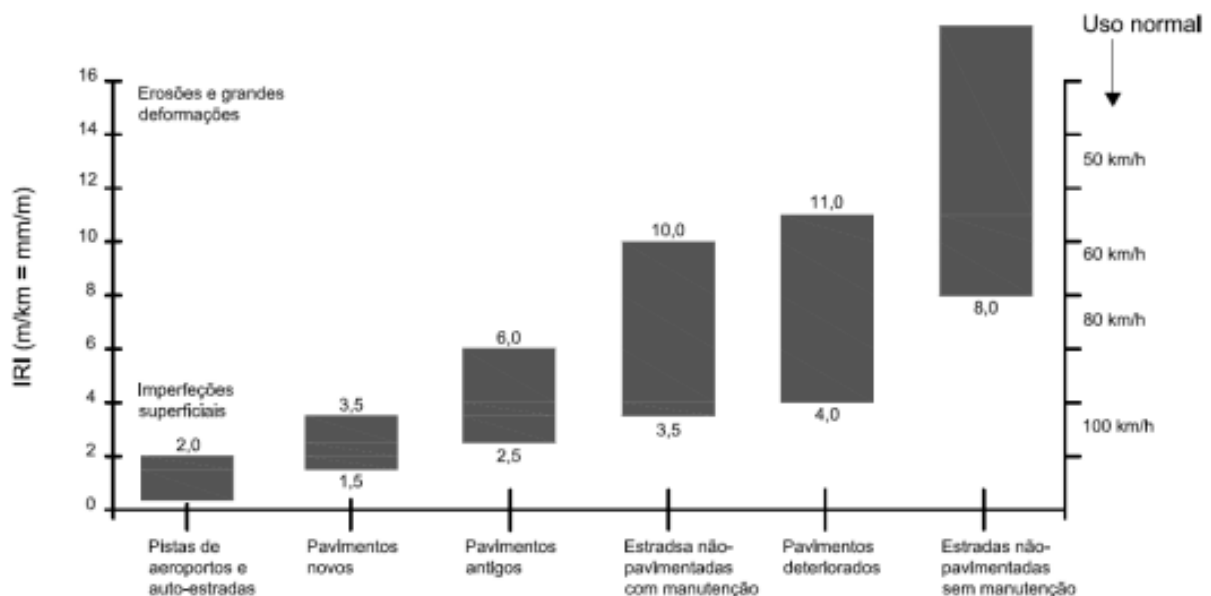
O IRI (International Roughness Index) para o português, Índice de Irregularidade Internacional, é denominado como Avaliação da Irregularidade Longitudinal do Pavimento, sendo empregado nas análises no que se referem ao conforto do usuário.

A irregularidade longitudinal representa a percepção do usuário da via quanto à trafegabilidade e o conforto ao rolamento, logo, o controle dessa característica deve ser requerido desde a fase construtiva BERNUCCI *et al.* (2022).

O DNER (2000) define irregularidade longitudinal de um pavimento, conjunto dos desvios da superfície viária em relação a um plano de referência, que afetam a qualidade do rolamento, a dinâmica dos veículos e a ação dinâmica das cargas sobre a via. E acrescenta que a irregularidade pode decorrer de imperfeições no processo construtivo da via, assim como resultado da deterioração em função da ação do tráfego, do clima e de outros fatores.

Conforme o Manual de Gerência de Pavimentos DNIT (2011), a irregularidade longitudinal se dá pela soma dos defeitos da superfície de um pavimento em relação a um plano de referência ideal de projeto geométrico, que afeta a dinâmica dos veículos, o efeito dinâmico das cargas, a qualidade ao rolamento e a drenagem superficial da via. O IRI é um índice estatístico, expresso em m/km, que quantifica os desvios da superfície do pavimento em relação à de projeto. Esta escala de m/km é a mais usual internacionalmente. A Figura 6 mostra as diversas faixas de variação do IRI.

Figura 6 – Faixas de variação do IRI



Fonte: Manual de Gerência de Pavimentos DNIT (2003).

O IRI é medido utilizando aparelhos projetados ao longo de uma linha imaginária, paralela ao eixo da via e, geralmente, concomitante com as regiões de trilhas de roda, podendo, há casos, que há necessidade de melhor detalhar o perfil, levantando-o em diversas linhas paralelas imaginárias. A medição da irregularidade pode ser feita por medidas topográficas, equipamentos com ou sem contatos que medem o perfil longitudinal, ou ainda de forma indireta realizada por equipamentos do tipo “resposta”, que fornece um somatório de desvios do eixo de um veículo em relação à sua suspensão DNIT, 2011.

Há diversos equipamentos do tipo resposta. Esses equipamentos são muito utilizados devido sua praticidade e seu custo, relativamente baixo. São de simples operação, composto por uma unidade sensora que tem a função de registrar os movimentos da carroceria do veículo em relação ao eixo traseiro, através de um sistema sensível a uma fotocélula que transmite as vibrações do movimento a uma unidade de processamento BERNUCCI *et al.* (2022). Ainda conforme o autor, existem também equipamentos do tipo: perfilômetros inerciais, equipamentos esses que são encontrados mais facilmente no mercado do que os medidores do tipo resposta, dado pela maior quantidade de fabricantes, porém, os perfilômetros são mais caros, mas são mais versáteis e precisos na maioria das vezes.

De acordo com o DNIT, é atribuída uma escala de parâmetros e conceitos ao IRI, parâmetros esses que sofreram adaptação com o tempo. A tabela 3 mostra os critérios atual de avaliação da irregularidade de um pavimento medida pelo IRI

Tabela 3 – Critérios de avaliação da irregularidade de um pavimento medida pelo IRI

Código	Faixa de IRI (m/km)	Irregularidade Superficial
0	$IRI \leq 3,0$	BOM
1	$3,0 < IRI \leq 4,0$	REGULAR
2	$4,0 < IRI \leq 5,5$	MAU
3	$IRI > 5,5$	PÉSSIMO

Fonte: Adaptado do DNIT (2011)

Observa-se que de acordo com a tabela 3, 3,0 m/km é valor máximo estipulado do IRI de uma rodovia que apresenta boa trafegabilidade, como também os que valores acima de 4,0 m/km configuram condições indesejadas, como pavimentos deteriorados, sem manutenção e rodovias não pavimentadas.

3.7.4 Levantamento Visual Contínuo (LVC)

A norma DNIT 008/2003 – PRO Levantamento Visual Contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento, fixa as condições necessárias na avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos, além de determinar o índice de condição de pavimentos flexíveis (ICPF), proporciona os elementos necessários para o cálculo do índice de gravidade global expedito (IGGE) e do índice do estado de superfície do pavimento (IES).

