



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

SANDRA MARIA DE ALMEIDA FERNANDES

**AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE UM TRECHO DA RODOVIA
RN-015 ATRAVÉS DO MÉTODO DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO**

MOSSORÓ

2023

SANDRA MARIA DE ALMEIDA FERNANDES

**AVALIAÇÃO DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE UM TRECHO DA RODOVIA
RN-015 ATRAVÉS DO MÉTODO DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO**

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

Orientador: Prof. Me. Bruno Tiago Angelo da Silva

MOSSORÓ

2023

©Todos os direitos estão reservados à 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 tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

F363a Fernandes, Sandra Maria de Almeida Fernandes.
Avaliação do estado de conservação de um trecho
da rodovia RN - 015 através do método do
levantamento visual contínuo / Sandra Maria de
Almeida Fernandes Fernandes. - 2023.
65 f. : il.

Orientador: Bruno Tiago Angelo da Silva.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2023.

1. Manifestações patológicas. 2. Pavimentos
asfálticos. 3. Levantamento visual contínuo. 4.
Índices de serventia . I. da Silva, Bruno Tiago
Angelo , 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

SANDRA MARIA DE ALMEIDA FERNANDES

**AValiação DO ESTADO DE CONSERVAÇÃO DE UM TRECHO DA RODOVIA
RN-015 ATRAVÉS DO MÉTODO DO LEVANTAMENTO VISUAL CONTÍNUO**

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

Defendida em: 19/10/2023.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



BRUNO TIAGO ANGELO DA SILVA
Data: 19/10/2023 11:12:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Bruno Tiago Angelo da Silva, Prof. Me. (UFERSA)

Documento assinado digitalmente



MARILIA PEREIRA DE OLIVEIRA
Data: 18/10/2023 07:55:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Marilia Pereira de Oliveira, Prof. Dr. (UFERSA)

Membro Examinador

WENDEL SILVA
CABRAL

Assinado de forma digital por WENDEL
SILVA CABRAL
Dados: 2023.10.18 11:05:47 -03'00'

Wendel Silva Cabral, Prof. Dr. (UFERSA)

Membro Examinador

*Dedico este trabalho a Deus.
Aos meus pais, Dilma e Ronnie.
A minha avó, Maria.
A minha cachorra, Chloe.
A minha irmã, Ana Julia.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado força todas as vezes que pensei que não conseguia, por ter segurado minha mão e permitido que eu chegasse até aqui.

Agradeço aos meus pais, Dilma Maria de Almeida Fernandes e Ronnie César da Silva Fernandes, por nunca medirem esforços para me ajudar, me ver feliz e realizada.

Agradeço a minha avó, que sempre acreditou em mim, me incentivou e esteve ao meu lado em todos os momentos.

A minha irmã, Ana Julia, por toda torcida e incentivo para que eu chegasse até aqui.

Agradeço ao meu Orientador, professor Bruno Tiago Angelo da Silva por todo o conhecimento passado durante o desenvolvimento desse trabalho de conclusão de graduação, pela paciência e acolhida de sempre.

À Banca Examinadora, por estar presente em minha defesa, acrescentando conhecimentos ao meu trabalho.

Agradeço aos professores da UFERSA, que foram peças fundamentais em minha formação.

Se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda.

Paulo Freire

RESUMO

É de conhecimento geral que o sistema rodoviário possui grande importância para a sociedade, e para que possa proporcionar segurança aos usuários, é necessário que haja manutenção periódica das vias, porém, não é isso que acontece em muitos casos. A rodovia RN-015, localizada entre Mossoró e Baraúna, no estado do Rio Grande do Norte, enfrenta consideráveis problemas relacionados a manifestações patológicas em pavimentos asfálticos, atingindo quase toda a sua extensão. Diante disso, para se determinar a condição de serventia do pavimento foi realizado o Levantamento visual contínuo (LVC), que utiliza como referência a norma DNIT 008/2003 - PRO - Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento. O objetivo precípua desta pesquisa foi analisar o estado em que se encontra rodovia RN-015, identificando seus respectivos defeitos. Sendo assim, a partir da condição de serventia definida, determinou-se qual tipo de intervenção que deveria ser feita no trecho. Quanto a metodologia, sua abordagem é quali-quantitativa, e os procedimentos técnicos utilizados foram a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso, pois além de realizar uma revisão de literatura inicial, também foi realizada uma avaliação no local, com o auxílio de um veículo, um avaliador e uma câmera, observando os defeitos e o estado de conservação de um trecho da rodovia, localizada no interior do Rio Grande do Norte. Por fim, o LCV permitiu o reconhecimento dos trechos estudados, verificando-se que o estado em que se encontram foi considerado péssimo, de igual modo, foi possível identificar uma considerável ocorrência de trincas, panelas e afundamentos com severidades variadas indicando assim a necessidade de intervenções para manutenção e reabilitação do trecho, como selagem de trincas e remendos, ou ainda fresagem e recapeamentos.

Palavras-chave: Manifestações patológicas; pavimentos asfálticos; levantamento visual contínuo; índices de serventia.

ABSTRACT

In this work, the concepts of pavement management systems were studied and how they can be applied. It is common knowledge that the road system is of great importance to society, and in order to provide safety to users, it is necessary that there is periodic maintenance of the roads, however, this is not what happens in many cases. The RN-015 highway, located between Mossoró and Baraúna, faces considerable problems related to pathological manifestations on asphalt pavements, covering almost its entire length. Therefore, the method used was a Continuous Visual Survey (LVC), which uses as a reference the standard DNIT 006/2003 - PRO - Continuous visual survey to evaluate the surface of flexible and semi-rigid pavements - Procedure. As for the methodology, its approach is qualitative and quantitative, and the technical procedures used were bibliographical research and case study, as in addition to carrying out an initial literature review, an on-site evaluation was also carried out, with the aid of a vehicle, an evaluator and a camera, observing the defects and the state of conservation of a section of the highway, located in the interior of Rio Grande do Norte. Finally, the LCV allowed the recognition of the sections studied, verifying that the condition in which they are found was considered good, however, it is noteworthy that in some sub-sections it was possible to identify a considerable occurrence of cracks with varying severity, thus indicating the need of interventions for maintenance and rehabilitation of the stretch.

Keywords: Pathological manifestations; asphalt pavements; continuous visual survey; service indices.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estruturas de pavimentos flexíveis.....	21
Figura 2 – Trincas isoladas: Transversal	23
Figura 3 – Trincas isoladas: Longitudinal	23
Figura 4 – Trincas interligadas: Tipo jacaré.....	24
Figura 5 – Trincas interligadas: Tipo bloco	24
Figura 6 – Afundamento: Trilha de roda	25
Figura 7 – Afundamento: Local	25
Figura 8 – Ondulação ou corrugação.....	26
Figura 9 – Escorregamento.....	26
Figura 10 – Exsudação	27
Figura 11 – Desgaste	28
Figura 12 – Panela ou buraco	28
Figura 13 – Remendos.....	29
Figura 14 – Perfilômetro inercial	31
Figura 15 – Estrutura de um Sistema de Gerência de Pavimentos.....	37
Figura 16 – Trecho analisado	40
Figura 17 – Defeitos de superfície: remendos	50
Figura 18 – Defeitos de superfície: a) Trincas Interligadas tipo Jacaré; b) Trincas Interligadas tipo Jacaré.....	50
Figura 19 – Defeitos de superfície: a) trincas isoladas; b) trincas isoladas.....	51
Figura 20 – Defeitos de superfície: a) trincas interligadas do tipo jacaré; b) trincas isoladas;	52
Figura 21 – Defeitos de superfície: escorregamentos;.....	53
Figura 22 – Defeitos de superfície: a) trincas isoladas; b) trincas interligadas tipo bloco;.....	54
Figura 23 – Defeitos de superfície: Desgaste;.....	54
Figura 24 – Defeitos de superfície: a) desgaste; b) remendo:	55
Figura 25 – Defeitos de superfície: a) trincas isoladas; b) trincas isoladas;.....	56
Figura 26 – Defeitos de superfície: a) trincas isoladas; b) trincas isoladas;.....	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tipos de Manutenções e suas Aplicações.....	36
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Formulário para a realização do levantamento	43
Tabela 2 – Frequência de defeitos	44
Tabela 3 – Conceitos e descrição do ICPF	45
Tabela 4 – Cálculo do IGGE	46
Tabela 5 – Determinação do índice de Gravidade.....	46
Tabela 6 – Pesos para cálculo do IGGE	47
Tabela 7 – Tabela para determinação do IES	48
Tabela 8 – Resultados dos índices	48
Tabela 9 – Formulário para a realização do levantamento.....	59
Tabela 10 – Cálculo do IGGE	60
Tabela 11 – Resultados dos índices.....	61
Tabela 12 – Recomendações de técnicas de manutenção.....	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNT	Confederação Nacional do Transporte
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
ICPF	Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis e semirrígidos
IES	Índice do Estado da Superfície do pavimento
IGGE	Índice de Gravidade Global Expedito
LVC	Levantamento Visual Contínuo
SGP	Sistema de Gerência de Pavimentos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	18
2.1 Objetivo geral	18
2.2 Objetivos específicos	18
3 REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1 Aspectos Conceituais.....	19
3.2.1 Classificação dos pavimentos	19
3.2.1.1 Pavimentos flexíveis.....	20
3.3.2.1 Composição de um pavimento flexível	20
3.3.2.2 Defeitos de um pavimento flexível.....	22
3.3 Avaliação da Superfície de Pavimentos Asfálticos	29
3.3.1 Levantamento de Irregularidades Longitudinais (IRI)	31
3.3.2 Índice de Gravidade Global (IGG)	32
3.3.3 Levantamento Visual Contínuo	33
3.4 Manutenção E Reabilitação De Pavimentos Asfálticos (M&R)	34
3.4.1 Sistema de Gerência de Pavimento (SGP)	36
4 METODOLOGIA.....	40
4.1 Tipo de Pesquisa	40
4.2 Caracterização da Área de Estudo.....	40
4.3 Etapas da Pesquisa	41
4.4 Levantamento Visual Contínuo – LVC	41
4.4.1 Formulário Utilizado no LVC	42
4.4.2 Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis e semirrígidos (ICPF)	44
4.4.3 Índice de Gravidade Global Expedido (IGGE)	45
4.4.4 Índice do Estado da Superfície do pavimento (IES).....	47
4.4.5 Resultado dos índices	48
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	49
5.1 Defeitos Encontrados nos Subtrechos Analisados pelo Método LVC	49
5.1.1 Primeiro Subtrecho	49
5.1.2 Segundo Subtrecho	51
5.1.3 Terceiro Subtrecho	53
5.1.4 Quarto Subtrecho	55

5.1.4 Quinto Subtrecho	57
5.2 Parâmetros Obtidos nos Subtrechos Analisados no LVC	58
5.2.1 Cálculo do ICPF	58
5.2.2 Índice de Gravidade Global Expedito	60
5.2.3 IES – Índice do Estado da Superfície do pavimento	61
5.3 Proposta de Manutenção para o Trecho Estudado	61
6 CONSIDERAÇÕES FINAS	62
REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

A história da pavimentação é muito antiga, há indícios de que as primeiras civilizações já empregavam, a milhares de anos atrás, o uso das técnicas de pavimentação para a melhoria significativa dos meios de locomoção. Contudo, pode-se concluir que as primeiras pavimentações foram construídas por civilizações antigas, tais como os gregos, romanos, babilônicos e egípcios. Quando nos deparamos com a história da pavimentação, vimos que tudo se destina ao que conhecemos como “cronologia”, uma vez que ela também é construída por períodos, assim como os pavimentos que formam as estradas e os seus caminhos entre o passado, presente e futuro. Tais caminhos que levaram os arqueólogos a obter sucesso em suas explorações em busca das civilizações antigas (BERNUCCI *et al.*, 2010).

Sob a supervisão de engenheiros da Escola de Fortificações de Lisboa, no final do século XVIII, foi construída a primeira estrada pavimentada do Brasil, localizada em São Paulo, capital, a qual ligava o Planalto Paulista ao Porto dos Santos. Tal feito foi tratado sob vários aspectos baseados em cláusulas de Engenharia Civil e como de costume, recebeu o título de “A calçada do Lorena”, o sobrenome de seu idealizador: Bernardo José de Lor, o governador (BALBO, 2007).

Destarte, pondera-se que a malha rodoviária e urbana, apesar de componente fundamental da infraestrutura do Brasil, experimenta cada vez menos investimentos nesse setor. Em meados do século XX diversas cidades brasileiras vivenciaram o pleno crescimento econômico do país, o que resultou em investimentos em infraestrutura. Entretanto, tal período priorizava a construção de novas rodovias e pouco se debatia sobre as questões de conservação da infraestrutura implementada (KARNIKOWSKI, 2019).

Segundo uma pesquisa realizada em 2021, pela Confederação Nacional dos Transportes (CNT), em 25,8% das rodovias sob gestão privada constatou-se algum tipo de irregularidade. Entretanto, o percentual está bem abaixo dos 71,8% da extensão com problemas nas rodovias sob administração pública.

