Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022

LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAVIMENTO ASFÁLTICO NA RODOVIA TO-460

SURVEY OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN ASPHALT PAVEMENT ON HIGHWAY TO-460

Priscila Soares Queiroz
ORCID: https://orcid.org/0009-0006-3457-1313
Graduanda do Curso de Engenharia Civil da Universidade de Gurupi – UnirG
Estudante, Universidade de Gurupi, Brasil
Email: priscila.s.queiroz@unirg.edu.br

José Carlos Frazão Merabet Júnior
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1215-8310
Professor de Engenharia Civil da Universidade de Gurupi – UnirG, Gurupi-TO
E-mail: jose_merabet@hotmail.com

Recebido: 15/05/2025 – Aceito: 30/05/2025

Resumo

O presente artigo avaliou as condições de preservação do revestimento asfáltico da rodovia TO-460 em um segmento de quatorze quilômetros. O artigo de caráter descritivo e com abordagem qualiquantitativa, adotou a avaliação objetiva da superfície, conforme as diretrizes da norma do departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT) 006/2003-PRO. O mapeamento identificou o desgaste superficial como a manifestação patológica mais prevalente, seguido por trincas isoladas, ondulações, buracos e reparos na camada asfáltica. Com base no cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG), O trecho foi enquadrado na categoria 'ruim', registrando um resultado de 99,565, o que demanda intervenções com o objetivo de restabelecer condições adequadas de circulação e segurança. As principais causas dos danos estão deterioração dos insumos, à ação do trânsito e à ausência de manutenção preventiva. Indica-se a adoção de procedimentos conservativos, incluindo microrrevestimento, selagem superficial ou recapeamento para mitigar os defeitos identificados e aumentar a longevidade da pista.

Palavras chave: Manifestações patológicas; Pavimento asfáltico; Avaliação objetiva; Índice de Gravidade Global.

Abstract

This article evaluated the preservation conditions of the asphalt pavement of the TO-460 highway in a fourteen-kilometer segment. The descriptive article with a qualitative and quantitative approach adopted an objective evaluation of the surface, according to the guidelines of the National Department

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022

of Transportation Infrastructure (DNIT) standard 006/2003-PRO. The mapping identified surface wear as the most prevalent pathological manifestation, followed by isolated cracks, undulations, potholes and repairs in the asphalt layer. Based on the calculation of the Global Gravity Index (IGG), the section was classified in the 'poor' category, registering a result of 99.565, which requires interventions with the objective of reestablishing adequate circulation and safety conditions. The main causes of the damage are deterioration of the inputs, the action of traffic and the lack of preventive maintenance. The adoption of conservative procedures is recommended, including micro-coating, surface sealing or resurfacing to mitigate the identified defects and increase the longevity of the track.

Key words: Pathological manifestations; Asphalt structure; Objective assessment; Global Gravity Index.

1. Introdução

O desenvolvimento de uma localidade, estado ou nação está fortemente vinculado à eficiência de sua infraestrutura viária, agiliza o fluxo de mercadorias, especialmente granéis, e permite a circulação da população. No território brasileiro, onde o transporte rodoviário se destaca como a principal forma de locomoção, é essencial que as estradas estejam asfaltadas, mantidas em boas condições e expandidas sempre que preciso, com o suporte de recursos governamentais para atender às crescentes exigências logísticas e sociais (Santos; Côrrea; Jorge, 2022).

Dentro do âmbito das vias terrestres, o revestimento asfáltico é compreendido como uma camada estrutural, projetadas para absorver as tensões geradas pela circulação de automóveis e suportar às variações dos fatores meteorológicos. Além disso, precisa oferecer aos usuários comodidade, redução de custos e proteção. (Dresch, 2018).

Segundo Elias (2018) e Gabriel e Verdade (2021), para garantir o bem estar da pessoa que trafega, a superfície deve ser suave, sem vibrações, solavancos ou ruídos excessivos, tanto para o motorista quanto para as áreas vizinhas. Isso é essencial, pois usuários percebem facilmente as irregularidades no pavimento durante o percurso, evidenciando falhas na qualidade da via. Quanto à segurança, o projeto deve considerar o traçado adequado à velocidade diretriz, além de características como rugosidade e inclinação, para assegurar a rápida evacuação da água e satisfatória aderência dos pneus. Por fim, deve-se buscar uma alternativa operacional que minimize os custos de implantação da obra, proporcionando, assim, uma economia no processo.

No intuito de atender a esses requisitos, o Manual de Pavimentação do Departamento Nacional de Infraestruturas de Transportes (DNIT, 2006), classifica os

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022

pavimentos, essencialmente, em três categorias: rígido, semirrígido e flexível. O pavimento rígido se distingue por ter sua camada constituída elementos de concreto produzido com cimento, os quais desempenham as funções de base e de revestimento. Já o pavimento flexível utiliza materiais betuminosos para seu revestimento, sendo usual a adoção de Tratamento Superficial Duplo (TSD) ou Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) na camada superficial. Por fim, o pavimento semirrígido contém uma base cimentada e um extrato superior flexível. Possui uma constante elástica intermediária, situando-se entre os intervalos usuais de superfícies de rolamento rígidas e maleáveis (Elias, 2018; Brasil, 2006).

O pavimento rígido possui elevada capacidade de suportar a tração, sendo essa propriedade determinante para a definição da espessura do pavimento, juntamente com fatores como fadiga, o fator de reação do solo de fundação e as forças exercidas aplicadas (Marques, 2010). Já o pavimento flexível é marcado por sua resistência ao rompimento (Ferreira *et al*., 2024; Araújo *et al*., 2016). Por outro lado, o pavimento semirrígido apresenta um parâmetro elástico intermediário, situando-se entre as faixas típicas dos pavimentos rígidos e flexíveis (Elias, 2018; Brasil, 2006).

Segundo Ribeiro (2017) os revestimentos betuminosos distribuem os esforços na interface dos extratos de forma distribuída, concentrando a pressão vertical nas partes inferiores próximas à área de incidência da carga. Influenciadas pela maior capacidade de deformação dos elementos utilizados, à transferência de tensões elevadas ou ao uso de materiais de qualidade duvidosa, esses pavimentos geralmente demandam grandes espessuras para garantir que a tensão transmitida ao solo de fundação permaneça dentro de seus limites de resistência. Além disso, a menor coesão entre as camadas nesses pavimentos pode causar deformações significativas, resultando no surgimento de patologias.

Pavimentos, embora apresentem boa durabilidade, não possuem vida útil infinita e diversos fatores podem contribuir diretamente para seu desgaste. Por estarem expostos ao ambiente e ao tráfego, estão suscetíveis à deterioração ao longo do tempo, seja por falhas no processo construtivo ou por ações externas (Ferreira; Oliveira, 2021).