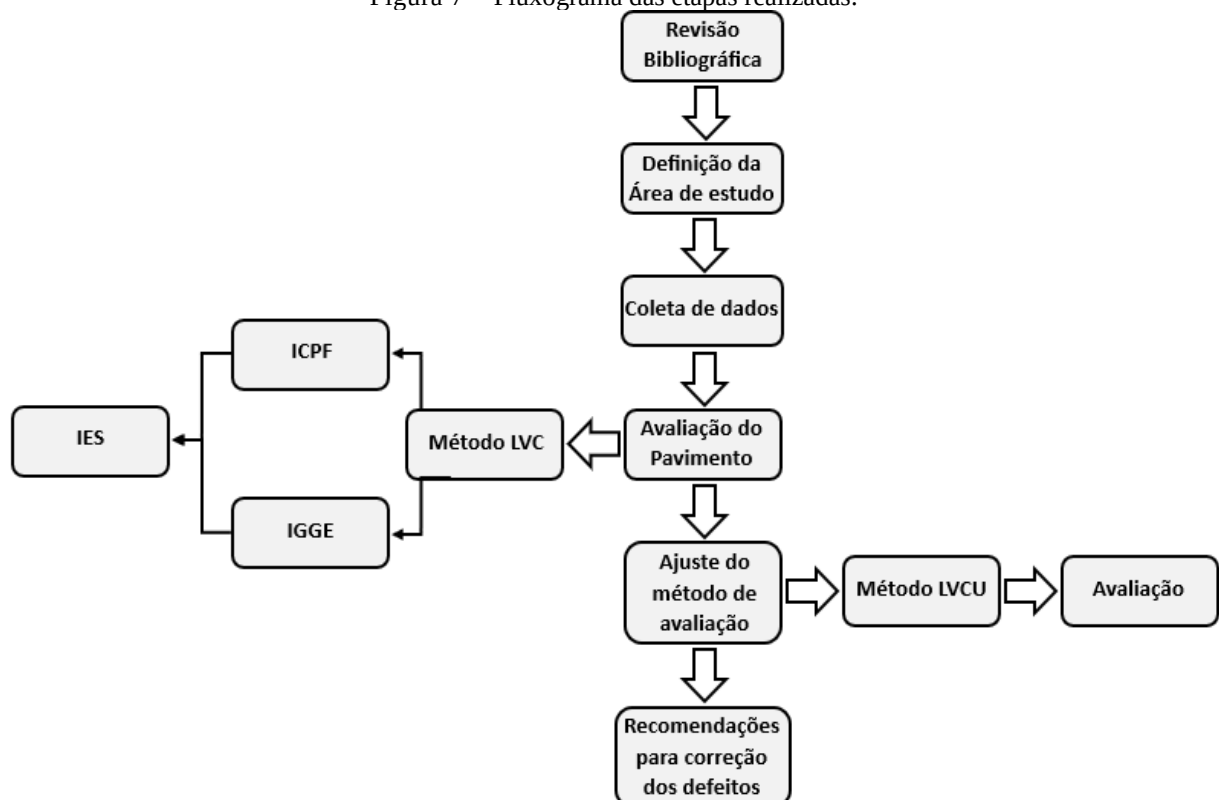
De acordo com a norma para o procedimento ser realizado, é necessário um veículo equipado com velocímetro e hodômetro para que seja realizada a aferição da velocidade de operação e das distâncias percorridas. A equipe de avaliadores deve ser composta de no mínimo de dois técnicos e um motorista do veículo. O veículo deve transitar a uma velocidade média de 40 km/h percorrendo a rodovia em um único sentido, em rodovia de duas faixas de tráfego.

4 METODOLOGIA

Seguindo as definições de pesquisa bibliográfica propostas por Kauark et al. (2010), o presente trabalho apresenta metodologia de pesquisa de natureza exploratória sobre pavimentos e defeitos de superfície em pavimentos flexíveis. Primeiramente realizou-se uma revisão bibliográfica sobre o tema da pesquisa com base em livros, monografias, artigos acadêmicos e dissertações que enfatizam a aplicação do método LVC no contexto de gerência de pavimentos flexíveis urbanos. A escolha do método se deu por sua fácil aplicação, além de o LVC apresentar uma vantagem em relação a outros métodos na questão do tempo de realização.

Nesse sentido, foi definida a área de estudo e por fim, com a finalidade de alcançar os objetivos propostos, foi realizado um estudo de caso, dado por uma avaliação manual, aplicando os métodos de avaliação da qualidade do pavimento, seguindo as premissas da norma técnica DNIT 008/2003 PRO - Método de Levantamento Visual Contínuo (LVC). A Figura 7 mostra o fluxograma com todas as etapas da pesquisa.

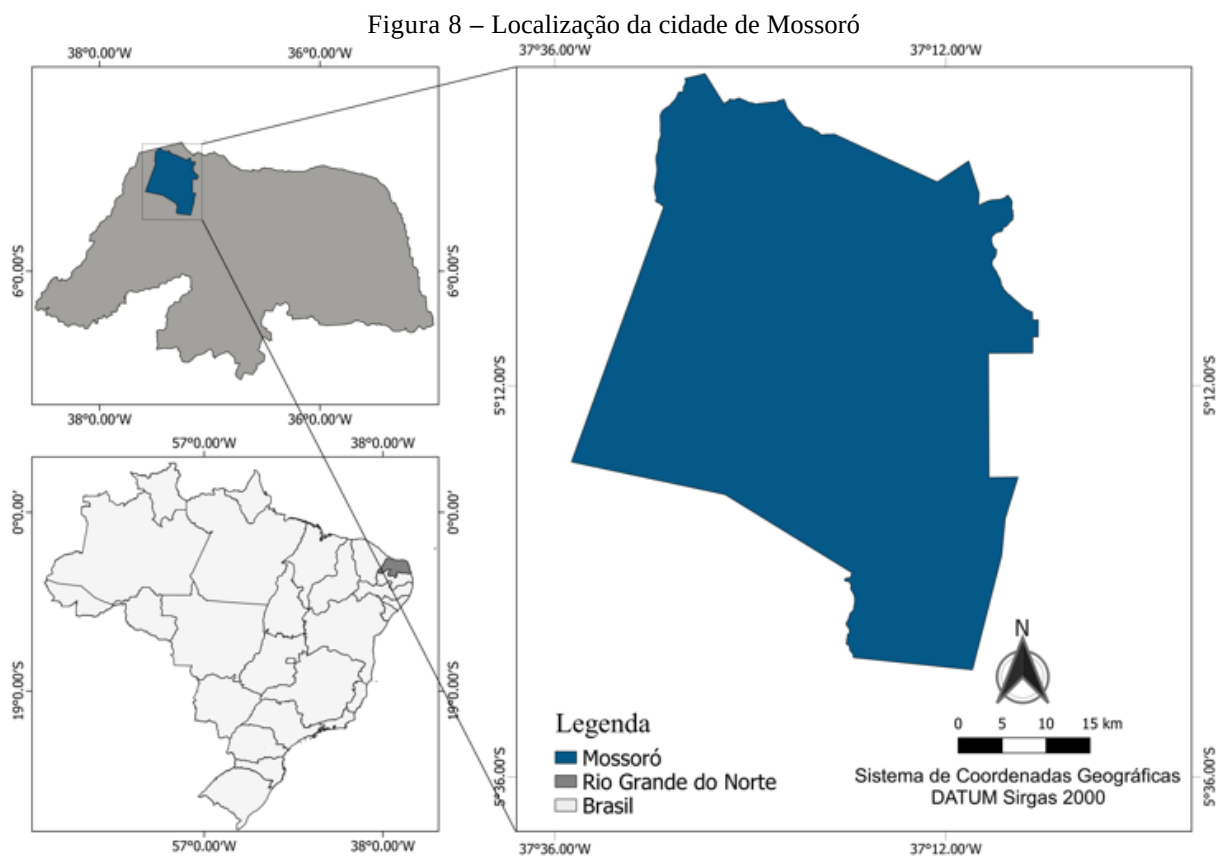
Figura 7 – Fluxograma das etapas realizadas.



Fonte: Autoria própria (2024).

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

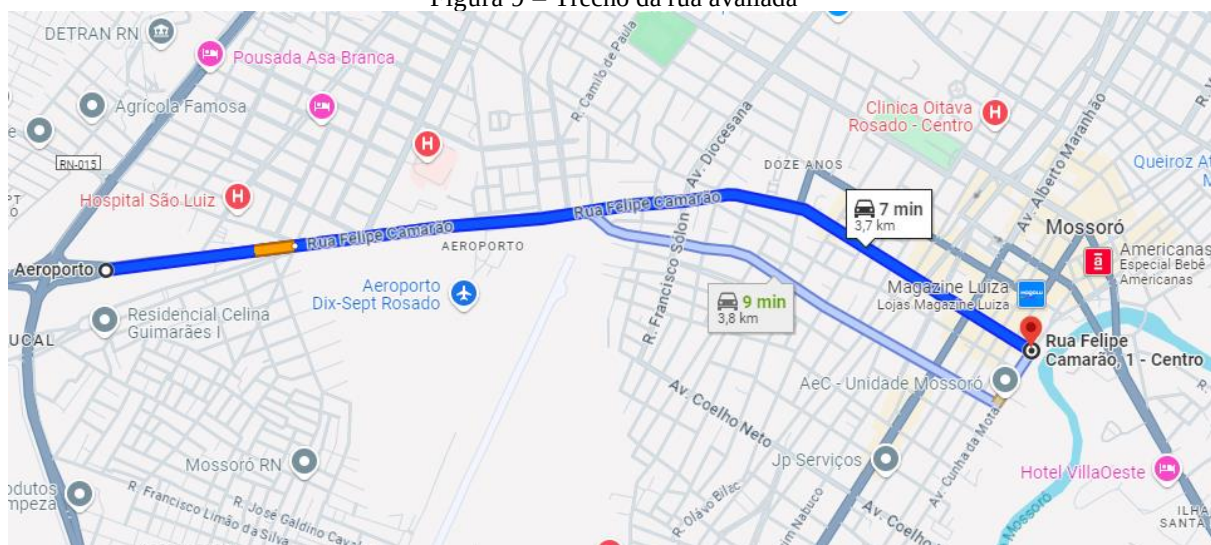
O presente estudo foi realizado na cidade de Mossoró, localizado na Região Nordeste do Brasil, mais precisamente no estado do Rio Grande do Norte. O município está localizado na mesorregião do Oeste Potiguar, distante cerca de 280 km da capital do estado, Natal. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), o município possui uma área de 2.099,334 km², com população estimada de 264.577 habitantes. A Figura 8 mostra a localização da cidade de Mossoró.



