



## 26° Encontro Nacional de Conservação Rodoviária (ENACOR) 49ª Reunião Anual de Pavimentação (RAPv)

### DEFEITOS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS: ESTUDO DE CASO EM ESTRADA QUE INTERLIGA OS MUNICÍPIOS DE MISSAL E ITAIPULÂNDIA - PR

*Priscila Reis<sup>1</sup>; Daniela Kunz<sup>2</sup>; Jaqueline Tomazini Orth<sup>3</sup> & Atilio Lorini<sup>4</sup>*

#### RESUMO

A camada de revestimento asfáltico desempenha um papel essencial na infraestrutura viária, sendo responsável por suportar o tráfego e distribuir as cargas de maneira controlada para as camadas inferiores do pavimento. Além disso, ela é responsável por proteger a estrutura do pavimento da umidade e garantir condições ideais de rolamento para os veículos. No entanto, um aumento substancial no fluxo de veículos, especialmente veículos pesados, como caminhões, pode causar um desgaste prematuro do pavimento. Deficiências no dimensionamento ou na execução também podem resultar no surgimento precoce de defeitos, comprometendo a sua funcionalidade e durabilidade. Diante disso, este estudo teve como objetivo avaliar os defeitos funcionais presentes em uma estrada municipal que liga os Municípios de Missal e Itaipulândia, localizados no oeste do Paraná. A estrada desempenha um papel crucial na região devido à sua importância para o escoamento da produção agrícola. No entanto, o intenso tráfego de veículos, principalmente de transporte de carga, tem sobrecarregado o pavimento, causando danos significativos devido à sua incapacidade de suportar as cargas pesadas. Para conduzir a análise, foi realizado estudo de caso e aplicada análise objetiva da superfície de pavimentos flexíveis, utilizando o método do índice de gravidade global (IGG) de acordo com a norma do DNIT 006/2003 – PRO, o qual classifica o estado do pavimento. Dessa forma, foi possível quantificar e classificar os diversos defeitos identificados ao longo do trecho analisado. O IGG resultante, de 121,64, classifica o pavimento do trecho estudado como ruim. Esses resultados enfatizam a urgência de implementar medidas preventivas e corretivas para proteger a infraestrutura viária diante do aumento do tráfego, especialmente veículos de grande porte, como os caminhões, que exercem uma carga significativa sobre o pavimento, contribuindo assim para seu desgaste acelerado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Infra-estrutura viária; Pavimento; Desgaste; Patologia; Manutenção.

#### ABSTRACT

The asphalt coating layer plays an essential role in road infrastructure, being responsible for supporting traffic and distributing loads in a controlled manner to the lower pavement layers. Additionally, it protects the pavement structure from moisture and ensures optimal rolling conditions for vehicles. However, a substantial increase in vehicle flow, especially heavy vehicles such as trucks, can cause premature pavement wear. Deficiencies in design or execution can also result in early onset of defects, compromising functionality and durability. Therefore, this study aimed to assess pathologies present in a municipal road connecting the municipalities of Missal and Itaipulândia, located in western Paraná, Brazil. The road plays a crucial role in the region due to its importance for agricultural production drainage. However, intense vehicle traffic, especially freight transport, has overloaded the pavement, causing significant damage due to its inability to support heavy loads. To conduct the analysis, a case study was performed, and an objective analysis of flexible pavement surface was applied using the Global Severity Index (GSI) method according to DNIT 006/2003 – PRO standard, which classifies pavement condition. Thus, it was possible to quantify and classify the various defects identified along the analyzed stretch. The resulting GSI, 121.64, classifies the pavement of the studied section as poor. These results emphasize the urgency of implementing preventive and corrective measures to protect road infrastructure against increased traffic, especially large vehicles such as trucks, which exert significant load on the pavement, contributing to its accelerated wear.

**KEY WORDS:** Road infrastructure; Pavement; Wear; Pathology; Maintenance.

<sup>1</sup> União de Ensino Superior do Iguazu - UNIGUAÇU, e-mail: priiscilareis@hotmail.com; dani-kunz@hotmail.com; eng.jaquelineorth@gmail.com; atiliolorini18@gmail.com



## INTRODUÇÃO

Os pavimentos asfálticos desempenham um papel importante na infraestrutura viária, proporcionando conectividade e mobilidade para comunidades e economias (SILVA e CARMO, 2023; BARROS FILHO *et al.*, 2021). No entanto, manifestações patológicas, tais como fissuras, deformações e desagregações, representam desafios significativos que comprometem a durabilidade dessas estruturas, bem como podem resultar em custos significativos para agências de transporte e para a sociedade em geral (NASCIMENTO *et al.*, 2021).

O crescimento do tráfego de veículos nas últimas décadas tem sido um fenômeno marcante em muitas áreas urbanas e suburbanas ao redor do mundo. Esse aumento, impulsionado pelo crescimento populacional, expansão econômica e mudanças nos padrões de mobilidade, tem gerado uma pressão sem precedentes sobre a infraestrutura viária existente (COIMBRA, RIBEIRO e COUY, 2023). Diante disso, é comum observar um aumento correspondente nas manifestações patológicas em pavimentos asfálticos, o que representa um desafio significativo para a segurança e eficiência do transporte (WANG *et al.*, 2017).

