



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CURSO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Artur Vinicius de Mesquita

Análise das manifestações patológicas em pavimento flexível na RN – 072: Estudo de caso
no trecho entre os municípios de Frutuoso Gomes/RN e Lucrécia/RN

CARAÚBAS

2025

Artur Vinicius de Mesquita

Análise das manifestações patológicas em pavimento flexível na RN – 072: Estudo de caso
no trecho entre os municípios de Frutuoso Gomes/RN e Lucrécia/ RN

Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Edna Lucia da Rocha Linhares,
Prof. Dr^a.

Co-orientadora: Ianna Mirelly Dantas da
Costa, Prof.^a

CARAÚBAS

2025

© 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.

M578a Mesquita, Artur Vinicius de.
Análise das manifestações patológicas em
pavimento flexível na RN-072: Estudo de caso no
trecho entre os municípios de Frutuoso Gomes/RN e
Lucrécia/RN / Artur Vinicius de Mesquita. - 2025.
44 f. : il.

Orientadora: Edna Lucia da Rocha Linhares.
Coorientadora: Ianna Mirelly Dantas da Costa.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2025.

1. Patologia. 2. Pavimento asfáltico. 3.
Rodovia. I. Linhares, Edna Lucia da Rocha,
orient. II. Costa, Ianna Mirelly Dantas da, co-
orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Caraúbas
Bibliotecária: Sarah Freire Bezerra
CRB: 15/1052

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.

Artur Vinicius de Mesquita

Análise das manifestações patológicas em pavimento flexível na RN – 072: Estudo de caso
no trecho entre Frutuoso Gomes/RN e Lucrécia/ RN

Trabalho de conclusão de curso apresentado a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 21/03/2025.

BANCA EXAMINADORA

Edna Lucia da Rocha Linhares, Prof. Dr^a. (UFERSA)
Presidente

Ianna Mirelly Dantas da Costa, mestranda (UFERSA)
Membro Examinador

Pábula Rayane da Silva
Membro Examinador

Lorano Matheus de Oliveira Fonseca
Membro Examinador

Dedico este trabalho à minha avó materna, Maria Gomes Bezerra (In Memoriam), que sempre me apoiou, por tudo que me ensinou e tudo que fez por mim.

À minha família, com todo o meu amor e gratidão, por acreditarem em mim e me apoiarem em cada passo desta jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me guiar e fortalecer durante toda esta jornada me concedendo sabedoria e perseverança para superar os desafios.

A minha mãe, Edna Maria Bezerra de Mesquita, e a meu pai, Juraci Costa de Mesquita, por terem me proporcionado todas as ferramentas necessárias para que eu conseguisse alcançar meus objetivos, e por sempre ter me apoiado, tornando possível a conclusão deste curso.

A minha orientadora, Edna Lucia da Rocha Linhares, pela sua valiosa orientação, paciência e conhecimento compartilhado, que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à minha coorientadora, Ianna Mirelly Dantas da Costa, que foi fundamental em todas as etapas deste trabalho. Sua paciência, acolhimento e conhecimento repassado foram de extrema importância, e sua orientação precisa e constante me permitiram superar obstáculos e aprimorar cada aspecto deste estudo.

Gostaria de agradecer a banca examinadora, Pábula Rayane da Silva e Lorano Matheus de Oliveira Fonseca, por suas contribuições e por terem me ajudado a ter uma visão mais ampla do meu trabalho.

Agradeço à minha namorada, Paula Hiandra, e sua família, por estarem ao meu lado em todos os momentos, celebrando minhas conquistas e me ajudando a superar os obstáculos. A presença de vocês tornou essa jornada inesquecível.

Agradeço a todos os meus amigos que estiveram comigo nesse processo, por cada palavra de incentivo, por cada momento de descontração e por me lembrarem que a vida vai além dos livros e prazos. Em especial, a Teslim Zarif de Medeiros Dantas por todo o apoio e ajuda durante a elaboração deste trabalho.

RESUMO

Avaliar as manifestações patológicas no pavimento flexível é uma área de estudo que envolve a identificação, caracterização e análise de defeitos que surgem em sua superfície ao longo do tempo. É uma atividade necessária para garantir segurança e durabilidade de rodovias, além de fornecer informações de manutenção e reparos. Com base em normas técnicas, é possível determinar índices que auxiliam na classificação da condição do pavimento e identificar a sua causa. Este trabalho tem o objetivo de analisar as manifestações patológicas e a qualidade da rodovia RN – 072, que compreende os municípios de Frutuoso Gomes-RN e Lucrécia-RN. Para isto, foi realizado um levantamento com inspeções visuais in loco, dividindo a via analisada em 7 seguimentos de 1km, aplicando as especificações exigidas pela norma, após a coleta de dados foi possível classificar a severidade das manifestações patológicas presentes e estabelecer os índices que também servem de ferramenta para analisar o pavimento. A avaliação revelou ao longo dos seguimentos a presença de manifestações como trincas, buracos, remendos, desgaste superficial e desgaste lateral, com relação aos índices, foi possível observar que os piores segmentos foram o 1, 2, 4, 5 e 6 apresentando um Índice de Condições o Pavimento Flexível (ICPF) baixo, não passando de 2,5, o Índice de Gravidade Global Expedito (IGGE) alto, variando entre de 61,9 e 74,4 e o Índice do Estado da Superfície do Pavimento (IES) considerado como péssimo, o único segmento bem avaliado foi o 7, em função do recapeamento que foi feito mais recentemente, este segmento teve ICPF 4, IGGE 9,9 e o IES obteve um conceito ótimo. De forma geral, foi visto que há a necessidade de intervenções para recuperar o pavimento e garantir conforto e segurança aos usuários, concluindo que este estudo se mostra fundamental para o planejamento de ações de recuperação e manutenções de pavimentos flexíveis, contribuindo para a melhoria da infraestrutura viária.

Palavras-chave: Patologia; Pavimento asfáltico; Rodovia.

ABSTRACT

Evaluating pathological manifestations in flexible pavement is an area of study that involves identifying, characterizing and analyzing defects that appear on the surface over time. It is a necessary activity to ensure the safety and durability of roads, as well as providing information on maintenance and repairs. Based on technical standards, it is possible to determine indices that help classify the condition of the pavement and identify its cause. The aim of this work is to analyze the pathological manifestations and the quality of the RN-072 highway, which includes the municipalities of Frutuoso Gomes-RN and Lucrécia-RN. To do this, a survey was carried out with on-site visual inspections, dividing the road analyzed into 7 sections of 1km, applying the specifications required by the standard. After collecting the data, it was possible to classify the severity of the pathological manifestations present and establish the indices that also serve as a tool for analyzing the pavement. The assessment revealed the presence of manifestations such as cracks, potholes, patches, surface wear and lateral wear along the segments. With regard to the indices, it was possible to observe that the worst segments were 1, 2, 4, 5 and 6, with a low Flexible Pavement Condition Index (FPCI) of no more than 2.5, a high Expedited Global Severity Index (EGSI) of between 61.9 and 74.5 and a poor Pavement Surface Condition Index (PSCI), 5, the Expedited Global Severity Index (IGSE) was high, ranging from 61.9 to 74.4 and the Pavement Surface Condition Index (IES) was considered to be very poor. The only segment that was rated well was 7, due to the resurfacing that was carried out more recently; this segment had an ICPF of 4, IGGE of 9.9 and the IES was rated as excellent. The only segment that was well assessed was segment 7, due to the resurfacing that was carried out more recently; this segment had an ICPF of 4, an IGGE of 9.9 and an IES of excellent. In general, it was seen that there is a need for interventions to recover the pavement and ensure comfort and safety for users, concluding that this study is fundamental for planning recovery and maintenance actions for flexible pavement, contributing to the improvement of road infrastructure.