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022

Nesse sentido, uma pesquisa divulgada pela Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2024) mostra que o estado do Tocantins tem 81,6% da extensão de rodovias asfaltadas que apresentam algum tipo de deficiência, classificadas como em condição mediana, insatisfatória ou crítica. O estudo considerou aspectos como pavimento, sinalização e geometria da via. Além disso, o levantamento apontou que as condições do pavimento no estado geram elevação dos gastos operacionais do transporte em 28,8%. Tal cenário impacta diretamente a competitividade econômica do país e o custo dos produtos.

Diante disso, considerando que a qualidade do pavimento impacta diretamente o desempenho do transporte rodoviário - elevando custos operacionais, comprometendo a segurança, o conforto e gerando impactos ambientais-, este trabalho tem o intuito de inspecionar a integridade do revestimento viário da rodovia TO-460 em ao longo de quatorze quilômetros, com a utilização da Norma DNIT 006/2003-PRO, por meio de uma abordagem objetiva da superfície.

2. Referencial teórico

O referencial teórico está organizado em três partes: a primeira aborda a estruturação do pavimento asfáltico, a segunda trata dos principais defeitos observados nesse tipo de rodovia, e a terceira descreve as metodologias tradicionais utilizadas na avaliação da superfície dos pavimentos.

2.1 Composição do pavimento asfáltico

A construção dos pavimentos envolve o uso de materiais granulares dispostos em camadas e betuminosos, com um extrato superior que se deforma elasticamente sob ação de tensões (Figura 1), conferindo-lhes elevada aptidão para dissipar os esforços aplicados pelo tráfego (Brasil, 2006).

Conforme Filho e Rocha (2018), o revestimento é apoiado em camadas de base, sub-base, reforço do subleito e subleito (Figura 2).

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022

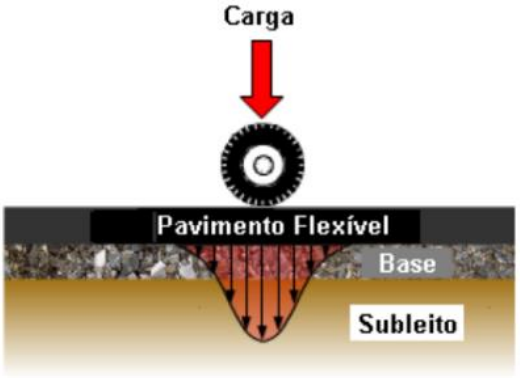


Figura 1: Representação das cargas no pavimento flexível. Fonte: Araújo *et al.*, (2016).

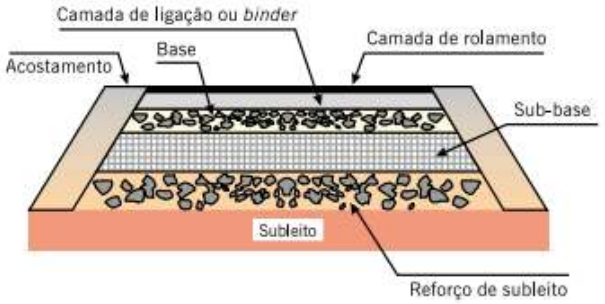


Figura 2: Estrutura do pavimento flexível. Fonte: Bernucci *et al.* (2022).

2.1.1 Revestimento

O revestimento tem como papel suportar diretamente as ações do trânsito, e é feita por elementos impermeáveis que protegem as demais camadas do pavimento. Ademais, deve garantir conforto ao usuário, uma vez que é a única parte da estrutura visível e percebida durante o uso (Almeida; Rodrigues; Lima, 2021).

Os revestimentos betuminosos, em consonância com o Manual de Pavimentação do DNIT (2006), resultam da junção de componentes minerais com materiais betuminosos e são executados por dois processos clássicos: penetração e mistura. Os revestimentos por penetração subdividem-se em direta e invertida. No sistema de penetração reversa, aplicam-se alternadamente camadas de material betuminoso e agregados, seguidas de compactação, podendo ser simples, duplos ou triplos, conforme a quantidade de extratos utilizada. Já na penetração direta, o processo começa o espalhamento e a adensamento dos agregados, seguidos pela injeção do ligante betuminoso, sendo o Macadame Betuminoso um exemplo típico. Essa classificação pode ser melhor visualizada na Figura 3.

Os revestimentos asfálticos por misturas usinadas podem ser classificados, de acordo com seus processos construtivos, em “a quente” e “a frio”. As misturas “a quente” dividem-se em abertas, descontínuas ou densas/contínuas, dependendo de suas características granulométricas e estruturais. As pré-misturadas “a frio” utilizam agregados e emulsão asfáltica de petróleo (EAP), sendo indicadas para vias de baixo tráfego, manutenção e camadas intermediárias (Madureira, 2022).

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022



Figura 3: Classificação dos revestimentos flexíveis betuminosos.
Fonte: adaptado do DNIT (2006).

2.1.2 Base

Conforme a pesquisa de Souza e Rocha (2022), a base é a camada que antecede o revestimento e tem como principal função resistir aos esforços mecânicos e às deformações geradas pelo tráfego de veículos, distribuindo essas cargas para as camadas inferiores de modo a preservar a integridade estrutural do pavimento. Desta forma, a implementação de uma sub-base ou do reforço do subleito não é obrigatória, sendo recomendada apenas quando o tráfego local venha exigir (Cunha; Oliveira, 2021).

De acordo com Silva e Carmo (2023) na execução da camada fundamental da estrutura viária, utilizam-se frequentemente materiais extraídos de britagem, misturas de solos ou combinações de solos com materiais britados. Ademais, é viável empregar materiais tratados ou estabilizados com agentes como cimento, cal, betume, cinzas volantes ou combinações desses elementos. Tal como se dá com as sub-bases, as bases podem ser divididas em granulares ou estabilizadas, sendo a escolha influenciada pelas características do local, pela oferta de insumos e pelas demandas do projeto, fatores essenciais para pavimentos rodoviários duráveis.

2.1.3 Sub-base

A sub-base é realizada quando não é recomendado estabelecer a base diretamente sobre o reforço do subleito ou o próprio subleito. Essa camada, que fica posicionada acima do reforço do subleito e abaixo da base, deve apresentar propriedades melhores que as da camada inferior, porém inferiores à camada que a

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022

sobrepõe, garantindo uma transição adequada entre as estruturas (Cunha; Oliveira, 2021).

Dessa forma, é possível afirmar que a sub-base na estrutura de um pavimento, funciona como uma camada intermediária que melhora a transição entre o reforço do subleito e a base. Essa camada, além de desempenhar funções semelhantes às da base, tem como finalidade, também, permitir a redução da espessura dessa base, o que contribui para a diminuição dos custos na construção (Souza; Rocha, 2022).

