

## **AVALIAÇÃO FUNCIONAL OBJETIVA DA SUPERFÍCIE (IGG) DE PAVIMENTOS FLEXÍVEIS SOBRE PARALELEPÍEDOS EM RUAS DO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA/SC**

Shaiana Spader de Souza<sup>1</sup>  
Graziela Olivo Fermo<sup>2</sup>

### **Resumo:**

O crescimento urbano, acompanhado pelo aumento significativo de veículos, demandou a criação de vias mais eficientes, visando melhorar a fluidez do tráfego e conforto. Como resposta a essa necessidade, as antigas ruas de paralelepípedos, vêm sendo, progressivamente, revestidas por revestimentos flexíveis, aproveitando as pedras como base. Contudo, ao longo da vida útil dos pavimentos asfálticos é comum o aparecimento de defeitos que debilitam o seu desempenho funcional. Este estudo, propõe-se como objetivo principal, identificar e avaliar a condição funcional de pavimentos flexíveis sobre paralelepípedos de vias urbanas locais do município de Criciúma/SC e propor soluções de manutenção. Para tanto, realizou-se um estudo de caso na Rua Melvin Jones (trecho A) e Rua Jorge da Cunha Carneiro (trecho B), empregando as técnicas de pesquisa de campo e laboratório. A pesquisa de campo buscou definir os trechos de estudo, marcar as estações, levantar os defeitos e avaliar os pavimentos das vias de acordo com a norma DNIT 006/2003-PRO, por meio do Índice de Gravidade Global (IGG). Com a pesquisa bibliográfica foi possível determinar a melhor solução de manutenção. Como principal conclusão, tem-se que as duas ruas analisadas apresentaram o conceito funcional “péssimo”, com o IGG de 178,45 para o trecho A e IGG de 210,33 para o trecho B e a solução de manutenção adotada nos trechos foram remendos superficiais.

**Palavras-Chave:** Defeitos. IGG. Pavimento flexível.

## **OBJECTIVE FUNCTIONAL EVALUATION OF THE SURFACE (IGG) OF FLEXIBLE PAVEMENTS ON COBBLESTONE STREETS IN THE MUNICIPALITY OF CRICIÚMA/SC.**

### **Abstract:**

Urban growth, accompanied by a significant increase in vehicles, has led to the creation of more efficient roads to improve traffic flow and comfort. In response to this need, the old cobblestone streets have been progressively covered with flexible coatings, utilizing the stones as a base. However, over the lifespan of asphalt pavements, the occurrence of defects that weaken their functional performance is common. This study aims to identify and assess the functional condition of flexible pavements on cobblestone streets in local urban roads in the municipality of Criciúma/SC and propose maintenance solutions. To achieve this, a case study was conducted on Melvin Jones Street (section A) and Jorge da Cunha Carneiro Street (section B), employing both field and laboratory research techniques. Field research aimed to define the study sections, mark stations, identify defects, and evaluate the road pavements according to the DNIT 006/2003-PRO standard, using the Global Severity Index (IGG). Through literature review, the optimal maintenance solution was determined. The main conclusion is that both analyzed streets presented a "poor" functional concept, with an IGG of 178.45 for section A and IGG of 210.33 for section B and the adopted maintenance solution in the sections were surface repairs.

---

<sup>1</sup> Acadêmica do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Santa Catarina.  
shaiana.s@aluno.ifsc.edu.br

<sup>2</sup> Engenheira civil, Mestra, Docente do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Santa Catarina.  
graziela.olivo@ifsc.edu.br

210.33 for section B, and the maintenance solution adopted for the sections was surface patching.

**Keywords:** Defects. IGG. Flexible pavement.

## 1 INTRODUÇÃO

A evolução histórica da pavimentação remete a da humanidade. Desde os primeiros passos da civilização houve a necessidade de criar vias para se deslocar, conquistar territórios e comercializar produtos, o que contribuiu na evolução das tecnologias, das culturas e das sociedades ao longo dos tempos (BERNUCCI et al., 2022).

De acordo com Bernucci et al. (2022, p 11), o pavimento é “uma estrutura de múltiplas camadas com espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima [...]”. Os pavimentos são classificados em três grupos: flexíveis, rígidos e semirrígidos. O primeiro, respectivamente, é aquele em que a carga aplicada sobre o pavimento se distribui de forma gradativa e, portanto, todas as camadas sofrem deformação elástica. O segundo possui um revestimento que absorve praticamente todas as tensões, pois apresenta elevada rigidez. O terceiro apresenta uma base cimentada e capacidade de deformação maior do que o pavimento rígido e menor do que o pavimento flexível (DNIT, 2006a). A figura 1 apresenta a disposição das camadas dos pavimentos citados anteriormente.

Figura 1: Estrutura típica dos pavimentos flexíveis, rígidos e semirrígidos.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Conforme o DNIT (2006a), os revestimentos flexíveis são agrupados em betuminosos (asfálticos) e por calçamento.

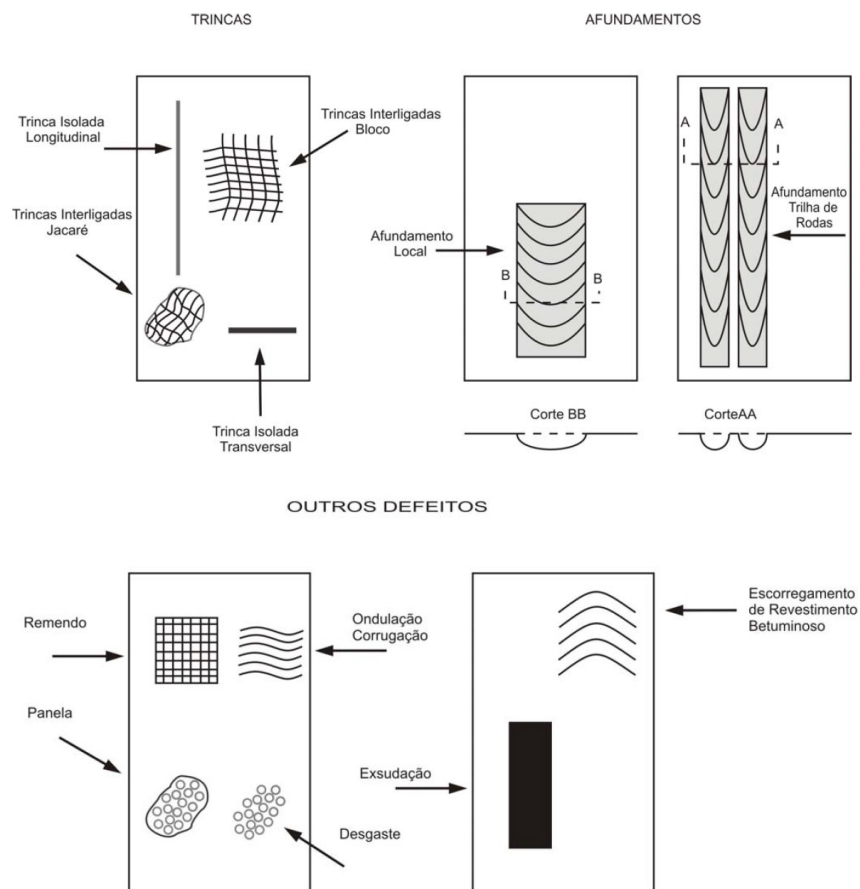
O paralelepípedo é um tipo de revestimento flexível por calçamento assim como a alvenaria poliédrica e os blocos intertravados de concreto cimento (*blockrets*) (DNIT, 2006a). Segundo Senço (2001), o paralelepípedo consiste em uma peça de pedra com a forma de um sólido geométrico de seis faces, na qual normalmente possui a forma aproximada de um cubo ou paralelepípedo retângulo. O emprego desse tipo de revestimento no pavimento era comum em ruas que não possuíam rede de água, de esgoto, de luz, de telefone e de gás, pois para realizar uma futura manutenção o revestimento permitia a remoção e o reaproveitamento das peças sem tantos danos. Senço (2001), salienta que as pavimentações utilizando o revestimento de paralelepípedos se destacam por serem as mais antigas de uma cidade, visto que se concentram em centros urbanos e proximidades. A partir do desenvolvimento das cidades, as pedras começaram a ser substituídas e conforme Senço (2001, p 164) umas das soluções apresentadas era o “aproveitamento do antigo pavimento de paralelepípedos como base, aplicando-se sobre