Segundo Rosa *et al.* (2016), as patologias em pavimentos asfálticos se apresentam em uma variedade de formas e manifestações, influenciadas por uma série de fatores como tráfego, condições climáticas, qualidade dos materiais e técnicas de construção. Entre os principais tipos de patologias encontradas, destacam-se os defeitos de superfície, que incluem fissuras, trincas, buracos e ondulações, comprometendo a regularidade e segurança da via. As trincas e fissuras, por exemplo, podem surgir devido à contração térmica do asfalto, movimentações do solo, ou mesmo falhas na camada de base. Já os afundamentos e ondulações são frequentemente associados a problemas de compactação do solo ou à presença de materiais de baixa qualidade na base do pavimento. Além disso, as degradações superficiais, como desgaste, desagregação e exsudação do asfalto, afetam a durabilidade e estabilidade do pavimento, bem como, as deformações, como afundamentos, bombeamentos e ondulações, podem resultar em irregularidades na superfície do pavimento, prejudicando a drenagem e a capacidade estrutural da via (BARROS FILHO *et al.*, 2021).

De acordo com Silva e Oliveira (2021), esses fatores acarretam uma série de consequências que afetam tanto a infraestrutura viária quanto os usuários das vias. Em termos estruturais, essas patologias podem comprometer a capacidade de suporte do pavimento, levando a danos mais severos e custos mais elevados de manutenção e reparo. Além disso, as irregularidades na superfície do pavimento aumentam o risco de acidentes de trânsito, especialmente em condições climáticas adversas. A deterioração do pavimento também pode afetar negativamente o conforto dos usuários, causando vibrações e impactos excessivos nos veículos, além de contribuir para o aumento do consumo de combustível e emissões de poluentes (NASCIMENTO *et al.*, 2021).

Compreender as causas subjacentes a essas manifestações patológicas é fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes de prevenção e manutenção. Diante disso, o estudo das manifestações patológicas em pavimentos asfálticos torna-se, de grande relevância, visto que tais problemas não apenas comprometem a integridade estrutural dos pavimentos, mas também podem resultar em consequências diretas para a segurança dos usuários das vias, custos de manutenção e operação, e até mesmo impactos ambientais, comprometendo sua vida útil (SILVA, 2022). Segundo Souza, Pires e Marques (2021), a gerência eficaz de pavimentos é essencial para garantir a segurança e a durabilidade das estradas. Isso envolve a implementação de métodos adequados de levantamento de patologias, que permitem identificar e avaliar o estado do pavimento de forma precisa e abrangente. Esses métodos incluem inspeções visuais regulares, análises de superfície



utilizando tecnologias avançadas como laser e radar, e a aplicação de índices de avaliação de condição, como o Índice de Gravidade Global (IGG). Além disso, a gerência de pavimentos abrange o planejamento e a execução de medidas de manutenção preventiva e corretiva, visando mitigar os efeitos do desgaste e prolongar a vida útil da infraestrutura viária. Uma gerência eficiente não apenas melhora a qualidade das estradas, mas também contribui para a economia de recursos e para a segurança dos usuários das vias (GABRIEL e VERDADE, 2021).

Nesse contexto, este trabalho investigou as manifestações patológicas em um trecho da Linha São João, uma das principais vias de acesso entre os municípios de Itaipulândia e Missal, no estado do Paraná, utilizando o índice de gravidade global do pavimento (IGG).

## METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste estudo, adotou-se o método qualitativo de pesquisa de estudo de caso com abordagem metodológica abrangente. Foi realizada uma investigação de campo para examinar as manifestações patológicas no pavimento asfáltico de um trecho na estrada municipal que liga os municípios de Missal e Itaipulândia, utilizando uma combinação de levantamento fotográfico e análise do Índice de Gravidade Global (IGG), conforme ilustrado na Figura 01.



Figura 01: Fluxograma de etapas de pesquisa (AUTORES, 2024).

## Análise do Índice de Gravidade Global (IGG)

O Índice de Gravidade Global (IGG) é uma análise superficial do pavimento, bem como uma métrica amplamente utilizada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2003) para avaliar a condição do pavimento em rodovias e vias urbanas. Este índice fornece uma medida quantitativa da gravidade das manifestações patológicas presentes nos pavimentos, permitindo uma avaliação objetiva da sua deterioração. Para determinação do IGG é utilizada a seguinte fórmula:



$$IGG = \sum IGI \quad (1)$$

Em que:

IGI é o Índice de Gravidade Individual, calculado pela fórmula:

$$IGI = fr \times fp \quad (2)$$

Em que:

$fr$  – frequência relativa, determinada pela fórmula:

$$fr = \frac{fa \times 100}{n} \quad (3)$$

Em que:

$fa$  – frequência absoluta, corresponde ao número de vezes em que a ocorrência foi verificada;

$n$  – número de estações levantadas;

$fp$  – valor de ponderação, obtido de acordo com a Figura 02;

Tabela 01: Valor do fator de ponderação (DNIT, 2003).

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 frequência 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

Após análise dos cálculos realizados, o conceito de degradação do pavimento em função do IGG, foi determinado de acordo com a Figura 03.

Tabela 02: Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG (DNIT, 2003).