2.1.4 Reforço do Subleito

A norma do DNIT 138/2010-ES (Especificação de Serviço) define o reforço do subleito como uma camada estabilizada granulometricamente, visando aproveitar melhor os insumos e reforçar a resistência da fundação do pavimento. Ao adicionar essa camada, é possível reduzir a espessura da sub-base. Para tanto, são empregados solos ou misturas de solos com qualidade superior à do subleito. É uma camada que apresenta uma espessura uniforme em sua seção transversal, mas variável ao longo de sua extensão, conforme a definição das dimensões do pavimento. Sua execução ocorre sobre o subleito previamente regularizado (Oliveira; Oliveira, 2021).

2.1.5 Subleito

O subleito é considerado a fundação do pavimento e deve ser projetado observando a penetração das tensões induzidas pelo fluxo de veículos que exercem influência significativa. Isto é, representa as ações determinantes das cargas que irá determinar a espessura dessa camada e diferenciá-la do terreno natural (Felicio; Junior, 2023).

Dependendo das características do solo que compõe o subleito, pode ser que ue demande ações corretivas de nivelamento ou reforço, isso dependerá das exigências do projeto. Sua principal função é distribuir as cargas recebidas, prevenindo deformações e afundamentos na superfície do pavimento (Silva; Carmo 2023).

2.2 Principais manifestações patológicas em estruturas asfálticas

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022

As manifestações patológicas em pavimentos asfálticos resultam do processo natural de degradação, de erros na elaboração do projeto, de falhas no processo de construção, como o uso de materiais construtivos de qualidade inferior ou à falta de um controle adequado, e da ausência de manutenção eficiente (Ferreira *et al.*, 2024).

Essas patologias podem ser separadas em duas partes: estruturais ou funcionais, com base no mecanismo de ocorrência e na sua manifestação visual. As falhas de natureza estrutural estão relacionadas à capacidade do pavimento de suportar as cargas do tráfego, enquanto as de natureza funcional afetam a qualidade da trafegabilidade em termos de rolamento e segurança (Santos; Corrêa; Jorge, 2022). Nesse contexto, a norma DNIT 005/2003 estabelece uma tipologia dos defeitos observados em pavimentos flexíveis, organizando-os em oito grupos, apresentados a seguir de acordo com suas características e seus impactos na estrutura e no desempenho funcional da via.

2.2.1 Fenda

As fendas são aberturas na superfície do pavimento asfáltico caracterizadas por desconexões de diferentes dimensões, podendo apresentar diferentes dimensões. De acordo com a distância necessária para sua visualização em vista desarmada (olho nu), classificam-se em fissuras ou trincas (Souto; Moresco; Goltz, 2019).

As fissuras são aberturas de largura capilar, perceptíveis apenas a distância inferior a 1,50 m e que, inicialmente, não comprometem a funcionalidade do pavimento. Já as trincas possuem aberturas mais evidentes e podem surgir de maneira isolada ou interligada. Entre os tipos de trincas isoladas, destacam-se as transversais, longitudinais e de retração, que variam conforme sua orientação e origem. Por outro lado, as trincas interligadas podem apresentar padrões como o "couro de jacaré", caracterizado por fissuras sem direções predominantes, e o tipo "bloco", onde se formam segmentos bem definidos (Brasil, 2003).

Segundo Oliveira *et al.* (2021), as possíveis causas para o surgimento de fendas no pavimento flexível são a fadiga do material, retração térmica, processos de consolidação, juntas de construção e envelhecimento.

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022

2.2.2 Afundamento

O afundamento é evidenciado por uma depressão na superfície do pavimento, frequentemente acompanhada por solevamento. Essa deformação pode ocorrer na forma de afundamento plástico, quando está relacionado à fluência dos materiais, ou afundamento por consolidação, quando ocorre devido a compactação contínua dos estratos do pavimento (Sales; Barros; Souza, 2020).

A fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito resulta em deformações acompanhadas por uma compensação volumétrica lateral. Já no caso do afundamento por consolidação, decorrente da consolidação diferencial das camadas, não há essa compensação volumétrica (Santos; Mendes; Goltz, 2019).

2.2.3 Ondulação ou Corrugação

A Norma do DNIT 154/2010 (Brasil, 2010, p.3) define que é a “deformação caracterizada por ondulações ou corrugações transversais na superfície do pavimento”. Essas ondulações ocorrem devido à instabilidade da base, baixa resistência da massa asfáltica e excesso de ligante ou materiais finos, estando relacionadas às tensões cisalhantes horizontais, especialmente em áreas onde há aceleração dos veículos (Ribeiro, 2017).

2.2.4 Escorregamento

O escorregamento é caracterizado pela movimentação do revestimento sobre a camada subjacente do pavimento, manifestando-se com fendas em forma de meia-lua (Brasil, 2003). De acordo com Ribeiro (2017), o escorregamento de massa decorre da baixa resistência da mistura asfáltica, influenciada pelo tráfego e pelas condições ambientais. Além disso, a má distribuição do ligante em camadas de concreto betuminoso pode levar ao arrastamento da mistura por deformação plástica excessiva ou instabilidade da fundação.

2.2.5 Exsudação

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022

A exsudação é identificada pelo surgimento de manchas escurecidas na superfície do pavimento asfáltico. Essas manchas são um indicativo da presença excessiva de ligante, o que normalmente ocorre devido a um alto teor desse material na mistura (Marcato; Oliveira, 2021).

Esse fenômeno está diretamente relacionado a uma redução no conteúdo de vazios da massa asfáltica, o que faz com que o ligante migre para a superfície do revestimento, comprometendo, assim, seu desempenho e durabilidade ao longo do tempo (Brasil, 2010).

2.2.6 Desgaste

O desgaste é o desprendimento gradual dos agregados, resultando em uma superfície mais áspera. Essa manifestação patológica pode ser causada por diversos fatores, como a redução do teor de ligante, perda de aderência entre o ligante e os agregados, condições inadequadas de execução, temperaturas elevadas, entre outros. A perda dos agregados expõe o pavimento às ações do intemperismo, comprometendo sua estrutura, trafegabilidade e vida útil (Souto; Moresco; Goltz, 2019).

Oliveira *et al.* (2021), reforçam que esse tipo de patologia resulta da combinação dos esforços tangenciais gerados pelo tráfego e os efeitos do intemperismo, manifestando-se com maior frequência à medida que a estrutura envelhece.

2.2.7 Panela ou buraco

A panela é um buraco que surge no revestimento e pode acelerar o processo de degradação da estrutura, pois permite que a água presente na superfície acesse as camadas inferiores, comprometendo as características funcionais e estruturais da pavimentação (Ferreira *et al.*, 2024).

Bernucci *et al.* (2022) especificam que as prováveis causas para o aparecimento de cavidades no pavimento podem ser o resultado da junção de trincas interligadas com a ação do tráfego; erro na compactação - saturação do solo; imprimação imprecisa; desagregação por dosagem deficiente; segregação de matérias.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022

2.2.8 Remendo

O remendo é uma técnica de conservação que consiste no preenchimento de uma ou mais camadas da panela presente no pavimento, podendo ser profundo, onde há a troca do revestimento, ou superficial, que ocorre em área localizada (Brasil, 2003).