Fonte: Autoria própria (2024)

O trecho de estudo escolhido foi o da rua Felipe Camarão, localizada no perímetro urbano da cidade de Mossoró. A rua Felipe Camarão é constituída de pista simples e dupla, situada em um local de grande fluxo de veículos, além disso é uma via que dá acesso diretamente ao centro da cidade, bem como interliga os bairros Alto da Conceição, Boa Vista, Doze Anos e Aeroporto, sendo uma das vias mais importantes da cidade. O trecho selecionado foi dividido em 6 (seis) partes com 1 (um) quilômetro de extensão cada, totalizando 6 (seis) mil metros. O detalhamento do trecho pode ser visto na Figura 9.

Figura 9 – Trecho da rua avaliada



Fonte: Google Maps (2024)

4.2 ESTUDO DE CASO

O método de avaliação usado no LVC é feito através do preenchimento de um formulário que segue as instruções da norma. O percurso deve ser dividido em segmentos com no mínimo 1 (Um) km e no máximo 6 (Seis) km de extensão, dando preferência para segmentos, com 1(Um) km de extensão (DNIT, 2003). Ainda de acordo com a norma, a quantidade de defeitos encontrados por km no segmento analisado é registrada em um formulário e são registrados em códigos: (A), (M) e (B) correspondente as frequências alta, média e baixa de acordo com a estimativa da qualidade e da porcentagem de ocorrência do defeito. A frequência dos defeitos observados no Levantamento Visual Contínuo (LVC) e o formulário que deve ser utilizado para o levantamento é mostrado respectivamente na tabela 4 e na figura 10.

Tabela 4 – Frequência dos defeitos observados no levantamento visual contínuo

Código	Frequência	Painelas e Remendos	Demais defeitos
		Quantidade/km	% por km
A	Alta	≥ 5	≥ 50
M	Média	2 – 5	50 – 10
B	Baixa	≤ 2	≤ 10

Fonte: Adaptado do DNIT 008/2003 – PRO

Figura 10 – Formulário para o levantamento visual contínuo (LVC)

MT																Folha					
DNIT																de					
Código PNV Trecho do PNV		Ext. PNV _____ Ext. EXEC _____ UNIT _____ Nº PISTA/LADO _____ MÊS/ANO _____																			
		Largura da Pista: _____																			
		Largura do Acostamento: _____																			
		Início _____ MR Nº _____																			
		Fim _____ VMD _____ MR Nº _____																			
SEGMENTO				FREQÜÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B, ou S)										I		INF.COMPLEMENTARES				OBSERVAÇÕES	
Nº DO		ODÔMETRO/KM		Ext	P	TRINCAS			R	DEFOR-MAÇÕES		OUTROS DEFEITOS			C						
SEG						TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E		P	REV	ESP	IDADE		
																	ORIG	REST			

Fonte: Norma 008/2003-PRO DNIT (2003)

4.2.1 Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis (ICPF)

O cálculo do Índice de condição de pavimentos flexíveis e semirrígidos (ICPF) é obtido por meio do cálculo da média dos índices contidos no formulário do levantamento (figura 10), realizado através da visualização do pavimento durante a execução do levantamento e avaliados por dois ou mais avaliadores DNIT (2003). A tabela 5 mostra os critérios do ICPF.

Tabela 5 – Critérios do ICPF

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

Fonte: DNIT (2003)

Conforme apresentado na tabela 5, o índice do ICPF varia de 0 a 5, atribuindo conceitos a superfície do segmento avaliado, além de informar as medidas de manutenção que devem ser aplicadas no trecho avaliado.

4.2.2 Índice de Gravidade Global Expedido (IGGE)

Segundo a norma 008/2003 – PRO Índice de Gravidade Global Expedido é semelhante ao método IGG, especificado na norma DNIT 006/2003-PRO. O IGGE é obtido por meio da frequência dos defeitos e seus respectivos pesos, de acordo com a equação 1. O índice avalia os defeitos de trincas, deformações, painéis e remendos, os quais são atribuídos pesos que variam de acordo com a frequência de ocorrência.

A tabela 6 mostra respectivamente os pesos dos defeitos em função da frequência de ocorrência.

$$IGGE = P_t \cdot F_t + P_{oap} \cdot F_{oap} + P_{pr} \cdot F_{pr} \quad (\text{Equação:1})$$

Onde:

- F_t , P_t = Frequência e Peso do conjunto de trincas;
- F_{oap} , P_{oap} = Frequência e Peso do conjunto de deformações;
- F_{pr} , P_{pr} = Frequência (quantidade por km) e Peso do conjunto de painéis e remendos.

Tabela 6 – Pesos dos defeitos em função da frequência de ocorrência

Frequência	Gravidade	Painéis e remendos		Trincas e deformações		
		Fator F_{pr} (Quant./km)	Peso	Fator F_t e F_{oap} (%/km)	Peso de Trincas	Peso das Deformações
A - Alta	3	≥ 5	1,00	≥ 50	0,65	1,00
M - Média	2	2 - 5	0,80	50 - 10	0,45	0,70
B - Baixa	1	≤ 2	0,70	≤ 10	0,30	0,60

Fonte: Adaptado do DNIT 008/2003 – PRO

4.2.3 Índice do Estado da Superfície do Pavimento (IES)

A norma 008/2003 – PRO especifica que em função dos conceitos do ICPF e dos valores obtidos no IGGE, encontra-se o IES, que é calculado como resultado destes dois índices, cujos valores estão compreendidos em escala de 0 a 10. Os valores do IES juntamente com o Código e o Conceito atribuídos ao estado da superfície do pavimento são determinados de acordo com a Tabela 7.

Tabela 7 – Índice do Estado da Superfície do pavimento IES

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

Fonte: Adaptado do DNIT 008/2003 – PRO

Por fim, fazendo o uso da tabela 7, conclui-se o objetivo final da norma DNIT 008/2003-PRO, o qual é determinar o índice do estado de superfície do pavimento estudado, com base na determinação do ICPF e cálculo do IGGE.

4.2.4 Identificação dos Defeitos

A avaliação dos defeitos nos pavimentos asfálticos é de suma importância, visto que permite a identificação das falhas que afetam o pavimento. Logo, é primordial para se ter um norte de qual ação de M&R tomar, contribuindo assim para o melhor conforto dos usuários. A identificação visual dos defeitos foi realizada por toda extensão do trecho estudado, seguindo a classificação vigente na norma DNIT 005/2003-TER para a classificação dos defeitos.

4.2.4.1 Avaliação manual – DNIT 008/2003

Foi realizada com base no método do LVC, padronizado pela norma DNIT 008/2003 – Levantamento Visual Contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – que tem por finalidade fazer análise de defeitos observados durante o percurso do trecho estudado. O LVC consiste na contagem das patologias encontradas, essencial para o obter o cálculo do IGGE, sendo uma etapa objetiva. Além de ser atribuídas notas dadas pelos avaliadores para obter o ICPF, que é uma etapa subjetiva. Em posse dos resultados do IGGE e ICPF obtiveram-se o resultado da avaliação, o IES.