Conceitos	Limites
Ótimo	$0 < IGG \leq 20$
Bom	$20 < IGG \leq 40$
Regular	$40 < IGG \leq 80$
Ruim	$80 < IGG \leq 160$
Péssimo	$IGG > 160$



O trecho em análise possui uma extensão de 2,2 km, e foi dividido em estacas de 20 metros para a avaliação do IGG, totalizando 110 estacas para coleta de dados. Essa segmentação seguiu as diretrizes da Norma 006 - PRO (DNIT 2003), que recomenda considerar uma faixa de 3 metros à frente e 3 metros atrás de cada estaca, como ilustrado na Figura 02, além disso a referida norma recomenda utilizar trechos homogêneos durante a avaliação, ou seja, utilizar segmentos de uma via ou rodovia que apresentam condições semelhantes de pavimento.

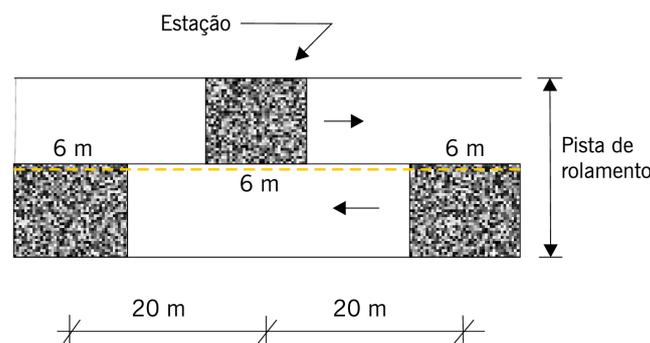


Figura 02: Exemplo de demarcação de áreas para inventário de defeitos (BERNUCCI *et al.*, 2022).

Considerando que se trata de uma pista simples, ambos os lados foram analisados, pois os dois sentidos são igualmente solicitados. Os trechos foram percorridos a pé, registrando e contabilizando as patologias encontradas em cada estaca.

### Local de Estudo

O trecho selecionado para o levantamento dos defeitos funcionais está situado na região Oeste do Paraná, entre os municípios de Missal e Itaipulândia (conforme ilustrado na Figura 03).

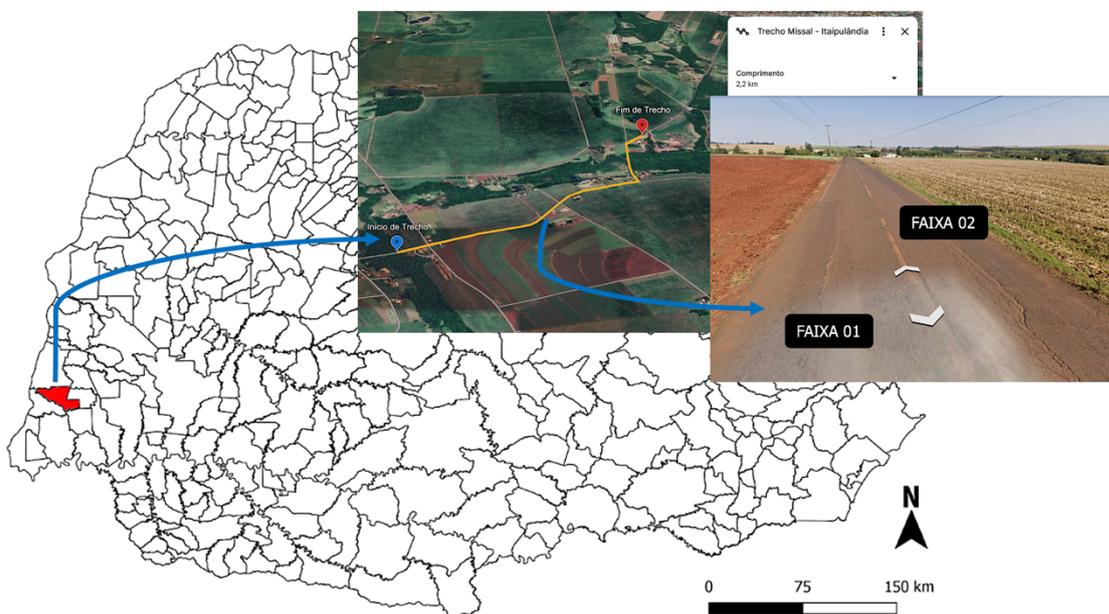


Figura 03: Local de estudo (IBGE, 2023, adaptado por AUTORES, 2024).



Com uma população de aproximadamente 11.064 habitantes em Missal e 11.485 em Itaipulândia (dados do IBGE, 2023), esta via é um elo essencial para os moradores que se deslocam diariamente entre essas localidades. Além disso, muitos residentes dependem dessa estrada para se deslocar ao trabalho, enquanto caminhões que transportam produtos agrícolas a utilizam como via principal para o escoamento de cargas.

A região que abrange os dois municípios possui verões quentes e chuvosos, com uma temperatura média superior a 34°C. Durante o inverno, as geadas são pouco frequentes, e a temperatura média fica abaixo de 18°C, podendo atingir até 31°C. O índice pluviométrico médio anual é de 1788 milímetros. Quanto ao relevo, em média, 70% da área é composta por regiões planas ou suavemente onduladas, enquanto os restantes 30% são ocupados por regiões pedregosas de declividade acentuada (IBGE, 2023).