Embora seja uma medida de manutenção, o remendo é considerado uma patologia, pois indica pontos vulneráveis na camada superficial do pavimento e compromete a qualidade do conforto de rolamento da pista, principalmente quando mal executado (Bernucci *et al*., 2022).

2.3 Avaliação da condição do pavimento

Os métodos de avaliação da superfície dos pavimentos são desenvolvidos para uniformizar e direcionar os estudos técnicos, tornando o processo mais eficiente. Essas metodologias desempenham um papel fundamental na garantia da qualidade das obras viárias e fornecem informações essenciais para auxiliar na gestão e manutenção da infraestrutura de transportes, facilitando a tomada de decisões estratégicas (Lázaro *et al.,* 2022).

Essa avaliação superficial pode ser dividida em duas classes: objetiva e subjetiva. No Brasil, as diretrizes do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), 006/2003 – PRO, 008/2003 – PRO e 009/2003 – PRO têm a função de padronizar e orientar a realização de levantamento visual contínuo, e também as análises objetiva e subjetiva.

2.3.1 Levantamento visual contínuo

O Levantamento Visual Contínuo (LVC), regulamentado pela Norma 008/2003, é um método de avaliação do pavimento que visa verificar o estado da superfície por meio da observação visual contínua dos defeitos, realizada de dentro de um veículo que se desloca a velocidade constante. Esse método permite analisar de forma contínua a camada superior de pavimentos flexíveis e semirrígidos através da avaliação pelo Índice de Condição dos Pavimentos Flexíveis (ICPF). Além disso, fornece as informações consideradas no dimensionamento Índice de Gravidade

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022

Global Expedito (IGGE) e no Índice do Estado de Superfície do Pavimento (IES). Embora seja um processo mais detalhado, o LVC é especialmente viável em rodovias extensas e com menos restrições operacionais (Sousa *et. al.,* 2022).

2.3.2 Avaliação objetiva da superfície do pavimento

O Índice de Gravidade Global (IGG) rata-se de uma técnica imparcial para analisar a camada superior de pavimentos flexíveis e semirrígidos, utilizando inspeções visuais que seguem a padronização terminológica do DNIT para os tipos de manifestações patológicas observadas (SILVA, 2021). Dessa forma, Bernucci *et al.* (2022) destacam que a avaliação objetiva é um método estruturado para a identificação e classificação de defeitos, bem como a atribuição do IGG e pode ser utilizado como base para projetos de reforço, pois permite uma avaliação criteriosa das condições da estrutura.

Essa avaliação é regulamentada pela NORMA DNIT 006/2003 – PRO, que padroniza o procedimento de análise. Lázaro *et al*. (2022) apontam que essa metodologia se destaca pelo emprego de instrumentos eletrônicos ou analógicos para mensurar parâmetros superficiais, como textura e manifestações patológicas, minimizando a influência do analista no resultado final.

2.3.3 Avaliação subjetiva da superfície do pavimento

É uma metodologia de avaliação regida pela NORMA DNIT 009/2003 – PRO onde estabelece os procedimentos a serem realizados na verificação, considerando aspectos como conforto e suavidade de rolamento.

Nesse tipo de análise, a condição da superfície da pista é avaliada por um grupo técnico que se baseia em métrica numérica de notas, sendo influenciada pelo conhecimento e perícia dos avaliadores. Assim sendo, para que resultados sejam uniformizados, é preciso o uso de técnicas estatísticas de convergência (Lázaro *et al.,* 2022).

Segundo Sousa *et al.* (2023), a escolha do método de avaliação do pavimento deve considerar os objetivos do estudo e os recursos disponíveis. O Levantamento Visual Contínuo é indicado para inspeções preliminares por ser rápido e de baixo custo, embora apresente subjetividade. A avaliação objetiva é mais precisa e

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022

recomendada para análises detalhadas e projetos de reforço (Bernucci, 2022). Já a análise subjetiva é eficaz para avaliar o bem-estar de quem faz uso da rodovia, conforme a norma DNIT 009/2003.

3. Metodologia

A metodologia adotada neste trabalho foi estruturada para possibilitar uma análise técnica e sistemática das condições do pavimento na área de estudo. O processo metodológico foi dividido em cinco etapas principais: caracterização da pesquisa**,** localização da área de estudo**,** estruturação da pesquisa**,** coleta de dados e cálculo dos índices.

3.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa realizada neste trabalho caracteriza-se como descritiva, uma vez que teve como objetivo principal descrever as manifestações patológicas observadas e traçar um retrato detalhado das condições atuais da rodovia TO-460. Segundo Cesário *et al*. (2020), esse tipo de abordagem visa caracterizar fenômenos e estabelecer relações entre variáveis, possibilitando uma análise criteriosa dos aspectos investigados. A descrição dos defeitos seguiu os critérios estabelecidos pela Norma DNIT 006/2003 – PRO, assegurando padronização na identificação, classificação e quantificação das irregularidades na superfície do pavimento.

Quanto à abordagem, o estudo englobou os dois aspectos: qualitativo e quantitativo, sendo o primeiro essencial para minuciar e classificar os danos encontrados. Já o segundo foi necessário para dimensionar a extensão e a gravidade dos defeitos identificados, permitindo determinar o cálculo do índice de gravidade global (IGG) e o índice de gravidade individual (IGI), métricas adotadas para avaliar objetivamente a condição do pavimento. A combinação desses métodos de pesquisa possibilitou uma compreensão mais completa do problema em questão, contribuindo para a obtenção de conclusões mais sólidas e relevantes (Lunetta; Guerra, 2024).

3.2 Localização da área de estudo

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022

O presente trabalho teve como área de estudo a rodovia TO-460, que conecta o distrito de Vila Quixaba, localizado no município de Peixe (coordenadas 11°52'56" S e 48°50'13" O), ao município de Sucupira (coordenadas 11°58'55" S e 48°54'15" O), totalizando uma extensão de quatorze quilômetros, conforme ilustra a Figura 4.

Essa rodovia foi pavimentada em 2002 (informação verbal[1]), marcando um avanço significativo na infraestrutura viária da região, facilitando o acesso a municípios vizinhos e promovendo o desenvolvimento socioeconômico local.

Esse local foi escolhido devido à importância de se garantir uma via de acesso em bom estado de conservação entre Sucupira e a BR-242. Segundo a Secretaria do Planejamento e Orçamento do Tocantins, em parceria com o IBGE (2021), a base econômica do município é a agropecuária, com destaque para a silvicultura voltada à produção de lenha de eucalipto. Uma estrada em boas condições facilita o escoamento da produção até os principais mercados consumidores, contribuindo para a redução dos custos logísticos.