Keywords: Pathology; Asphalt pavement; Highway.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura do pavimento flexível	18
Figura 2 – Trinca transversal	20
Figura 3 – Trinca longitudinal	20
Figura 4 – Trinca de retração.....	21
Figura 5: Trinca tipo "couro de jacaré"	21
Figura 6 – Trinca tipo "bloco"	22
Figura 7 – Afundamento plástico nas trilhas de roda	22
Figura 8 – Afundamento por consolidação nas trilhas de roda	23
Figura 9 – Desgaste superficial	23
Figura 10 – Panela ou buraco	24
Figura 11 – Remendo	25
Figura 12 – Formulário para o levantamento visual contínuo.....	28
Figura 13 – Imagem do trecho analisado	29
Figura 14 – Odômetro do veículo utilizado.....	30
Figura 15 – Remendos.....	33
Figura 16 – Trincas tipo "couro de jacaré"	33
Figura 17 – Panela/buraco presente no trecho.....	34
Figura 18 – Desgaste superficial	35
Figura 19 – Desgastes nas laterais.....	35
Figura 20 – Segmento 1.....	37
Figura 21 – Segmento 2.....	37
Figura 22 – Segmento 3.....	38
Figura 23 – Segmento 4.....	39
Figura 24 – Segmento 5.....	39
Figura 25 – Segmento 6.....	40
Figura 26 – Segmento 7.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Conceitos do ICPF	25
Tabela 2 – Determinação do índice de gravidade.....	26
Tabela 3 – Pesos para cálculo.....	26
Tabela 4 – Índice do estado da superfície do pavimento (IES)	27
Tabela 5 – Frequência de defeitos	28
Tabela 6 – Formulário para o levantamento visual contínuo	31
Tabela 7: Cálculo do IGGE - Índice de Gravidade Global Expedito	41
Tabela 8 – Resultados do IES.....	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 Geral	16
2.2 Específicos	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 Pavimento	16
3.2 Pavimento flexível	17
3.3 Manifestações patológicas em pavimentos flexíveis	19
3.3.1 Trincas	19
3.3.1.1 Isolada	19
3.3.1.2 Interligada	21
3.3.2 Afundamento	22
3.3.3 Desgaste	23
3.3.4 Panela ou buraco	24
3.3.5 Remendo	24
3.4 Levantamento visual contínuo (LVC)	25
4 METODOLOGIA	29
5 RESULTADOS	31
5.1 Manifestações patológicas identificadas	32
5.1.1 Remendo	32
5.1.2 Trincas	33
5.1.3 Buracos	34
5.1.4 Desgaste superficial	34
5.1.5 Desgaste lateral	35
5.2 Análise e classificação do ICPF	36
5.2.1 Segmento 1	36

5.2.2 Segmento 2	37
5.1.3 Segmento 3	38
5.1.4 Segmento 4	38
5.1.5 Segmento 5	39
5.1.6 Segmento 6	40
5.1.7 Segmento 7	40
5.2 Análise e cálculos do IGGE	41
5.3 Análise e classificação IES.....	42
CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

As estradas foram criadas com a finalidade de melhorar o acesso as áreas agrícolas, recursos naturais e promover a expansão territorial. A China é reconhecida como um dos países pioneiros nesse desenvolvimento, com registros históricos dessas vias (Balbo, 2007). As origens do transporte rodoviário no Brasil remontam ao século XIX, com a construção das primeiras estradas para facilitar o transporte de produtos agrícolas. Posteriormente, durante o governo Vargas, em 1932, a malha rodoviária foi expandida com a criação do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) em 1937 (TOTVS, 2024).

Foi durante a presidência de Juscelino Kubitschek, no final da década de 1950, que houve uma implementação significativa do rodoviarismo. A estratégia de Kubitschek foi vista por duas perspectivas: a primeira era integrar o Brasil, especialmente com a mudança da capital para Brasília, localizada no centro do país. A segunda perspectiva envolvia aspectos político-econômicos, com a ampliação da malha rodoviária visando atrair empresas internacionais do setor automobilístico (Brasil Escola, 2020).

Com o passar dos anos, os investimentos em rodovias continuaram a formar a estrutura de transporte do país, refletindo a importância contínua da malha rodoviária para a integração nacional e o desenvolvimento econômico. O legado de Kubitschek foi fundamental para estabelecer uma base sólida para a infraestrutura rodoviária, que agora enfrenta novos desafios e necessidades de manutenção e modernização para atender às demandas atuais.

A infraestrutura rodoviária desempenha um papel importante no desenvolvimento de uma região, facilitando o transporte eficiente de pessoas e mercadorias. No Brasil, maior parte das rodovias do país é composta por pavimentos flexíveis, responsáveis por cerca de 95% dessas vias. Esse tipo de pavimento, segundo Medina e Motta (2015), é constituído por uma camada de asfalto aplicada sobre uma base que pode ser feita de material granular ou de solo estabilizado, ajustado conforme a sua granulometria.

No entanto, a situação das rodovias brasileiras não tem sido tão positiva para o transporte rodoviário. De acordo com a pesquisa da Confederação Nacional do Transporte (CNT), de 2024, o estado geral das rodovias revela que, apenas 33% da totalidade da malha avaliada, o que corresponde a 36.911 quilômetros, estavam em condições de conservação classificadas como ótimo ou bom. A maior parte da malha rodoviária, representando 67% do total, equivalente a 74.941 quilômetros foi identificada com problemas e classificada como regular, ruim e péssimo (CNT, 2024).

A mesma pesquisa do CNT (2024), também enfatiza que deficiências nas rodovias brasileiras e o baixo nível de investimentos na melhoria da qualidade das estradas resultam em várias consequências para os usuários. Entre os principais problemas encontrados no pavimento rodoviário estão trincas, remendos, afundamentos, buracos e desgaste da superfície. Se essas deteriorações não forem tratadas, podem levar a efeitos negativos, como o aumento dos custos operacionais no transporte rodoviário e uma maior incidência de acidentes. Portanto, analisar essas manifestações patológicas e suas causas torna-se essencial para propor soluções que possam melhorar a qualidade das rodovias, reduzir os custos operacionais e aumentar a segurança para todos os usuários.

No contexto das estradas administradas pelo governo do estado do Rio Grande do Norte, dados da pesquisa CNT de 2024 mostram que 17,3% da extensão avaliada, equivalente a 325 km, está em condições consideradas péssimas. Além disso, 10,4% das estradas estão classificadas como ruins e 41,9%, correspondendo a 788 km, encontram-se em situação regular. A pesquisa revela ainda que 29% dos trechos de rodovias estaduais no estado estão classificados como bons, enquanto apenas 1,4% são considerados ótimos. (CNT, 2024).