No território nacional, a questão da deficiência no sistema rodoviário gira em torno de problemas específicos e enraizados, tendo como destaque sobre tal descaso e suas soluções inexistentes, fazendo com que seja impossível nos orgulharmos do nosso desenvolvimentismo estrutural. Todavia, apesar das negativas razões históricas, não iremos nos deter na forma de encarar tal questão, uma vez que já se tornou algo de extrema importância e urgência, fruto de negligências (BALBO, 2007).

É preciso cobrar ações dos agentes governamentais, visto que toda essa situação precária envolvendo as pavimentações do território brasileiro, as quais se encontram cheias de buracos, pontes ruindo, ausência de sinalização, assoreamento de drenos, rompimento de taludes, está sendo prejudicial ao cotidiano dos cidadãos em geral, independente de classe social, uma vez que o acesso aos direitos básicos assegurados a todos, pelo Direito Constitucional, como saúde, educação, cultura e lazer, não estão sendo garantidos justamente pela falta de acesso aos locais os quais proporcionam tais feitos. Logo, a fim de visar o bem-estar da sociedade, o Conselho de Desenvolvimento Econômico Social, conjuntamente as organizações de interesse público e social, devem discutir a questão do sistema rodoviário, com o intuito de recuperar a cidadania, pois se continuar nessa precariedade não há como ter o espectro das nações desenvolvidas, assim continuando a ser uma nação com reflexos arcaicos, que não oferece o bem-estar de uma infraestrutura moderna a sua população, como acertadamente pondera Balbo (2007).

Portanto, resta evidenciado a importância do desenvolvimento de trabalhos e pesquisas voltadas a contribuir para o melhoramento da pavimentação, sobretudo, no cenário brasileiro, considerando que a pavimentação tem por objetivo a promoção da segurança, conforto e economia, tão logo, é fundamental a compreensão do comportamento dos pavimentos.

Para tanto, o objetivo precípua desta pesquisa foi analisar o estado em que se encontra uma rodovia localizada no interior do Rio Grande do Norte, identificando seus respectivos defeitos. A partir da condição de serventia definida, determinou-se qual tipo de intervenção que deveria ser feita no trecho. A rodovia analisada foi a RN-015 que liga Baraúna à Mossoró, posteriormente, realizou-se o mapeamento e a classificação dos defeitos presentes na rodovia através do método Levantamento Visual Contínuo – LVC.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Com a realização das ações desse trabalho, pretende-se analisar o estado em que se encontra uma rodovia localizada no interior do Rio Grande do Norte, identificando seus respectivos defeitos.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar qual o método de avaliação da condição da superfície do pavimento mais adequado para a realidade da rodovia em estudo;
- Executar o levantamento em campo para posterior análise das manifestações patológicas presentes no pavimento asfáltico;
- Mapear e classificar os defeitos presentes na rodovia RN-015, que liga Baraúna à Mossoró, através do método LVC;
- Recomendar qual será o melhor tipo de intervenção para a melhoria do nível de serventia da superfície do revestimento da rodovia em questão;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Aspectos Conceituais

A avaliação de uma rodovia é um processo complexo que requer a consideração de diversos fatores, nesse sentido, é necessário compreender aspectos conceituais importantes que são inerentes para essa avaliação. Esta seção se ocupa em abordar esses aspectos.

O pavimento é a parte da infraestrutura viária que está diretamente em contato com os usuários e é projetado para fornecer uma superfície segura e suave para o tráfego, devendo ter capacidade para suportar o peso dos veículos distribuindo as cargas de maneira uniforme para evitar o afundamento ou deformação excessiva, além de ser resistente ao desgaste causado pelo tráfego constante, bem como a fatores climáticos e variações de temperatura, devendo proporcionar aderência suficiente para evitar derrapagens e acidentes (CNT, 2019).

Consoante, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2006, p. 95) conceitua pavimento de uma rodovia como uma “superestrutura constituída por um sistema de camadas de espessuras finitas, assentes sobre um semi-espaço considerado teoricamente como infinito - a infraestrutura ou terreno de fundação, a qual é designada de subleito”.

Bernucci *et. al.* (2010) define o pavimento como uma estrutura que compreende múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a terraplenagem, projetada técnica e economicamente para enfrentar os esforços do tráfego e do clima e, bem como, proporcionar condições de rolamento com conforto, economia e segurança.

Consoante, Balbo (2007) discorre que pavimentar uma via consiste em uma obra de engenharia civil que objetiva a melhora da condição operacional do tráfego criando uma superfície mais regular, mais aderente e menos ruidosa.

3.2.1 Classificação dos pavimentos

Os pavimentos são classificados em flexíveis, semirrígidos e rígidos, de acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT.

De modo que, os chamados pavimentos flexíveis, são aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, deste modo, a carga se posicionam em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas. Um exemplo comum desse tipo de pavimento são os constituídos por uma base de brita (brita graduada, macadame) ou por uma base de solo pedregulhoso, revestida por uma camada asfáltica (DNIT, 2006).

Já os semirrígidos são caracterizados por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias como por exemplo, por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica. E têm-se ainda, os rígidos, que são aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado. São os pavimentos constituídos por lajes de concreto de cimento Portland, por exemplo (DNIT, 2006).

A seguir, dar-se-á ênfase aos pavimentos flexíveis.

3.2.1.1 Pavimentos flexíveis

O pavimento flexível é o mais tipo mais comum de pavimento utilizados nas rodovias do país. Caracteriza-se pela união de vários materiais agregados na sua composição. Em relação ao custo de investimento para a pavimentação asfáltica é relativamente baixo quando comparado ao rígido, além disso, é bastante versátil e com capacidade de acomodar cargas leves a moderadas (PEREIRA, 2019).

Bernucci (et al., 2010) pontua que os materiais utilizados nos pavimentos flexíveis, os agregados correspondem entre 90% e 95% do revestimento, e são responsáveis por sustentar e transmitir as cargas aplicadas pelos veículos. Além disso, devem apresentar resistência ao desgaste sofrido pelas solicitações. Já o material betuminoso – asfalto, corresponde entre 5% e 10% do revestimento, tendo função aglutinante e ação impermeabilizante.

Para Senço (1997) pavimentos flexíveis são aqueles em que as deformações, considerando certo limite, não promovem o rompimento. Normalmente, dimensionam à compreensão e a tração na flexão que são ocasionadas pelo aparecimento de bacias de deformação sob as rodas dos veículos, o que oportunizam deformações permanentes, bem como o rompimento por fadiga.

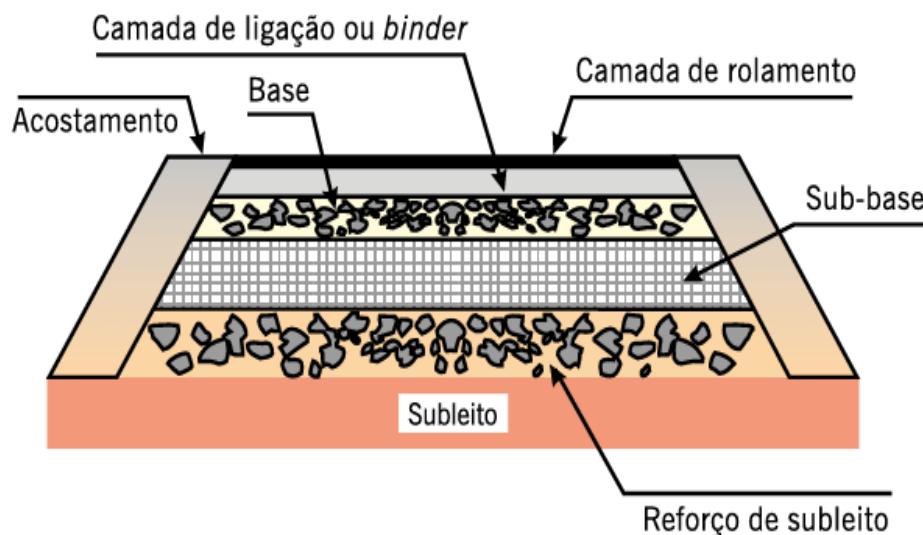
O Manual de Pavimentação (DNIT, 2006) define pavimento flexível como aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas.

3.3.2.1 Composição de um pavimento flexível

Um pavimento é composto por várias camadas que são projetadas para fornecer uma superfície de rolamento durável e segura para o tráfego. As camadas típicas de um pavimento asfáltico incluem: subleito, reforço do subleito, sub-base, base e revestimento.

A Figura 1 ilustra a estrutura dos pavimentos flexíveis.

Figura 1 – Estruturas de pavimentos flexíveis



Fonte: Bernucci (2010).

Senço (1997) define essas camadas como:

O subleito é a camada mais profunda do pavimento e constitui o solo natural sobre o qual a estrada será construída. Ele fornece a base para todas as outras camadas do pavimento. O reforço do subleito, é a camada mais profunda do solo sobre a qual a estrada é construída, e sua capacidade de suporte é crucial para a estabilidade e durabilidade do pavimento.

A sub-base é a camada localizada acima do subleito (ou do reforço do subleito, se aplicável) e atua como uma camada intermediária entre o subleito e a base. Ela ajuda a distribuir as cargas do tráfego e a evitar que o pavimento afunde. A camada de base é colocada sobre a sub-base e tem a função principal de fornecer suporte estrutural ao pavimento. Ela distribui as cargas do tráfego de maneira eficiente e contribui para a resistência e durabilidade do pavimento.

O revestimento é a camada superior do pavimento que entra em contato direto com os pneus dos veículos. É geralmente feito de asfalto (pavimento asfáltico) ou concreto (pavimento de concreto) e fornece uma superfície suave e segura para o tráfego.

O revestimento também é responsável por proteger as camadas inferiores do pavimento contra a infiltração de água e o desgaste causado pelo tráfego.

3.3.2.2 Defeitos de um pavimento flexível

Os pavimentos flexíveis, como os pavimentos asfálticos, podem apresentar uma variedade de defeitos ao longo do tempo devido a várias condições, incluindo tráfego, clima e falta de manutenção adequada.

De acordo com a Confederação Nacional de Transporte – CNT (2018) a qualidade do pavimento das rodovias impacta diretamente no desempenho do transporte rodoviário e na economia do Brasil, considerando que uma rodovia com más condições de pavimento implica no aumento do custo operacional do transporte, além de reduzir o conforto e a segurança dos passageiros e das cargas e de causar prejuízos ambientais.

Para Segre (2019) os defeitos em pavimentos flexíveis são responsáveis por danos na superfície de rolamento e suas causas podem estar ligadas a imperfeições na construção, por ações do meio ambiente e pelas solicitações impostas pelo tráfego. Esses defeitos afetam a capacidade funcional e estrutural do pavimento, ocasionando o comprometimento do conforto, da segurança e do serviço da estrutura.

Entre os principais defeitos presentes nos pavimentos asfálticos é possível citar: fendas, fissuras, trincamentos, exsudação, escorregamento, desagregação, deformações, placas e remendos (CNT, 2017).

A Norma DNIT 005/2003 Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia elenca os defeitos nos pavimentos flexíveis, conforme podemos ver a seguir:

Fendas: São qualquer descontinuidade na superfície do pavimento, que conduza a aberturas de menor ou maior porte, apresentando-se sob diversas formas. As fendas podem ser do tipo fissura ou trincas. A fissura é uma fenda de largura capilar existente no revestimento, posicionada longitudinal, transversal ou obliquamente ao eixo da via, somente perceptível a vista desarmada de uma distância inferior a 1,50 m.

A trinca, por sua vez, é caracterizada como uma fenda existente no revestimento, facilmente visível a vista desarmada, com abertura superior à da fissura, podendo apresentar-se sob a forma de trinca isolada (transversal, longitudinal, e de retração) ou trinca interligada (Trinca tipo “Couro de Jacaré” e tipo “bloco”).

A Figura 02 e 03 ilustram as trincas isoladas transversal e longitudinal:

Figura 2 – Trincas isoladas: Transversal



Fonte: DNIT (2003).

Figura 3 – Trincas isoladas: Longitudinal



Fonte: DNIT (2003).

Quanto a trinca interligada tipo “Couro de Jacaré”, são um conjunto de trincas interligadas sem direções preferenciais, e podem ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas. Ao passo que as trincas tipo “bloco” são um conjunto de trincas interligadas caracterizadas pela configuração de blocos formados por lados bem definidos, semelhante as citadas anteriormente, podem ou não, apresentar erosão acentuada nas bordas.

As Figuras 04 e 05 ilustram os dois tipos de trincas interligadas.

Figura 4 – Trincas interligadas: Tipo jacaré



Fonte: DNIT (2003).

Figura 5 – Trincas interligadas: Tipo bloco



Fonte: DNIT (2003).

Afundamento: São deformações permanentes, comumente caracterizadas por depressão da superfície do pavimento, acompanhada, ou não, de solevamento, podendo apresentar-se sob a forma de afundamento plástico ou de consolidação, conforme podem ser observados nas Figuras 06 e 07 respectivamente.

Figura 6 – Afundamento: Trilha de roda



Fonte: DNIT (2003).

Figura 7 – Afundamento: Local



Fonte: DNIT (2003).

Ondulação ou Corrugação: É uma deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento, conforme pode ser observado na Figura 08.

Figura 8 – Ondulação ou corrugação



Fonte: DNIT (2003).

Escorregamento: É o deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua. A Figura 09 ilustra esse defeito.

Figura 9 – Escorregamento



Fonte: DNIT (2003).