ele um revestimento asfáltico [...]”.

O revestimento asfáltico é composto, basicamente, por uma mistura de agregados e ligante asfáltico. Além disso, ele possui propriedades impermeabilizantes e melhora o conforto e segurança, visto que as condições de rolamento proporcionam uma superfície lisa e regular para os veículos. Isso contribui para o conforto dos usuários da via, reduzindo a vibração, o ruído e os impactos durante a condução. Ademais, uma superfície de rolamento adequada também aumenta a aderência dos pneus, contribuindo para a segurança do tráfego (BERNUCCI et al., 2022).

O desenvolvimento urbano do município de Criciúma proporcionou que ruas compostas por paralelepípedos fossem revestidas pela camada asfáltica. Essa execução não considera a estrutura convencional de um pavimento asfáltico, composto por base, sub-base e reforço (quando necessário), nesses casos o revestimento é aplicado sobre os paralelepípedos por meio de uma camada de ligação. Contudo, é necessária uma análise das condições da base sob os paralelepípedos, a fim de evitar que defeitos provenientes das pedras se manifestem no revestimento asfáltico, prejudicando o desempenho funcional do pavimento. Ademais, ao longo da vida útil dos pavimentos compostos por revestimentos asfálticos, é comum o surgimento de defeitos que comprometem o seu desempenho funcional (DNIT, 2006b). A norma DNIT 005/2003 – TER destaca os principais defeitos que se manifestam em pavimentos flexíveis, como ilustrado na figura abaixo.

Figura 02: Defeitos ocorrentes na superfície dos pavimentos flexíveis.



Fonte: DNIT (2003a).

Como aponta Bernucci et al. (2022, p 629), "a avaliação chamada de funcional se detém sobre os defeitos superficiais e seus reflexos no conforto ao rolamento", ou seja, consiste em

determinar a serventia, sendo esta uma capacidade do pavimento em oferecer ao usuário conforto, segurança e eficiência econômica (DNIT, 2006b). Sendo assim, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), fazendo o uso da norma DNIT 006/2003 – PRO estabelece diretrizes para a avaliação da condição funcional de pavimentos flexíveis por meio de um levantamento sistemático de defeitos através da identificação visual (DNIT, 2006b).

Por conseguinte, o tema deste artigo é avaliação funcional objetiva da superfície de pavimentos flexíveis sobre paralelepípedos. Como objeto de estudo têm-se a Rua Melvin Jones e Rua Jorge da Cunha Carneiro no município de Criciúma/SC.

Ademais, este estudo tem como objetivo identificar e avaliar a condição funcional em pavimentos flexíveis sobre paralelepípedos nas ruas supracitadas propondo soluções de manutenção. Como objetivos específicos, buscou-se estudar os manuais publicados pelo DNIT referente ao pavimento flexível e a sua restauração; conhecer a literatura disponível através de publicações acadêmicas e livros; realizar o levantamento técnico nas ruas analisadas; listar os defeitos encontrados; avaliar, com base no Índice de Gravidade Global (IGG), o pavimento flexível de cada rua e; propor soluções de manutenção.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os métodos de abordagem e procedimento utilizados neste estudo foram o hipotético-dedutivo e estudo de caso, respectivamente.

Para atingir os resultados propostos, a pesquisa pode ser desenvolvida em três etapas. A primeira, abrange definir a área de estudo, determinar os trechos analisados, marcar estações e as superfícies de avaliação e inventariar os defeitos encontrados, sendo assim a etapa é obtida através da pesquisa de campo. A segunda, visa avaliar os trechos analisados, classificando o pavimento de acordo com o IGG, logo é necessário realizar uma pesquisa de campo. A terceira e última etapa é destinada a propor soluções de manutenção, portanto é necessário realizar uma pesquisa de bibliográfica.

Para o estudo, foram escolhidas duas vias urbanas localizadas na região central do município de Criciúma, sendo composta pelos bairros: Centro, Comerciário, Michel e Pio Corrêa, como mostra a figura 3.

Figura 3: Localização da área de estudo.

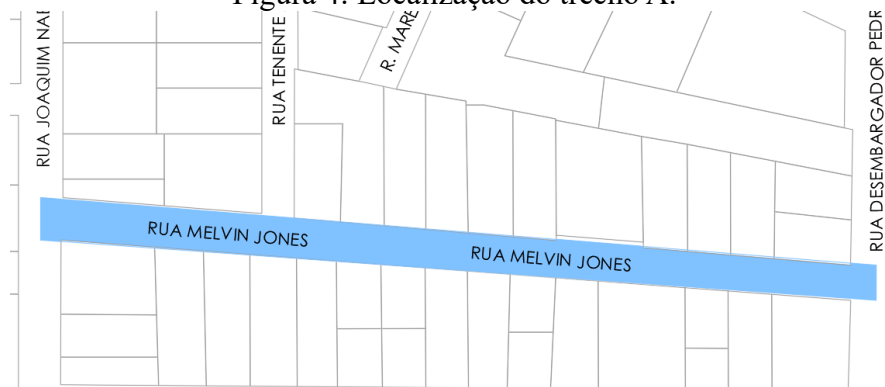


Fonte: Fermo (2010) adaptado.

O critério de seleção se deu em função da semelhança entre ambas quanto ao tipo de tráfego, por possuírem base em paralelepípedos e por apresentarem pavimentos em degradação.