## RESULTADOS

Após a segmentação do trecho de 2,2 km em estacas de 20 metros, procedeu-se à inspeção e catalogação dos defeitos funcionais. Esta etapa envolveu observação minuciosa, sendo que a identificação dos defeitos foi realizada por meio da comparação com imagens e descrições correspondentes disponíveis na norma DNIT 005/2003 – TER (Figura 04).

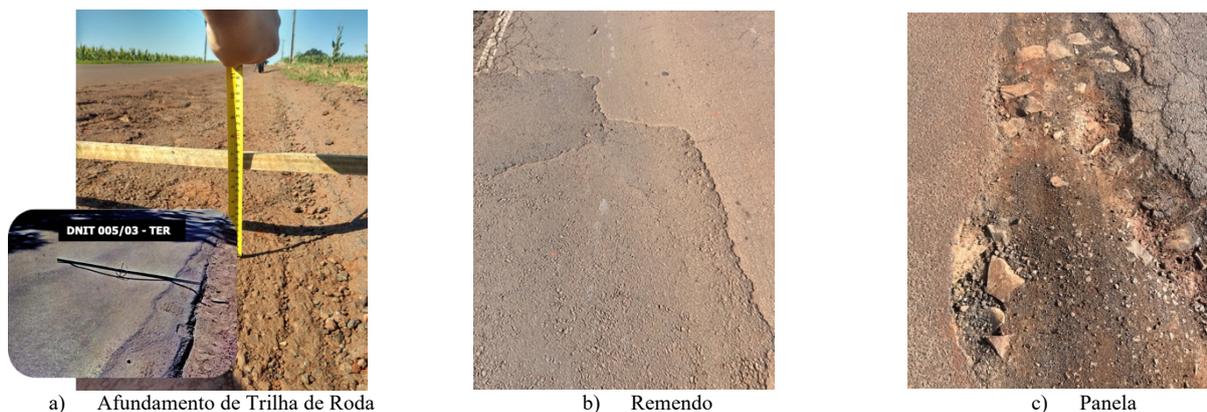


Figura 04: Defeitos funcionais (AUTORES, 2024).

A Figura 05 (a, b, c) apresenta algumas das painelas encontradas no trecho analisado, causadas pela existência de trinca de jacaré, onde teve-se a infiltração de precipitação somado ao intenso tráfego de veículos pesados e assim formando os buracos apresentados. Este tipo de defeito é causado por alguns fatores como: variações climáticas, infiltração de água, tráfego pesado, baixa qualidade do material utilizado e falta de manutenção adequada (MACHADO, 2013). Segundo Oliveira *et al.* (2017) a água penetra nas fissuras aumentando as rachaduras, além disso o tráfego pesado agrava as deformações, enquanto a baixa qualidade dos materiais e a construção inadequada aceleram a deterioração.

As trincas de jacaré, conhecidas popularmente como “couro de jacaré” apareceram com bastante frequências, essas são causadas principalmente pela fadiga do asfalto devido ao tráfego pesado repetitivo (SILVA, 2008). Elas ocorrem quando a base ou sub-base do pavimento falha, não conseguindo suportar as cargas aplicadas, levando a rachaduras interligadas que formam um padrão semelhante à pele de um jacaré. Além disso, segundo este mesmo autor, a infiltração de água e a má



drenagem agravam esse problema, acelerando a deterioração do pavimento, bem como a baixa qualidade dos materiais e a construção inadequada também contribuem para a formação dessas trincas (Figura 05 (d, e, f)). Dessa maneira, a ausência de uma base adequada e a constante passagem de veículos pesados corroboraram para a frequência elevada desse tipo de defeito.