Exsudação: Diz respeito ao excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento, causado pela migração do ligante através do revestimento, conforme se observa na Figura 10.

Figura 10 – Exsudação



Fonte: DNIT (2003).

Desgaste: Efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial do revestimento e provocado por esforços tangenciais causados pelo tráfego, a Figura 11 ilustra o referido defeito.

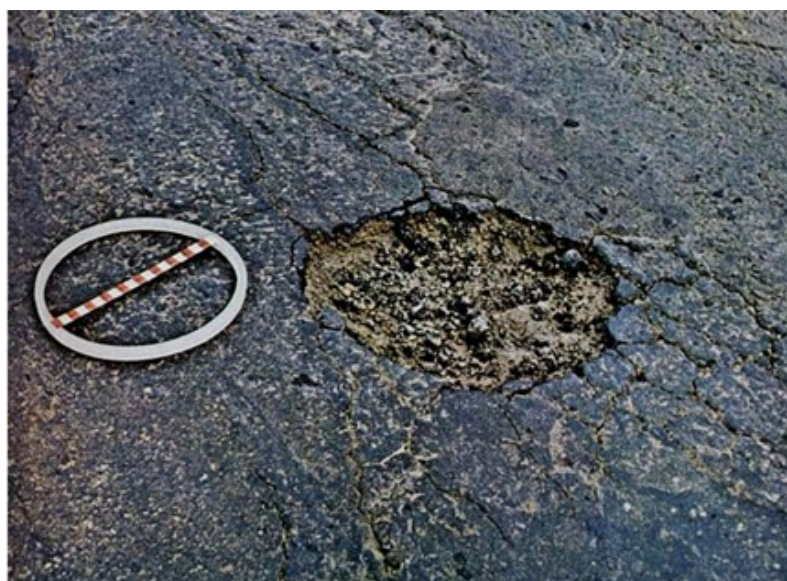
Figura 11 – Desgaste



Fonte: DNIT (2003).

Panela ou buraco: Cavidade que se forma no revestimento por diversas causas (inclusive por falta de aderência entre camadas superpostas, causando o deslocamento das camadas), podendo alcançar as camadas inferiores do pavimento, provocando a desagregação dessas camadas. Como pode ser observado na Figura 12.

Figura 12 – Panela ou buraco



Fonte: DNIT (2003).

Remendo: Pânela preenchida com uma ou mais camadas de pavimento na operação denominada de “tapa-buraco”. Podendo ser do tipo remendo profundo ou superficial. Na Figura 13 podem ser observados diversos remendos executados em uma rodovia brasileira.

Figura 13 – Remendos



Fonte: CNT (2018).

O remendo é o um tipo de reparo bastante utilizado na manutenção de rodovias. Quando estes remendos não são executados de forma adequada provocam, geralmente, uma patologia maior.

3.3 Avaliação da Superfície de Pavimentos Asfálticos

Importa evidenciar que uma das maiores dificuldades identificadas pelos responsáveis por administrar as redes de transporte, sejam elas rodovias ou estradas urbanas, diz respeito à falta de planejamento adequado, principalmente quando se trata de programação, identificação das técnicas e estratégias de intervenção a serem realizadas durante a vida útil dos pavimentos. Para tanto, torna-se essencial adotar metodologias de avaliação, possibilitando que os pavimentos possam ser diagnosticados, identificando os níveis de degradação, permitindo, desse modo a realização dos procedimentos de conservação (SANTOS; MENDES e GOLTZ, 2019).

Ainda de acordo com Santos, Mendes e Goltz (2019) é fundamental a aplicação das técnicas de avaliação dos pavimentos para posterior identificação dos problemas e aplicação da

manutenção corretiva, considerando que as necessidades de melhoria das condições dos pavimentos são constantes.

Desse modo, a avaliação da superfície de pavimentos asfálticos é uma parte crítica da gestão da infraestrutura rodoviária, oportunizando a identificação dos defeitos e condições que podem afetar a segurança dos usuários e a durabilidade do pavimento. A avaliação da superfície de pavimentos asfálticos envolve a coleta de dados sobre o estado da superfície para tomar decisões informadas sobre a manutenção e reabilitação.

Segre (2019) aponta que existem inúmeros métodos para a avaliação da condição dos pavimentos, e para cada um deles existe uma série de variáveis, que com ação combinada, possibilitam a classificação das condições do pavimento e apontam possíveis soluções de restauração, manutenção ou até reconstrução.

De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2006) as condições de superfície dos pavimentos asfálticos são avaliadas pelas seguintes Normas:

- A. DNIT 005/2003 – TER - Defeitos nos pavimentos asfálticos - Terminologia.
- B. DNIT 006/2003 – PRO - Avaliação objetiva da superfície de pavimentos asfálticos - Procedimento.
- C. DNIT 007/2003 – PRO - Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de rodovias de pavimento flexível e semi-rígido para gerência de pavimentos e estudos e projetos - Procedimento.
- D. DNIT 008/2003 – PRO - Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos asfálticos - Procedimento.
- E. DNIT 009/2003 – PRO - Levantamento para avaliação subjetiva da superfície do pavimento - Procedimento.

Conforme Bernucci *et. al.* (2010) considerando as características do pavimento e a sua interação com os veículos, seu desempenho poderá ser avaliado a partir de três aspectos, sendo eles: o aspecto funcional, o estrutural e o de segurança. A avaliação chamada de funcional diz respeito aos defeitos superficiais e seus reflexos no conforto ao rolamento.

Já a chamada avaliação estrutural consiste em determinar a capacidade de carga do pavimento e a eventual necessidade de reforço da estrutura existente para garantir seu desempenho por um tempo adicional de vida útil. Por fim, a avaliação da segurança abarca muitos aspectos, mas relação ao pavimento trata da interação pneu-pavimento quanto aos

aspectos de atrito, aquaplanagem e resistência à derrapagem, portanto, basicamente, de aderência pneu-pavimento, em qualquer condição climática (BERNUCCI, *et. al.*, 2010).

Existem vários métodos e técnicas para avaliar a superfície de pavimentos asfálticos, cada um com suas próprias vantagens e aplicações específicas, entre eles, cita-se: Índice de Gravidade Global (IGG); Levantamento de Irregularidades Longitudinais (IRI) detalhados mais à frente.

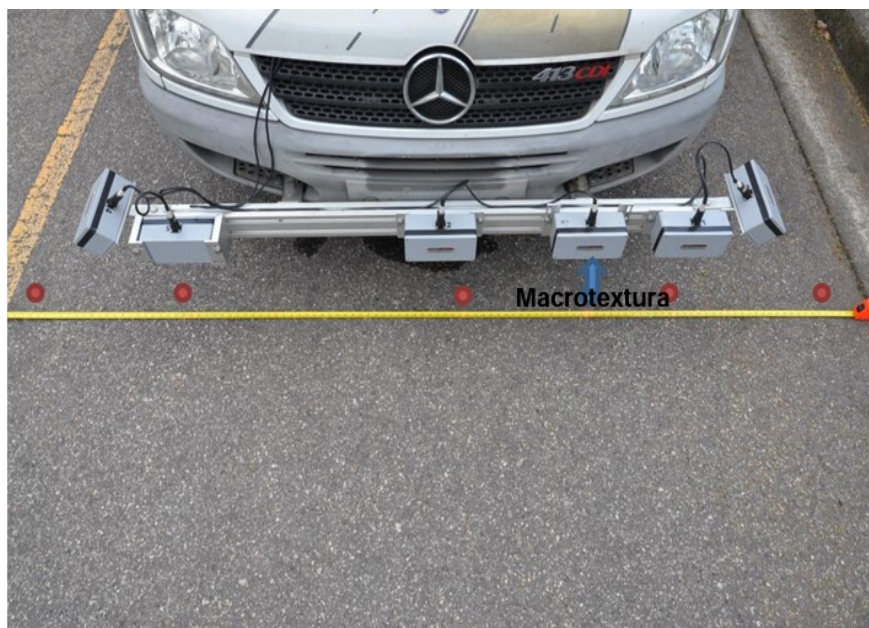
Para a realização dessa pesquisa, o método utilizado como base foi o Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos (LVC) de acordo com a NORMA DNIT 008/2003 - PRO que fixa os procedimentos exigíveis na avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos com base na determinação do valor do ICPF - Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis ou semi-rígidos, à medida que proporciona também as informações necessárias para o cálculo do IGGE - Índice de Gravidade Global Expedito e do IES – Índice do Estado de Superfície (DNIT, 2003).

3.3.1 Levantamento de Irregularidades Longitudinais (IRI)

O levantamento de irregularidades longitudinais é uma atividade realizada para avaliar as variações na superfície de um pavimento ao longo de sua extensão na direção longitudinal da via. Essas irregularidades podem afetar diretamente o conforto dos motoristas e a segurança do tráfego, tornando o levantamento uma parte importante da gestão e manutenção de estradas e rodovias.

A Norma NORMA DNIT 442/2023 – PRO Pavimentação – Levantamento do perfil longitudinal de pavimentos com perfilômetro inercial – Procedimento estabelece as condições exigíveis na realização das medições de irregularidade longitudinal de pavimentos utilizando o perfilômetro inercial, a Figura 14 ilustra o referido equipamento.

Figura 14 – Perfilômetro inercial



Fonte: DNIT (2023).

Conforme o DNIT (2023) perfilômetro inercial é a nomenclatura utilizada para designar o equipamento composto por dois ou mais sensores de deslocamento vertical sem contato, odômetro e acelerômetros, devidamente montados e conectados a um sistema de processamento computacional que, instalado em um veículo, seja capaz de medir e calcular continuamente o perfil longitudinal da superfície do pavimento por onde o veículo trafegar.

O levantamento do perfil longitudinal do pavimento permite determinar o Índice Internacional de Irregularidade (International Roughness Index – IRI) ou o Quociente de Irregularidade (QI) e a profundidade média do perfil de macrotextura. Também permite obter o afundamento plástico nas trilhas de roda (DNIT, 2023).

O Índice Internacional de Irregularidade (IRI - *International Roughness Index*) é um dos parâmetros responsáveis por representar e avaliar a irregularidade longitudinal de pavimentos rígidos e flexíveis. De modo que, quando elevado, o valor de IRI, acaba por prejudicar a dinâmica dos veículos, o conforto de trafegabilidade, a segurança, o efeito dinâmico das cargas, a qualidade ao rolamento, a drenagem superficial da via e a vida útil do pavimento (SANTHIER e LUVIZÃO, 2022).

Conforme definição dada por Bernucci (*et al.*, 2010) a irregularidade longitudinal é a soma dos desvios da superfície do pavimento em relação a um plano de referência que interfere na dinâmica do veículo, na qualidade do rolamento e na drenagem superficial da via.

3.3.2 Índice de Gravidade Global (IGG)

O Índice de Gravidade Global – IGG é calculado com base na gravidade e na extensão das irregularidades encontradas na estrada. A Norma DNIT 006/2003 – PRO, Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos, estabelece os parâmetros para a aplicação do método do IGG e define o método é responsável por avaliar as condições superficiais os pavimentos flexíveis e semirrígidos de maneira objetiva a partir da contagem, classificação e medidas dos defeitos e irregularidades na superfície da rodovia, ponderando definições, critérios e equipamentos utilizados.

Bernucci *et al.* (2010) pondera que para o levantamento dos defeitos devem ser utilizadas planilhas para anotações das ocorrências, além de material para demarcação de estacas e áreas da pesquisa dos defeitos, e treliça metálica para determinação do afundamento nas trilhas de roda das áreas analisadas. Importa ainda, salientar que, 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. Em seguida, dar-se-á prosseguimento anotando em uma planilha utilizando a terminologia e codificação de defeitos apresentados e que foram identificados na área demarcada. Ao realizar esse método, não se dá importância à área atingida pelo defeito, mas à sua ocorrência ou não. Portanto, os afundamentos nas trilhas de roda externa e interna devem ser mensurados com o auxílio da treliça metálica e anotados na planilha na coluna referente à estação onde foi feita uma única medida em cada trilha.

Assim, a metodologia de cálculo tem início na multiplicação da frequência relativa de cada evento pelo seu respectivo fator de ponderação, na intenção de ser determinado o valor do Índice de Gravidade Individual (IGI). De modo que a soma destes índices (IGI), fornece o IGG.

3.3.3 Levantamento Visual Contínuo

O Levantamento Visual Contínuo (LVC), método utilizado na presente pesquisa, é uma técnica de avaliação da condição de pavimentos que envolve a inspeção visual regular e contínua de estradas e rodovias para identificar defeitos e problemas de superfície.

Para tanto, a Norma utilizada é a NORMA DNIT 008/2003 – PRO Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos Procedimento. A referida norma fixa os procedimentos exigíveis na avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos com base na determinação do valor do ICPF - Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis ou semi-rígidos, ao mesmo tempo em que proporciona

também as informações necessárias para o cálculo do IGGE - Índice de Gravidade Global Expedito e do IES – Índice do Estado de Superfície.

Esse método dispõe de duas etapas distintas, sendo uma objetiva, que implica na contagem das patologias identificadas e uma etapa subjetiva, que corresponde a uma nota dada pelo avaliador.

Portanto, a avaliação objetiva diz respeito a Avaliação que tem como base a contagem e classificação de ocorrências aparentes e da medida de deformações permanentes nas trilhas de roda e é definida pela Norma DNIT 006/2003 – PRO (Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento).