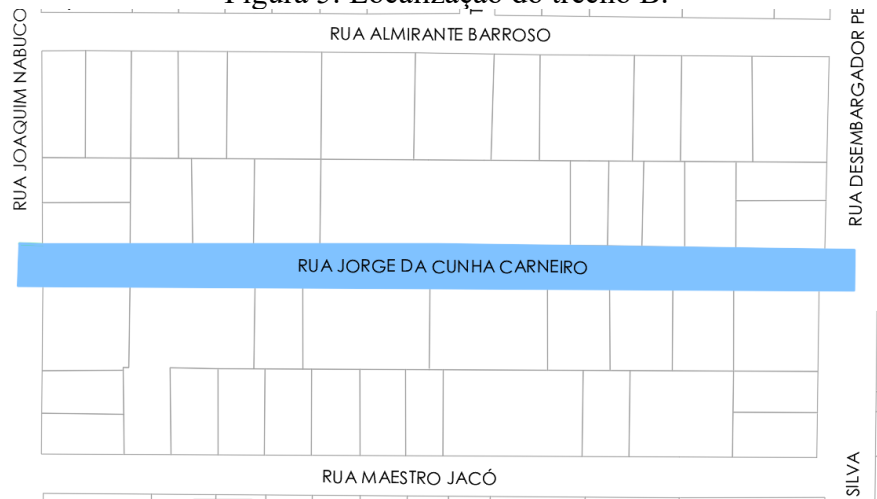
No presente trabalho foram considerados dois trechos denominados A e B. O trecho A compreende a Rua Melvin Jones numa extensão de aproximadamente 269 metros. O trecho se inicia no cruzamento com a Rua Joaquim Nabuco e Rua Melvin Jones e termina no cruzamento com a Rua Melvin Jones e Rua Desembargador Pedro Silva. O trecho B é composto pela Rua Jorge da Cunha Carneiro, mas não em sua total extensão, visto que em alguns locais não era possível determinar o tipo de base empregada. Portanto, apenas um trecho da rua foi considerado, sendo este com um comprimento de aproximadamente 269 metros que se inicia no cruzamento com a Rua Joaquim Nabuco e Rua Jorge da Cunha Carneiro e termina no cruzamento com a Rua Jorge da Cunha Carneiro e Rua Desembargador Pedro Silva. As figuras 4 e 5 exemplificam as localizações dos trechos A e B.

Figura 4: Localização do trecho A.



Fonte: Mapa perímetro urbano (2013).

Figura 5: Localização do trecho B.



Fonte: Mapa perímetro urbano (2013).

A avaliação dos pavimentos flexíveis dos trechos A e B foram realizadas através da norma DNIT 006/2003 - PRO, com o auxílio da norma DNIT 005/2003 - TER, na qual, tem como finalidade realizar um levantamento das deteriorações existentes e a medição das flechas nas trilhas de roda. Com base nesse levantamento, através do cálculo do IGG, é atribuído um índice que permite classificar o estado dos pavimentos analisados.

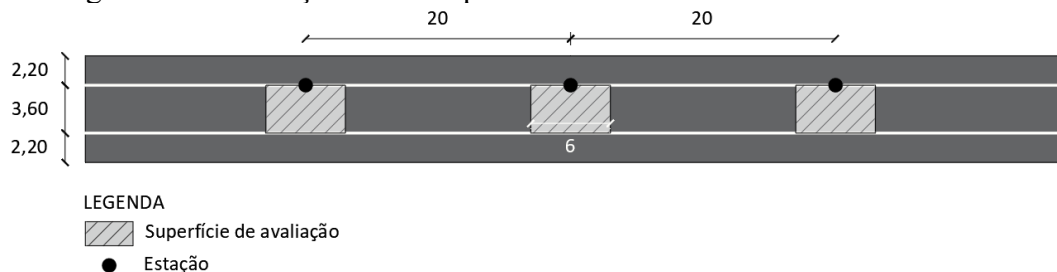
Para a realização da avaliação dos trechos foram necessários: uma trena de 50 metros, spray para a demarcação das estações e superfícies de avaliação, dois formulários para os levantamentos dos defeitos dos pavimentos (anexo B da norma DNIT 006/2003 - PRO) e uma

treliça para medição das flechas da trilha de roda (conforme anexo A da norma DNIT 006/2003 - PRO).

É importante destacar que as superfícies de avaliação foram modificadas para vias urbanas, uma vez que a norma em questão estabelece a definição das superfícies avaliadas apenas para rodovias. Para delimitar cada estação foram realizadas duas marcações, três metros adiante e três metros a ré e largura igual a três metros, assim a superfície de avaliação estava delimitada.

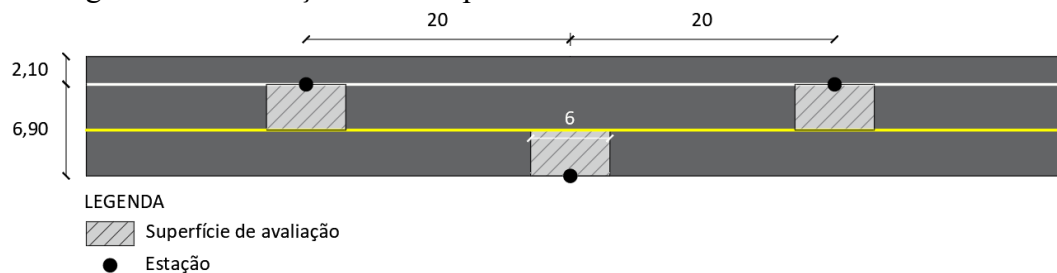
O trecho A possui pista simples, mão única e estacionamento em ambos os lados, logo as superfícies de avaliação foram adotadas a cada 20 metros para obter uma classificação do pavimento mais precisa, na qual, totalizaram em 13 superfícies de avaliação. Já o trecho B, possui pista simples, mão dupla e estacionamento em apenas um lado, sendo assim as superfícies de avaliação foram alternadas a cada 20 metros em relação ao eixo da pista, conforme sugere a norma, sendo que, totalizaram em 13 superfícies de avaliação. As figuras 6 e 7 exemplificam os procedimentos adotados em cada trecho.

Figura 6: Demarcação de áreas para levantamento de defeitos no trecho A.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Figura 7: Demarcação de áreas para levantamento de defeitos no trecho B.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Após a demarcação das superfícies de avaliação, os defeitos inventariados são marcados na planilha disponibilizada pela norma (apêndice A e B), sendo também realizado o registro fotográfico de cada estação.

Com a finalidade de se obter o conceito de degradação do pavimento, os defeitos e os afundamentos identificados nas ruas foram transferidos para uma planilha eletrônica. A norma (DNIT 006/2003 - PRO) estabelece que os defeitos sejam agrupados de acordo com o quadro na sequência.

Quadro 1: Agrupamento dos defeitos.

TIPOS	DEFEITOS
	FC-1
Tipo 1	FI: Fissuras TTC: Trinca isolada transversal curta TTL: Trinca isolada transversal longa TLC: Trinca isolada longitudinal curta TLL: Trinca isolada longitudinal longa TRR: Trinca isolada de retração
	FC-2
Tipo 2	J: Trinca interligada tipo “couro de jacaré” sem erosão nas bordas TB: Trinca interligada tipo “bloco” sem erosão nas bordas
	FC-3
Tipo 3	JE: Trinca interligada tipo “couro de jacaré” com erosão nas bordas TBE: Trinca interligada tipo “bloco” com erosão nas bordas
Tipo 4	ALP: Afundamento plástico local ATP: Afundamento plástico da trilha de roda ALC: Afundamento de consolidação plástico local ATC: Afundamento de consolidação da trilha de roda
Tipo 5	O: Ondulação P: Panela E: Escorregamento
Tipo 6	EX: Exsudação
Tipo 7	D: Desgaste
Tipo 8	R: Remendos

Fonte: DNIT (2003b) adaptado.