A rodovia RN - 072, mais precisamente o trecho que conecta as cidades de Frutuoso Gomes e Lucrécia, no Rio Grande do Norte, desempenha um papel estratégico, essa via não apenas promove a integração entre ambas as cidades, mas também facilita o acesso a serviços essenciais, impulsiona o comércio local e regional, e estimula o desenvolvimento econômico. Assim, a RN-072 não é apenas uma via de tráfego, mas um elo vital para o crescimento e a sustentabilidade das comunidades que atravessa.

Nesse contexto, o trecho que conecta as cidades de Frutuoso Gomes e Lucrécia apresenta-se como um cenário relevante para investigação das manifestações patológicas presentes. Ambos os municípios fazem fronteira ao açude de Lucrécia que ajuda a impulsionar a economia da região, fazendo com que haja uma ligação entre os municípios e o uso frequente da RN-072. Visualmente é possível observar a defasagem do trecho que causa danos aos condutores que trafegam, como prejuízos aos veículos e o alto risco de acidentes. O estudo dessas patologias, permitirá compreender suas causas e impactos.

A relevância dessa pesquisa se dá devido ao impacto direto da infraestrutura viária na segurança e na eficiência do tráfego, bem como no desenvolvimento econômico e social da região. Este estudo busca identificar causas e propor soluções viáveis, através de inspeções in loco, análise de dados e classificação do trecho, contribuindo para a obtenção de uma rodovia mais segura e confortável.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Analisar as manifestações patológicas e avaliar trecho da rodovia RN-072, no trecho que compreende os municípios de Frutuoso Gomes/RN e Lucrécia/RN.

2.2 Específicos

- Identificar as manifestações patológicas no pavimento flexível da RN-072, no trecho entre Frutuoso Gomes/RN e Lucrécia/RN;
- Classificar o pavimento por meio dos índices de avaliação presentes na norma;
- Avaliar os impactos dessas patologias no trecho.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Pavimento

Pavimento é uma construção composta por várias camadas de espessura reduzida, situada sobre a superfície final de terraplenagem. Sua finalidade é resistir aos esforços provenientes do tráfego de veículos e das condições climáticas, proporcionando aos usuários melhores condições de rolamento, com conforto, economia e segurança (Bernucci et al., 2008).

Segundo Balbo (2007), a pavimentação de vias de circulação veicular melhora a operação do tráfego, proporcionando superfícies mais regulares, aderentes e com menor emissão de ruídos. Esses aprimoramentos resultam em maior conforto e segurança para os usuários, além de reduzir os custos operacionais e de manutenção dos veículos.

O Manual de Pavimentação (DNIT, 2006), diz que os pavimentos são classificados em flexível, semirrígido e rígido:

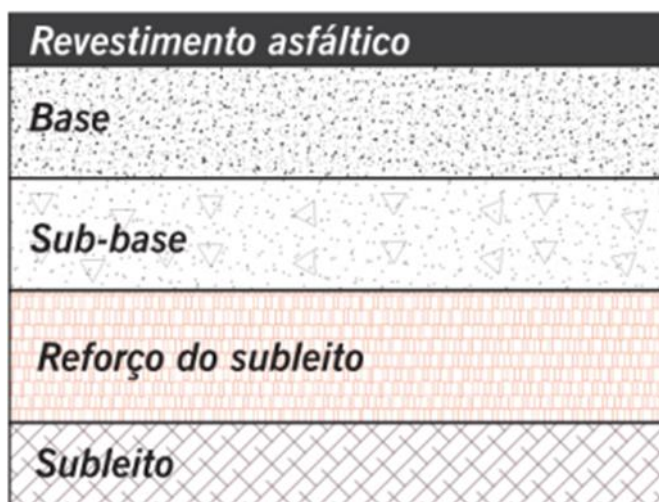
- Pavimento flexível: Trata-se de um pavimento onde todas as camadas sofrem deformações elásticas consideráveis sob a aplicação de cargas, resultando na distribuição das forças de maneira aproximadamente uniforme entre as camadas. É formado por uma base de brita ou de pedregulho, revestido por uma camada asfáltica (DNIT, 2006).
- Pavimento semirrígido: Esse tipo de pavimento é aquele em que a base é cimentada com um aglutinante que possui propriedades semelhantes às do cimento. Por exemplo, uma camada de solo cimento como base, coberta por uma camada asfáltica (DNIT, 2006).
- Pavimento rígido: É caracterizado pelo fato de que o revestimento possui uma rigidez significativamente maior do que as camadas inferiores. Como resultado, ele absorve praticamente todas as tensões provenientes da carga aplicada. Um exemplo típico desse tipo de pavimento é aquele constituído por lajes de concreto de cimento Portland (DNIT, 2006).

3.2 Pavimento flexível

Pavimentos flexíveis, são formados por uma camada superficial de revestimento asfáltico sobreposta a camadas de base, sub-base e reforço do subleito. Essas camadas são constituídas por materiais granulares, solos ou misturas de solos, sem a adição de agentes cimentantes ou aglutinantes que aumentem a rigidez normalmente observada nesses materiais (Bernucci et al., 2008).

A estrutura do pavimento tem como objetivo principal suportar os esforços gerados pelo tráfego, distribuindo para as camadas inferiores de modo a reduzir seu impacto, uma vez que essas camadas tendem a ser menos resistentes. Esse processo de transmissão de cargas é feito de maneira cuidadosa para evitar deformações ou rupturas que possam comprometer a funcionalidade da rodovia, resultando em um desempenho mecânico inadequado e na degradação precoce do pavimento (CNT, 2017). A Figura 1 mostra como se divide a estrutura do pavimento flexível.

Figura 1 – Estrutura do pavimento flexível



Fonte: Bernucci et al., 2008.

O revestimento asfáltico deve ser capaz de suportar cargas estáticas e dinâmicas sem apresentar deformações significativas, desagregação dos componentes ou perda de compactação. Para isso, é essencial que ele seja composto por materiais bem aglutinados ou dispostos de forma a evitar movimentações horizontais (Balbo, 2007).

A base é a camada responsável por suportar e distribuir os esforços verticais gerados pelo tráfego, servindo como a fundação sobre a qual o revestimento é construído. E a sub-base é utilizada como complemento à base, sendo aplicada principalmente em situações técnico-econômicas, quando a espessura da base necessária seria excessiva. Ela auxilia na resistência e na distribuição dos esforços verticais causados pelo tráfego, atuando como um suporte adicional à base (CNT, 2017).

O subleito é a camada de fundação sobre a qual o pavimento é apoiado, sendo responsável por absorver de forma definitiva os esforços verticais gerados pelo tráfego. Constituído por material natural consolidado e compactado, o subleito é delimitado pela base do pavimento e deve ser analisado até a profundidade onde as cargas do tráfego ainda têm impacto significativo. Há também o reforço do subleito, que é uma camada de espessura constante, que é construída sobre o subleito quando necessário e sua espessura ao longo do comprimento varia conforme o dimensionamento do pavimento. Ela integra o pavimento, atuando como um complemento à sub-base (CNT, 2017).