Ao passo que, conforme definição dada pela Norma DNIT 009/2003 – PRO, a Avaliação Subjetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos é um procedimento que indica o grau de conforto e suavidade ao rolamento proporcionado pelo pavimento com o seu Valor de Serventia Atual, que por sua vez, diz respeito a medida subjetiva das condições de superfície de um pavimento. Esse procedimento é realizado por cinco avaliadores que se deslocam pelo trecho sob análise, em um veículo, trafegando a uma velocidade média de 40 km/h, elaborando um registro com seus pareceres sobre a capacidade do pavimento para atender às exigências do tráfego que sobre ele atua. Nesse momento da avaliação, é observado aspectos relativos à suavidade e ao conforto (DNIT, 2003).

Importa salientar que a indicação é para que se evite realizar a avaliação em dias chuvosos e horários de pouca incidência solar.

3.4 Manutenção E Reabilitação De Pavimentos Asfálticos (M&R)

A Manutenção e Reabilitação (M&R) de pavimentos visa prolongar a vida útil do pavimento, reduzir custos de reparos mais significativos e proporcionar uma superfície de rolamento segura e confortável para os motoristas.

Em teoria, a conservação nas condições em que foi construída, proporcionaria uma duração vitalícia a infraestrutura rodoviária. Entretanto, na prática, essa conservação apenas ajuda a rodovia a desempenhar, de modo satisfatório, o papel durante a vida para a qual ela foi projetada. Destarte, a conservação deve ser tida não como um recurso temporário, mas como um investimento aplicado na infraestrutura rodoviária e na garantia contra uma restauração dispendiosa (DNIT, 2006).

Conservar uma rodovia compreende inúmeras atividades e operações de engenharia, muitas em pequena escala e que são repetidas em intervalos que irão variar de acordo com o

clima, o tipo de terreno, o tráfego, a qualidade inicial da construção e o tipo de revestimento (DNIT, 2006).

Assim, de acordo com Karnikowski (2019) existem diferenças entre as atividades de manutenção e as atividades de reabilitação de pavimentos (M&R). De modo que, a manutenção objetiva preservar ou manter o período de projeto do pavimento, aumentando pouco o nível de serventia, mas evitando a deterioração precoce. Enquanto a reabilitação, a seu turno, tem a intenção de prolongar a vida em serviço do pavimento, aumentando o nível de serventia próximo ao valor máximo e criando condições para um novo ciclo de deterioração.

Quanto as atividades de manutenção, essas podem ser de natureza preventiva ou corretiva. A preventiva refere-se ao grupo de atividades realizadas para proteger o pavimento e reduzir a sua taxa de deterioração. Ao passo que, a corretiva tem como objetivo eliminar um determinado tipo de defeito e suas consequências sobre o desempenho do pavimento. Destaca-se que algumas atividades servem às duas categorias (KARNIKOWSKI, 2019).

Dentro da manutenção preventiva, pode ainda, serem incluídas as atividades de manutenção de rotina, como reparos localizados de defeitos na pista ou no acostamento com extensão inferior a 150m, a manutenção regular dos dispositivos de drenagem, dos taludes laterais, dos dispositivos de sinalização, da faixa lindeira, bem como as demais instalações da rodovia. E ainda a manutenção periódica, sendo essa um tipo de conservação requerida em intervalos determinados de tempo para melhorar as condições superficiais do pavimento (DNIT, 2006).

As atividades de manutenção preventiva incluem: atividades de manutenção corretiva, Rejuvenescimento de capa, recapeamentos delgados.

As atividades de manutenção corretiva incluem: remendos superficiais, reparos localizados, impermeabilização de trincas e outras ações de baixo custo.

Quanto as atividades de reabilitação, são responsáveis por prolongar a vida útil do pavimento, promovendo condições para um novo ciclo com pouca ou nenhuma restrição à condição funcional do pavimento (HANSEN, 2008). Tais atividades incluem: atividades de manutenção de rotina e preventivas, recapeamento estrutural e reciclagem.

Para tanto, a manutenção é responsável por aumentar a serventia do pavimento evitando a deterioração precoce, além de preservar a estimativa de vida útil do pavimento e bloquear, quando aplicada em período adequado, o desenvolvimento dos defeitos a níveis mais severos. Enquanto que a reabilitação é responsável por prolongar a vida útil do pavimento, promovendo condições para um novo ciclo com pouca ou nenhuma restrição à condição funcional do pavimento (HANSEN, 2008).

Quadro 1 – Tipos de Manutenções e suas Aplicações

TIPO DE MANUTENÇÃO	APLICAÇÃO	ATIVIDADE A SER DESENVOLVIDA
Corretiva	Vias em boas condições, com defeitos em estágio inicial.	Remendos superficiais, selagem de trincas, reparos localizados.
Preventiva	Contenção da deterioração do pavimento no estágio inicial dos defeitos.	rejuvenescimento da capa asfáltica e recapeamento delgado.
Postergada	Seções em que a manutenção preventiva não seja suficiente, mas aquém da necessidade de reabilitação.	Remendos inadiáveis.
Reforço	Reabilitação do pavimento, essencial, pois seu grau de deterioração compromete o desempenho estrutural do pavimento.	Manutenção corretiva e preventiva, reforço estrutural e reciclagem.

Continua

Reconstrução	Remoção completa do pavimento e substituição por outro.	Revisão do projeto contemplando: geometria, drenagem, capacidade de tráfego e dimensionamento do pavimento
Conservação	Contenção da deterioração acelerada do pavimento futuro.	Correção de deficiências funcionais e proteção da estrutura do pavimento

Fonte: Adaptado de Hansen (2008).

Nesse sentido, pontua-se que para a tomada de decisões relacionadas à manutenção, reabilitação e investimentos em infraestrutura viária, exige-se uma abordagem integrada e baseada em dados para a gestão eficiente de pavimentos rodoviários e estradas e para isso têm-se o Sistema de Gerência de Pavimento (SGP) que será melhor detalhado no tópico a seguir.

3.4.1 Sistema de Gerência de Pavimento (SGP)

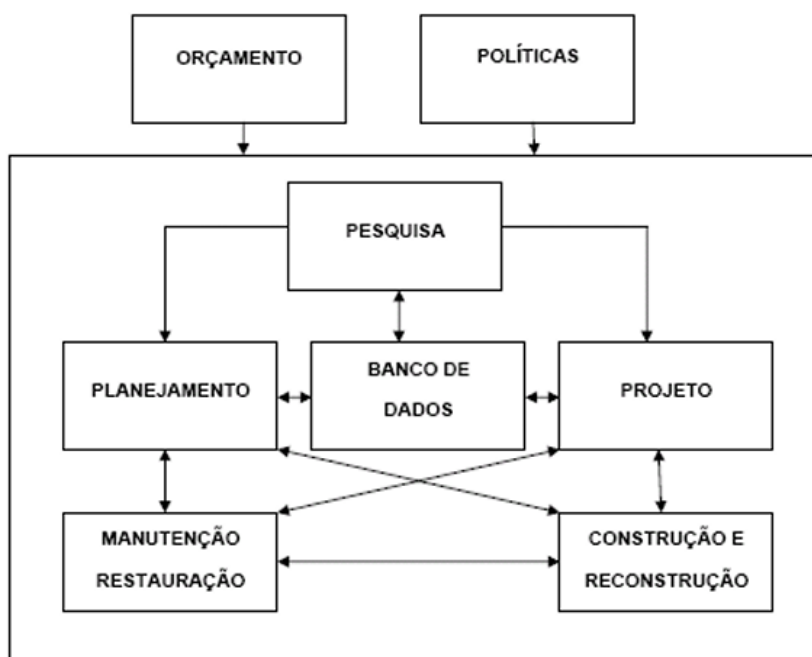
O Sistema de Gerência de Pavimentos – SGP é uma ferramenta de armazenamento e análise de dados que possibilita ao usuário o diagnóstico dos pavimentos e a elaboração e estudos e planejamento. Os dados armazenados consistem em informações obtidas no processo de monitoramento dos pavimentos, dados de tráfego e informações sobre serviços e custos de obras (DNIT, 2011).

Para Albuquerque (2007) um SGP é uma ferramenta para decidir pela aplicação de múltiplas estratégias de intervenção nos pavimentos, considerando as condições superficiais e estruturais mínimas desejáveis, bem como as restrições orçamentárias enfrentadas. De modo a corroborar para a tomada de decisões sobre investimentos, planejamento de manutenção, reabilitação e reconstrução de pavimentos.

É possível definir um sistema de gerência de pavimentos como aquele capaz de comparar, priorizar e alocar recursos do programa de manutenção e reabilitação para as seções da malha viária, e que considere as estratégias alternativas, além de basear as decisões em atributos quantificados (critérios e restrições orçamentárias), permitindo a melhora da gestão utilizando a realimentação de informações considerando as consequências das decisões tomadas (KARNIKOWSKI, 2019).

A Figura 14 demonstra a estrutura de um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP).

Figura 15 – Estrutura de um Sistema de Gerência de Pavimentos



Fonte: DNIT (2011).

Dias e Fula (2018) asseveram que o objetivo primordial de um SGP é identificar a melhor aplicação para os recursos públicos disponíveis, bem como o momento mais oportuno, por meio de critérios pré-estabelecidos, a fim de promover um transporte rodoviário seguro, compatível e econômico. Desse modo, um sistema de gerência de pavimentos abarca uma cadeia de atividades que inclui o planejamento, a programação dos investimentos, o projeto, as obras de manutenção e a avaliação periódica dos pavimentos.

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2011) informa que atividades básicas de um Sistema de Gerência de Pavimentos, comumente conexas à área de planejamento e podem ser agrupadas em quatro grandes atividades básicas, para implantação e frequente avaliação de um Banco de Dados. A seguir, são elencadas tais atividades.

- a) Sistema de referência;
- b) Avaliação dos pavimentos:
 - Históricos da implantação, manutenção e melhoramentos da rodovia;
 - Orografia da região;
 - Características regionais das rodovias;
 - Condições funcionais das rodovias;
 - Condições estruturais das rodovias;
 - Tráfego das rodovias.
- c) Determinação das prioridades;
- d) Elaboração de programa plurianual de investimentos.

Assim, compreende-se que para a atividade de gerência de pavimentos como um todo, é essencial conhecer e acompanhar as condições das rodovias para identificar e planejar as necessidades de intervenção, assim como os recursos que serão demandados por elas (CNT, 2017).

Ferrari (2021) pondera que é possível considerar que o Sistema de Gerência de Pavimentos organiza-se da seguinte maneira:

- A. Identifica e define os trechos de estudo;
- B. Coleta os dados referentes ao pavimento, coletando características físicas e condição atual;
- C. Análise em nível de rede;

- D. Análise em nível de projeto (definição das atividades para manutenção, reforço e/ou restauração);
- E. Análise econômica;
- F. Definição das prioridades.

Ademais, o Sistema de Gerência de Pavimentos pode atingir dois níveis: o de rede e o de projeto. Em nível de rede o Sistema de Gerência de Pavimentos ocupa-se em estudar uma grande área ou malha viária, onde estão situadas muitas rodovias. Onde a coleta e análise de dados, prioriza a quantidade sobre o detalhe objetivando o conhecimento da malha como um todo. Ao passo que em nível de projeto o SGP ocupa-se em observar mais detalhadamente um determinado trecho pavimentado. Nesse nível, os dados são coletados mais profundamente, com estudos de estrutura das camadas do pavimento, e quando possível, são determinadas as causas do aparecimento de defeitos e as consequências que estes poderão induzir em camadas adjacentes, sempre buscando avaliar e selecionar o tipo de execução do serviço de manutenção e reabilitação (DNIT, 2011).

4 METODOLOGIA

A pesquisa utilizou como base um Levantamento Visual Contínuo (LVC) para determinar o Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis (ICPF), o Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) e o Índice do Estado de Superfície do Pavimento (IES), operando sob a norma DNIT 008/2003-PRO (Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos Procedimento), para a composição do trabalho. A partir do estudo da via, definiu-se quais as técnicas de manutenção deverão ser adotadas para melhoria das condições do pavimento em estudo.

4.1 Tipo de Pesquisa

A pesquisa é classificada quanto ao objetivo como descritiva, pois busca conhecer e descrever as características do trecho estudado com o auxílio de técnicas de coleta de dados, que nesse caso foi um Levantamento, e, com o auxílio deste, observou-se os defeitos patológicos encontrados, bem como, foram propostas soluções para a correção destes.