Para iniciar o cálculo é preciso calcular a frequência absoluta ( $f_a$ ) de cada grupo. Na sequência, calcula-se a frequência relativa ( $f_r$ ), obtida por meio da equação 1. Para fins de ponderação, no caso de ocorrências dos tipos 1, 2 e 3 serem identificadas simultaneamente em uma única estação, apenas as do tipo 3 devem ser consideradas na frequência absoluta ( $f_a$ ) para o cálculo da frequência relativa ( $f_r$ ) e do Índice de Gravidade Individual (IGI). Da mesma forma, se forem observadas ocorrências dos tipos 1 e 2 em uma estação, somente aquelas do tipo 2 devem ser consideradas.

$$f_r = \frac{(f_a \times 100)}{n} \quad (1)$$

Onde:

$f_r$  = frequência relativa;

$f_a$  = frequência absoluta;

$n$  = número de superfícies de avaliação inventariadas.

Posteriormente, são determinados a média aritmética ( $\bar{x}$ ) e variância ( $s^2$ ), expressos nas equações 2 e 3, respectivamente, dos afundamentos nas trilhas de roda internas (TRI) e externas (TRE).

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (2)$$

Onde:

$\bar{x}$  = média aritmética dos afundamentos medidos (TRI e TRE);

$x_i$  = valores individuais dos afundamentos em cada superfície de avaliação.

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (3)$$

Onde:

$s$  = desvio padrão;

$s^2$  = variância.

Cada grupo de defeito recebe um fator de ponderação ( $f_p$ ), sendo este estabelecido por norma, conforme demonstrado no quadro a seguir.

Quadro 2: Valores dos fatores de ponderação.

OCORRÊNCIA TIPO	CODIFICAÇÃO DE OCORRÊNCIA	FATOR DE PONDERAÇÃO ( $f_p$ )
1	Fissuras e Trincas Isoladas (FI, TTC, TTL, TLC, TLL e TRR)	0,2
2	FC-2 (JE e TB)	0,5
3	FC-3 (JE e TBE)	0,8
4	ALP, ATP, ALC e ATC	0,9
5	O, P e E	1,0
6	EX	0,5
7	D	0,3
8	R	0,6

Fonte: DNIT (2003b) adaptado.

A multiplicação da  $f_r$  com o  $f_p$  resulta no Índice de Gravidade Individual (IGI), representado por:

$$IGI = f_r \times f_p \quad (4)$$

Onde:

$IGI$  = Índice de Gravidade Individual;

$f_p$  = fator de ponderação.

Para os afundamentos, é necessário calcular a média aritmética ( $F$ ) para média aritmética e FV para variância) da média dos afundamentos ( $\bar{x}$ ) e das variâncias ( $s^2$ ), sendo expressos por:

$$F = \frac{\bar{x}_{TRI} + \bar{x}_{TRE}}{2} \quad (5)$$

Onde:

$F$  = média aritmética das médias dos afundamentos;

$\bar{x}_{TRI}$  = média aritmética dos afundamentos da trilha de roda interna;

$\bar{x}_{TRE}$  = média aritmética dos afundamentos da trilha de roda externa.

$$FV = \frac{\bar{x}_{TRIV} + \bar{x}_{TREV}}{2} \quad (6)$$

Onde:

$FV$  = média aritmética das variâncias dos afundamentos;

$\bar{x}_{TRIV}$  = média aritmética das variâncias da trilha de roda interna;

$\bar{x}_{TREV}$  = média aritmética das variâncias da trilha de roda externa.

Dessa forma, também se calcula a contribuição dos afundamentos no conceito do pavimento. Para isso, é preciso considerar as duas verificações abaixo:

$$\text{Se } F \leq 30, \text{ o } IGI_F = F \times \frac{4}{3}, \text{ senão } IGI_F = 40$$

$$\text{Se } FV \leq 50, \text{ o } IGI_{FV} = FV, \text{ senão } IGI_{FV} = 50$$

Ademais, o Índice de Gravidade Global (IGG) é o somatório de todos os IGI's, e pode ser expresso pela equação:

$$IGG = \sum IGI \quad (7)$$

Onde:

$\sum IGI$  = somatório dos Índices de Gravidade Individuais.

De acordo com o resultado do IGG é possível obter o conceito da degradação do pavimento, como mostra o quadro na sequência.

Quadro 3: Conceitos de degradação do pavimento em função do IGG.

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

Fonte: DNIT (2003b).

As estratégias de intervenção conforme o DNIT (2006b) divide-se em ações de conservação rotineira e ações de conservação periódicas. A primeira visa reparar ou sanar o defeito. Já a segunda, evitar o surgimento ou agravamento de defeitos. O quadro abaixo resume os tipos de conservação, as técnicas possíveis a serem adotadas, a forma de execução e para quais situações são indicadas.

Quadro 4: Técnicas de conservação.

TIPO DE CONSERVAÇÃO	TÉCNICA	EXECUÇÃO	INDICAÇÃO
Conservação corretiva rotineira	Remendo (superficial ou profundo)	Colocação ou preenchimento com misturas betuminosas (a quente ou a frio), em panelas existentes ou áreas que foram escavadas por trabalhadores por apresentarem alguma deterioração.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reparar panelas;</li> <li>2. Recompor trechos com trincamento por fadiga;</li> <li>3. Reperfilagem com o intuito de regularizar a superfície, na qual não necessita do preparo prévio no pavimento.</li> </ol>
	Selagem das Trincas	Utilização de cimentos asfálticos, asfaltos diluídos, emulsões ou selantes específicos.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preencher fissuras e trincas.</li> </ol>
Conservação preventiva periódica	Capa selante	Aplicação de ligantes asfálticos e agregados sem mistura prévia, na pista, com posterior compactação que promove o recobrimento parcial e a adesão entre agregados e ligantes.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Corrigir o revestimento;</li> <li>2. Combater o envelhecimento;</li> <li>3. Restabelecer a impermeabilização da superfície do revestimento;</li> <li>4. Utilizar como um tratamento antiderrapante.</li> </ol>
	Lama asfáltica	Mistura, em consistência fluida, de agregados minerais, material de enchimento ou filer, emulsão asfáltica e água, uniformemente misturadas e espalhadas no local da obra, à temperatura ambiente.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rejuvenescer revestimentos porosos e/ou fissurados.</li> </ol>
	Camada porosa de atrito (CPA)	Mistura asfáltica aberta, (a quente ou a frio), ou seja, possui um elevado teor de vazios na mistura (15% a 25%).	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aumentar a aderência pneu-pavimento em dias de chuva;</li> <li>2. Reduzir o ruído ao rolamento.</li> </ol>
	Microrevestimento com mistura densa	Mistura asfáltica densa, exatamente como uma mistura a quente convencional, a diferença é a espessura utilizada (10 a 25 mm). Tal serviço é denominado recapeamento.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Polir a superfície nas trilhas de roda;</li> <li>2. Corrigir pequenas irregularidades longitudinais do pavimento;</li> <li>3. Corrigir inadequada declividade transversal;</li> <li>4. Corrigir defeitos relacionados com a amplitude térmica, tais como trincamento em bloco, desagregação e intemperismo.</li> </ol>
	Camada de microrevestimento asfáltico à frio com polímero	Mistura a frio de agregados minerais, filer, água e emulsão com polímero (modificação realizada para aumentar a sua vida útil).	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recuperar funcionalmente pavimentos deteriorados;</li> <li>2. Aplicar capa selante sobre tratamentos superficiais, sobre pré-misturados a frio (PMFs), sobre misturas usinadas abertas;</li> <li>3. Revestir pavimentos de baixo volume de tráfego.</li> </ol>