[1]Informação fornecida pelo Secretário de Administração do Munícipio em 2002, José Dantas do Rego, em entrevista realizada no dia 12 de maio de 2025.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022

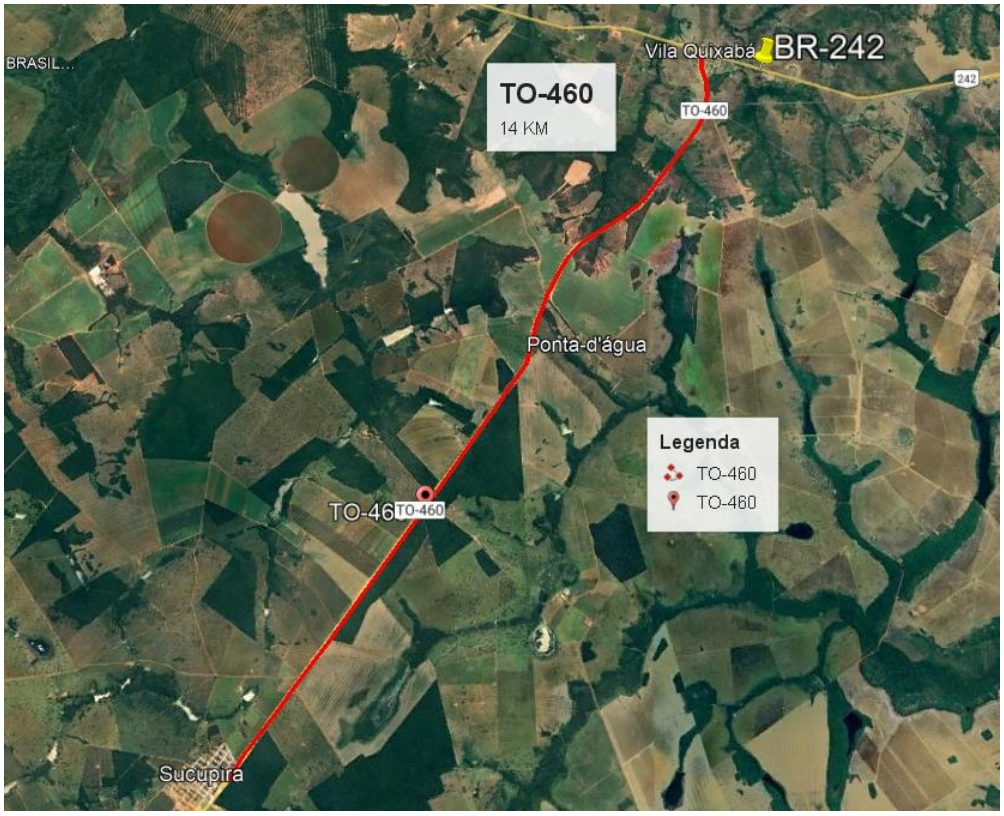


Figura 4: Local de aplicação do estudo.
Fonte: Google Earth (2025).

3.3 Estruturação da pesquisa

No local previamente definido, foram realizadas vistorias preliminares que serviram de base para a condução das etapas subsequentes. A partir delas, aplicou-se o método da análise superficial objetiva para o cálculo dos índices de gravidade, conforme ilustrado no fluxograma presente na Figura 5.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022

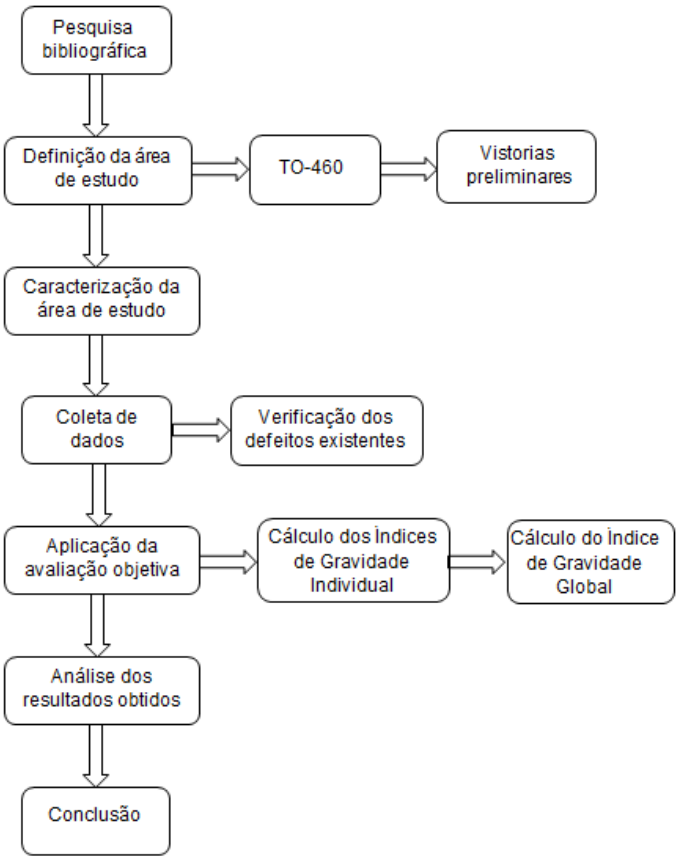


Figura 5: Diagrama de luxo da Pesquisa.
Fonte: Autores (2025)

3.4 Extração de dados

A extração de informações desta pesquisa seguiu os procedimentos estabelecidos pela Norma DNIT 006/2003, sendo essencial para assegurar a validade da avaliação superficial do pavimento. A atividade foi realizada no dia 12 de abril de 2025 (Figura 6).

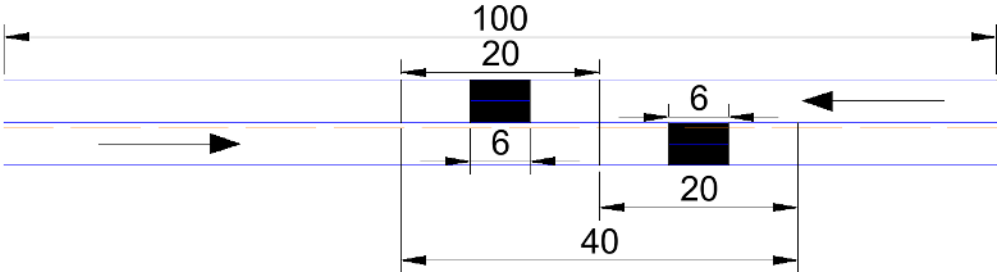
Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022



Figura 6: Levantamento de dados na rodovia TO-460.
Fonte: Autores (2025)

Para a identificação dos defeitos na superfície do revestimento por meio da avaliação objetiva, foram empregados instrumentos como trenas e tintas para marcação das áreas analisadas. Na execução desta atividade, realizou-se o estaqueamento do trecho, o qual foi dividido em 70 estacas de 100 metros, utilizando tinta para a marcação dos pontos e uma trena para garantir a precisão das medidas.