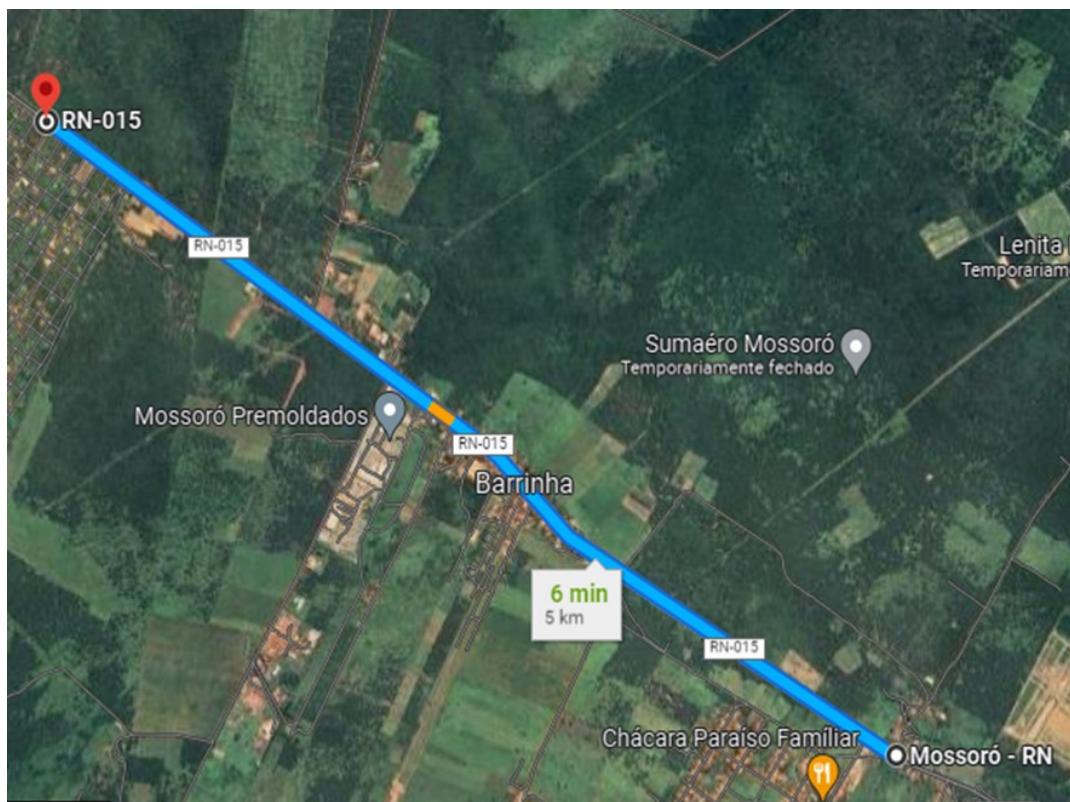
4.2 Caracterização da Área de Estudo

A pesquisa foi realizada na RN-015, que liga os municípios de Mossoró e Baraúna, localizados na mesorregião do oeste do estado do Rio Grande do Norte, que é uma rodovia muito importante, pois liga Mossoró a Baraúna e é rota para as cidades do Ceará, como Quixeré e Jaguaruana, permitindo que os habitantes desses municípios tenham acesso as Universidade dessas localidades, acesso a melhores atendimentos de serviços de saúde, bancários e até mesmo lazer em uma cidade de maior porte, como é o caso de Mossoró.

A rodovia possui duas faixas, formando uma pista simples sem acostamento definido.

A Figura 16 demonstra o trecho analisado.

Figura 16 – Trecho analisado



Fonte: Google (2023).

O trecho analisado, apesar de ligar uma cidade a outra, ainda pertence ao município de Mossoró, o qual possui uma população estimada de 264.577 habitantes, sendo o segundo município mais populoso do Rio Grande do Norte (IBGE, 2022).

4.3 Etapas da Pesquisa

Para o desenvolvimento da pesquisa, inicialmente foram desempenhadas pesquisas de cunho bibliográfico, utilizando livros, artigos científicos, periódicos, e normas relevantes para o aprofundamento da temática.

Conforme informado anteriormente, a pesquisa ocupou-se em realizar uma minuciosa avaliação no local, com o intuito de analisar o estado em que se encontrava a rodovia, realizando um levantamento visual contínuo, seguindo a norma DNIT 008/2003 – PRO. Tendo sido executada no dia 06 de julho de 2023, à partir das 08:48.

4.4 Levantamento Visual Contínuo – LVC

A avaliação da rodovia pelo método do LVC, foi realizada seguindo precisamente os procedimentos determinados pela norma DNIT 008/2003 – PRO, para definir o estado de deterioração do trecho estudado, trecho este que foi dividido em cinco subtrechos com extensão de 1km cada. Conforme sugere a norma, a avaliação foi realizada utilizando um veículo com o avaliador e um motorista, equipado com um velocímetro/odômetro calibrado para a aferição de velocidade de operação e das distâncias percorridas.

O veículo foi operado em velocidade média de aproximadamente 40 km/h percorrendo a rodovia em um único sentido. A divisão dos trechos em segmentos foi de 1 km e máxima de 5 km, tendo um levantamento de informações feito ao fim de cada quilômetro percorrido. Dessa forma, a partir disso foi analisado o estado de deterioração em que se encontra a via, através de mapeamentos e classificações dos defeitos nela presentes.

A obtenção dos defeitos presentes na rodovia, efetuou-se através de uma percepção visual do avaliador, com o auxílio de fotos e vídeos para uma melhor análise dos dados.

4.4.1 Formulário Utilizado no LVC

Utilizando o formulário contido no LVC, fornecido, de forma adaptada à realidade encontrada, no Anexo B da Norma DNIT 008/2003 – PRO, será fornecido as nomeações de todos os defeitos nele encontrados, como quilometragem indicada no odômetro do veículo do início ao fim do segmento, e o comprimento de cada um deles. Ademais, realizando a classificação por meio dos códigos “A - alta”, “M - média”, “B - baixa”, serão apontados os dados relacionados a frequência de defeitos, seguindo a estimativa da qualidade e do percentual de ocorrência do defeito avaliado. Para obter a classificação da frequência, entre “A”, “M” e “B”, é necessário medir quantidade de defeitos por quilômetros.

Na medição de panelas e remendos a obtenção dos resultados é determinado pela quantidade de defeitos por quilômetro, já em relação aos demais defeitos, a obtenção é definida através da porcentagem por quilômetro. A Tabela 01 ilustra o formulário fornecido pela norma, o qual vamos utilizar como base na obtenção dos resultados.

Tabela 1 – Formulário para a realização do levantamento

SEGMENTO			FREQUÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B OU S)										ICPF	
Nº DO SEG	ODÔMETRO/K M		Ext	P	TRINCAS			R	DEFORMAÇÕES		OUTROS DEFEITOS			
	INÍCIO	FIM			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX		E
P - Panela			AF - Afundamento					D - Desgaste do Pavimento						
TR - Trinca Isolada			O - Ondulações					EX - Exsudação						
TJ - Trinca Couro de Jacaré			E - Escorregamento					R - Remendo						
TB - Trinca em Bloco			ICPF - Índice de Condições											

Fonte: Adaptado de DNIT (2003).

A Tabela 02 contém o código referenciando a frequência de cada defeito.

Tabela 2 – Frequência de defeitos

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

Fonte: DNIT (2003).

Posteriormente a isso, foi feita a análise de resultados obtidos pelo LVC, para somente assim calcular, como descrito na Norma DNIT 008/2003 – PRO, o Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis e semirrígidos (ICPF), o Índice de Gravidade Global Expedido (IGGE) e o Índice do Estado da Superfície do pavimento (IES).

4.4.2 Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis e semirrígidos (ICPF)

Mediante a frequência dos defeitos observados no pavimento e as suas severidades, foi determinado pelo avaliador um valor de ICPF para cada subtrecho analisado. Logo após a conclusão da avaliação, com os valores pontuados, foi feito o cálculo médio de índices contidos no Formulário de Levantamento, apresentados na Tabela 01. A Tabela 03, disponibilizada na norma, apresenta o conceito para cada valor de ICPF determinado.

Tabela 3 – Conceitos e descrição do ICPF

Conceito	Descrição	ICPF
Ótimo	NECESSITA APENAS DE CONSERVAÇÃO ROTINEIRA	5 – 4
Bom	APLICAÇÃO DE LAMA ASFÁLTICA – Desgaste superficial, trincas não muito severas em áreas não muito extensas	4 – 3
Regular	CORREÇÃO DE PONTOS LOCALIZADOS OU RECAPEAMENTO – pavimento trincado, com “panelas” e remendos pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal	3 – 2
Ruim	RECAPEAMENTO COM CORREÇÕES PRÉVIAS – defeitos generalizados com correções prévias em áreas localizadas – remendos superficiais 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).

4.4.3 Índice de Gravidade Global Expedido (IGGE)

Para cada subtrecho observado calculamos um valor de IGGE, tendo em vista os dados e a equação contidos na Tabela do Anexo C da Norma DNIT 008/2003-PRO, a qual, será utilizada de forma adaptada. Condizente apresentado a seguir na Tabela 04. Para a obtenção dos dados que foram utilizados para o cálculo do IGGE podem ser observados nas tabelas seguintes, Tabela 04 e Tabela 05.

Tabela 4 – Cálculo do IGGE

Segmento				Trincas			Deformações			Panela+Remendo			(Ft x Pt) (Faop x Poap) (Fpr x Ppr) IGGE
Nº do Segmento	Km Início	Km Fim	Extensão	Ft %	Pt	Ft x Pt	Faop %	Poap	Faop x Poap	Fpr %	Ppr	Fpr x Ppr	

Fonte: DNIT (2003).

Tabela 5 – Determinação do índice de Gravidade

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

Fonte: DNIT (2003).

Tabela 6 – Pesos para cálculo do IGGE

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

Fonte: DNIT (2003).

Com os dados obtidos através das tabelas acima, pode-se finalmente aplicá-los na equação e obter o resultado final para cada subtrecho. E, conseqüentemente, somá-los, para assim adquirir o valor do IGGE referente ao trecho total. A seguir pode-se observar a equação 1 que será utilizada.

$$\text{IGGE} = (\text{Pt} \times \text{Ft}) + (\text{Poap} \times \text{Foap}) + (\text{P}_{\text{pr}} \times \text{F}_{\text{pr}}) \quad (1)$$

Onde:

- Ft, Pt = Frequência e Peso do conjunto de trincas t;
- Foap, Poap = Frequência e Peso do conjunto de deformações;
- Fpr, Ppr = Frequência (quantidade por km) e Peso do conjunto de panelas e remendos.

4.4.4 Índice do Estado da Superfície do pavimento (IES)

Para obter o IES, é necessário utilizar os valores do ICPF e do IGGE, calculados anteriormente.

A seguir, com o auxílio da Tabela 07, contida na Norma DNIT 008/2003 – PRO Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – procedimento, podemos observar o valor do IES, o Código e o Conceito, atribuídos ao estado da superfície do pavimento.

Tabela 7 – Tabela para determinação do IES

Descrição	IES	Código	Conceito
$IGGE \leq 20$ e $ICPF < 3,5$	0	A B	Ótimo
$IGGE \leq 20$ e $ICPF \leq 3,5$	1		Bom
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF > 3,5$	2	C	Regular
$20 \leq IGGE \leq 40$ e $ICPF \leq 3,5$	3		
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF > 2,5$	4		
$40 \leq IGGE \leq 60$ e $ICPF \leq 2,5$	5	D	Ruim
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF > 2,5$	7		Ruim
$60 \leq IGGE \leq 90$ e $ICPF \leq 2,5$	8	E	Péssimo
$IGGE > 90$	10		

Fonte: DNIT (2003).

4.4.5 Resultado dos índices

Os resultados de todos os índices calculados anteriormente: ICPF, IGGE, IES; serão apresentados a seguir, na Tabela 08.

Tabela 8 – Resultados dos índices

Trecho	Subtrechos Analisados		Resultados				
	Km Início	Km Fim	ICPF	IGGE	IES		
					Valor	Código	Conceito
1							
2							
3							
4							
5							
Trecho Total							

Fonte: Autoria própria (2023).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Defeitos encontrados nos subtrechos analisados pelo método LVC

A Norma DNIT 008/2003 – PRO Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos – Procedimento foi a norma de referência para o desenvolvimento dessa pesquisa, e para tanto, são os defeitos elencados na mesma os utilizados como parâmetro para a avaliação, sendo eles:

- Trinca:
Trincas isoladas (TR);
Trincas interligadas tipo jacaré (TJ);
Trincas interligadas tipo bloco (TB)
- Remendos (R)
- Panelas (P)
- Afundamento:
Afundamento plástico e de trilhas de roda (AF);
- Ondulações:
Ondulações e/ou corrugações (O).
- Outros defeitos:
Escorregamento do revestimento
betuminoso (E);
Exsudação (EX);
Desgaste (D)

5.1.1 Primeiro Subtrecho

Os defeitos identificados no primeiro trecho foram: Trincas, Trincas isoladas longitudinais curtas e longas, Remendos (R), Desgaste (D) e Panelas. Nas Figuras 17 e 18 podem ser observados os defeitos do tipo Remendos e Trincas Interligadas tipo Jacaré.