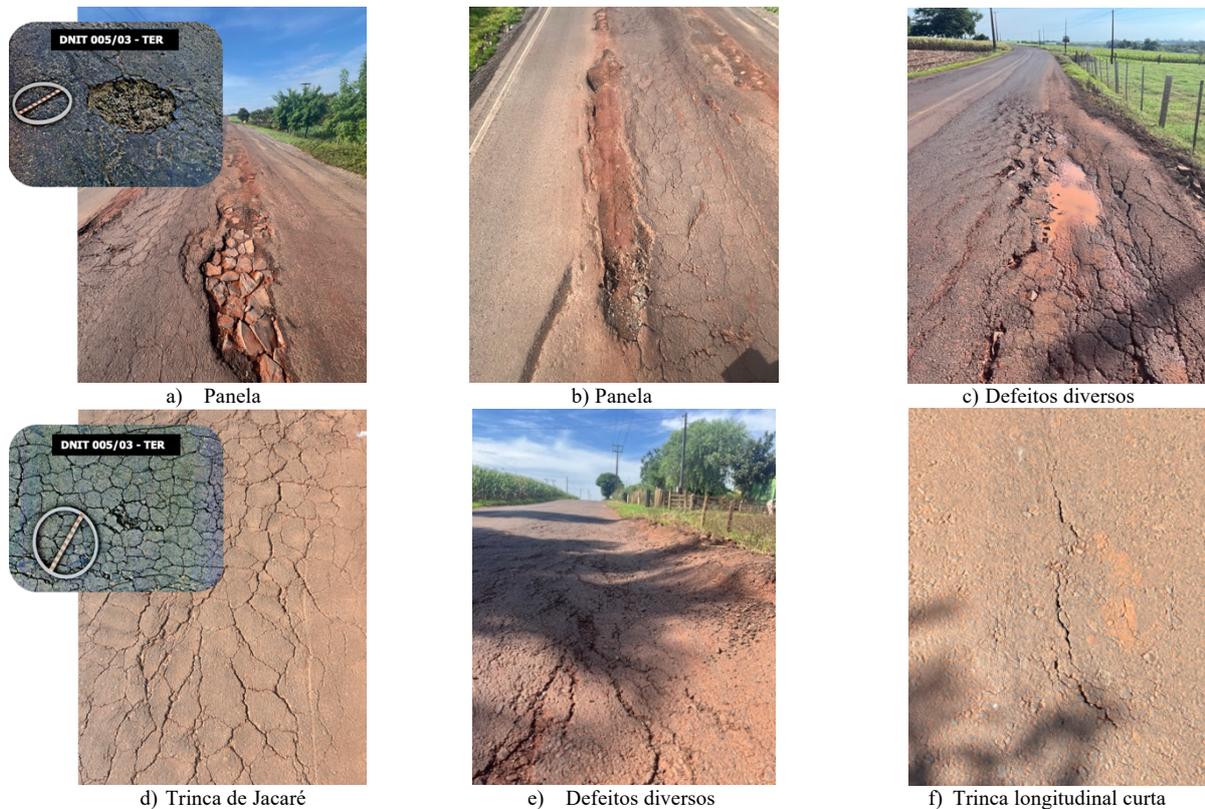


Figura 05: Defeitos funcionais (AUTORES, 2024).

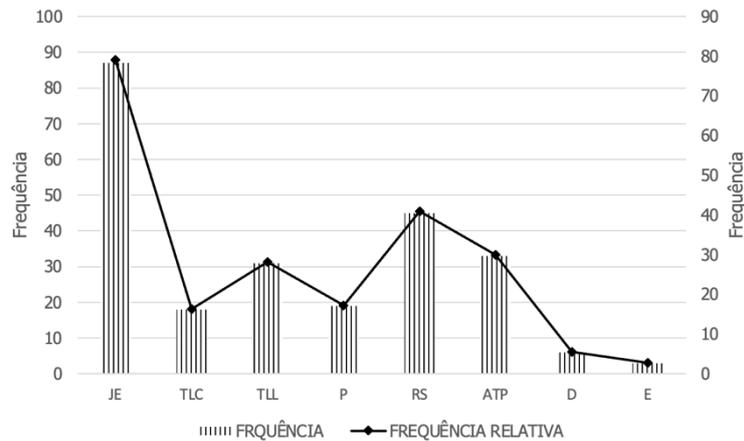
Após o cálculo do Índice de Gravidade Global, observou-se que o resultado obtido se encontra dentro do intervalo de  $80 < IGG \leq 160$ , classificando o pavimento como ruim, sendo que o cálculo de IGG e os fatores de ponderação utilizados estão apresentados na Tabela 03. Destaca-se ainda que o valor obtido, de 121,64, está muito próximo do limite que classifica o pavimento como péssimo. Essa situação pode ser considerada crítica, especialmente considerando que o trecho analisado é frequentemente utilizado pelos moradores e serve como rota para veículos pesados.

Tabela 03: Cálculo do Índice de Gravidade Global do Pavimento (AUTORES, 2024).

PATOLOGIA	FREQUÊNCIA	TOTAL DE ESTACAS	FREQUÊNCIA RELATIVA	FATOR DE PONDERAÇÃO	IGI	IGG
TRINCA DE JACARÉ	87	110	79,09	0,50	39,55	121,64
TRINCA LONGITUDINAL CURTA	18	110	16,36	0,20	3,27	
TRINCA LONGITUDINAL LONGA	31	110	28,18	0,20	5,64	
PANELA	19	110	17,27	1,00	17,27	
REMENDO	45	110	40,91	0,60	24,55	
AFUNDAMENTO	33	110	30,00	0,90	27,00	
DESGASTE	6	110	5,45	0,30	1,64	
ESCORREGAMENTO	3	110	2,73	1,00	2,73	



Verificou-se que determinados defeitos ocorreram com maior frequência, como trincas de jacaré, remendos e afundamentos de trilhas de roda. Para uma representação visual mais clara dessas ocorrências, foi elaborado o gráfico apresentado na Figura 06, no qual são exibidos todos os defeitos que ocorreram pelo menos uma vez.



Legenda:

JE – Trinca por fadiga (couro de jacaré)

TLC – Trinca Longitudinal Curta

TLL – Trinca Longitudinal Longa

P - Panela

RS – Remendo Superficial

ATP – Afundamento de Trilha de Roda Plástico

D - Desgaste

E - Escorregamento

Figura 06: Manifestações Patológicas (AUTORES, 2024)

O defeito que apareceu como segundo mais frequente foi o remendo superficial, que apesar de ser uma atividade de conservação, também é considerado um defeito por apontar um local de fragilidade, bem como impactar o conforto no rolamento. Na maioria dos casos, os remendos foram executados como forma de recomposição de painéis ou com o objetivo de corrigir deformações plásticas. As principais causas são a carga de tráfego, emprego de material de má qualidade, ação do meio ambiente e má construção (DNIT, 2003). Dados fornecidos pela Prefeitura do Município de Missal revelam que várias manutenções foram realizadas ao longo dos anos desde a execução do revestimento asfáltico em CBUQ em 2013, o que justifica a presença significativa de remendos no pavimento.