3.3 Manifestações patológicas em pavimentos flexíveis

Manifestações patológicas em pavimentos flexíveis são problemas que afetam a qualidade e o desempenho dos pavimentos ao longo do tempo. Estes problemas podem ser causados por fatores como tráfego excessivo, condições climáticas, erros de projeto, qualidade envolvida dos materiais e falta de manutenção adequada.

Os pavimentos são projetados para ter uma vida útil específica. Durante cada um desses períodos, conhecidos como ‘ciclos de vida’, o pavimento começa em ótimas condições e gradualmente se deteriora até atingir um estado ruim. Esse declínio na condição ou utilidade do pavimento ao longo do tempo é chamado de deterioração do pavimento (DNIT, 2006).

A norma DNIT 005/2003 – TER (Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos Terminologia) define as principais manifestações patológicas em pavimentos flexíveis.

3.3.1 Trincas

As trincas são defeitos superficiais que reduzem a resistência do revestimento e facilitam a infiltração de água, o que agrava o enfraquecimento da estrutura. Com o tempo, o processo de trincamento se intensifica, aumentando em extensão e severidade, podendo resultar na desintegração do revestimento (DNIT, 2006).

3.3.1.1 Isolada

Trinca transversal se forma de maneira isolada e perpendicular ao eixo da via (Figura 2). Podem surgir devido à reflexão de juntas ou trincas existentes nas camadas inferiores, causadas pela variação térmica ou pelo tráfego, ou ainda pela retração do revestimento asfáltico. Se sua extensão for de até 100 cm, é chamada de trinca transversal curta; caso ultrapasse essa medida, recebe o nome de trinca transversal longa (Silva, 2008).

Figura 2 – Trinca transversal



Fonte: DNIT, 2003.

Trincas longitudinais (Figura 3), que se formam de maneira isolada e paralela ao eixo do pavimento, podem surgir devido a uma execução inadequada das juntas de construção, reflexo de trincas nas camadas inferiores, assentamento da fundação, retração do revestimento asfáltico ou início de fadiga. Quando seu comprimento ultrapassa 1 metro, são classificadas como trincas longitudinais longas, e quando têm 1 metro ou menos, são denominadas trincas longitudinais curtas (Silva, 2008).

Figura 3 – Trinca longitudinal



Fonte: DNIT, 2003.

A trinca de retração (Figura 4) caracteriza-se como uma fissura isolada, originada por fenômenos de retração térmica ou contração do material do revestimento, bem como da base rígida ou semirrígida subjacente, não estando associada a esforços repetitivos de fadiga (DNIT, 2003).

Figura 4 – Trinca de retração



Fonte: Inova civil, 2019.

3.3.1.2 Interligada

Além das trincas isoladas há também as trincas interligadas e se dividem em dois tipos. De acordo com o DNIT (2003), as trincas do tipo "couro de jacaré" (Figura 5) consistem em fissuras interligadas sem direções definidas, lembrando o aspecto de couro de jacaré, que podem ou não apresentar erosão nas bordas. Já as trincas do tipo "bloco" (Figura 6) são caracterizadas por fissuras interligadas que formam blocos de lados bem definidos, podendo também apresentar erosão nas bordas.

Figura 5: Trinca tipo "couro de jacaré"



Fonte: CNT, 2017.

Figura 6 – Trinca tipo "bloco"



Fonte: Bernucci et al., 2008.

3.3.2 Afundamento

Os afundamentos, são caracterizados por deformações plásticas ou permanentes, resultam em uma depressão longitudinal na superfície do pavimento e podem ser classificados como plásticos ou de consolidação. Essas deformações são causadas pela repetida passagem das cargas de roda dos pneus e pelo fluxo canalizado de veículos comerciais (Silva, 2008).

O afundamento pode ser causado pela fluência plástica, como mostra a Figura 7, de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, e geralmente é acompanhado de solevamento. Quando a extensão do afundamento é de até 6 m, é classificado como afundamento plástico local; caso a extensão ultrapasse 6 m e ocorra ao longo da trilha de roda, é denominado afundamento plástico da trilha de roda. Por outro lado, o afundamento de consolidação (Figura 8) resulta da consolidação diferencial de uma ou mais camadas do pavimento ou subleito, sem apresentar solevamento. Se a extensão for de até 6 m, é chamado de afundamento de consolidação local; se superior a 6 m e localizado na trilha de roda, é designado afundamento de consolidação da trilha de roda (DNIT, 2003).

Figura 7 – Afundamento plástico nas trilhas de roda



Fonte: CNT, 2017.

Figura 8 – Afundamento por consolidação nas trilhas de roda



Fonte: CNT, 2017.

3.3.3 Desgaste

Segundo o DNIT (2003), o desgaste é caracterizado pela remoção gradual dos agregados do pavimento, resultando em uma aspereza superficial no revestimento, provocado por esforços tangenciais gerados pelo tráfego. A Figura 9 mostra um exemplo.

De acordo com Silva (2008), a volatilização e a oxidação do asfalto, combinadas com a ação abrasiva do tráfego e do intemperismo, são responsáveis pelo arrancamento dos agregados, que tende a ocorrer em estágios mais avançados da vida útil do pavimento. No entanto, se a perda progressiva de agregados for observada logo após a abertura ao tráfego, isso pode indicar problemas como o superaquecimento do asfalto na usina ou uma quantidade insuficiente de ligante na mistura asfáltica.

Figura 9 – Desgaste superficial



Fonte: CNT, 2017.

3.3.4 Panela ou buraco

A panela é uma cavidade ou buraco que se forma no revestimento e pode alcançar a base do pavimento. Esses buracos são uma evolução das trincas, afundamentos ou desgaste. A compressão da água, que é incompressível, tende a desagregar ou amolecer as camadas do pavimento, o que, por sua vez, aumenta os afundamentos nas trilhas de roda. Além disso, o acúmulo de água da chuva nas trincas superficiais da camada asfáltica contribui para uma degradação mais rápida do revestimento. Por essa razão, durante os meses de dezembro a março, que correspondem à estação chuvosa, observa-se uma tendência de formação de mais buracos nas ruas e rodovias (Silva, 2008). A Figura 10 mostra como fica o pavimento com essa patologia.

Figura 10 – Panela ou buraco



Fonte: CNT, 2017.

3.3.5 Remendo

Remendo é definido como uma panela preenchida com uma ou mais camadas de pavimentação (Figura 11). Embora essa prática seja considerada uma atividade de conservação, ela é vista como um defeito, pois indica um local de fragilidade e afeta o conforto durante o rolamento. A deterioração dos remendos refere-se ao conjunto de danos presentes em uma área onde o remendo foi aplicado (CNT, 2017).

Figura 11 – Remendo



Fonte: CNT, 2017.