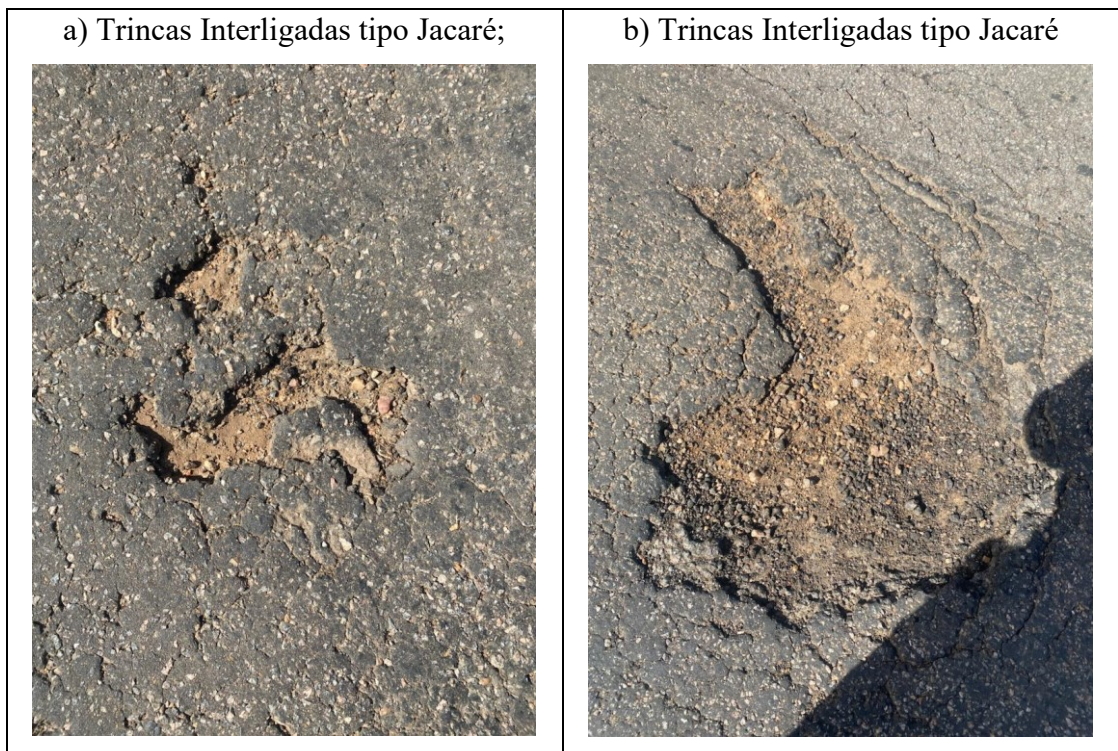
Em relação a frequência de defeitos do tipo Remendos é considerado médio (M), pois foram identificados de 2 – 5 quantidade/km, conforme pode ser observado na Figura 17.

Figura 17 – Defeitos de superfície: remendos



Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 18 – Defeitos de superfície:



Fonte: Autoria própria (2023).

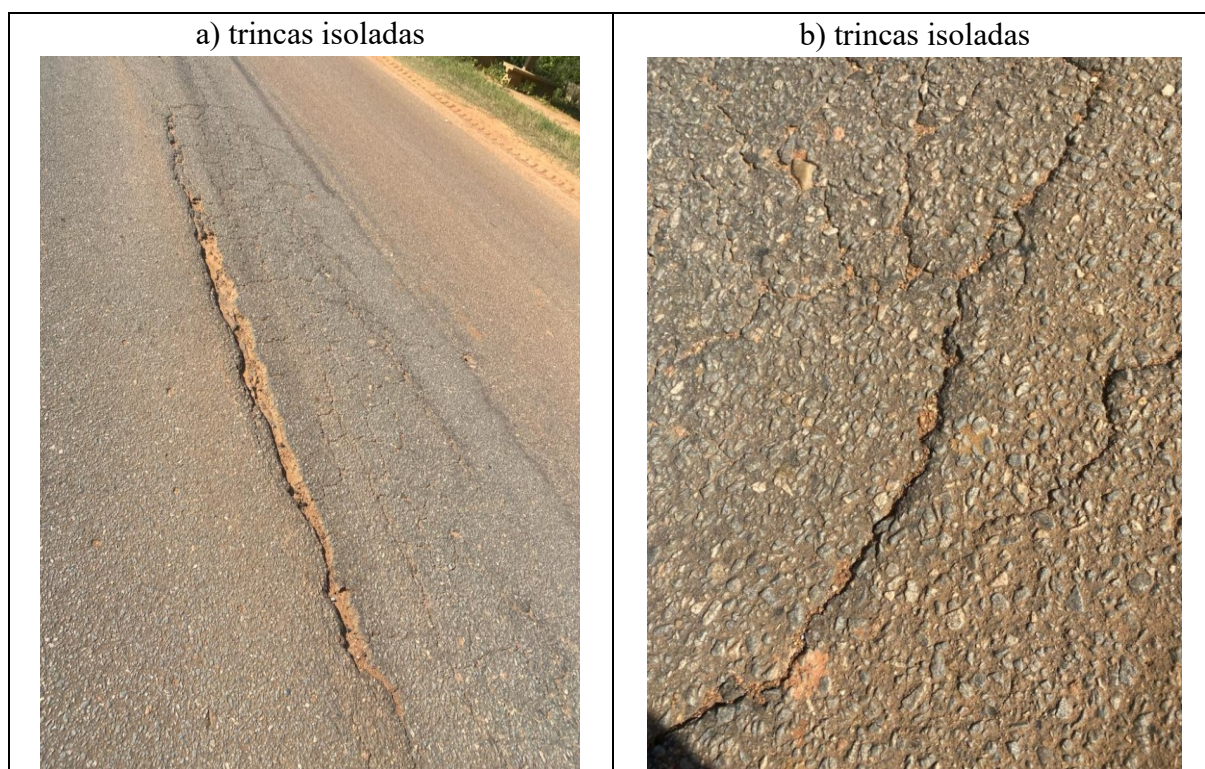
As trincas dessa natureza são causadas por colapso do revestimento asfáltico devido à repetição das ações do tráfego; subdimensionamento ou má qualidade da estrutura ou de uma

das camadas do pavimento; baixa capacidade de suporte do solo; envelhecimento do pavimento (fim da vida); asfalto duro ou quebradiço (CNT, 2018).

Os demais defeitos, a exemplo das trincas, foram encontrados com uma frequência Alta (A) também, com porcentagem entre ≥ 50 por km.

As trincas isoladas encontradas no primeiro subtrecho são de classificação FC – 2 e FC – 3, conforme observada na Figuras 19.

Figura 19 – Defeitos de superfície:



Fonte: Autoria própria (2023).

Portanto, conforme o levantamento e a partir dos defeitos identificados *in loco*, o primeiro subtrecho é considerado como regular – ICPF 3.

5.1.2 Segundo Subtrecho

Nesse segundo trecho, foram encontrados os seguintes defeitos: Trincas isoladas longitudinais curtas e longas; Trincas interligadas tipo jacaré; Escorregamento (E).

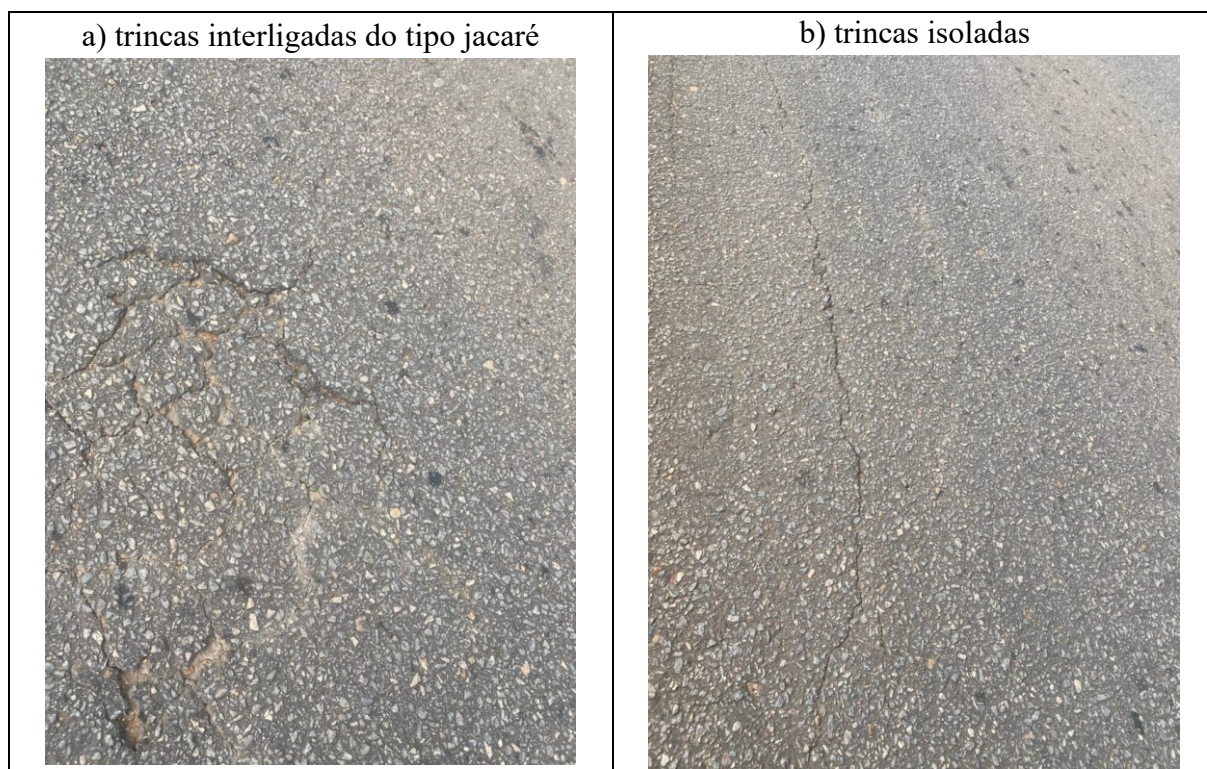
Conforme CNT (2018) as Trincas longitudinais são causadas por uma má execução da junta longitudinal de separação entre as duas faixas de tráfego; recalque diferencial; contração

de capa asfáltica devido a baixas temperaturas ou ao endurecimento do asfalto; propagação de trincas nas camadas inferiores à do revestimento da estrada.

Quanto ao Escorregamento, que é o deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento, com aparecimento de fendas em forma de meia-lua, esse defeito é causado por falhas construtivas e de pintura de ligação (DNIT, 2003; CNT, 2018).

As trincas isoladas longitudinais são de classificação FC – 1 e FC – 2, conforme observado na Figura 20.

Figura 20 – Defeitos de superfície:



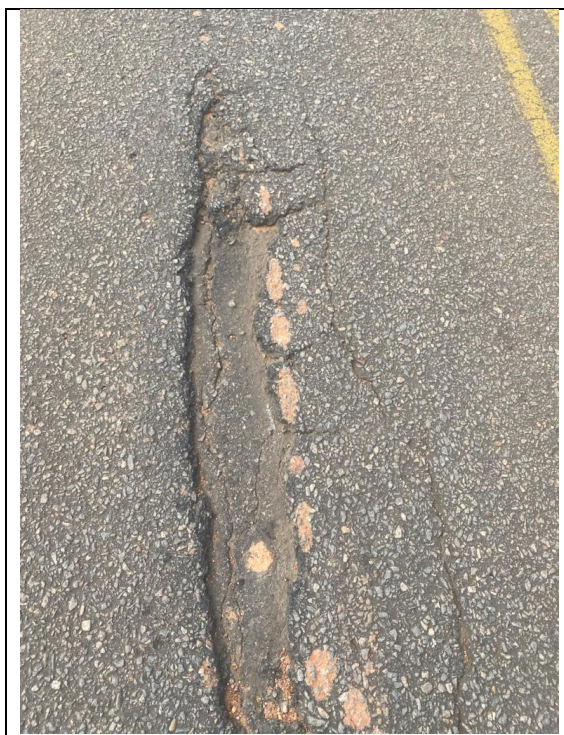
Fonte: Autoria própria (2023).

Nesse trecho também foram identificados defeitos do tipo Escorregamento.

Como principais causas para esse tipo de defeito, estão as falhas construtivas e de pintura de ligação.

A Figura 21 demonstra esse tipo de defeito.

Figura 21 – Defeitos de superfície: escorregamentos



Fonte: Autoria própria (2023).

Em relação a frequência de defeitos, foram encontrados com uma frequência Alta (A) também, com porcentagem ≥ 50 por km.

Portanto, considero esse trecho como ruim – ICPF 2, posto que, quase que em sua totalidade é acometido por trincas.