Fonte: DNIT (2006b) e Bernucci et al. (2022).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir, serão apresentados todos os dados levantados durante as atividades de campo desta pesquisa, juntamente com os resultados obtidos por meio dos cálculos conforme especificados na norma DNIT 006/2003-PRO e as técnicas de manutenção adotadas para os dois trechos.

#### 3.1 TRECHO A

Neste trecho foram analisadas 13 estações. Destaca-se que o pavimento asfáltico passou por uma intervenção da CASAN através da implementação da rede de esgoto por toda a sua extensão, assim o pavimento da rua ficou danificado pela obra de ampliação do sistema.

Ao executar a medição dos afundamentos nas trilhas de roda, notou-se que na maioria das estações houve a manifestação de elevações por excesso de material e má compactação. O quadro 5, expõe os valores obtidos nas medições, para fins acadêmicos adotamos o sinal negativo (-) para os afundamentos e positivo (+) para as elevações, sendo que para fins de cálculo foram desconsiderados.

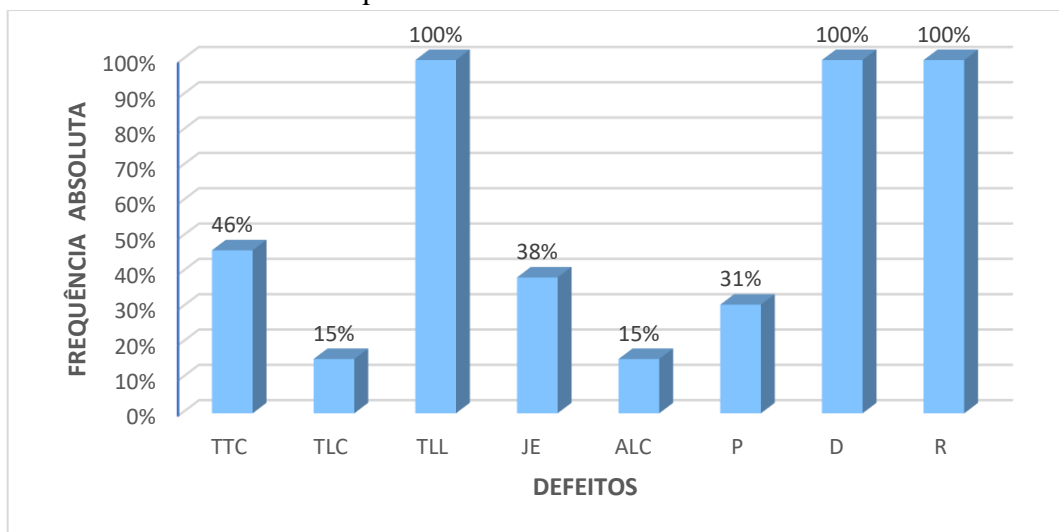
Quadro 5: Valores dos afundamentos no trecho A.

ESTAÇÃO	FLECHAS (mm)	
	TRI	TRE
1	0	-2,00
2	+3,17	+4,76
3	-3,00	+1,58
4	0	+4,76
5	+1,58	0
6	+3,17	0
7	+1,58	+1,58
8	+3,17	+4,76
9	+7,93	+1,58
10	+3,17	0
11	+4,76	+3,17
12	+7,93	0
13	+7,93	+6,35

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

A norma DNIT 006/2003 - PRO não especifica o procedimento a ser seguido na ocorrência de elevações, como observado nesta situação. Dessa forma, nos pontos com elevação, foram adotados o valor zero (0), para o cálculo da trilha de roda. A seguir será exposto o gráfico 1, que destaca a predominância de cada defeito e sua frequência em relação as 13 superfícies avaliadas.

Gráfico 01: Frequência absoluta dos defeitos inventariados.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Sendo assim, é possível perceber a predominância de trincas isoladas longitudinais longas (TLL), desgaste (D) e remendos (R), ocorrendo em todas as estações analisadas. Em seguida, as trincas isoladas transversais curtas (TTC) que correspondem a 46% e estão presentes em 6 estações. É notório destacar a presença de trincas interligadas tipo “couro de jacaré” com erosão nas bordas (JE) representando 38% em 5 estações. As painelas (P) estão presentes em 4 estações, o que equivale a 31%. Ademais, as trincas isoladas longitudinais curtas (TLC) e os afundamentos de consolidação plástica local (ALC) foram identificados em 2 estações, o que corresponde a 15%. As figuras 8, 9, 10 e 11 na sequência, demonstram os principais defeitos encontrados no trecho A.

Figura 8: Trincas isoladas longitudinais longas, remendo e desgaste.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Figura 9: Trincas interligadas tipo “couro de jacaré” com erosão nas bordas.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Figura 10: Trinca isolada transversal curtas.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

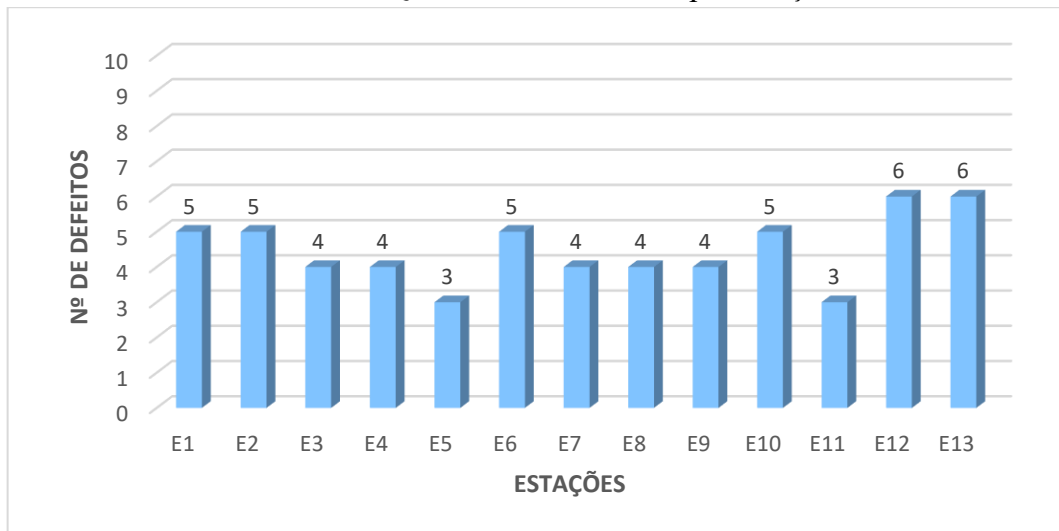
Figura 11: Painela.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

O gráfico 2 exibe a relação da quantidade de defeitos que foram verificados em cada estação, totalizando 58 defeitos nas 13 estações de análise. É importante ressaltar que defeitos foram detectados em todas as estações.