As estacas foram posicionadas a cada 100 metros ao longo do trecho, com marcações adicionais a cada 20 metros, de forma alternada com referência ao centro da estrada. Esse arranjo resultou em um espaçamento efetivo de 40 metros por sentido de tráfego, conforme ilustrado na Figura 6. A área analisada foi delimitada sobre o pavimento com pintura identificando o número da estaca correspondente, posicionada a 0,06 metro da borda do revestimento. Além disso, foram traçadas duas linhas auxiliares: uma a 3,00 metros à frente e outra a 3,00 metros atrás da marca principal.



Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022

Figura 7: Demarcação do trecho para avaliação objetiva
Fonte: Autores (2025)

O Anexo B da norma 006/2003 do DNIT foi empregado como instrumento para a devida anotação das ocorrências de defeitos nas zonas previamente demarcadas. A partir dos dados registrados nesse formulário, viabilizou-se a execução dos cálculos requeridos para a obtenção dos parâmetros e índices normativos estabelecidos.

Para garantir a segurança durante a coleta de dados, foram posicionados cones de sinalização ao longo do trecho da rodovia em avaliação. A instalação desses dispositivos teve o objetivo de isolar a área de estudo, proporcionando condições adequadas para a segurança dos profissionais envolvidos e, ao mesmo tempo, garantindo a fluidez do tráfego nas proximidades da região analisada.

3.5 Cálculos dos índices

A etapa seguinte consistiu na determinação dos Índices de Gravidade Individuais (IGI), calculados por meio do produto entre a frequência relativa (f_r) de cada tipo de defeito identificado nos revestimentos e os respectivos fatores de ponderação (f_p) atribuídos a cada patologia, conforme apresentado na Tabela 1. A frequência relativa foi calculada utilizando a Equação 1.

$$f_r = \frac{f_{a*100}}{n} \quad (1)$$

onde:

f_a = frequência absoluta do defeito;

n = número total de estações avaliadas;

f_r = frequência relativa.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022

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

Tabela 1: Valor do Fator de Ponderação
Fonte: DNIT (2003).

Com base nesses dados, foi possível calcular o Índice de Gravidade Individual (IGI) com base na fórmula a seguir:

$$IGI = f_r * f_p \quad (2)$$

onde:

f_r representa a frequência relativa do defeito

f_p corresponde ao fator de ponderação atribuído à patologia, conforme definido pelos critérios normativos.

Logo após, foi calculado o Índice de Gravidade Global (IGG). O IGG é obtido por meio da fórmula:

$$IGG = \sum IGI \quad (3)$$

Onde:

∑IGI representa o somatório dos Índices de Gravidade Individuais, calculados anteriormente.

Após a determinação do valor do IGG, pôde-se definir a condição do pavimento com base nos limites estabelecidos pela norma DNIT 006/2003. As faixas de valores do IGG, bem como suas correspondentes classificações quanto à situação do pavimento, encontram-se detalhadas na tabela abaixo.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022

Conceitos	Limites
Ótimo	0 < IGG ≤ 20
Bom	20 < IGG ≤ 40
Regular	40 < IGG ≤ 80
Ruim	80 < IGG ≤ 160
Péssimo	IGG > 160

Tabela 2: Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG
Fonte: DNIT (2003).

4. Resultados e Discussão

Esta seção apresenta e analisa os resultados obtidos a partir da avaliação do pavimento realizada na área de estudo.

4.1 Análise geral

A avaliação realizada teve como principal objetivo determinar inicialmente o IGI (Índice de Gravidade Individual) para cada um dos oito grupos de manifestações patológicas. A partir da soma dos IGIs individuais, foi possível classificar o trecho analisado segundo o IGG (Índice de Gravidade Global).

Com base nos dados obtidos, observou-se que os defeitos de maior incidência no trecho foram responsáveis pelo aumento mais expressivo no valor do IGG. Assim, ao longo do trecho analisado, com extensão de quatorze quilômetros, verificou-se que o desgaste foi a ocorrência mais frequente no pavimento, presente em 100% da área avaliada (Figura 8).

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022



Figura 8: Desgate existento no pavimento avaliado
Fonte: Autores (2025)

Em sequência, observou-se que as trincas isoladas foram identificadas em 75,71% do trecho, evidenciando a significativa presença desse tipo de defeito no pavimento. Já as manifestações de ondulações, panelas e escorregamentos corresponderam a 22,86% da extensão. A distribuição e os aspectos visuais dessas patologias estão representados, respectivamente, nas Figuras 9 e 10.



Figura 9: Trincas isoladas encontradas ao longo da pista de rolamento
Fonte: Autores (2025)

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022



Figura 10: Panelas presentes na via
Fonte: Autores (2025)

Os remendos apresentaram frequência relativa de 18,57%, o que evidencia a realização de intervenções anteriores para corrigir falhas na pista. Apesar de necessárias, essas intervenções podem indicar uma degradação contínua da estrutura e comprometer a regularidade do revestimento. A Figura 11 apresenta a distribuição e o aspecto visual desses remendos.



Figura 11: Remendos superficiais no pavimento

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022

Fonte: Autores (2025)

A Tabela 3, apresentada a seguir, contém a planilha de cálculo do Índice de Gravidade Global (IGG) para o trecho em análise, com pavimento do tipo betuminoso.

RODOVIA: TO-460 PLANILHA DE CÁLCULO DO ÍNDICE DE GRAVIDADE GLOBAL (IGG)						Data: 12/04/25	Folha: 1/1
						Estaca ou Quilômetro	Estaca ou Quilômetro
TRECHO:							
SUB-TRECHO: REVESTIMENTO TIPO: Betuminoso						0+000	14+000
Item	Natureza do defeito	Frequência absoluta	Frequência absoluta considerada	Frequência relativa	Fator de ponderação	Índice de gravidade individual	Observações
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	53	53	75,71%	0,2	15,142	
2	(FC - 2) J, TB	11	11	15,71%	0,5	7,855	
3	(FC - 3) JE, TBE	3	3	4,28%	0,8	3,424	
4	ALP, ATP, ALC, ATC	1		1,43%	0,9	1,287	
5	O, P, E	16		22,86%	1,0	22,86	
6	EX	11		15,71%	0,5	7,855	
7	D	70		100%	0,3	30	
8	R	13		18,57%	0,6	11,142	
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm nas TRI e TRE	-	-	-	-	-	
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	-	-	-	-	-	
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES		n = 70	∑ IND. GRAVID. IND. = IGG			99,565	**RUIM**
1A) IGI = F x 4/3 quando F ≤ 30 1B) IGI = 40 quando F > 30			2A) IGI = FV quando FV ≤ 50 2B) IGI = 50 quando FV > 50			Operador Cálculo Visto	

Tabela 3: Planilha de Cálculo do IGG
Fonte: adaptado do DNIT (2003).