5.1.3 Terceiro Subtrecho

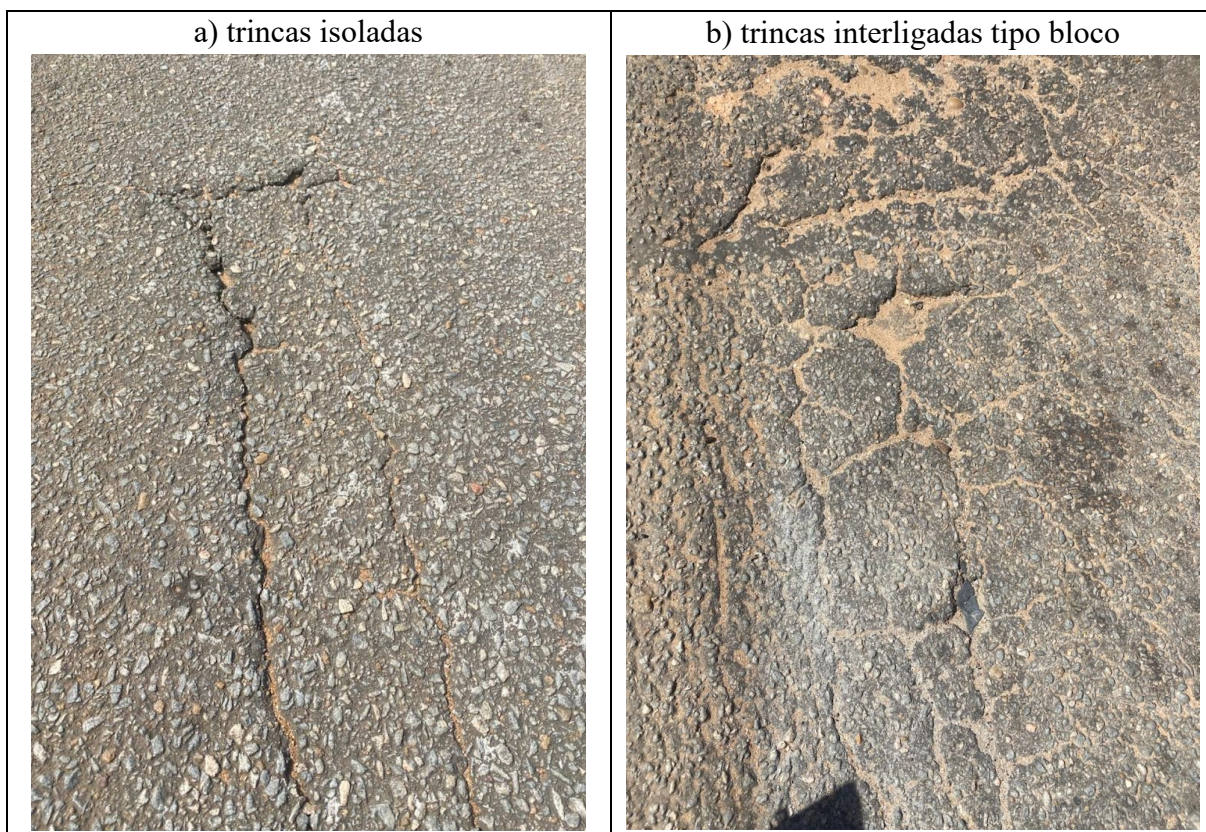
Nesse terceiro trecho, foram encontrados os seguintes defeitos: Trincas isoladas longitudinais curtas e longas; Trincas isoladas transversais curtas; Trincas interligadas tipo bloco; Panelas; Degradação; Couro-de-jacaré.

Em relação a frequência de defeitos do tipo Panela, é considerado média (M), pois foram identificados de 2 – 5 quantidade/km.

Os defeitos do tipo Panela, são ocasionados por trincas de fadiga (processo que ocorre devido ao acúmulo das solicitações do tráfego ao longo do tempo); desintegração localizada na superfície do pavimento; deficiência na compactação; umidade excessiva em camadas de solo; falha na imprimação (CNT, 2018).

Em relação as trincas identificadas nesse trecho, foram observadas trincas isoladas com classificação FC – 3. Enquanto as trincas interligadas tipo bloco são de classificação FC – 2, conforme observadas na Figura 22.

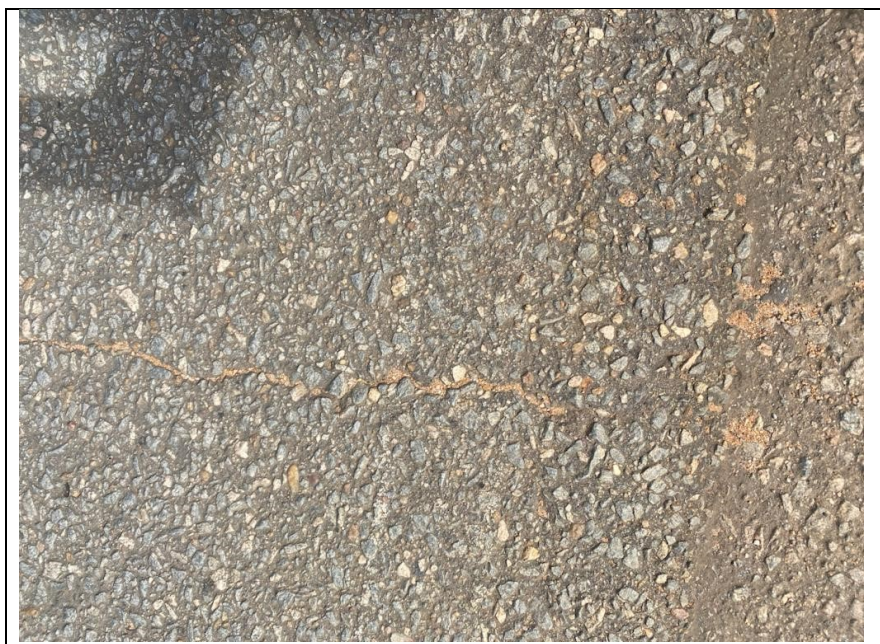
Figura 22 – Defeitos de superfície:



Fonte: Autoria própria (2023).

Nesse trecho foi possível identificar também a ocorrência de Desgaste em alguns pontos, esse tipo de defeito é caracterizado como um efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, causando aspereza superficial do revestimento, e ainda que não seja considerado um defeito do pavimento propriamente, compromete o conforto dos usuários. O referido Desgaste pode ser melhor observado na Figura 23.

Figura 23 – Defeitos de superfície: Desgaste



Fonte: Autoria própria (2023).

Os demais defeitos, foram encontrados com uma frequência Alta (A) também, com porcentagem entre ≥ 50 por km.

Portanto, o terceiro trecho restou por ser considerado como ruim– ICPF 2.

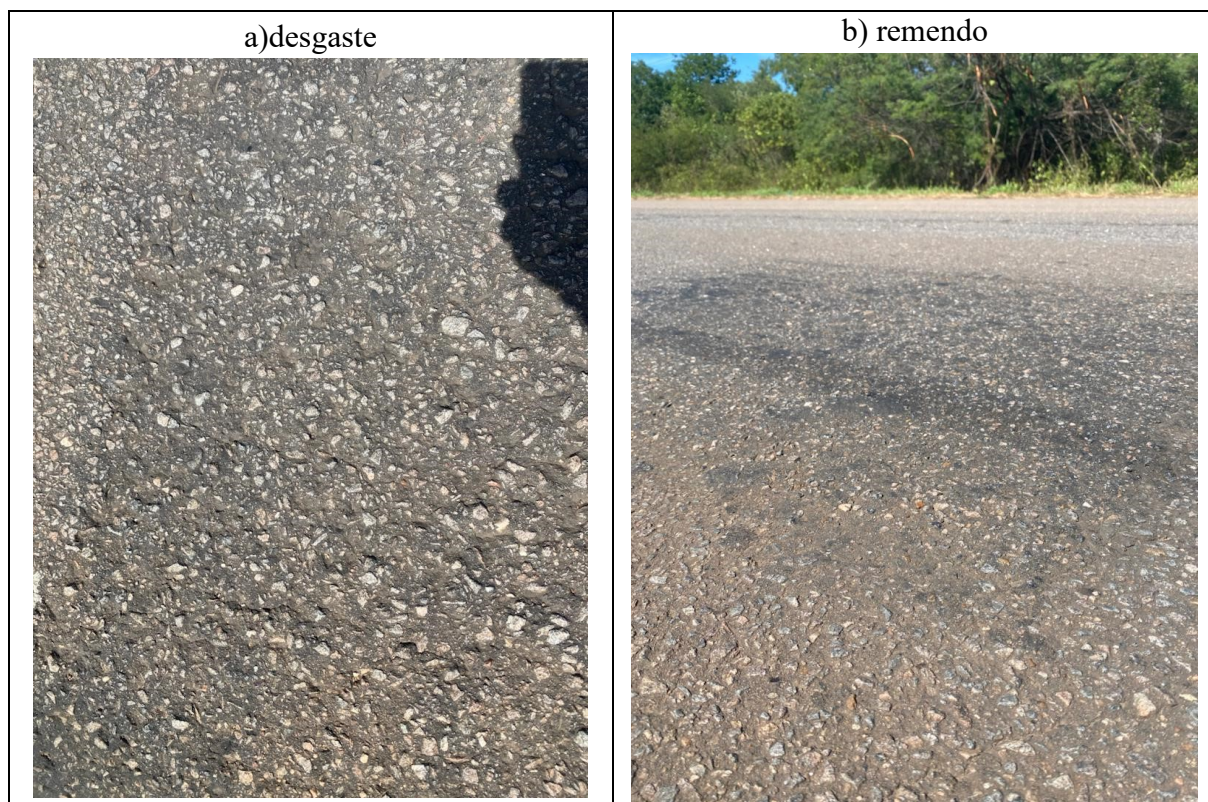
5.1.4 Quarto Subtrecho

Nesse quarto trecho, foram encontrados os seguintes defeitos: Trincas isoladas longitudinais curtas e longas; Trincas isoladas transversais curtas; Desgaste (D); Remendo (R).

Em relação a frequência de defeitos do tipo Desgaste e Remendo, é considerado alto (A), pois foram identificadas uma frequência ≥ 5 quantidade/km.

O desgaste, por sua vez, é causado por falhas de adesividade ligante-agregado; presença de água aprisionada e sobreposição em vazios da camada de revestimento, gerando deslocamento de ligante; deficiência no teor de ligante; problemas executivos ou de projeto de misturas. As causas da ocorrência de Remendos é a carga de tráfego; emprego de material de má qualidade; ação do meio ambiente; má construção (CNT, 2018). A Figura 24 demonstra os dois tipos de defeitos.

Figura 24 – Defeitos de superfície: a) desgaste; b) remendo:



Fonte: Autoria própria (2023).

As Trincas isoladas longitudinais e transversais são de classificação FC – 1 e FC – 2, conforme Figura 25.

As Trincas longitudinais são causadas devido à má execução da junta de construção, reflexão de trincas, assentamento da fundação, retração do revestimento de asfalto ou estágio inicial de fadiga (SILVA, 2008).

Ribeiro (2017) informa que as trincas transversais ocorrem devido a desagregação dos bordos que promove à evolução da trinca, seguindo com a penetração de água e enfraquecimento das camadas inferiores.

Figura 25 – Defeitos de superfície:



Fonte: Autoria própria (2023).

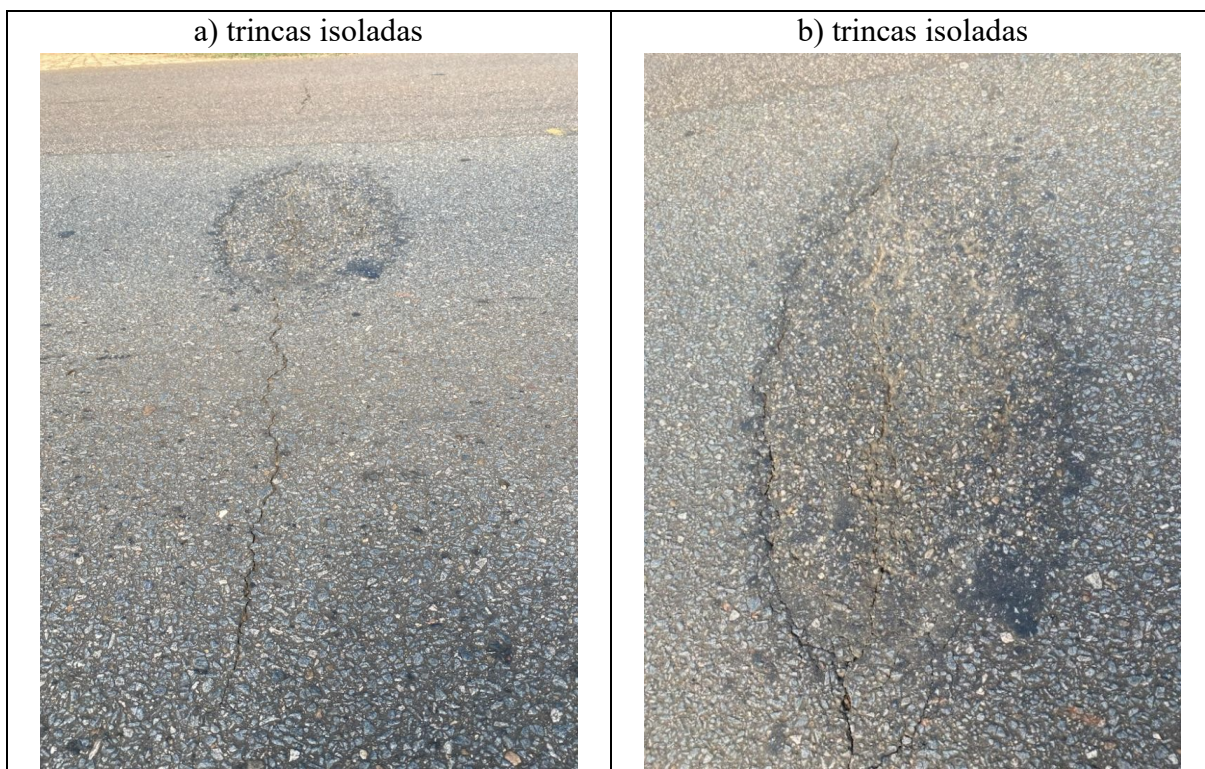
Em relação a frequência de defeitos, foram encontrados com uma frequência Média (M) também, com porcentagem 10 - 50 por km.

Portanto, considero esse trecho como regular – ICPF 2.