4.2.4.2 Equipamentos Utilizados

Os equipamentos exigidos pela norma DNIT 008/2003 é um veículo de passeio, o qual foi utilizado para a realização do LVC, seguindo a norma o veículo tem que estar equipado com velocímetro e odômetro calibrado, a fim de determinar a velocidade e as distâncias percorridas em cada segmento do trecho a ser avaliado.

Porém, para o LVCU, por se tratar de uma via urbana e sabendo que a referida norma não se aplica a vias urbanas, optou-se por fazer o percurso a pé, para garantir maior precisão no levantamento dos quantitativos dos defeitos apresentados e a fim de manter a confiabilidade dos defeitos encontrados, fez-se o uso de outros equipamentos tais como: câmera fotográfica de aparelho celular, com a finalidade de registrar os principais defeitos encontrados na superfície do pavimento e planilha para anotação dos quantitativos dos defeitos.

4.2.4.3 Equipe de Operação

Seguindo as diretrizes normativas, a equipe de operação deve ser composta por no mínimo 3 (Três) componentes, sendo mínimo de 2 (Dois) técnicos, os quais são responsáveis pela observação e avaliação dos trechos analisados, e 1 (Um) motorista que tem como responsabilidade a condução do veículo.

Assim, o presente estudo se trata do trabalho final de graduação. A equipe de avaliação dos trechos foi composta por dois componentes, sendo um dos componentes, o avaliador (autor do estudo), e o outro componente, o motorista.

4.2.4.4 Condições do Tempo

O levantamento foi realizado na data de 15/09/2024, no período diurno entre as 8h e 12h, em dia ensolarado dentro das caracterizas exigidas para realizar o levantamento e sem obstáculos que dificultassem a visão, de modo que permitiu adequadamente a visualização por parte do avaliador.

4.2.4.5 Operação do Veículo

O veículo foi conduzido a uma velocidade média de aproximadamente de 40 km/h, com variação de 3 km/h para mais ou para menos, por se tratar de uma via constituída de pista simples e duplo. O veículo foi conduzido em um único sentido para trechos de pista simples e conduzido nos dois sentidos, para trecho de pista dupla, respeitando sempre as diretrizes normativas, a qual estabelece que o levantamento deve ser realizado em único sentido para rodovias de pista simples, e em caso de rodovias de pista dupla, devendo ser feito separadamente para cada lado da pista.

4.2.4.6 Processo do Levantamento

Como já mencionado anteriormente, o trecho foi dividido em subtrechos com extensão de 1 (Um)km cada, totalizando 6 (Seis) trechos e uma extensão total de 6 (Seis) km. A divisão do trecho seguiu a orientação da norma, pois não houve certeza da homogeneidade das condições ao longo de toda a extensão do segmento, impossibilitando de adotar subtrechos maiores do que 1(Um) km de extensão.

Com base no LVC, realizou-se o processo de observação e coleta de dados durante todo o percurso do trecho, simultaneamente feito as anotações quantitativas e frequência de defeitos de cada subtrecho. Quanto aos defeitos, foi feito o levantamento do quantitativo de buracos e remendos e uma estimativa percentual dos demais defeitos.

Durante a coleta de dados e as análises dos resultados do Levantamento Visual Contínuo, observou-se pontos que podem ser ajustados, de forma a propiciar que o método se adeque as condições urbanas, de forma a promover maior confiabilidade nos resultados sendo chamado de Levantamento Visual Contínuo Urbano (LVCU).

Atendendo esses ajustes propostos, o LVCU foi realizado da seguinte maneira. O levantamento dos defeitos urbanos foi realizado percorrendo o trecho a pé e com o auxílio de smartphone foi realizado o registro fotográfico, bem como a quantificação dos defeitos. Quanto a atribuição à frequência dos defeitos urbanos, adicionou-se ao conjunto de painelas e remendos já existentes na norma o conjunto de Defeitos Urbanos (DU), pois são considerados como defeitos pontuais. A Tabela 8 apresenta a frequência de defeitos pelo LVCU.

Tabela 8 – Frequência dos defeitos observados no LVCU

Código	Frequência	Panelas, Remendos e Defeitos Urbanos	Demais defeitos
		Quantidade/km	% por km
A	Alta	≥ 5	≥ 50
M	Média	2 - 5	50 - 10
B	Baixa	≤ 2	≤ 10

Fonte: Adaptado do DNIT 008/2003 – PRO

Para definir o ICPF, foi realizado de acordo com a norma, não havendo a necessidade de fazer alterações. Quanto à determinação do IGGE, implementou-se uma nova equação, a Equação 2, que tomou como base a Equação 1 da norma DNIT 008/2003, logo, para esta nova equação foi implementada uma nova parcela de cálculo referente aos os defeitos urbanos. Em relação aos pesos atribuídos para o novo conjunto de defeitos, resultou-se da média aritmética feita entre os pesos dos conjuntos de deformações e conjunto de painelas e remendos já existente na norma, visto que esse novo conjunto possui características semelhantes aos defeitos em vias rurais. A Tabela 9 apresenta os novos valores de fator de frequência e pesos.

$$IGGE = (Pt * Ft) + (Poap * Foap) + (Ppr * Fpr) + (Pdu * Fdu) \quad (\text{Equação:2})$$

Onde:

- Ft, Pt = Frequência e Peso do conjunto de trincas;
- Foap, Poap = Frequência e Peso do conjunto de deformações;
- Fpr, Ppr = Frequência (quantidade por km) e Peso do conjunto de placas e remendos.
- Fdu, Pdu = Frequência e Peso do conjunto de defeitos urbanos.

Tabela 9 – Pesos dos defeitos em função da frequência de ocorrência

Frequência	Gravidade	Placas e remendos		Trincas e deformações			Defeitos Urbanos
		Fator Fpr (Quant./km)	Peso	Fator Ft, Foap (%/km)	Peso de Trincas	Peso das Deformações	Peso (Fdu)
A - Alta	3	≥ 5	1,00	≥ 50	0,65	1,00	1,00
M - Média	2	2 - 5	0,80	50 - 10	0,45	0,70	0,75
B - Baixa	1	≤ 2	0,70	≤ 10	0,30	0,60	0,65

Fonte: Adaptado do DNIT 008/2003 – PRO

5 RESULTADOS

A rua Felipe Camarão tem em sua totalidade seis quilômetros de extensão, sendo um quilometro de sua totalidade de responsabilidade da prefeitura de Mossoró – RN e os outros cinco quilômetros de responsabilidade do DNIT.

5.1 LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO

Conforme o formulário do LVC, foi possível obter o quantitativo de manifestações patologias encontradas em cada trecho. Por meio dos dados obtidos em campo, foi estimado o valor do ICPF para cada trecho analisado, assim como foi possível calcular o Estado de Superfície do Pavimento (IES) e do Índice de Gravidade Global Expedido (IGGE). A Tabela 10 apresenta o formulário do LVC preenchido e o ICPF atribuído a cada trecho.