3.4 Levantamento visual contínuo (LVC)

O método utilizado para a avaliação dos pavimentos nesse trabalho, é baseado na norma DNIT 008/2003 – PRO, denominada “Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos Procedimento”. Este método determina o Índice de Condição de Pavimentos Flexíveis (ICPF) e fornece dados para calcular o Índice de Gravidade Global Exedito (IGGE) e o Índice do Estado de Superfície do Pavimento (IES). Segundo a norma DNIT (2003), ICPF é uma avaliação qualitativa da superfície do pavimento com base na observação visual dos defeitos, como trincas, afundamentos, e outros tipos de deterioração. Ele é classificado em uma escala de 0 a 5, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Conceitos do ICPF

CONCEITO	DESCRIÇÃO	ICPF
Ótimo	Necessita apenas de conservação rotineira.	5 – 4
Bom	Aplicação de lama asfáltica - desgaste superficial, trincas pouco severas em áreas pequenas.	4 – 3
Regular	Correção de pontos localizados ou recapeamento - pavimento com trincas e “painéis” pouco frequentes e algumas irregularidades.	3 – 2
Ruim	Recapeamento com correções prévias - defeitos generalizados exigindo correções locais (superficiais ou profundas).	2 – 1
Péssimo	Reconstrução necessária - defeitos graves, com infiltração de água e descompactação da base.	1 – 0

Fonte: Adaptado DNIT, 2003.

Ainda segundo o DNIT (2003), o IGGE mede a gravidade dos defeitos observados em uma extensão de pavimento, considerando a frequência e a gravidade dos tipos de defeito. É calculado com uma fórmula que combina as frequências e pesos dos seguintes defeitos:

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

Ft e Pt são a frequência e o peso das trincas no pavimento.

Foap e Poap são a frequência e o peso das deformações, como afundamentos ou ondulações.

Fpr e Ppr são a frequência e o peso de defeitos severos como panelas (buracos) e remendos.

As Tabelas 2 e 3 apresenta os valores dos pesos utilizados para calcular o IGGE, considerando a frequência e a gravidade das ocorrências de defeitos registradas.

Tabela 2 – Determinação do índice de gravidade

Panelas (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: Adaptado DNIT, 2003.

Tabela 3 – Pesos para cálculo

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: Adaptado DNIT, 2003.

O terceiro índice calculado, ainda conforme o DNIT (2003), representa uma avaliação consolidada do estado geral do pavimento, combinando os resultados dos índices ICPF e IGGE. Esse índice tem uma escala de 0 a 10, onde valores mais altos indicam condições mais críticas e necessidade urgente de reparos.

De acordo com a Tabela 4, os valores do Índice de Estado de Superfície (IES), juntamente com o Código e o Conceito atribuídos ao estado da superfície do pavimento, são determinados.

Tabela 4 – 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 DNIT, 2003.

De acordo com a norma, recomenda-se que o levantamento seja realizado com um veículo equipado com velocímetro e odômetro calibrados. O veículo deve percorrer o trecho a uma velocidade média de 40 km/h, em condições meteorológicas favoráveis, evitando dias de chuva, neblina ou baixa iluminação natural. A equipe responsável deve ser composta por, no mínimo, dois técnicos e um motorista. Além disso, os trechos da via devem ser divididos em segmentos de, pelo menos, 1 km, a fim de facilitar a avaliação (DNIT, 2003).

Ainda conforme a norma DNIT (2003), O levantamento deve ser registrado em um formulário, Figura 12, apresentando os defeitos de cada trecho. A frequência dos defeitos é registrada com os códigos "A", "M" ou "B", dependendo da estimativa da qualidade e da porcentagem de ocorrência dos defeitos, como mostra a Tabela 5.

Figura 12 – Formulário para o levantamento visual contínuo

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 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

Fonte: DNIT, 2003.

Tabela 5 – Frequência de defeitos

Painéis (P) e Remendos (R)		
Código	Frequência	Quantidade/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

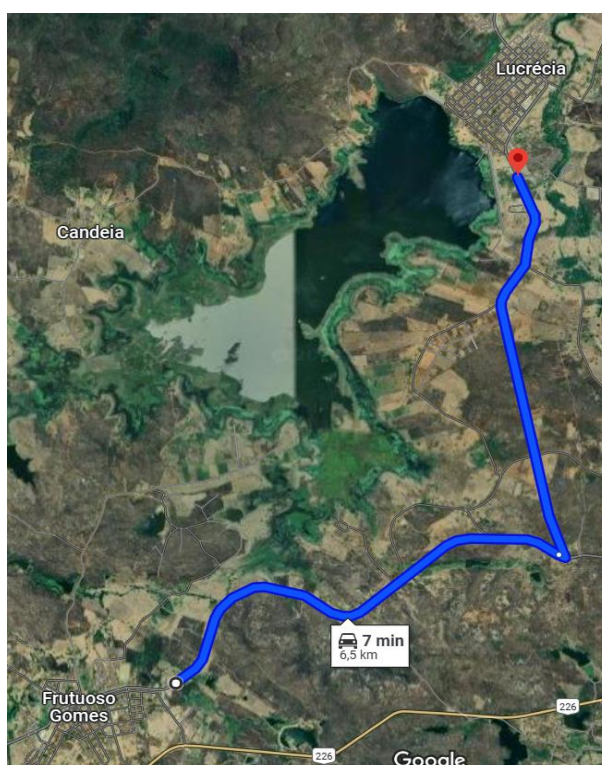
Fonte: Adaptado DNIT, 2003.

4 METODOLOGIA

Para a execução deste trabalho, inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica acerca do tema proposto, visando adquirir uma base teórica bem fundamentada com normas técnicas e trabalhos que apresentem de forma mais adequada o conteúdo estudado. Foi adotado uma abordagem qualitativa, com foco em uma análise das manifestações patológicas em um trecho da RN-072. O uso de uma abordagem qualitativa se faz necessária para compreender as características, causas e implicações das patologias identificadas.

O trecho analisado compreende 7 km da RN-072, que corresponde a distância entre os municípios de Frutuoso Gomes e Lucrécia (Figura 13), na região oeste do estado do Rio Grande do Norte, ambos os municípios estão há uma distância média de 345 km da capital Natal.

Figura 13 – Imagem do trecho analisado



Fonte: Google Maps, 2025.

A análise foi realizada conforme sugere a norma DNIT 008/2003 - PRO, seguindo todos os procedimentos recomendados. Inicialmente foi realizado o levantamento visual contínuo com o uso de um veículo a 40 km/h e medindo os trechos com o odômetro dele (Figura 14). Para isso, O trecho foi dividido em sete segmentos de um quilometro, cada segmento avaliado individualmente com base na frequência e gravidade dos defeitos. O procedimento foi realizado

sob condições climáticas favoráveis e registrado conforme formulário padrão, apresentado na Figura 12.

Figura 14 – Odômetro do veículo utilizado



Fonte: Autor, 2025.

Após a identificação dos defeitos foi registrado os dados para calcular os índices de avaliação, O ICPF foi determinado a partir de uma avaliação qualitativa dada pela norma como apresentada na tabela 1, o IGGE calculado de acordo com a frequência e gravidade dos defeitos encontrados utilizando a fórmula e os pesos apresentados nas tabelas 2 e 3 e por último o IES foi obtido a partir de uma análise dos índices ICPF e IGGE, que varia de 0 a 10 segundo a tabela 4 que relaciona os dois índices.