Gráfico 02: Quantidade de defeitos por estação.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

As estações 12 e 13 apresentaram os maiores números de defeitos, ou seja, 6 cada. As ocorrências identificadas na estação 13 foram: trinca isolada longitudinal curta (TLC), trinca isolada longitudinal longa (TLL), afundamento de consolidação local (ALC), panela (P), desgaste (D) e remendo (R). As figuras 12, 13, 14 e 15 na sequência, ilustram os principais defeitos constatados na estação 13.

Figura 12: Estação 13.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Figura 13: Remendos.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Figura 14: Painela.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Figura 15: Desgaste.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

O quadro 6 mostra os resultados obtidos nos cálculos do IGG. O IGG neste trecho resultou em 178,45, parâmetro este que pertence ao limite de IGG >160 e classifica o pavimento como “péssimo”.

Quadro 6: Cálculo do IGG.

ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA ABSOLUTA CONSIDERADA	FREQUÊNCIA RELATIVA (%)	FATOR DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL
1	Trincas isoladas FI, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	21	8	61,54	0,20	12,31
2	(FC - 2) J, TB	0	0	0,00	0,50	0,00
3	(FC - 3) JE, TBE	5	5	38,46	0,80	30,77
4	ALP, ATP, ALC, ATC	2		15,38	0,90	13,85
5	O, P, E	4		30,77	1,00	30,77
6	EX	0		0,00	0,50	0,00
7	D	13		100,00	0,30	30,00
8	R	13		100,00	0,60	60,00
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm TRI e TRE	TRE =	TRI =	F =		0,26
		0,15	0,23	0,19		
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TRE <sub>v</sub> =	TRI <sub>v</sub> =	FV =		0,50
		0,31	0,69	0,50		
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS		13	ΣIGI = IGG			<b>178,45</b>
					CONCEITO:	<b>PÉSSIMO</b>

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

### 3.2 TRECHO B

Neste segmento, 13 estações foram analisadas. Vale destacar que ao realizar a medição dos afundamentos nas trilhas de roda percebeu-se novamente a mesma ocorrência de excesso de material e má compactação. Assim, optou-se por aplicar a mesma metodologia na apresentação dos dados dos afundamentos, como mostra o quadro 7.

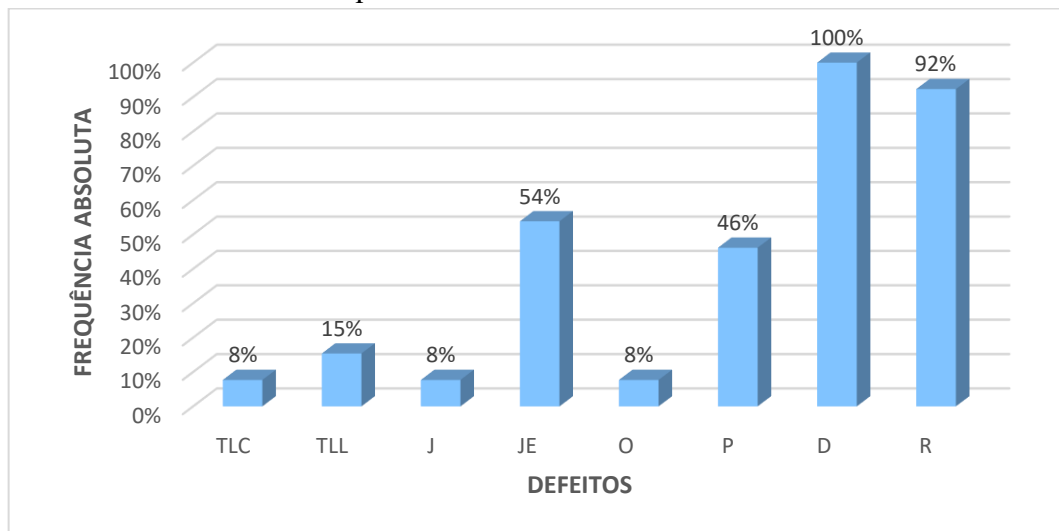
Quadro 7: Valores dos afundamentos no trecho B.

ESTAÇÃO	FLECHAS (mm)	
	TRI	TRE
1	0	+3,17
2	0	+4,76
3	-4,00	+1,58
4	0	-5,00
5	-9,00	+9,52
6	-2,00	+4,76
7	+3,17	+4,23
8	+1,58	-1,00
9	-3,00	+1,58
10	+1,58	+1,58
11	-1,00	+6,35
12	+1,58	+7,93
13	+7,93	0

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Por conta dos valores positivos não foi possível calcular o valor da trilha de roda, por esse motivo, o valor zero (0) foi adotado nas estações em que apresentavam as elevações. O gráfico abaixo apresenta os defeitos e suas respectivas frequências com relação as 13 estações.

Gráfico 3: Frequência absoluta dos defeitos inventariados.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Desse modo, é possível notar a predominância de desgaste (D) ocorrendo em todas as estações estudadas. Em seguida os remendos (R) estão em 92% e correspondem a 12 estações. Posteriormente, as trincas interligadas tipo “couro de jacaré” com erosão nas bordas (JE) representam 53% e estão presentes em 7 estações. Vale ressaltar a presença de painéis (P) em 6 estações, o que caracteriza 46%. As trincas isoladas longitudinais longas (TLL) correspondem 15% e estão presentes em 2 estações. Por fim, a trinca isolada longitudinal curta (TLC), a trinca interligada tipo “couro de jacaré” sem erosão nas bordas (J) e a ondulação (O) representam 8% e estão presentes em apenas 1 estação. As figuras 16, 17, 18 e 19 na sequência, mostram os defeitos predominantes no trecho B.