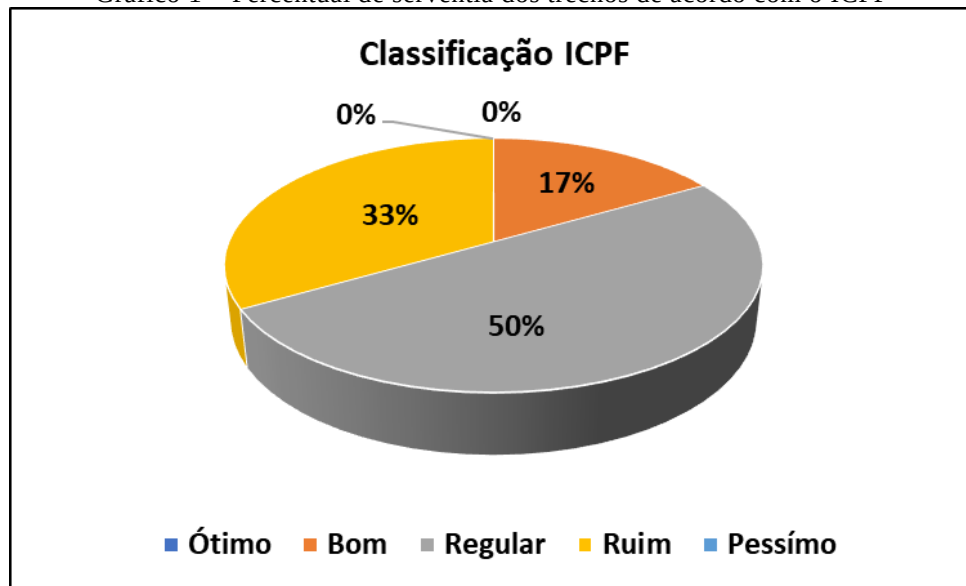
Tabela 10 – Formulário do LVC e ICPF dos trechos

SEGMENTO			FREQÜÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B, ou S)											I C P F	INF.COMPLEMENTARES				OBSERVAÇÕES
Nº DO SEG	ODÔMETRO/KM		Ext	P	TRINCAS			R	DEFOR- MAÇÕES		OUTROS DEFEITOS				REV	ESP	IDADE		
	INÍCIO	FIM			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E				ORIG	REST	
1	0	1	1	A	A	M	B	A	B	S	A	B	B	2	CBUQ				
2	1	2	1	A	M	M	B	A	S	S	B	S	S	3	CBUQ				
3	2	3	1	M	M	B	B	A	B	S	B	S	S	3	CBUQ				
4	3	4	1	A	A	B	B	A	B	S	M	B	S	2,5	CBUQ				
5	4	5	1	B	B	S	S	M	B	S	B	B	S	3,5	CBUQ				
6	5	6	1	A	A	S	S	A	M	B	B	S	S	3	CBUQ				

Fonte: Autoria Própria (2024)

A classificação do nível de serventia do pavimento, segundo o ICPF, é atribuída conforme a percepção do avaliador, com base na análise das frequências dos defeitos e na descrição das condições da via, de acordo com a tabela de conceitos (Tabela 5). Observa-se que 17% do pavimento analisado encontra-se em situação boa, 33% em situação regular e 50% em estado ruim. Para os demais conceitos não tiveram porcentagem relevante. O Gráfico 1 apresenta o percentual de serventia dos trechos de acordo com o ICPF.

Gráfico 1 – Percentual de serventia dos trechos de acordo com o ICPF



Fonte: Autoria Própria (2024)

A determinação do IGGE foi estabelecida através dos índices indicados na tabela 6, presente no item 4.2.2, que disponibiliza os valores dos pesos e frequências de defeitos, assim, foi possível a realização do cálculo do Índice de Gravidade Global Expedito fazendo o uso da equação 1. A Tabela 11 mostra os fatores, pesos e o valor determinado do IGGE de cada trecho.

Tabela 11 – Cálculo do IGGE nos segmentos avaliados

IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO										
SEGMENTO	TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELAS + REMENDO			(Ft*Pt)+(Foap*Poap) +(Fpr*Ppr)
SEGMENTO	Ft (%)	Pt	Ft * Pt	Foap %	Poap	Foap * Poap	N° Fpr	Ppr	Fpr * Ppr	IGGE
1	60	0,65	39,0	20	0,70	14,0	28	1	28,00	81,00
2	20	0,45	9,0	10	0,70	7,0	19	1	19,00	35,00
3	40	0,45	18,0	15	0,70	10,5	14	1	14,00	42,50
4	50	0,45	22,5	20	0,70	14,0	15	1	15,00	51,50
5	15	0,45	6,8	5	0,60	3,0	9	1	9,00	18,75
6	10	0,45	4,5	25	0,70	17,5	21	1	21,00	43,00

Fonte: Autoria Própria (2024)

O valor do IES foi obtido em função do ICPF e do IGGE calculados, utilizando a Tabela 7. A Tabela 9 a seguir apresenta os valores obtidos para o ICPF, IGGE e IES, bem como o valor código e o conceito para cada trecho. A Tabela 12 apresenta o resultado da avaliação do LVC.

Tabela 12 – Resultado da avaliação do LVC

RESULTADO DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO							
SEGMENTO	EXTENSÃO (KM)	ICPF	IGGE	ÍNDICE DO ESTADO DE SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO (IES)			OBSERVAÇÕES
				VALOR	CÓDIGO	CONCEITO	
1	1	2	81,00	8	E	PÉSSIMO	–
2	1	3	35,00	3	C	REGULAR	–
3	1	3	42,50	4	C	REGULAR	–
4	1	2,5	51,50	5	D	RUIM	–
5	1	3,5	18,75	1	B	BOM	–
6	1	3	43,00	4	C	REGULAR	–

Fonte: Autoria Própria (2024)

Como observado na Tabela 9, o trecho 5 é o trecho que apresenta o menor valor de IGGE e conceituado como bom, entre os trechos avaliados foi o que apresentou o melhor conceito após o resultado do LVC, pois possuem desgaste superficial e trincas não muito severas. Os trechos 2, 3 e 6, ambos receberam conceito regular, no entanto, os trechos 2 e 3 receberam nota de IES de valor 3 e o trecho 6, nota 4, pois são trechos que apresentam o pavimento trincado, com panelas e remendos pouco frequentes e que apresenta desgaste um pouco mais severo, já o trecho 1 e 4, foi conceituado como péssimo e ruim respectivamente, além disso o trecho 1 é o trecho que apresenta o maior valor de IGGE, são trechos que apresentam defeitos generalizados como panelas, remendos superficiais ou profundos, além de trincas severas em maior parte da totalidade dos trechos. Os Quadros a seguir mostram os defeitos de superfícies identificados nos respectivos trechos.

Quadro 6 – Defeitos de superfície identificados no trecho 1

Panelas e Remendos	Trincas por Fadiga em Trilhas de rodas
	
Panelas de Deterioração	Remendo com Escorregamento da mistura asfáltica



Fonte: Autoria Própria (2024)

Quadro 7 – Defeitos de superfície identificados no trecho 2

Soltamento do Agregado da mistura asfáltica	Escorregamento do Revestimento
	
Soltamento do Revestimento	Remendos com Trincas em Blocos
	

Fonte: Autoria Própria (2024)

Quadro 8 – Defeitos de superfície identificados no trecho 3

Remendo com Escorregamento da mistura asfáltica	Panela revestida de concreto
	
Panela	Trinca de Flexão
	

Fonte: Autoria Própria (2024)

Quadro 9 – Defeitos de superfície identificados no trecho 4

Panelas com Trincas Couro de Jacaré	Panelas e Desgaste da Pavimentação
	
Trincas Couro de Jacaré	Desgaste do Pavimento



Fonte: Autoria Própria (2024)

Quadro 10 – Defeitos de superfície identificados no trecho 5

Desgaste (Nível de deterioração Baixo)	Trinca Transversal
Afundamento	Trinca Longitudinal

Fonte: Autoria Própria (2024)

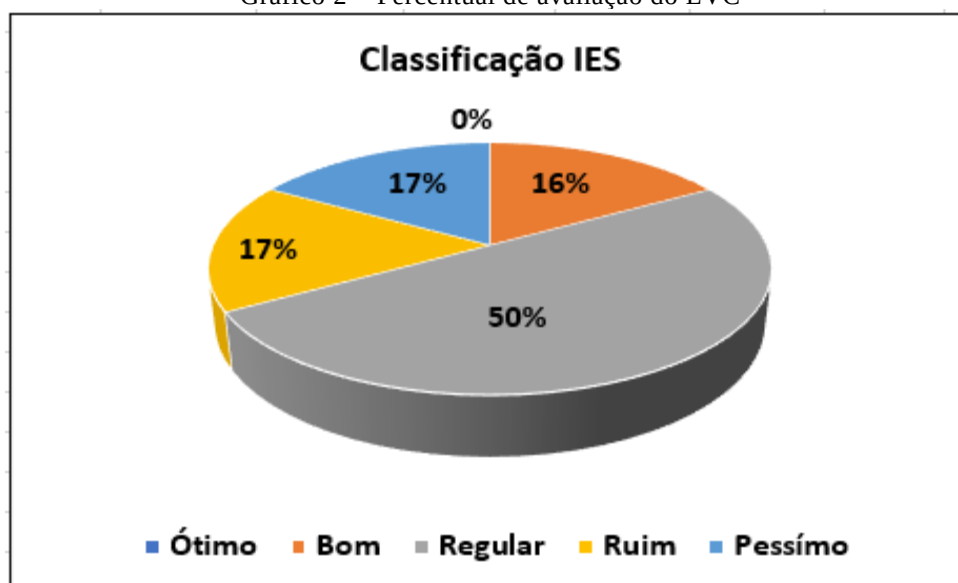
Quadro 11 – Defeitos de superfície identificados no trecho 6