A avaliação classificou o trecho como "ruim", com IGG final de 99,565, inserindo-o na faixa de 80 < IGG ≤ 160. Essa classificação reflete o grau de degradação da superfície asfáltica observada.

Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.10, 2025
ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022

4.2 Principais danos, origens prováveis e métodos de correção

As inspeções visuais ao longo do trecho permitiram identificar diversas manifestações patológicas, sendo o desgaste superficial o defeito mais predominante. Em segundo lugar, destacaram-se as trincas isoladas, embora outros danos também tenham sido observados em menor escala.

O desgaste apresentado no pavimento indicou um avançado nível de deterioração da camada de rolamento, caracterizado pela perda gradual de material, aspereza reduzida e exposição dos agregados. Este tipo de falha compromete não apenas a segurança dos usuários, devido à diminuição da aderência entre pneus e pavimento, mas também acelera o surgimento de novas manifestações patológicas, como infiltrações e erosões localizadas. (Ribeiro, 2017; Carvalho, 2019).

As principais causas associadas ao desgaste excessivo incluem o envelhecimento dos materiais betuminosos, a ação contínua do tráfego pesado, além da ausência de manutenção preventiva adequada. No caso do pavimento estudado, executado em 2002, já se observa uma significativa idade de serviço, o que potencializa os sinais da ação do tempo nos materiais. Sem a intervenção correta ao longo dos anos, o desgaste tende a evoluir para formas mais severas de dano, como o aparecimento de trincas, buracos e perda estrutural.

As trincas isoladas, por sua vez, representam a fase inicial da formação de trincamento mais severo e, se não tratadas, podem evoluir para trincamentos interligados, agravando a condição da via.

O tratamento das patologias observadas deve considerar a gravidade e o seu estágio de evolução. Para o desgaste superficial, recomenda-se técnicas como a aplicação de microrrevestimentos asfálticos selagens ou recapeamento com Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ). Tais medidas são eficazes na restauração da textura e impermeabilização do pavimento. Já para as trincas isoladas, recomenda-se a aplicação de selagem com materiais apropriados, como emulsão asfáltica modificada, visando impedir a infiltração de água e prolongar a vida útil do revestimento.

ISSN 2178-6925
DOI: 10.61164/rmnm.v10i1.4022

A realização tempestiva dessas medidas corretivas é essencial para evitar a evolução das falhas, reduzir custos futuros de manutenção e garantir melhores condições de trafegabilidade e segurança para os usuários da rodovia.

5. Conclusão

Este estudo investigou e analisou as manifestações patológicas existentes no trecho de quatorze quilômetros da TO-460 com base na avaliação objetiva, estabelecida na norma DNIT 006/2003, onde o estado do pavimento é avaliado por meio do Índice de Gravidade Global (IGG), o qual, neste caso, indicou condições insatisfatórias.

Entre os principais problemas observados estão o desgaste superficial, trincas isoladas e o grupo de defeitos composto por ondulações, panelas e escorregamentos. Apesar dessas, a trafegabilidade ainda se mantém, mesmo em uma condição ruim.

Sugere-se a utilização de revestimento asfáltico fino, tratamento de fissuras com materiais adequados e nova camada de Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), visando restaurar a funcionalidade e a integridade estrutural do pavimento.

Os dados obtidos oferecem subsídios para o planejamento de ações corretivas e preventivas, contribuindo para uma gestão mais eficiente da infraestrutura viária e para a melhoria da segurança e do conforto dos usuários da rodovia TO-460. Para estudos futuros, recomenda-se o monitoramento periódico do pavimento, bem como a ampliação da análise para outras rodovias da região, de modo a embasar políticas públicas de manutenção que priorizem intervenções técnicas baseadas em dados objetivos e atualizados.

Referências

ALMEIDA, C. V. S.; RODRIGUES, B. O.; LIMA, L. R. **Estudo do dimensionamento de pavimentos através do método Medina, em trecho a ser duplicado na BR-116.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 05, Vol. 12, pp. 97-137. Maio de 2021. ISSN: 2448-0959. Disponível em: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/metodo-medina. Acesso em: 29 dez. 2024.

ARAÚJO, M. A.; SANTOS, M. J. P.; PINHEIRO, H. P.; CRUZ, Z. V. Análise Comparativa de Métodos de Pavimentação – Pavimento Rígido (concreto) x Flexível (asfalto). **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo Do Conhecimento**, ANO 1. VOL. 10, Pp. 187-196. Novembro de 2016 - ISSN.2448-0959.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica**: formação básica para engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2ª edição, 2022.

BRASIL. **Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes- DNIT**. Manual de pavimentação. 3ª edição. Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL. **Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes**. Norma DNIT 005/2003 – TER: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos. Rio de Janeiro: IPR, 2003. 12 p. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/terminologia-ter/dnit_005_2003_ter-1.pdf >. Acesso em: 22 fev. 2025.

BRASIL. **Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes**. Norma DNIT 154/2010 – ES: Pavimentação asfáltica – Recuperação de defeitos em pavimentos asfálticos - Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2010. 8 p.

CARVALHO, F. S. **Análise da textura superficial de pavimentos asfálticos e sua influência na ocorrência de acidentes de tráfego rodoviário em condição de pista molhada**. 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.11606/D.3.2019.tde-07052019-081535. Acesso em: 2025- 26 abr. 2025.

CESÁRIO, J. S. M.; FLAUZINO, V. H. P.; MEJIA, J. V. C. Metodologia científica**:** Principais tipos de pesquisas e suas caraterísticas**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 05, Ed. 11, Vol. 05, pp. 23-33. Novembro de 2020. ISSN: 2448-0959, Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/tipos-de-pesquisas>. Acesso em: 9 mar. 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de Rodovias 2024.** – Brasília: CNT: SEST SENAT: ITL, 2024. Diponível em:<https://www.cnt.org.br/pesquisas>. Acesso em: 8 mar. 2025.

CUNHA, H. C.; OLIVEIRA, R. F. Dimensionamento de um pavimento flexível entre os municípios de Monte Carmelo e Abadia dos Dourados. **GETEC.** V.10, n.26, p.17-34/2021.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 006/2003 - PRO:** Avaliação de pavimentos flexíveis e semi-rígidos– Procedimento. Rio de Janeiro: DNIT, 2003.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **DNIT 008/2003 - PRO:** Levantamento visual de defeitos em pavimentos flexíveis e semi-rígidos – Procedimento. Rio de Janeiro: DNIT, 2003.

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

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Norma DNIT 138/2010 – ES**: Pavimentação – Reforço do subleito - Especificação de serviço. Rio de Janeiro, DNIT, 2010.

Elias, F. **Projeto de estradas**. Porto Alegre: SAGAH, 2018. *E-book.* p.145. ISBN 9788595023048. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595023048/>. Acesso em: 18 dez. 2024.