Com esses procedimentos, realizou-se uma análise detalhada do estado do pavimento tornando possível identificar as patologias presentes e sugerir as medidas corretivas mais apropriadas.

5 RESULTADOS

A análise no local do trecho em estudo ocorreu seguindo todos os padrões definidos na norma DNIT 008/2003 – PRO, para identificar as manifestações patológicas presentes e suas possíveis causas. Durante o levantamento executado, foi preenchido um formulário (Tabela 6) identificando as principais manifestações patológicas presentes em cada segmento do trecho.

Tabela 6 – Formulário para o levantamento visual contínuo

SEGMENTO				FREQUÊNCIA DOS DEFEITOS (A, M, B)										I C P F	Obs.
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 km	B		A		A						1,5	M
2	1	2	1 km	B		M		A			M			2	A
3	2	3	1 km	B		A		M			M			2,5	
4	3	4	1 km			A		M						2,5	M
5	4	5	1 km			B		A						2,5	A
6	5	6	1 km	B		B		A			M			2	A
7	6	7	1 km	B				B			B			4	M

Fonte: Autor, 2025.

- P – Panela;
- TR – Trinca Isolada;
- TJ – Trinca Couro de Jacaré;
- TB – Trinca em bloco;
- R – Remendo;
- AF – Afundamento;
- O – Ondulação;
- D – Desgaste;
- EX – Exsudação;
- E – Escorregamento.

O trecho contém 7 km de extensão, dividido em 7 segmentos de 1 km, partindo do pórtico da entrada de Frutuoso Gomes ao pórtico da entrada da cidade de Lucrécia. Desde já, vale lembrar que não foram encontrados dados concretos sobre a última reforma da rodovia. Porém, segundo a população, foi há aproximadamente 15 anos. Desde então, apenas operações de tapa-buracos são realizadas, com a última operação ocorrendo pouco antes do levantamento. Exceto pelo último segmento, que passou por um recapeamento em 2022.

Durante a inspeção foi observado aspectos como trincas, deformações e outros defeitos anteriormente apresentados. Além disso, alguns trechos mostram desgastes nas laterais da pista, e essa manifestação patológica foi considerada relevante, pois a rodovia não tem acostamento e a presença desta patologia tem influência na funcionalidade e segurança, como também na avaliação que foi realizada. Por não apresentar na norma esse tipo de manifestação patológica, a metodologia foi adaptada para incluir esses aspectos como observações complementares. Esses desgastes foram registrados no levantamento e classificados de acordo com a metodologia da norma, baseado em frequência e gravidade. Para isso utilizou-se os mesmos critérios aplicados para trincas e deformações, para que pudessem ser utilizados nas análises e cálculos dos índices ICPF, IGGE e IES.

5.1 Manifestações patológicas identificadas

Durante o levantamento foram observadas diversas manifestações patológicas, e com base na norma foi possível identificá-las e classificá-las adequadamente.

5.1.1 Remendo

O remendo foi a manifestação patológica com maior frequência, notou-se sua presença em todos os segmentos do trecho. Apesar da tentativa de recuperar o asfalto, esses remendos apresentam-se mais como um defeito. A sobrecarga do tráfego e a má qualidade dos materiais usados têm causado deformações e desnivelamento em comparação ao trecho ideal. A Figura 15 apresenta alguns desses remendos presentes no trecho.

Figura 15 – Remendos



(a) Segmento 2

(b) Segmento 3

Fonte: Autor, 2025.

5.1.2 Trincas

Trincas interligadas tipo "couro de jacaré" se apresentaram em quase todo o trecho. Essa manifestação patológica ocorre, neste caso, devido ao desgaste sofrido pelo revestimento asfáltico, causado pela sobrecarga do tráfego e pelo envelhecimento do asfalto. A Figura 16 mostra como estão alguns segmentos.

Figura 16 – Trincas tipo "couro de jacaré"



(a) Segmento 4

(b) Segmento 1

Fonte: Autor, 2025.

5.1.3 Buracos

As panelas/buracos também foram identificadas no levantamento, em menor volume, pois o trecho havia passado por uma operação tapa-buracos recentemente. Essa manifestação patológica se deve à sobrecarga do tráfego ao longo do tempo, que gera desgastes, somados às chuvas e ao calor extremo, ocasionando danos estruturais e funcionais ao trecho. Na Figura 17 é possível observar alguns dos buracos presentes no trecho, vale lembrar que a imagem (b) é do sétimo segmento que faz parte do recapeamento realizado em 2022.

Figura 17 – Panela/buraco presente no trecho



(a) Segmento 6

(b) Segmento 7

Fonte: Autor, 2025.

5.1.4 Desgaste superficial

Alguns segmentos do trecho apresentaram desgaste superficial, frequentemente mostrando que o envelhecimento do asfalto, unido ao tráfego constante e às condições climáticas, como chuva, sol intenso e variação de temperatura, fez com que o revestimento sofresse perda de sua superfície, com o desprendimento dos agregados da mistura asfáltica. Esse desgaste se apresenta como um dos principais vilões para o trecho analisado. A Figura 18 mostra alguns segmentos que sofrem com essa manifestação; em alguns, já se formaram pequenos buracos, mostrando como o desgaste leva a outros problemas que atrapalham a boa funcionalidade da rodovia.

Figura 18 – Desgaste superficial



(a) Segmento 3

(b) Segmento 6

Fonte: Autor, 2025.

5.1.5 Desgaste lateral

Essa manifestação se apresenta em muitos trechos pela falta de uma contenção lateral, como meio-fio ou algum reforço na borda, que não permita que a água escoe e remova as partículas do solo. Há também o tráfego de veículos próximo à borda, pois a rodovia não tem acostamento, fazendo com que o asfalto se desprenda. A Figura 19 apresenta imagens registradas dos desgastes observados ao longo do trecho analisado.

Figura 19 – Desgastes nas laterais



(a) Segmento 5

(b) Segmento 6

Fonte: Autor, 2025.

5.2 Análise e classificação do ICPF

Com os dados do levantamento, foi feita uma avaliação qualitativa da superfície do pavimento com base na observação visual dos defeitos em cada trecho, conforme a Tabela 1.

Os dados apresentados a seguir estão presentes no formulário apresentado na Tabela 6. Vale ressaltar que a única observação que foi levado em consideração é o desgaste lateral que foi considerado como algo que tem impacto significativo na qualidade e funcionalidade do trecho em análise, para questão de análise do Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis e Semi-rígidos (ICPF) essa manifestação teve como base a frequência e gravidade baseado na norma, como é utilizado para caracterizar trincas e deformações.

5.2.1 Segmento 1

De acordo com os dados recolhidos no levantamento o segmento 1 (Figura 20) se apresenta com alta frequência de trincas e remendos, desgaste médio nas bordas e com baixo frequência de panelas, com isso o segmento 1 teve o ICPF estimado em 1,5, considerado ruim. O envelhecimento do asfalto, remendos feitos de forma incorreta ou materiais inadequados favoreceu os surgimentos dessas manifestações patológicas. A classificação ruim indica a necessidade de correções prévias em pontos específicos, como em trincas e remendos mal executados, e posteriormente um recapeamento para restaurar e garantir vida útil por mais tempo.