5.1.4 Quinto Subtrecho

Nesse quinto trecho, foram encontrados apenas defeitos do tipo trinca isoladas que são de classificação FC – 1 e que podem ser observados na Figura 26.

Figura 26 – Defeitos de superfície:



Fonte: Autoria própria (2023).

Os demais defeitos, foram encontrados com uma frequência média (M) também, com porcentagem entre 10 – 50 por km.

Portanto, esse quinto e último trecho restou por ser considerado bom – ICPF 3.

5.2 Parâmetros Obtidos nos Subtrechos Analisados no LVC

5.2.1 Cálculo do ICPF

Assim, tendo como base a avaliação visual do pavimento realizada no levantamento estipulou-se o ICPF, considerando ainda, o preenchimento do formulário demonstrado na Tabela 1 para LVC, apresentada anteriormente na metodologia. A Tabela 09 apresenta este formulário devidamente preenchido com as informações referentes aos 5 trechos de pavimento avaliados nesta pesquisa.

Tabela 9 – Formulário para a realização do levantamento

SEGMENTO			FREQUÊNCIA DE DEFEITOS (A, M, B OU S)											ICPF
Nº DO SEG	ODÔMETRO/KM		Ext	P	TRINCAS			R	DEFORMAÇÕES		OUTROS DEFEITOS			
	INÍCIO	FIM			TR	TJ	TB		AF	O	D	EX	E	
1	0	1	1	-	A	-	-	M	-	-	A	-	-	3
2	1	2	1	-	A	A	-	-	-	-	A	-	B	2
3	2	3	1	M	A	-	A	-	-	-	A	-	-	2
4	3	4	1	A	M	-	-	M	-	-	M	-	-	2
5	4	5	1	-	M	-	-	-	-	-	B	-	-	3
Total	0	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,4
P - Panela				AF - Afundamento					D - Desgaste do Pavimento					
TR - Trinca Isolada				O - Ondulações					EX - Exsudação					
TJ - Trinca Couro de Jacaré				E - Escorregamento					R - Remendo					
TB - Trinca em Bloco				ICPF - Índice de Condições										

Fonte: Adaptado de DNIT (2003).

A partir de uma avaliação visual foi possível estimar um valor de ICPF para cada subtrecho para possibilitar a realização de uma média aritmética para obtenção do valor total. Em sequência, mediante a frequência dos defeitos observados no pavimento e as suas severidades, foi possível que o avaliador determina-se um valor de ICPF para cada subtrecho analisado. Ao fim da avaliação, com os valores pontuados, foi realizado o cálculo médio de índices contidos no Formulário de Levantamento.

$$ICPF = \frac{ICPF_1 + ICPF_2 + ICPF_3 + ICPF_4 + ICPF_5}{5}$$

$$ICPF = \frac{3 + 2 + 2 + 2 + 3}{5}$$

$$\text{ICPF} = 2,4$$

Condição: REGULAR

Correção de pontos localizados ou Recapeamento – pavimento trincado, com “panelas” e remendos pouco frequentes e com irregularidade longitudinal ou transversal.

5.2.2 Índice de Gravidade Global Expedito

Para a realização do cálculo do IGGE foi efetuado o preenchimento da Tabela 08 deste trabalho, a partir de uma adaptação do DNIT. Onde é utilizada a frequência de defeitos registrada no LVC e seus respectivos pesos para cálculo que são indicados na Tabela 05 e 06.

Os cálculos realizados para obtenção do IGGE estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Cálculo do IGGE

Segmento				Trincas			Deformações			Panela+Remendo			(Ft x Pt) + (Faop x Poap) + (Fpr x Ppr) IGGE
Nº do Seg	Km Iníci o	Km Fim	Ex t	Ft %	Pt	Ft x Pt	Faop %	Poa p	Faop x Poa p	Fpr	Ppr	Fpr x Ppr	
1	0	1	1	87	0,45	39,15	40	0,70	28	3	0,80	2,4	69,55
2	1	2	1	70	0,65	45,45	50	1	50	0	1	0	95,45
3	2	3	1	80	0,65	52	60	1	60	4	1	4	116
4	3	4	1	40	0,30	12	10	0,60	6	1	0,70	0,70	18,7
5	4	5	1	20	0,45	9	20	0,70	14	0	0,80	0	23
Total	0	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64,54

Fonte: Adaptado de DNIT (2003).

Para tanto, de acordo com a Tabela 09 o IGGE foi dado pela equação 1 visualizada a seguir:

$$\text{IGGE} = (\text{Pt} \times \text{Ft}) + (\text{Poap} \times \text{Foap}) + (\text{Ppr} \times \text{Fpr}) \quad (1)$$

Onde:

Ft, Pt = Frequência e Peso do conjunto de trincas t;

Foap, Poap = Frequência e Peso do conjunto de deformações;

Fpr, Ppr = Frequência (quantidade por km) e Peso do conjunto de panelas e remendos.

5.2.3 IES – Índice do Estado da Superfície do pavimento

De acordo com o DNIT (2003) o IES se trata dos valores os quais estão compreendidos de 0 a 10 e são avaliados em função do ICPF e do IGGE calculados, constituindo, pois, uma síntese destes dois Índices. 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.

Os resultados de todos os índices calculados anteriormente são apresentados resumidamente na Tabela 11 a seguir.

Tabela 11 – Resultados dos índices

Trecho	Subtrechos Analisados		Resultados				
	Km Início	Km Fim	ICPF	IGGE	IES		
					Valor	Código	Conceito
1	0	1	3	69,55	8	E	PÉSSIMO
2	1	2	2	95,45	10	E	PÉSSIMO
3	2	3	2	116	10	E	PÉSSIMO
4	3	4	2	18,7	1	B	BOM
5	4	5	3	23	3	C	REGULAR
Trecho Total	0	5	2,4	64,54	8	E	PÉSSIMO

Fonte: Autoria própria (2023).

Destarte, o tópico seguinte ocupa-se em propor recomendações de técnicas de manutenção para cada trecho estudado.

5.3 Recomendações de técnicas de manutenção para o trecho estudado

Nesse sentido, se propõe as seguintes técnicas de manutenção e reabilitação de pavimentos.

Para trechos com trincas e outros defeitos menos severos a manutenção indicada seria de natureza corretiva como a selagem de trincas e remendos. Enquanto que, para trechos com as trincas e outros defeitos mais severos é sugerido que sejam reparadas por meio de fresagem e Recapeamentos, promovendo, portanto, a reabilitação do pavimento e se for identificado em

análises mais específicas problemas estruturais, será necessária reconstrução, conforme observamos na Tabela 12.

Tabela 12 – Recomendações de técnicas de manutenção

Trecho	Subtrechos Analisados		Resultados					Recomendações de técnicas de manutenção
	Km Início	Km Fim	ICPF	IGGE	IES			
					Valor	Código	Conceito	
1	0	1	3	69,55	7	D	RUIM	Fresagem e Recapeamento
2	1	2	2	95,45	10	E	PÉSSIMO	Fresagem e recapeamento
3	2	3	2	116	10	E	PÉSSIMO	Fresagem e recapeamento
4	3	4	2	18,7	0	A	ÓTIMO	Selagem de trincas e remendos
5	4	5	3	23	2	B	BOM	Selagem de trincas
Trecho Total	0	5	2,4	64,54	8	E	PÉSSIMO	Selagem de trincas, fresagem e recapeamento

Fonte: Autoria própria (2023).

Desse modo, conforme visualizado na Tabela 12, foi possível recomendar técnicas específicas e necessárias a manutenção de cada trecho estudado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAS

Por fim, tomando como base o Levantamento Visual Contínuo (LCV) descrito na Norma DNIT 008/2003 – PRO e respaldado nos resultados obtidos através da execução do mesmo, foi possível atingir o objetivo final do presente trabalho.

Salienta-se que, a metodologia LCV se mostrou eficiente para identificar as condições da superfície e assim promover a obtenção dos parâmetros que serviram de indicativo para a avaliação do trecho de pavimento estudado.

Os índices obtidos a partir do cálculo do ICPF e IGGE definiram o IES do trecho total com valor atribuído a 8, classificado como PÉSSIMO. Portanto, ficou evidenciado que o trecho estudado é acometido por uma diversidade considerável de defeitos, entre eles: Trincas de tipos isoladas, couro de jacaré e bloco; Remendos (R), Desgaste (D), Painéis e Escorregamento.

Desse modo, foi possível identificar as técnicas de manutenção e reabilitação de pavimentos mais adequadas a serem aplicadas no trecho estudado e que poderá subsidiar a tomada de decisão dos órgãos responsáveis.

REFERÊNCIAS

BERNUCCI, Liedi Bariani *et al.* **Pavimentação Asfáltica**: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: Abeda, 2010. 729 p.

BALBO, José Tadeu. **PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA**: materiais, projetos e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 541 p.

CNT, Confederação Nacional do Transporte. **Pesquisa CNT de rodovias 2019**. Brasília: SEST, SENAT, 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Transporte rodoviário**: por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?. Brasília: CNT, 2017. Disponível em: <https://cnt.org.br/agencia-cnt/cnt-divulga-estudo-por-que-pavimento-rodovias-brasil-nao-duram-resultados>. Acesso em: 06 de outubro de 2023.

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

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **006/2003 - PRO: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento**. Brasília: DNIT, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **442/2023 – PRO: Pavimentação – Levantamento do perfil longitudinal de pavimentos com perfilômetro inercial – Procedimento**. Brasília: DNIT, 2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de restauração de pavimentos asfálticos**. - Rio de Janeiro, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Manual de gerência de pavimentos**. - Rio de Janeiro, 2011.

DIAS, Marco Nankran Rosa.; FULA, Vinicius Ferreira De Miranda. **Estratégias de Gerenciamento da Infraestrutura Viária de um Campus Universitário**. 2018. p. 68. Monografia. Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: <https://encurtador.com.br/knyR8>. Acesso em: 06 de outubro de 2023.

FERRARI, Fernanda do Amaral. **Avaliação da Irregularidade Longitudinal de Pavimentos com uso de perfilômetro Inercial a Laser e Smartphone**. 2021. p. 85. Monografia. Universidade Federal do Pampa. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/handle/riu/5642>. Acesso em: 06 de outubro de 2023.

HANSEN, Aline. **Aplicação de SIG em Sistema de Gerência de Pavimentos para a Cidade de Maringá**. 2008. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2008. Disponível em: <http://www.peu.uem.br/Hansen.pdf>. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

KARNIKOWSKI, Tamires. **Seleção de estratégias de manutenção e reabilitação de pavimentos urbanos baseada na análise do custo do ciclo de vida**. 2019. 92 p. Disponível em: chrome-

extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://www.udesc.br/arquivos/cct/id_cpmenu/706/2019_09_23_Tamires_Karnikowski_15801382834453_706.pdf. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

PEREIRA, Mara Paulo Carvalho. **Análise Comparativa entre Pavimento Rígido e Pavimento Flexível**. 2019. Monografia. Centro Universitário Atenas. Disponível em: chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/http://www.atenas.edu.br/uniatenas/assets/files/spic/monography/ANALISE_COMPARATIVA_ENTRE_PAVIMENTO_RIGIDO_E_PAVIMENTO_FLEXIVEL.pdf. Acesso em: 21 de setembro de 2023.

RIBEIRO, Thiago Pinheiro. **Estudo Descritivo das Principais Patologias em Pavimento Flexível**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 04. Ano 02, Vol. 01. pp 733-754, Julho de 2017. ISSN:2448-0959. Disponível em: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/pavimento-flexivel. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

SANTOS, Felipe Alves dos. MENDES, Eric Guilherme. GOLTZ, Claudir José. **Avaliação Objetiva da Superfície do Revestimento Asfáltico da Avenida Ranulfo Paes de Barros no Município de Nova Xavantina/MT**. VI Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar. 2019. Disponível em: https://publicacoes.unifimes.edu.br/index.php/coloquio/article/view/843/830. Acesso em: 22 de setembro de 2023.

SANTHIER, Ana Julia.; LUVIZÃO, Gislaine. **Análise da irregularidade longitudinal do pavimento por meio de comparação de dois métodos: perfilômetro a laser e aplicativo de smartphone SmartIRI – Estudo de caso SC**. Conhecimento em Construção. v. 9, p. 7–32, 2022. DOI: 10.18593/cc.v9.30050. Disponível em: https://periodicos.unoesc.edu.br/conhececonstr/article/view/30050. Acesso em: 5 de outubro de 2023.

SENÇO, Wlastermiller de. **Manual de técnicas de pavimentação**. 1997. São Paulo: Pini. Disponível em: https://www.academia.edu/30057004/Wlastermiller_de_Sen%C3%A7o. Acesso em: 21 de setembro de 2023.

SEGRE, Thiago Stefano Passos. **Pavimentos Flexíveis: Análise dos Defeitos em Função da sua Origem e suas Consequências na Vida Útil**. GEOCENTRO 2019, Brasília/DF, Brasil. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgglefindmkaj/https://qe.iweventos.com.br/upload/trabalhos/1arquivo/VbNrS80sSuwzaesffOvwr2HLDpd3.pdf. Acesso em: 22 de setembro de 2023.

SILVA, Paulo. Fernando. A. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2008. 128 p. Disponível em: https://pt.scribd.com/document/348689964/SILVA-manual-de-patologia-e-manutencao-de-pavimentos-pdf. Acesso em: 29 de setembro de 2023.