Sobreposição de Camadas	Remendo com Escorregamento da mistura Asfáltica
	
Afundamento de Trilha de Roda	Soltamento do Agregado da mistura asfáltica
	

Fonte: Autoria Própria (2024)

Assim, conclui-se que 66% dos trechos avaliados indicam conceitos positivos (bom e regular) e 36 % apresentam conceitos negativos (ruim e péssimo). O Gráfico 2 apresenta o percentual do LVC dos trechos avaliados com os seus respectivos conceitos.

Gráfico 2 – Percentual de avaliação do LVC



Fonte: Autoria Própria (2024)

Conforme norma DNIT 008/2023, o Levantamento Visual Continuo é realizado com avaliadores que em um carro percorre o trecho a uma velocidade média de 40 km/h. Nota-se com essa metodologia a imprecisão no levantamento pode ocorrer com certa facilidade, visto que pode passar manifestações patológicas presentes no trecho despercebidas, devido a velocidade que o veículo trafega, como também o fluxo de transito são outro fatores que podem acarretar em condições desfavoráveis para o levantamento, consequentemente prejudicar a capacidade de avaliação e contribuir na identificação e quantificação dos defeitos de forma inadequada. Sem uma quantificação precisa, não é possível ter um banco de dados confiável para fazer o acompanhamento da evolução das manifestações patologias ao longo da via.

Assim, faz-se necessário adotar uma maneira mais eficaz de visualizar as manifestações patológicas. Logo, para maior precisão, em vez de realizar em um carro a 40km/h, conforme a norma, pode ser realizado percorrendo os trechos a pé. Quanto à coleta dos dados, em vez de de ser coletados em planilhas, pode-se adotar uma coleta de forma automática, fazendo utilização de aplicativos de smartphones que possam georreferenciar pontos das manifestações patológicas encontradas. Em posse desses dados, seriam exportados para softwares de elaboração de mapas, possibilitando maior qualidade, precisão e confiabilidade no levantamento, criar um banco de dados que seja alimentado periodicamente, permitindo observar a evolução das patologias encontradas nos pavimentos da cidade.

5.2 LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO URBANO

As vias urbanas ao contrário das vias rurais apresentam diversos defeitos que são ocasionados por fatores tais como instalações de serviços públicos (água, energia, internet), obras de infraestrutura, vazamentos de esgoto que gera defeitos no pavimento devido à água parada, entre outros. Diante do apresentado e com finalidade de apresentar os resultados com maior confiabilidade, houve a necessidade de propor ajustes a norma DNIT 008/2003 de forma a se adaptar à realidade das vias urbanas, dessa forma, foi primordial incluir categorias e pesos específicos para os defeitos encontrados em ambientes urbanos. A Figura 11 mostra a foto do trecho urbano.

Figura 11 – Foto LVCU



Fonte: Autoria Própria (2024)

Assim, para realizar ajuste a norma, foi adicionado um novo conjunto de defeitos chamado de Defeitos Urbanos (DU) para o cálculo do IGGE. Nesse conjunto de defeitos, estão os defeitos presentes no manual de avaliação, manutenção e restauração das condições de pavimentos de vias urbanas elaborado por Moraes (2005). Esses defeitos são: ruptura do revestimento por raízes de árvores, afundamento ou elevação do tampão do poço de visita, desnível de caixa coletora, falta de aderência entre o asfalto e o paralelepípedo, remendos formando lombadas, falta de drenagem superficial, entre outros.

Esse novo conjunto possui características que se assemelham a defeitos encontrados em rodovias, como por exemplo, uma panela ser semelhante com o afundamento do tampão do poço de visita presente no pavimento, a ruptura do revestimento por raízes de árvores com

deformações, remendos formando sarjetas comparados com afundamentos, rebaixamento da tampa do bueiro parecido com remendos, entre outros. O Quadro 12 ilustra alguns desses defeitos.

Quadro 12 – Defeitos de superfície urbanos identificados nos trechos

Rebaixamento do tampão do poço de visita	Rebaixamento da tampa da caixa de manobra do sistema de água
	
Remendo formando lombada	Remendo formando sarjeta
	
Falta de adesividade em paralelepípedos	Ruptura do revestimento por raízes de árvores
	

Fonte: Autoria Própria (2024)

Em posse dos valores do ICPF e do IGGE, foi possível determinar o parâmetro IES (conforme mostrado na Tabela 7), cujos valores variam de 0 a 10, representando conceitos de ótimo a péssimo, respectivamente.

As tabelas a seguir apresentam os valores obtidos para o ICPF, IGGE e IES, bem como o valor código e o conceito para cada trecho. A Tabela 13 e Tabela 14 apresenta o resultado da avaliação do LVCU.

Tabela 13 – Cálculo do IGGE nos trechos avaliados LVCU

IGGE - ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL EXPEDITO													
SEGMENTO	TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELAS + REMENDO			DEFEITOS URBANOS			(Ft*Pt)+(Foap*Poap)+(Fpr*Ppr)+(Fdu*Pdu)
SEGMENTO	Ft (%)	Pt	Ft * Pt	Foap %	Poap	Foap * Poap	N° Fpr	Ppr	Fpr * Ppr	N° Fdu	Pdu	Fdu * Pdu	IGGE
1	60	0,65	39,00	20	0,70	14,0	28	1	28,00	0	0	0,00	81,00
2	20	0,45	9,00	10	0,70	7,0	19	1	19,00	2	0,75	1,50	36,50
3	40	0,45	18,00	30	0,70	21,0	14	1	14,00	3	0,75	2,25	55,25
4	50	0,45	22,50	20	0,70	14,0	15	1	15,00	1	0,65	0,65	52,15
5	15	0,45	6,75	5	0,60	3,0	9	1	9,00	2	0,75	1,50	20,25
6	25	0,45	11,25	30	0,70	21,0	21	1	21,00	14	1	14,00	67,25

Fonte: Autoria Própria (2024)

Tabela 14 – Resultado da avaliação do LVCU

RESULTADO DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO URBANO							
SEGMENTO	EXTENSÃO(KM)	ICPF	IGGE	ÍNDICE DO ESTADO DE SUPERFÍCIE DO PAVIMENTO (IES)			OBSERVAÇÕES
				VALOR	CÓDIGO	CONCEITO	
1	1	2	81,00	8	E	PÉSSIMO	–
2	1	3	36,50	3	C	REGULAR	–
3	1	3	55,25	4	C	REGULAR	–
4	1	2,5	52,15	5	D	RUIM	–
5	1	3,5	20,25	3	C	REGULAR	–
6	1	3	67,25	7	B	RUIM	–

Fonte: Autoria Própria (2024)

Como observado na Tabela 14, o trecho 5 permaneceu apresentando o menor valor de IGGE, no entanto, recebeu um novo conceito no LVCU, conceituado como regular juntando-se aos trechos 2 e 3, os quais já tinham recebido o mesmo conceito no LVC e continuaram com o mesmo conceito no LVCU, com exceção do valor do IGGE que aumentou nesses trechos. O trecho 4, embora tenha apresentado leve aumento no valor de IGGE, permaneceu com o mesmo conceito anterior (ruim), no trecho 1, não houve alteração continuando com conceito e IGGE iguais ao LVC, mas vale ressaltar que no trecho 1 não foi identificado defeitos urbanos.