As trincas longitudinais curtas e longas também foram observadas com frequência nos trechos analisados. As curtas ocorreram devido as variações térmicas, bem como devido ao envelhecimento e a oxidação do pavimento, onde a superfície se torna mais rígida. Já as longas surgiram devido a problemas estruturais no pavimento, como falha na base ou sub-base, além disso o tráfego pesado e repetitivo potencializa essas trincas, assim como a expansão e contração da camada de revestimento devido as variações de temperatura. Este tipo de defeito também foi observado nas junções entre as faixas de tráfego e entre a faixa de rodagem, áreas onde a densidade de material é menor e os vazios são mais pronunciados.

Afundamentos de trilha de roda, desgaste e escorregamento também foram encontrados ao decorrer do trecho. As causas dos afundamentos de trilha ocorreram devido ao grande tráfego de caminhões com cargas elevadas, onde o pavimento não foi desenvolvido para tal tráfego, bem como a utilização de materiais inadequados. O desgaste dos pavimentos não foi observado com frequência, contudo gera problemas de segurança e conforto ao usuário, e é causado principalmente por fatores como tráfego intenso, condições ambientais adversas, qualidade inadequada dos materiais e



deficiências na construção. Já o escorregamento é causado principalmente por problemas de ligação entre as camadas do pavimento, decorrentes de aplicação inadequada de ligante e problemas de compactação.

A ocorrência dos defeitos foi observada em todo o trecho percorrido, onde constatou-se que apenas sete das cento e dez estacas inspecionadas não exibiam qualquer tipo de manifestação patológica, sendo elas identificadas como 8, 9, 10, 43, 57, 95 e 96, conforme indicado na Figura 07. Essa observação sugere uma uniformidade nas ocorrências de defeitos ao longo do trecho investigado, uma vez que a maioria das estacas apresenta algum tipo de falha estrutural ou irregularidade do mesmo tipo.

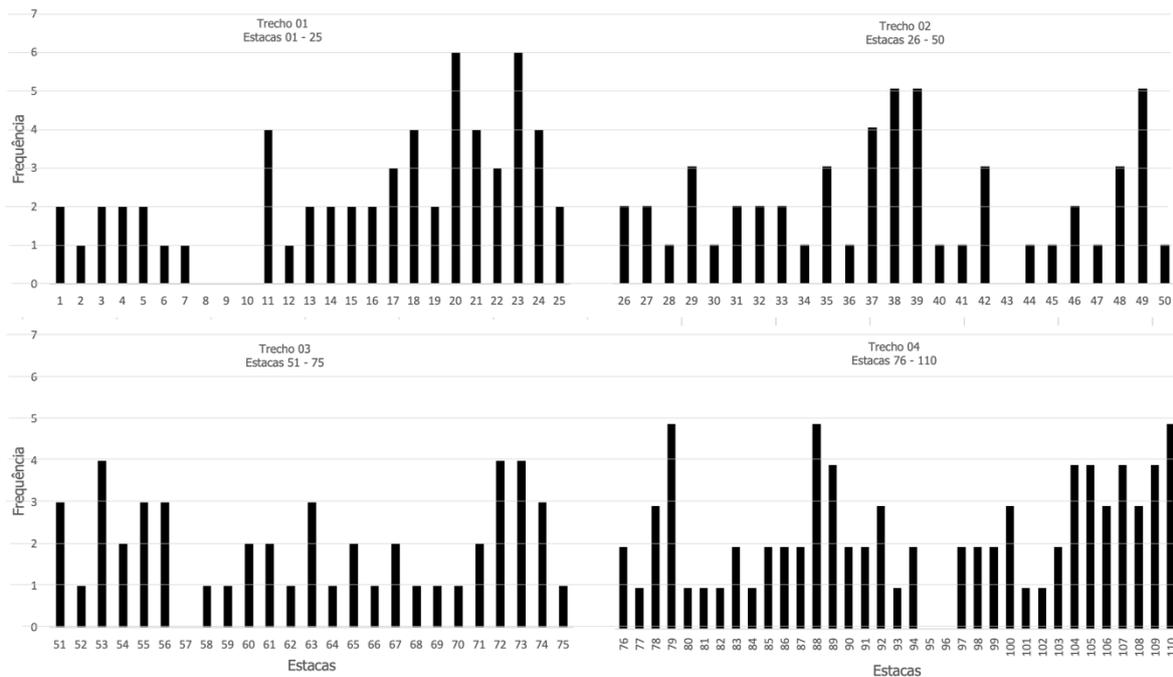


Figura 07: Frequência de manifestações patológicas por estaca (AUTORES, 2024).

Ao decorrer do levantamento de dados, observou-se um considerável fluxo de veículos pesados no trecho sob análise (ver Figura 08). Diante dessa constatação, com o objetivo de avaliar com mais precisão o volume de tráfego diário na rota de pesquisa, buscou-se informações junto à Prefeitura Municipal de Missal-PR, onde foi identificado um estudo datado de 2021, que incluiu uma contagem volumétrica, considerando uma taxa de crescimento do tráfego de 2% ao ano. Os dados obtidos estão detalhados na Tabela 04.