Figura 16: Trincas interligadas tipo “couro de jacaré” com erosão nas bordas.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Figura 17: Panela.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Figura 18: Remendos.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

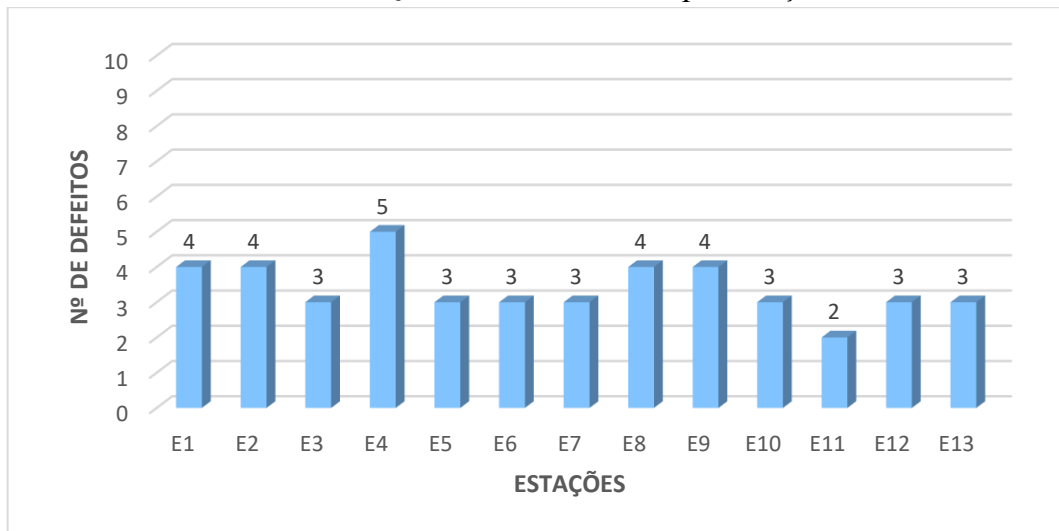
Figura 19: Desgaste.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

O gráfico 4 exibe a relação da quantidade de defeitos que foram verificados em cada estação, totalizando 46 defeitos nas 13 estações de análise. Vale destacar que foram identificados defeitos em todas as estações.

Gráfico 4: Quantidade de defeitos por estação.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

A estação 4, de acordo com o gráfico 4, foi a que apresentou o maior número de ocorrência de defeitos. Nela foram identificadas: trincas interligadas tipo “couro de jacaré” com erosão nas bordas (JE), afundamento de consolidação plástica local (ALC), panela (P), desgaste (D) e remendo (R). A figura 20 exibe os defeitos predominantes na estação.

Figura 20: Registro dos defeitos supracitados.



Fonte: Arquivo pessoal (2023).

Os resultados obtidos por meio dos cálculos se encontram no quadro 7. Neste trecho, o IGG totalizou 210,33, um valor que ultrapassa o limite crítico de IGG >160, classificando o estado do pavimento como “péssimo”.

Gráfico 8: Cálculo do IGG.

ITEM	NATUREZA DO DEFEITO	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA ABSOLUTA CONSIDERADA	FREQUÊNCIA RELATIVA (%)	FATOR DE PONDERAÇÃO	ÍNDICE DE GRAVIDADE INDIVIDUAL
1	Trincas isoladas F1, TTC, TTL, TLC, TLL, TRR	3	3	23,08	0,20	4,62
2	(FC - 2) J, TB	1	1	7,69	0,50	3,85
3	(FC - 3) JE, TBE	7	7	53,85	0,80	43,08
4	ALP, ATP, ALC, ATC	2		15,38	0,90	13,85
5	O, P, E	7		53,85	1,00	53,85
6	EX	0		0,00	0,50	0,00
7	D	13		100,00	0,30	30,00
8	R	12		92,31	0,60	55,38
9	Média aritmética dos valores médios das flechas medidas em mm TRI e TRE	TRE =	TRI =	F =		1,28
		0,46	1,46	0,96		
10	Média aritmética das variâncias das flechas medidas em ambas as trilhas	TRE <sub>v</sub> =	TRI <sub>v</sub> =	FV =		4,44
		1,94	6,94	4,44		
Nº TOTAL DE ESTAÇÕES INVENTARIADAS		13	ΣIGI = IGG			<b>210,33</b>
					CONCEITO:	<b>PÉSSIMO</b>

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

### 3.3 TÉCNICAS DE CONSERVAÇÃO ADOTADAS

Para corrigir os defeitos identificados nas superfícies de avaliação dos trechos A e B, torna-se necessário a implementação da conservação rotineira, sendo indicado que a correção ocorra em toda a extensão das vias. Nesse contexto, a estratégia mais adequada para os reparos é a aplicação da técnica de remendo superficial.

Nos trechos onde o pavimento apresenta o reticulado no revestimento asfáltico, excesso de remendos mal compactados (“tapa-buracos”), afundamentos e painelas, na qual indicam a movimentação do paralelepípedo, é necessário a retirada do revestimento asfáltico danificado e os paralelepípedos. Posteriormente, reassentá-los e realizar o travamento com uma camada de areia. Por fim, a execução do remendo superficial (pintura de ligação e revestimento asfáltico).

Após a execução dos remendos recomenda-se a aplicação de uma camada de microrrevestimento asfáltico a frio com polímero para uniformizar a superfície.

## 4 CONCLUSÃO

Através deste estudo foi possível realizar uma análise funcional objetiva da superfície dos pavimentos flexíveis, através do IGG, de duas ruas do município de Criciúma/SC.

A avaliação funcional objetiva da superfície do pavimento do trecho A, apontou que os defeitos que mais se destacaram nas estações foram as trincas isoladas longitudinais longas (TLL), desgaste (D) e remendos (R), sendo assim, o pavimento é classificado como “péssimo” com um IGG de 178,45. Já o trecho B, revelou que os defeitos mais proeminentes nas estações foram o desgaste (D), remendos (R) e as trincas interligadas tipo “couro de jacaré” com erosão nas bordas (JE), por isso, o pavimento é categorizado como "péssimo", apresentando um IGG de 210,33. De acordo com a pesquisa bibliográfica, a solução adequada para a manutenção dos trechos seria o remendo superficial. No entanto, com base no estudo, é possível concluir que os trechos analisados atingiram o fim de sua vida útil, exigindo, portanto, a reconstrução dos pavimentos.

Diante dos defeitos supracitados nos trechos analisados, pode-se afirmar que a execução do revestimento flexível sobre paralelepípedos não atendeu à condição de serventia do pavimento, ou seja, não proporciona ao usuário conforto, segurança e economia.

Os demasiados defeitos presentes nas superfícies, as intervenções realizadas pela companhia de água/esgoto e técnicas de conservação executadas de forma incorreta não proporcionam ao usuário conforto ao rolamento e segurança. Do ponto de vista do usuário, os defeitos observados não apenas impactam o conforto durante o deslocamento, mas também afetam o veículo utilizado. Isso ocorre porque o veículo sofre as consequências dessas imperfeições no pavimento, resultando em despesas adicionais para o usuário, o que, por sua vez, influencia negativamente em sua economia.

Ademais, a proposta do DNIT 006/2003-PRO de realizar uma análise funcional objetiva da superfície mostrou-se adequada no diagnóstico dos trechos estudados e refletem a realidade dos usuários.

Como sugestão para trabalhos futuros recomenda-se a avaliação estrutural das ruas analisadas para verificar a capacidade de carga dos pavimentos.