O trecho 6 foi o que apresentou maior mudança significativa saindo de conceito regular no LVC e passando para conceito ruim no LVCU. Também foi o que houve maior aumento no valor do IGGE, assim como o de IES, passando de nota de valor 4 para valor 7, devido ser o trecho que apresenta a maior incidência de defeitos urbanos, principalmente, buracos e remendos, em decorrência dos serviços da Companhia de Água e Esgoto do Estado do Rio Grande do Norte. A Tabela 15 mostra os resultados detalhado do LVCU e compara com o LVC.

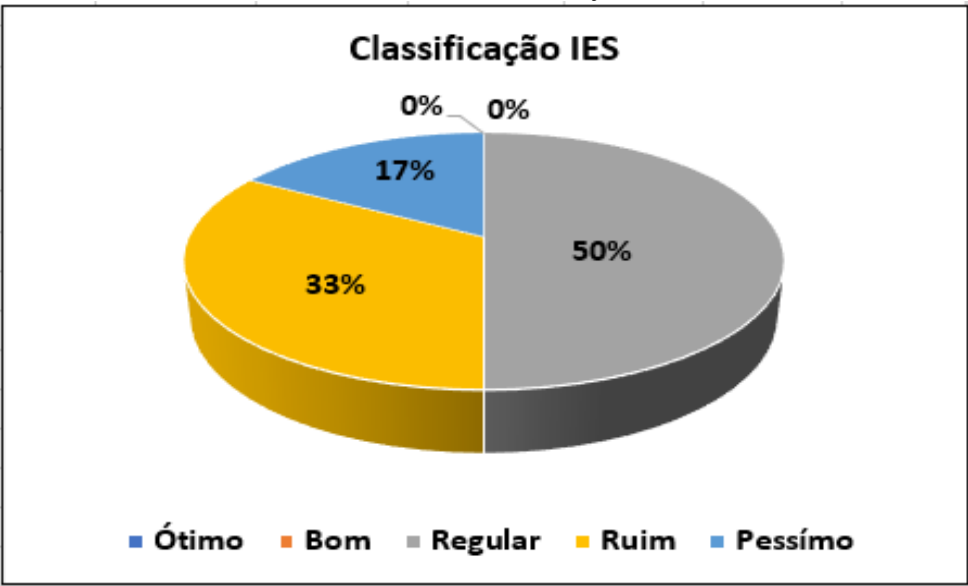
Tabela 15 – Resultado comparativo da avaliação entre LVC e LVCU

Trecho	ICPF	LVC			LVCU		
		IGGE	IES	Conceito	IGGE	IES	Conceito
1	2	81,00	8	PÉSSIMO	81,00	8	PÉSSIMO
2	3	35,00	3	REGULAR	36,40	3	REGULAR
3	3	42,50	4	REGULAR	55,40	4	REGULAR
4	2,5	51,50	5	RUIM	52,20	5	RUIM
5	3,5	18,75	1	BOM	20,35	3	REGULAR
6	3	43,00	4	REGULAR	67,25	7	RUIM

Fonte: Autoria Própria (2024)

Assim, conclui-se que 50 % dos trechos foram avaliados com conceito regular, 33% com conceito ruim e os outros 17% apresentam conceito péssimo. O Gráfico 3 apresenta o percentual do LVCU dos trechos avaliados com os seus respectivos conceitos.

Gráfico 3 – Percentual de avaliação do LVCU



Fonte: Autoria Própria (2024)

5.3 SUGESTÕES PARA CORREÇÕES DOS DEFEITOS IDENTIFICADOS

5.3.1 Trincas por Fadiga em Trilhas de Rodas

- Fresagem e execução de um remendo profundo sobre a área afetada;
- Retirada do material da área afetada e melhoramento das camadas de suporte abaixo do revestimento;
- Execução de um novo revestimento com resistência compatível com as solicitações impostas pelo tráfego.

5.3.2 Trincas em Blocos

- Selagem das trincas com lama asfáltica;
- Fresagem sobre a área afetada e execução de um remendo profundo;
- Execução de um novo revestimento com resistência adequada às solicitações impostas pelo tráfego.

5.3.3 Trincas Couro de Jacaré

- Execução de revestimento sobre a área afetada com mistura asfáltica com resistência adequada às solicitações impostas pelo tráfego;
- Fresagem e execução de um remendo profundo;
- Remoção do material da área afetada e melhoramento das camadas abaixo da superfície.

5.3.4 Trincas Longitudinais

- Selagem das trincas individualmente;
- Aplicação de selante (emulsão asfáltica) em toda a área afetada;
- Retirada do revestimento e/ou camadas inferiores com a execução de um remendo profundo.

5.3.5 Trincas Transversais

- Selagem das trincas com lama asfáltica;
- Fresagem sobre a área afetada e execução de um novo revestimento;
- Execução de um remendo com remoção do material e melhoramento das camadas abaixo do revestimento.

5.3.6 Remendo com Escorregamento da Mistura Asfáltica

- Retirada do material do revestimento;
- Dosagem de uma nova mistura asfáltica;
- Execução de um novo remendo.

5.3.7 Remendo Formando Lombada

- Retirada do material e correção do nível da superfície do remendo com a superfície do pavimento original;
- Compactação e nivelamento adequado de um novo revestimento sobre a área afetada.

5.3.8 Remendo Formando Sarjeta

- Retirada do material e correção do nível da superfície do remendo com a superfície do pavimento original;
- Compactação adequada ($G > 95\%$) das camadas inferiores ao revestimento;
- Execução de um novo revestimento sobre a área afetada.

5.3.9 Painelas de Deterioração

- Limpeza do buraco;
- Corte em forma retangular da área afetada;
- Remoção da água existente;
- Preenchimento com pré-misturado a frio;

- Compactação com placa vibratória;
- Regularização do sistema de drenagem.

5.3.10 Afundamento de Trilha de Roda

- Reconstrução e recompactação das camadas inferiores à superfície afetada;
- Execução de equipamentos de drenagem se necessários;
- Execução de um revestimento com mistura adequável às características de tráfego

5.3.11 Soltamento do Agregado da Mistura Asfáltica

- Limpeza da superfície e aplicação de ligante asfáltico;
- Retirada do revestimento asfáltico da área afetada;
- Execução de um revestimento asfáltico em obediência à dosagem adequada para as condições de tráfego e de clima da localidade.

5.3.12 Falta de Aderência entre o Asfalto e a Superfície do Paralelepípedo

- Retirada do revestimento por fresagem;
- Retirada do revestimento de paralelepípedo;
- Imprimação adequada entre as camadas interligadas;
- Execução de uma nova camada de revestimento.

5.3.13 Ruptura do Revestimento por Raízes de Árvores

- Corte das raízes a partir do local onde se encontra a árvore;
- Execução de um novo revestimento sobre a área afetada;
- Substituição das árvores com raízes fasciculadas por árvores com raízes pivotantes.

5.3.14 Escorregamento do Revestimento

- Corte e retirada do revestimento;
- Fresagem a frio e uso de lama asfáltica;
- Execução de um novo revestimento sobre a área afetada

5.3.15 Afundamento do Tampão do Poço de Visita

- Fresagem de arremate para corrigir o nível da superfície com o nível do equipamento de drenagem;
- Elevação da altura da base do tampão do poço de visita.

5.3.16 Desnível da Caixa de Manobra do Sistema de Água

- Fresagem de arremate ao redor do dispositivo, retirada do material e correção do nível da superfície do revestimento com o nível do equipamento;
- Aumento da altura da base da caixa de manobra do Sistema de Água.

6 CONCLUSÃO

Após a realização do Levantamento Visual Contínuo (LVC) descrito na Norma DNIT 008/2003 – PRO, na rua Felipe Camarão, conclui-se que:

O trecho 5 foi o que apresentou melhor resultado, os demais trechos apresentaram conceitos que necessitam de serviços de manutenções e restaurações no pavimento, estando em situação regular, ruim ou péssimo. Trechos esses que necessitam de correções em pontos localizados como remendos ou recapeamento, devido a presença de grandes quantidades de buracos, remendos encontrados e trincas excessivas, defeitos esses que contribuem significativamente para a serventia do pavimento.