Tabela 04: Trafego médio diário anual (Prefeitura Municipal de Missal – PR)

ANO	Moto	Veículo	Ônibus			Caminhão			Carreta					TMDA
			2 eixos	3 eixos	4 eixos	2 eixos	3 eixos	4 eixos	3 eixos	4 eixos	5 eixos	6 eixos	7 eixos	
2021	417	2896	147	6	1	300	307	3	6	6	100	43	48	<b>4280</b>
2023	433	3013	153	7	1	312	317	3	6	5	103	45	49	<b>4447</b>



Essa análise proporciona um contexto essencial para compreender o ambiente operacional do trecho em estudo, influenciando diretamente na interpretação dos resultados obtidos durante a pesquisa. Outro aspecto crucial deste estudo foi o cálculo do número N para o dimensionamento do pavimento, considerando um período de projeto de 10 anos e utilizando o método da Resiliência, estabelecido pelo método da Associação Americana de Rodovias do Estado e Funcionários de Transporte (AASHTO), resultando em um valor de  $5,05E+07$ . De acordo com o método de projeto de pavimentos flexíveis estabelecido pelo Departamento Nacional de Estradas e Rodagem (DNER), esse valor indicaria a necessidade de uma camada de revestimento de concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) com uma espessura de 10 cm.

É fundamental ressaltar que, inicialmente, a construção dessa estrada adotou a pavimentação poliédrica, um tipo de revestimento amplamente utilizado na região (ver Figura 08). No entanto, esse tipo de pavimentação não fornece a base adequada para esse tipo de revestimento, uma vez que não há a devida compactação do subleito para alcançar os números de CBR (California Bearing Ratio) adequados. Em 2013, foi aplicada uma camada de 3,5 cm de CBUQ FAIXA C, e desde então, várias manutenções têm sido necessárias nesta via, pois os defeitos funcionais surgem em um curto período de tempo. Uma das razões para isso pode ser a falta de uma base adequada, além do intenso tráfego de veículos pesados.



Figura 08: Condições do pavimento avaliado (AUTORES, 2024).

Diante desse contexto, a presença de diversas manifestações patológicas e a classificação do pavimento como ruim são justificadas. Isso se deve não apenas ao intenso tráfego de veículos pesados, que exercem uma pressão considerável sobre a superfície do pavimento, aumentando a probabilidade de surgimento de defeitos, mas também à inadequação da base. Assim, a alta demanda de tráfego não representa apenas um desafio para a durabilidade do pavimento, mas também uma das principais causas de sua deterioração prematura. Além disso a região do local onde foram realizados os levantamentos apresenta diversas variações climáticas, bem como nos últimos anos as temperaturas estão cada vez mais irregulares, contribuindo para o surgimento de



defeitos que surgem ou são potencializados com as variações climáticas. Essa relação entre o clima, volume de tráfego e a degradação do pavimento destaca a importância de estratégias eficazes de projeto, construção e manutenção para garantir a durabilidade e a segurança das vias.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que, considerando a classificação do pavimento como ruim, conforme indicado pelo Índice de Gravidade Global (IGG), aliado à constatação de deficiências na base e na espessura do revestimento de 3,5 cm, torna-se imprescindível propor melhorias para restaurar sua qualidade e prolongar sua vida útil.

Uma das principais recomendações é a verificação real espessura da camada de revestimento que deveria constar no local analisado, bem como investigar a necessidade de retirar o pavimento poliédrico existente e realizar a implementação de um reforço estrutural adequado, utilizando materiais de alta qualidade e seguindo as especificações técnicas recomendadas. Isso contribuirá para distribuir as cargas impostas pelo tráfego, minimizando a ocorrência de fissuras e deformações no pavimento.

Além disso, a implementação de um programa de manutenção preventiva regular, incluindo ações como a reparação de fissuras, o recapeamento de áreas danificadas e a aplicação de selantes para proteger o pavimento contra a infiltração de água e o desgaste prematuro, é crucial. Investir em monitoramento contínuo da condição do pavimento e promover a conscientização sobre a importância da preservação e manutenção adequada do pavimento são medidas fundamentais, tanto por parte dos órgãos responsáveis quanto dos usuários da via. A colaboração entre todas as partes interessadas é essencial para assegurar que o trecho seja mantido em boas condições ao longo do tempo, beneficiando a comunidade e promovendo a mobilidade segura e eficiente.

## REFERÊNCIAS

BARROS FILHO, A. H. Q.; *et al.* Patologias encontradas na rodovia de pavimento flexível BR-101 sul km 80 a 82 no município de Joboatão dos Quararapes-PE e adjacências: Uma análise crítica. **Acta Scientista**. Cabedelo, PE, v 2, n 2, 2021. Disponível em: <https://periodicos.iesp.edu.br/index.php/actascientia/article/view/397>. Acesso em: 02 abr. 2024.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros** / Liedi Bariani Bernucci... [*et al.*]. – Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2a edição, 2022. 750 p.: il. ISBN: 978-85-69658-02-3. Disponível em: <https://triumfotransbrasiliana.com.br/wp-content/uploads/2022/07/PA-Completo-2022.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2024.

COIMBRA, E. C., RIBEIRO, L. F. E. ., e COUY, M. L. S. Análise de patologias na pavimentação do perímetro urbano da BR – 116 em Teófilo Otoni. **Revista Multidisciplinar Do Nordeste Mineiro**, 5(1), 2023. Disponível em: <https://revista.unipacto.com.br/index.php/multidisciplinar/article/view/1309>. Acesso em: 12 mar. 2024.