Figura 20 – Segmento 1



Fonte: Autor, 2025.

5.2.2 Segmento 2

O segmento 2 (Figura 21) apresentou manifestações patológicas graves, como desgaste nas laterais e alta incidência de remendos, mostrando que a falta de meio-fio e as várias tentativas de correção por meio de remendos resultaram em problemas. Com esses problemas graves, presença de poucas placas e a ausência de outras manifestações levou a estimar um ICPF igual a 2, classificando o segmento como regular. Portanto, é importante realizar reparos nos remendos e corrigir os desgastes nas bordas ou se viável fazer um recapeamento.

Figura 21 – Segmento 2

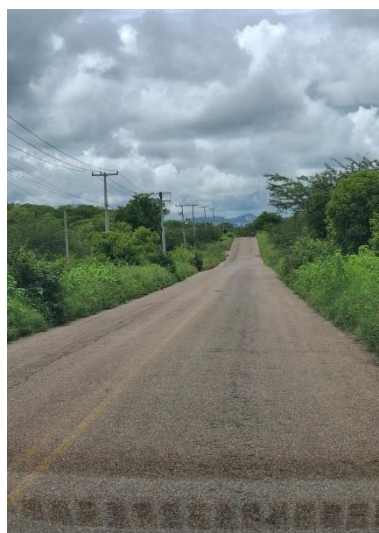


Fonte: Autor, 2025.

5.1.3 Segmento 3

No terceiro segmento (Figura 22) foi observado alta presença de trincas interligadas do tipo "couro de jacaré", indicando deterioração significativa. Observou-se também frequência média de remendos e desgastes superficiais, com baixa incidência de panelas. A presença de trincas interligadas é atribuída ao envelhecimento do asfalto e tráfego intenso. Em relação a outras manifestações, como afundamento e desgaste lateral, este segmento não apresentou o que não agrava tanto a situação. Com base nessas observações, o ICPF para este segmento foi estimado em 2,5, classificando-o como regular. Como indica a norma é necessário fazer correção nesses locais com problemas ou recapeamento.

Figura 22 – Segmento 3

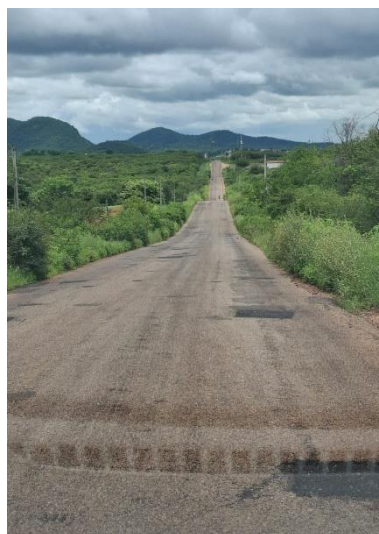


Fonte: Autor, 2025.

5.1.4 Segmento 4

O segmento 4 (Figura 23) apresentou manifestações médias do tipo remendos e o desgaste nas bordas, com alta frequência de trincas interligadas. Apesar da ausência de outras manifestações, este segmento foi classificado como regular de ICPF igual a 2,5 pois necessita de reparos pontuais nas bordas e remendos e manutenção em relação as trincas para evitar problemas maiores.

Figura 23 – Segmento 4



Fonte: Autor, 2025.

5.1.5 Segmento 5

Nesse segmento (Figura 24) foi visto uma alta frequência de remendo e desgaste nas laterais, mas relacionando essas manifestações com a baixa presença de panelas e trincas e com a ausência de outras manifestações foi considerado um ICPF igual a 2,5, classificado como regular. Apesar de considerável grave as manifestações de remendo e desgaste lateral, não comprometem a funcionalidade, sendo possível a correção desses problemas localizado e manutenção das trincas para não perder a funcionalidade do segmento com o tempo.

Figura 24 – Segmento 5



Fonte: Autor, 2025.

5.1.6 Segmento 6

Neste segmento (Figura 25) foi observado a presença de manifestações patológicas como remendo e desgaste lateral em alta frequência, apesar de graves não foram colocadas como defeitos que possam comprometer a funcionalidade do segmento. Também foi analisado a presença de média frequência de desgaste superficial, que não chega a comprometer a toda a superfície. E foi analisado a presença de panelas e trincas interligadas, de baixa frequência. O segmento apesar de apresentar manifestações de baixa, média e alta frequência foi estimado um ICPF igual a 2, pois as manifestações patológicas consideradas graves são problemas pontuais que não comprometem a funcionalidade. Portanto fazendo uma correção nos remendos e desgastes nas laterais, manutenção das trincas e desgastes superficiais é possível manter mais tempo a boa funcionalidade do segmento.

Figura 25 – Segmento 6

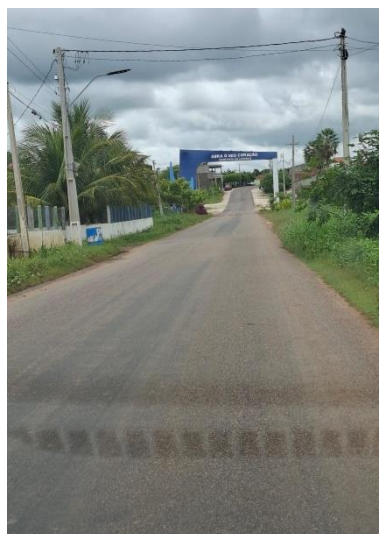


Fonte: Autor, 2025.

5.1.7 Segmento 7

Este segmento (Figura 25) apresenta uma melhor condição que os anteriores, pois fez parte de um recapeamento em 2022. Apesar de ser bem mais novo em comparação aos outros, já apresenta panelas, remendos e desgaste superficial de baixa frequência e um desgaste lateral médio. Mesmo tendo passado por essa reforma recente apresenta muitos defeitos que não deveriam aparecer tão cedo, visto que isso se dá por mal execução, material de má qualidade, falta de acostamento e acabamento nas laterais. Com isso o segmento teve ICPF estimado em 4, classificado como bom. Indicado a fazer apenas manutenções preventivas, com a execução de um meio fio com acabamento correto e aplicação de lama asfáltica para resolver os desgastes.

Figura 26 – Segmento 7



Fonte: Autor, 2025.

5.2 Análise e cálculos do IGGE

Para avaliação do Índice de Gravidade Global Exedito (IGGE), que mede a gravidade das manifestações patológicas observadas no pavimento, foi calculado de acordo com a frequência e o peso de cada tipo de manifestação. Para o cálculo foi usado a equação 1 com o apoio das tabelas 2 e 3, junto com os dados do levantamento apresentado no formulário da Tabela 6. Os resultados do IGGE estão apresentados na tabela 7 a seguir.