O LVC apresentou resultado satisfatório para o trecho 1, pois não foram registrados defeitos urbanos, para os trechos 2, 3 e 4, o LVC apresentou os mesmos conceitos do LVCU, porém, o LVC nesses trechos não retrata a condição de gravidade real do pavimento, visto que os valores de IGGE são maiores quando aplicado o LVCU. No LVC o trecho 5 e 6 obteve conceito bom e regular respectivamente, mas esses conceitos não condizem com a realidade apresentada da via e vai em desencontro com a outra avaliação realizada. O LVC apresenta limitações na norma mesmo quando aplicada em rodovias, principalmente, quando se trata da coleta de dados, já quando aplicada em vias urbanas é ineficiente principalmente em trechos onde a norma não contempla o conjunto de defeitos que ocorrem em vias urbanas. Visto isso, de forma a obter resultados mais condizentes com a realidade, foram realizados ajustes no processo de coleta de dados.

Portanto, o LVCU que foi realizado a pé em vez de ser realizado dentro de um veículo. Essa mudança possibilitou melhor visualização dos defeitos, para isso foi incluso o conjunto de defeitos urbanos, com o objetivo de garantir uma avaliação mais condizente com a realidade da via. Feito esses ajustes, o LVCU se mostrou mais eficiente do que o LVC em trechos que possuem maiores incidências de defeitos urbanos.

Considerando a importância da rua para a cidade, por sua extensão e por interligar vários bairros da cidade e buscando promover melhorias para a pavimentação da cidade de Mossoró/RN, a pesquisa serve como base para trabalhos futuros, como também serve para os órgãos competentes tomar como embasamento e realizar serviços de manutenções para que o pavimento apresente melhores condições para o usuário.

Para trabalhos futuros, fica como sugestão analisar as demais vias pavimentadas da cidade de Mossoró, com métodos normatizados como IRI, IGG, VSA. Além disso, propõe-se realizar novos estudos de forma a validar e aprimorar o método proposto, incluindo outros

métodos e parâmetros de avaliação, além dos defeitos urbanos, podendo ser incluído a drenagem urbana e sistema de coleta de esgotos, para obter uma avaliação mais abrangente da qualidade dos pavimentos urbanos.

REFERÊNCIAS

Albuquerque, F.S. (2007) **Sistema de Gerência de Pavimentos para Departamentos de Estradas do Nordeste Brasileiro**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.303p.

BALBO, José Tadeu, “**PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA: Materiais, projeto e restauração**”. São Paulo, 2007.

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros**. 2. ed. Rio de Janeiro: Petrobras: Abeda, 2022. 759 p.

CAREY JR., W. N.; IRICK, P. E. The Pavement Serviceability Performance Concept. In: **Highway Research Board**. Bulletin 250, 1962.

CNT, Confederação Nacional do Transporte. **Pesquisa CNT de rodovias 2023**. Brasília, 2023.

CRUZ, Francisco Charles Carvalho da. **COMPARATIVO ECONÔMICO ENTRE PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA E PAVIMENTAÇÃO DE PARALELEPÍPEDOS: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE MOSSORÓ-RN**. 2022. 59 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharias, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2022.

DANIELESKI, M. L. **Proposta de Metodologia para avaliação superficial de pavimentos urbanos: aplicação à rede viária de porto alegre**. 2004. 187 f. Dissertação (Mestrado)- Curso de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **DNER. Sistema gerencial de pavimentos do DNER**. 2000.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Sistema Nacional de Viação (SNV) (2011 a 2023)**. Disponível em: <https://servicos.dnit.gov.br/dnitcloud/index.php/s/oTpPRmYs5AAdiNr>. Acesso em: set. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 007/2003 - PRO: Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de rodovias de pavimentos flexíveis e semi-rígidos para gerência de pavimentos e estudos e projetos** Procedimento - Procedimento. Rio de Janeiro: ipr, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 008/2003 - PRO: Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos** Procedimento. Rio de Janeiro: ipr, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 009/2003 - PRO: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos** - Procedimento. Rio de Janeiro: ipr, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT. Manual de pavimentação**. 3 ed. Rio de Janeiro: Publicação Ipr-719, 2006.

DNIT (Brasil). 2006. **Manual de restauração de pavimentos asfálticos**: Publicação IPR-720, 2 ed. Rio de Janeiro, 310 p, 2005.

DNIT (Brasil). 2011. **Manual de Gerência de Pavimentos**: Publicação IPR 745, Rio de Janeiro, 189 p, 2011.

DRESCH, FERNANDA. **Gerência de pavimentos urbanos: utilização de levantamento visual contínuo para avaliação das vias principais pavimentadas de Santa Rosa/RS**. 2014. 96 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2014.

Dynatest. **Pavimento flexível: Diversidade e tradição no Brasil**. Disponível em:<<https://dynatest.com.br/pavimento-flexivel-diversidade-e-tradicao-no-brasil-2/>>. Acesso em: 24 de julho de 2024.

ECHEVERRIA, José Antônio Santana. **Avaliação do Efeito de Restaurações com Fresagem e Recapeamento nas Condições Funcional e Estrutural de Pavimentos com Volume de Tráfego Médio**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, BR-RS, 2011.

FILHO, José Wilton Ribeiro Araújo. **O ESTADO DA ARTE SOBRE APLICAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS NO GERENCIAMENTO DE PAVIMENTOS** 2021. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Christus, Fortaleza, 2021.

FILHO, Kleber Rocha Saraiva. **Levantamento visual contínuo de trechos de pavimento de Aracati/CE**. 2022. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2022.

IBGE. **Instituto Brasileiros de Geografia e Estatísticas**. Disponível em:<<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/mossoro.html/>>. Acesso em: 20 de setembro de 2024.

Kauark, Fabiana et al. **Metodologia da Pesquisa**: Um guia prático. Itabuna: Via Litterarum, 2010. 88 p

Lázaro, B.O.; et al. **Avaliação das condições de superfície de pavimentos urbanos com o auxílio de ferramentas de análise espacial**. Revista Transporte. Volume 30 | Número 1 | 2022.

MACENA, L. N. (2019). **Considerações sobre a Avaliação Subjetiva e Objetiva para a Implementação de um Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos**. Monografia de Projeto Final II, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 76 p.

MARTINS, L. L. S. **Avaliação Superficial de Pavimentos, usando o método IGG, (Índice de Gravidade Global): Um estudo de caso, em um trecho na Av. Anhanguera, em**

Goiânia, Goiás. 2019. 101 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Transportes, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, 2019.

MORAIS, C. A. da S. **Uma proposta para avaliação, manutenção e restauração de pavimentos das vias urbanas.** 2005. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Carlos André da Silva, Campina Grande, 2005

PAIVA, Renata Maria da Silva. **Avaliação das limitações da norma do DNIT 008/2003 – PRO Para inspeção da condição da superfície de pavimentos Urbanos.** 2024. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semiárido, Caraúbas, 2024.

PITTA, Márcio Rocha. **Construção de Pavimentos de Concreto Simples.** São Paulo, Associação Brasileira de Cimento Portland, 1998.

RODRIGUES, John Kennedy Guedes. **Manual – avaliação, manutenção e restauração de vias urbanas.** São Leopoldo: Oikos, 2024.

SANTANA, Humberto. Notas de aula professor Humberto Santana. **Manual de Pré-misturados a frio,** 1993.

SILVA, K. A. B. A. da.; SALVIATTO, V. H.; SILVA JÚNIOR, C. A. P.; FONTENELLE, H. B. **Análise comparativa de índices de classificação da condição de pavimentos flexíveis.** Anais do XXXIV Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, 2020, 915 - 924 p.

SILVA, L. M. **Controle de qualidade aplicado a inspeção visual de pavimentos flexíveis urbanos.** 2017. 196 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental), Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

SILVA, L. M. **Controle de qualidade aplicado a inspeção visual de pavimentos flexíveis urbanos.** 2017. 196 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental), Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

ZANCHETTA, F. **Sistema de Gerência de Pavimentos Urbanos: Avaliação de Campo, Modelo de Desempenho e Análise Econômica.** 2017. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. 2017.