ELIAS, B. B. **Dimensionamento de Pavimento Flexível.** Trabalho de Conclusão-Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade FUMEC. Belo Horizonte, 98 p. 2018.

FELICIO, R.; JUNIOR, L. R. T. Dimensionamento de pavimento do tipo flexível: estudo de caso aplicado no Parque Industrial – Alvorada Do Sul, PR. **Journal of Exact Sciences – JES**. Vol.37, n.2, pp. 05-14 (Abr - Jun 2023). Disponível em: <https://www.mastereditora.com.br/jes>. Aceso em: 15 fev. 2025.

FERREIRA, A. R.; OLIVEIRA, R. F. Patologias na construção civil**:** estudo de caso em duas residenciais na cidade de Iraí de Minas - MG. **GETEC**. V.10, n.26, p.1-16/2021.

FERREIRA, A. M.; RIBEIRO, J. J. L.; NASCIMENTO, A. C. P.; GOMES, M. C. C. B.; LIMA, A. M. C.; SANTIN, L. G. Determinação de patologias em pavimentação asfáltica em trecho da avenida brasil em Goianésia – GO**.** Goianésia, **Revista Gears N' Bricks**. V.5, n.1, 2024.

FILHO, J. M. M.; ROCHA, E. G A. Estudo Comparativo entre Pavimentos Flexível e Rígido na Pavimentação Rodoviária. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento.** Ano 03, Ed. 06, Vol. 02, pp. 146-163, Junho de 2018. ISSN:2448-0959.

GABRIEL, Guilherme Cesar; VERDADE, Lucas Lauer. Avaliação dos defeitos de pavimento flexível através do método do Valor de Serventia Atual (VSA) em Apucarana-PR. **Revista de Engenharia e Tecnologia**. V. 13, n. 3, p. 147–157, set. 2021. ISSN 2176-7270.

LÁZARO, B.O.; CHUERUBIM, M. L.; RIBEIRO, R. L.; ALMEIDA, Y. M.; TRISTÃO, M. V. O. Avaliação das condições de superfície de pavimentos urbanos com o auxílio de ferramentas de análise espacial. **Revista Transportes**. Vol. 30 n.1, 2022. Disponível em: <https://www.revistatransportes.org.br>. Acesso em: 13 mar. 2025.

LUNETTA, A.; GUERRA, R. Metodologias e classificação das pesquisas científicas. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar** - ISSN 2675-6218, *[S. l.]*, v. 5, n. 8, 18 p. 2024 Disponível em: <https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/5584>. Acesso em: 9 mar. 2025.

MADUREIRA, L. A. B. Tipos de Revestimentos Asfálticos. *In*: MADUREIRA, L. A. B. **Misturas asfálticas**: Conceituação, Materiais e Dosagem. Brasília: Instituto de Pesquisas em Transportes, 2022.

MARCATO, V. D.; OLIVEIRA, R. F. **Manifestações patológicas em estruturas asfálticas.** GETEC, v.10, n.30, p.54-70/2021.

MARQUES, G.L.O., 2010**, Notas de Aula da Disciplina Pavimentação.** Versão: 06.2, 210 p. Juiz de Fora-MG.

OLIVEIRA, A. R. S.; SALOMÃO, M. A.; SANTOS, R. C., BARBOSA, M. T. G. **Manifestações Patológicas em Pavimentos Asfálticos nos Centros Urbanos.** *In:* XVI Congreso Latinoamericano de Patología De Construcción. Brasil: 2021, p. 542-554. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/355331869_Manifestacoes_Patologicas_em_Pavimentos_Asfalticos_nos_Centros_Urbanos>. Acesso em: 01 mar. 2025

OLIVEIRA, I. C.; OLIVEIRA, R. F. Dimensionamento do pavimento da rodovia LMG-746 no município de Monte Carmelo/MG. **GETEC.** V.10, n.26, p.52-70/2021

RIBEIRO, T. P. 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.

SALES, M. V. R.; BARROS, J. A.; SOUZA, F. H. F**.** Patologias asfálticas devido as obras de substituição de redes em Gurupi-TO**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 05, Ed. 10, Vol. 12, pp. 65-83. Outubro de 2020. ISSN: 2448-0959. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/patologias-asfalticas>. Acesso em: 22 fev. 2025.

SANTOS, A. J.; CORRÊA, A. L. S.C.; JORGE, G. X. Estudo de caso das patologias em pavimentos flexíveis: diagnóstico visual em uma rodovia, a partir de avaliação visual no perímetro urbano de uma cidade do interior do Paraná. **Journal of Exact Sciences – JES**, v.32, n.2, pp. 11-20 (Jan - Mar 2022).

SANTOS, F. A.; MENDES, E. G.; GOLTZ, C. J. **Avaliação objetiva da superfície do revestimento asfáltico da Avenida Ranulfo Paes de Barros no munícipio de Nova Xavantina/MT.** *In:* IV Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar e II Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar. Disponível em:< https://publicacoes.unifimes.edu.br/index.php/coloquio/article/view/843>. Acesso em: 26 fev. 2025

SILVA, A. O. S.; CARMO J. C. S. Estudo da pavimentação de rodovias. **Revista Paramétrica,** v.15, n. 2, ago./dez. 2023.

SILVA, F. D. **Avaliação superficial de pavimentos através do método IGG (Índice de Gravidade Global):** estudo de caso em um trecho na Av. Moxotó em Paulo Afonso – Bahia. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação – Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas. Delmiro Gouveia, 51 p. 2021. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/jspui/handle/123456789/7997>. Acesso em: 13 maio 2025.

SOUTO, E. V.; MORESCO, B. H.; GOLTZ, C. J. Patologias em pavimentos asfálticos: Estudo de caso na Rua Dr. Renato Figueiro Varella em Nova Xavantina - MT. **Revista Interação Interdisciplinar** (ISSN: 2526-9550), *[S. l.]*, v. 3, n. 2020. Disponível em: <https://publicacoes.unifimes.edu.br:443/index.php/interacao/article/view/824>. Acesso em: 03 mar. 2025.

SOUSA, J. L. C.; BATISTA, J. C.; BASTOS, S. D. V.; NASCIMENTO, N. V.; BARCELOS, P. F.; RAMOS, S. P.; BRASILEIRO, F. L. C. Avaliação da superfície de pavimentos flexíveis pelos métodos do IGG e LVC: na BR 222 (Trecho Forquilha-Fortaleza). **Brazilian Journal of Development,** Curitiba, v.8, n.5, p.36508-36519, maio, 2022.

SOUZA J. S.; ROCHA R. C. V. **Verificação da influência dos materiais da camada de base dos pavimentos rodoviários nos custos de construção a partir do método de dimensionamento Medina.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação – Engenharia Civil) – Universidade Federal de São João del-Rei. Ouro Branco, 16 p. 2022.