DNIT – Departamento de Infraestrutura de Transporte. **DNIT 005 – TER**. Defeitos nos Pavimentos Flexíveis e Semi-rígidos - Terminologia, Rio de Janeiro – RJ, DNIT, 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](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: 01mar. 2024.

DNIT – Departamento de Infraestrutura de Transporte. **DNIT 006 – PRO**. Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento, Rio de Janeiro – RJ, DNIT, 2003, 10 p. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/dnit006\\_2003\\_pro.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/dnit006_2003_pro.pdf). Acesso em: 01 mar. 2024.



GABRIEL, C. G.; VERDADE, L. L. Avaliação dos defeitos de pavimento flexível através do método do índice de gravidade global (IGG) em Apucarana-PR. **Engenharia e Tecnologia**. v. 13, n. 04, p. 18-28, ISSN 2176-7270, Dez. 2021. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/18491/209209216025>. Acesso em: 02 abr. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama das Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/missal/panorama>. Acesso em: 20 abr. 2024.

MACHADO, D. M. C. Avaliação de normas de identificação de defeitos para fins de gerência de pavimentos flexíveis. São Paulo, 2013. 130 f. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes e área de concentração em Infraestrutura de transporte – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18143/tde-07112013-092252/publico/Denise.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2024.

NASCIMENTO, B. P. S., NEVES, G. A., RIBEIRO, G. A., SOUZA, L. B. G., CORREIA, L.S. Viabilidade e Benefícios na Implementação da Pavimentação de Concreto nas Cidades Brasileiras. *In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC, 7., Goiânia. Anais [...]*, 2021. Disponível em: <https://www.confrea.org.br/midias/uploads-imce/Contecc2021/Civil/VIABILIDADE%20E%20BENEF%20C%8DCIOS%20NA%20IMPLEMENTA%20C%87%20C%83O%20DA%20PAVIMENTA%20C%87%20C%83O%20DE%20CONCRETO%20NAS%20CIDADES%20BRASIL%20EIRAS.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2024.

OLIVEIRA, J. P.; PEDROTTI, T. F.; DESSUY, T. Y.; ECHEVERRIA, J. A. S.; WAYHS, C. A. S. P. Estudo da influência da umidade excessiva e possíveis soluções em pavimentos flexíveis. Ijuí, Rio Grande do Sul, 2017. *In: CRICTE – XXVIII Congresso regional de iniciação científica e tecnológica em engenharia, Anais. Ijuí: UNIJUÍ – Universidade Regional. Disponível em: https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/cricte/article/view/8941/7646*. Acesso em: 02 jun. 2024.

ROSA, K. K. B.; MOTA, G. L. P.; SOUZA, J. M.; MARQUES, C. S.; NEVES, L. D.; FENANDES, F. A. S. Diagnóstico e procedimento de recuperação das Patologias apresentadas na pavimentação Asfáltica de Palmas-TO. **Revista integralização universitária**, Palmas, v.11, n.15, novembro 2016, p. 44- 58, novembro. 2016. Disponível em: <https://to.catolica.edu.br/revistas/index.php?journal=riui&page=article&op=view&path%5B%5D=64>. Acesso em: 02 mar. 2024.

SILVA, C. R. da. Manifestações Patológicas da AM 070. **Saberes da Engenharia: Uma contribuição para a sociedade** - Volume 2/ Organização: Suelânia Cristina Gonzaga de Figueiredo, Fabrício de Amorim Rodrigues, Luciane Farias Ribas. Belo Horizonte – MG: Editora Poisson, 2022. ISBN: 978-65-5866-203-7. Disponível em: DOI: 10.36229/978-65-5866-203-7. Acesso em: 15 mar. 2024.

SILVA, P. F. A. Manual de patologia e manutenção de pavimentos. 2. ed. São Paulo: Pini, 2008. 128 p.

SILVA, A. O. dos S., e CARMO, J. C. dos S. Estudo da pavimentação de rodovias. **Paramétrica**, 15(2), 2023. Disponível em: <https://periodicos.famig.edu.br/index.php/parametrica/article/view/437>. Acesso em: 22 mar. 2024.

SILVA, P. O. A.; OLIVEIRA, R. F. de. Patologias em Pavimentos Flexíveis. **Revista GeTec, gestão, tecnologia e ciência**, v 10, n 30, 2021, Monte Carmelo, MG. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/getec/article/view/2456>. Acesso em: 18 mar. 2024.

SOUZA, A. M. G. M. de; PIRES, G. de L. e; MARQUES, C. S. A. Sistema de gerência de pavimentos: levantamento da condição do pavimento flexível em trechos urbanos. 12º Fórum Científico

UNIFUNEC: Educação, Ciência e Tecnologia, 29 de setembro a 1º de outubro, Santa Fé do Sul (SP), v.12, n.12, **Anais [...]**, 2021. ISSN: 2318-745X. Disponível: <https://seer.unifunec.edu.br/index.php/forum/article/download/5416/4284>. Acesso em: 15 mar. 2024.

WANG, X.; *et al.* Shear fatigue between asphalt pavement layers and its application in design. **Construction And Building Materials**, [S. I.], v. 135, n. 01, p.297-305, 15 mar. 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061816320712>. Acesso em: 25 mar. 2024.