## REFERÊNCIAS

- ADAMI, Rose Maria. **Rio Criciúma: o rio que a cidade escondeu**: Significados e representações na paisagem. Criciúma: EdiUnesc, 2015. 208 p.
- BERNUCCI, Liedi Bariani *et al.* **Pavimentação asfáltica**: formação básica para engenheiros. 2. ed. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2022. 750 p. Disponível em: <http://www.abeda.org.br/livro-pavimentacao/>. Acesso em: 15 set. 2023.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **IPR - 719**: Manual de pavimentação. 3 ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2006a. 274 p. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/ipr\\_719\\_manual\\_de\\_pavimentacao\\_versao\\_corrighda\\_errata\\_1.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes/ipr_719_manual_de_pavimentacao_versao_corrighda_errata_1.pdf). Acesso em: 15 set. 2023.
- \_\_\_\_\_. **IPR - 720**: Manual de restauração de pavimentos asfálticos. 2 ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2006b. 310 p. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletaneademanuais/vigentes/720\\_manual\\_restauracao\\_pavimentos\\_afalticos.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletaneademanuais/vigentes/720_manual_restauracao_pavimentos_afalticos.pdf). Acesso em: 11 set. 2023.
- \_\_\_\_\_. **DNIT 005/2003 - TER**: Defeitos nos pavimentos flexíveis e semirrígidos: terminologia. Rio de Janeiro: DNIT, 2003a. 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: 11 set. 2023.
- \_\_\_\_\_. **DNIT 006/2003 - PRO**: Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semirrígidos - Procedimento. Rio de Janeiro: DNIT, 2003b. 10 p. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT\\_006\\_2003\\_PRO](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/procedimento-pro/DNIT_006_2003_PRO). Acesso em: 11 set. 2023.
- FERMO, Graziela Olivo. **Influência da ferramenta de georreferenciamento na avaliação de apartamentos usando regressão espacial**. 2010. 166 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis, 2010. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/94605>. Acesso em: 15 out. 2023.
- KARNIKOWSKI, Tamires. **Seleção de estratégias de manutenção e reabilitação de pavimentos urbanos baseada na análise do custo do ciclo de vida**. 2019. 92 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, UDESC, Joinville, 2019. Disponível em: [https://www.udesc.br/arquivos/cct/id\\_cpmenu/706/2019\\_09\\_23\\_Tamires\\_Karnikowski\\_15801382834453\\_706.pdf](https://www.udesc.br/arquivos/cct/id_cpmenu/706/2019_09_23_Tamires_Karnikowski_15801382834453_706.pdf). Acesso em: 10 out. 2023.
- KOERICH, Maria Vitória. **Avaliação de desempenho de segmentos monitorados em pavimento flexível na SC-370 em Urubici**. 2017. 151 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/177254>. Acesso em: 10 set. 2023.
- MADUREIRA, Letícia Alberto Borges. **Misturas asfálticas: conceituação, materiais e dosagem**: módulo 3 - tipos de revestimentos asfálticos. 2022. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/jspui/bitstream/1/7689/3/M%C3%B3dulo%203%20-%20Tipos>

%20de%20revestimentos%20asf%C3%A1lticos.pdf. Acesso em: 10 set. 2023.

MAPA perímetro urbano. 2013. Disponível em:

<https://planodiretor.criciuma.sc.gov.br/pdf/1620668588-Anexo-05-Mapa-Perimetro-Urbano-original.rar>. Acesso em: 15 out. 2023.

NOBRE, Matheus Sales de Araújo. **Estudo de caso: análise objetiva de pavimento com base paralelepípedica em trechos de travessias urbanas da PB-105**. 2020. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, UEPB, Araruna, 2020. Disponível em: <https://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/22995>. Acesso em: 10 out. 2023.

PINTO, Salomão; PREUSSLER, Ernesto Simões. **Pavimentação rodoviária: conceitos fundamentais sobre pavimentos flexíveis**. 2. ed. Rio de Janeiro: Synergia: IBP, 2010. 220 p.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de técnicas de pavimentação**. 2. ed. São Paulo: PINI, 2001. 2 v.

SILVA, Eduarda Oliveira da. **Avaliação de patologias em pavimentos flexíveis: estudo de caso – Avenida Beira-Mar Norte, Florianópolis, SC**. 2021. 107 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/223068>. Acesso em: 10 set. 2023.

SILVA, Lauro Lúcio Martins. **Avaliação superficial de pavimentos, usando o método IGG, (Índice De Gravidade Global): um estudo de caso, em um trecho na Av. Anhanguera, em Goiânia, Goiás**. 2019. 100 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Transportes, Áreas Acadêmicas III, IFG, Goiânia, 2019. Disponível em: [https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/380/1/Tcc\\_Lauro%20Lucio%20Martins.pdf](https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/380/1/Tcc_Lauro%20Lucio%20Martins.pdf). Acesso em: 10 set. 2023.

**APÊNDICE A – Inventário do estado da superfície do pavimento do trecho A.**

RUA: MELVIN JONES																	DATA: 16/09/2023			FOLHA 1			
TRECHO: A																	ESTACA OU KM						
OPERADOR: SHAIANA SPADER DE SOUZA																	1 A 13						
ESTACA OU KM	OK	FC-1						FC-2		FC-3		ALP (4)	ATP (4)	ALC (4)	ATC (4)	O (5)	P (5)	E (5)	Ex (6)	D (7)	R (8)	FLECHAS (mm)	
		F1 (1)	TTC (1)	TTL (1)	TLC (1)	TLL (1)	TRR (1)	J (2)	TB (2)	JE (3)	TBE (3)											TRI	TRE
1	x		x			x				x										x	x	0	2,00
2	x					x				x						x				x	x	0	0
3	x					x				x										x	x	3,00	0
4	x					x				x										x	x	0	0
5	x					x														x	x	0	0
6	x		x			x										x				x	x	0	0
7	x		x			x														x	x	0	0
8	x					x				x										x	x	0	0
9	x		x			x														x	x	0	0
10	x		x			x										x				x	x	0	0
11	x					x														x	x	0	0
12	x		x		x	x								x						x	x	0	0
13	x				x	x								x		x				x	x	0	0

**APÊNDICE B – Inventário do estado da superfície do pavimento do trecho B.**

RUA: JORGE DA CUNHA CARNEIRO																		DATA: 16/09/2023		FOLHA: 1			
TRECHO: B																		ESTACA OU KM					
OPERADOR: SHAIANA SPADER DE SOUZA																		1 A 13					
ESTACA OU KM	OK	FC-1						FC-2		FC-3		ALP (4)	ATP (4)	ALC (4)	ATC (4)	O (5)	P (5)	E (5)	Ex (6)	D (7)	R (8)	FLECHAS (mm)	
		F1 (1)	TTC (1)	TTL (1)	TLC (1)	TLL (1)	TRR (1)	J (2)	TB (2)	JE (3)	TBE (3)											TRI	TRE
1	x									x						x			x	x	0	0	
2	x									x						x			x	x	0	0	
3	x									x						x			x		4,00	0	
4	x									x			x			x			x	x	0	5,00	
5	x									x									x	x	9,00	0	
6	x							x											x	x	2,00	0	
7	x												x			x			x	x	0	0	
8	x				x										x				x	x	0	1,00	
9	x									x						x			x	x	3,00	0	
10	x					x													x	x	0	0	
11	x																		x	x	1,00	0	
12	x					x													x	x	0	0	
13	x									x									x	x	0	0	