Tabela 7: Cálculo do IGGE - Índice de Gravidade Global Exedito

Nº do Seg	TRINCAS			DEFORMAÇÕES			PANELAS + REMENDO			(Ft*Pt)+ (Foap*Poap)+ (Fpr*Ppr) =IGGE
	Ft (%)	Pt	Ft * Pt	Foap (%)	Poap	Foap * Poap	Fpr (nº)	Ppr	Fpr * Ppr	
1	60	0,65	39	30	0,7	21	12	0,3	3,6	63,6
2	40	0,45	18	55	1	55	10	1	10	83
3	60	0,65	39	0	0	0	4	0,8	3,2	42,2
4	70	0,65	45,5	20	0,7	14	3	0,8	2,4	61,9
5	8	0,3	2,4	60	1	60	12	1	12	74,4
6	7	0,3	2,1	55	1	55	12	1	12	69,1
7	5	0,3	1,5	20	0,3	6	3	0,8	2,4	9,9

Fonte: Autor, 2025.

Segundo a norma quanto maior o valor do IGGE mais desgastado estará o pavimento, desta forma, o seguimento mais desgastado foi o segmento 2 com 83 e o menos desgastado o segmento 7 com 9,9.

5.3 Análise e classificação IES

Para a avaliação do Índice do estado da superfície do pavimento (IES), foi analisado uma combinação com base nos valores de ICPF e IGGE. Essa combinação é feita de acordo com a tabela 4, que apresentou valores correspondentes para o IES e esses valores classificaram os segmentos do trecho em ótimo, bom, regular, ruim e péssimo. A tabela 8 apresenta esses resultados e os conceitos avaliados.

Tabela 8 – Resultados do IES

N° do Seg	Resultados				
	ICPF	IGGE	IES		
			Valor	Cód.	Conceito
1	1,5	63,6	8	E	PÉSSIMO
2	2	83	8	E	PÉSSIMO
3	2,5	42,2	5	D	RUIM
4	2,5	61,9	8	E	PÉSSIMO
5	2,5	74,4	8	E	PÉSSIMO
6	2	69,1	8	E	PÉSSIMO
7	4	9,9	0	A	ÓTIMO

Fonte: Autor, 2025.

Com esses resultados o trecho avaliado mostra em sua quase totalidade uma má qualidade do pavimento, com exceção do trecho 7 que obteve conceito “ótimo”, o restante que obteve conceito “péssimo” deve ser submetido a uma intervenção rápida, passando por um reforço estrutural e reconstrução para que se tenha uma boa funcionalidade da rodovia. O Segmento 3 recebeu conceito “ruim”, podendo passar por manutenção corretiva. Mas, se tratando de todo o trecho o considerado mais viável é a recuperação total.

CONCLUSÃO

Os trechos analisados apresentaram manifestações patológicas do tipo remendo, buraco, trincas, desgaste superficial e desgaste lateral. Estes problemas mostraram-se em um nível alto, assim conclui-se que o trecho não apresenta boas condições de tráfego.

Analisando as manifestações patológicas, foi possível observar que os segmentos 1, 2, 4, 5 e 6 estão com vários problemas que implica na funcionalidade do trecho, com ICPF (Índice de Condições o Pavimento Flexível) baixo, não passando de 2,5. Eles também apresentaram o IGGE (Índice de Gravidade Global Expedito) alto, indicando uma má qualidade do pavimento variando entre de 61,9 e 74,4. E relacionando o ICPF e o IGGE para determinar o IES (Índice do estado da superfície do pavimento) foi mostrado que esses segmentos estão em péssimas condições.

O segmento 3 se apresentou com uma pequena melhora em relação aos outros com ICPF regular de 2,5. Obteve um IGGE mais baixo em relação aos outros chegando a 42,2 que demonstra uma melhora em relação aos outros. Mas, ao relacionar o ICPF com o IGGE ele recebe conceito de ruim, mostrando que não está no estado ideal e precisa de melhorias.

O único segmento bem avaliado foi o 7, mas também em função do recapeamento que foi feito mais recentemente. Este segmento teve ICPF 4, mostrando a necessidade apenas de correções rotineiras. Obteve um IGGE 9,9 o que mostra sua melhora em relação aos demais segmentos. Quando relacionado o ICPF com o IGGE ele obteve um conceito ótimo.

A partir desta análise foi possível ter uma avaliação da condição geral da superfície do pavimento, que se mostrou em sua quase totalidade em condições péssimas, mostrando ser necessária uma intervenção rápida de reconstrução, reforço estrutural e recapeamento, com um melhor dimensionamento geométrico para que a rodovia tenha acostamento com acabamento correto e não sofra desgaste.

Por fim, esse trabalho contribui para a identificação e compreensão dos problemas presentes na rodovia, oferecendo uma base para futuras manutenções e melhorias, buscando a qualidade e boa funcionalidade, garantido um tráfego seguro para os usuários.

REFERÊNCIAS

BRASIL ESCOLA. **Por que o Brasil adotou a utilização das rodovias ao invés das ferrovias?** Brasil Escola, 22 out. 2020. Disponível em: < <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/por-que-brasil-adotou-utilizacao-das-rodovias-ao-inves-.htm> >. Acesso em: 20 jan. 2025.

BALBO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica: materiais, projeto e restauração.** São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2007. E-book. Disponível em: < <https://plataforma.bvirtual.com.br> >. Acesso em: 22 jan. 2025.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros.** 3. ed. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 2008.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de rodovias 2024.** Brasília: CNT: SEST SENAT: ITL, 2023. Disponível em: < <https://static.poder360.com.br/2024/11/Pesquisa-CNT-de-Rodovias-2024.pdf> >. Acesso em: 1 mar. 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Transporte rodoviário: por que os pavimentos das rodovias do Brasil não duram?** Brasília: CNT, 2017. Disponível em: < <https://cnt.org.br/por-que-pavimentos-rodovias-nao-duram> >. Acesso em: 28 jan. 2025.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE-DNIT. **Manual de restauração de pavimentos asfálticos.** Publicação IPR-720, 313 p. Rio de Janeiro, 2006b. Disponível em: < https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-demanuais/vigentes/ipr_719_manual_de_pavimentacao-versao-corrigda-errata_1.pdf > Acesso em: 10 jan. 2025.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. DNIT 005/2003 – TER: **Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Terminologia.** 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 semi-rígidos Procedimento.** Rio de Janeiro: IPR, 2003.

INOVA CIVIL. As patologias mais comuns nas estradas. Inova Civil, 6 set. 2019. Disponível em: <https://inovacivil.com.br/as-patologias-mais-comuns-nas-estradas/>. Acesso em: 6 fev. 2025.

MEDINA, Jacques de; MOTTA, Laura Maria Goretti da. **Mecânica dos pavimentos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2015. E-book. Disponível em: < <https://plataforma.bvirtual.com.br> > Acesso em: 20 fev. 2024.

SILVA, Paulo Fernando A. **Manual de patologia e manutenção de pavimentos**. 2. ed. São Paulo: Pini Ltda, 2008.

TOTVS. **Transporte rodoviário no Brasil: história, cenário atual e importância**. TOTVS, 02 mai. De 2024. Disponível em: < <https://www.totvs.com/blog/gestao-logistica/transporte-rodoviario-no-brasil/> >. Acesso em: 17 mar. 2025.